



OMVS
ORGANISATION POUR
LA MISE EN VALEUR
DU FLEUVE SÉNÉGAL

HAUT COMMISSARIAT

ACTUALISATION DE LA MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU FLEUVE SENEGAL

**Rapport final
FEVRIER 2013**





OMVS
ORGANISATION POUR
LA MISE EN VALEUR
DU FLEUVE SENÉGAL

HAUT COMMISSARIAT

**ACTUALISATION DE LA MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE
DU FLEUVE SENEGAL**

Rédigé par	Jean Claude BADER (IRD) <i>Chef de mission</i> Visa : Le :	Sébastien CAUCHY (SCP) <i>Chargé de projet</i> Visa : Le :
Vérifié par	Sébastien CAUCHY <i>Chef du groupe Hydraulique et Régulation</i> Visa : Le :	
Validé par	Bruno GRAWITZ <i>Chef du Service Hydraulique et Ouvrages</i> Visa : Le :	



TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE.....	1
LES FACTEURS CONDITIONNELS DU REGIME	1
1 CARACTERES PHYSIQUES DU BASSIN DU SENEGAL SUPERIEUR	2
1.1 FORME, SURFACE, RELIEF	2
1.1.1 Les limites du bassin : une interrogation nécessaire	3
1.1.2 Caractéristiques des bassins versants.....	5
1.1.3 Hypsométrie des bassins versants	5
1.2 RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	10
1.2.1 Le BAFING	10
1.2.2 Le BAKOYE.....	10
1.2.3 Le BAOULE	11
1.2.4 La FALEME	11
1.2.5 La KOLIMBINE.....	11
1.2.6 Le KARAKORO	13
1.3 PROFIL EN LONG.....	13
1.3.1 Le SENEGAL-BAFING.....	13
1.3.2 Le BAKOYE et le BAOULE	14
1.3.3 La FALEME	14
1.3.4 La KOLIMBINE et le KARAKORO	14
1.4 GEOLOGIE	19
1.4.1 Formations géologiques.....	19
1.4.2 Hydrogéologie	22
1.4.3 Erosion	23
1.4.4 Géomorphologie.....	24
1.5 ETUDE DES SOLS.....	25
1.5.1 Facteurs principaux de pédogénèse	25
1.5.2 Bassin du Bafing supérieur – région de MAMOU-DALABA.....	27
1.5.3 Bassin de la FALEME	31
1.6 VEGETATION	36
1.6.1 Echelonnage de la végétation.....	36
1.6.2 La biodiversité dans le bassin supérieur.....	38
1.6.3 Les peuplements forestiers	41
2 CARACTERES PHYSIQUES DU BASSIN DU SENEGAL INFERIEUR.....	43

2.1	FORME, SURFACE, RELIEF	43
2.2	RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	43
2.3	PROFIL EN LONG	44
2.3.1	Le SENEGAL de Bakel à Saint-Louis	44
2.3.2	Oued GHORFA	44
2.3.3	Le GORGOL.....	44
2.4	GEOLOGIE	45
2.4.1	Formations géologiques	45
2.4.2	Hydrogéologie	47
2.4.3	Erosion	51
2.4.4	Géomorphologie de la vallée	51
2.5	ETUDE DES SOLS.....	53
2.5.1	Vallée du fleuve en aval de BAKEL	53
2.5.2	Zones endoréïques	57
3	FACTEURS CLIMATIQUES.....	60
3.1	LES GRANDES ZONES CLIMATIQUES	60
3.2	RESEAU DE DONNEES	61
3.3	PLUVIOMETRIE	61
3.3.1	Variations de la pluviométrie	62
3.3.2	Répartition de la pluviométrie.....	65
3.3.3	Pluviographie.....	79
3.3.4	Discussions	83
3.4	LES DONNEES CONCERNANT L'EVOLUTION CLIMATIQUE	84
3.4.1	Les données du GIEC	84
3.4.2	Réflexions sur l'évolution de quelques grands fleuves	85
3.4.3	Le projet AMMA (African Monsoon Multidisciplinary Analyses).....	86
3.4.4	Plan national d'adaptation aux évolutions climatiques de la Guinée.....	87
4	FACTEURS ANTHROPIQUES	88
4.1	AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES	88
4.1.1	Barrage de Manantali.....	88
4.1.2	Aménagement du delta du fleuve Sénégal	91
4.1.3	Impact sur le risque d'inondation	95
4.1.4	Impacts sur l'environnement	97
4.2	LES PROJETS D'AMENAGEMENT	98
4.2.1	Prolongation des endiguements à l'amont de Rosso.....	98
4.2.2	Implantation de nouveaux barrages.....	98
4.2.3	Projets de microcentrales.....	99
4.3	PRELEVEMENTS.....	100
4.3.1	L'agriculture irriguée.....	100
4.3.2	AEP	104

4.3.3	PRELEVEMENTS MINIERS ET INDUSTRIELS.....	106
	DEUXIEME PARTIE.....	109
	LES DONNEES D'OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES	109
5	OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES.....	110
5.1	METHODE	111
5.1.1	Notations et unités.....	111
5.1.2	Vérification et homogénéisation des données hydrométriques	111
5.1.3	Etalonnages	114
5.2	BASSIN DE LA FALEME	118
5.2.1	La Falémé à Moussala	118
5.2.2	La Falémé à Fadougou drague.....	120
5.2.3	La Falémé à Fadougou village.....	125
5.2.4	La Falémé à Goubassy.....	126
5.2.5	La Falémé à Kidira	131
5.2.6	Autres stations sur le bassin de la Falémé	141
5.3	BASSIN DU BAFING	142
5.3.1	Le Téné à Bebele	142
5.3.2	Le Kioma à Teliko.....	144
5.3.3	Le Kioma à Salouma.....	147
5.3.4	Le Kioma à Trokoto	149
5.3.5	Le Samenta à Doureko	150
5.3.6	Le Bafing au pont km17 Mamou Labé	153
5.3.7	Le Bafing à Sokotoro.....	155
5.3.8	Le Bafing à Balabori	159
5.3.9	Le Bafing à Boureya.....	163
5.3.10	Le Bafing à Daka Saidou.....	165
5.3.11	Le Bafing à Bafing Makana	168
5.3.12	Le Bafing à Soukoutali	171
5.3.13	Le Bafing à Manantali amont	173
5.3.14	Le Bafing à Manantali aval	174
5.3.15	Le Bafing à Dibia	183
5.3.16	Le Bafing à Deguere	186
5.3.17	Le Bafing à Mahina	188
5.4	BASSIN DU BAKOYE	191
5.4.1	Le Baoulé à Baoulé gare.....	191
5.4.2	Le Baoulé à Missira.....	191
5.4.3	Le Baoulé à Siramakana.....	192
5.4.4	Le Bakoye à Diangola	194
5.4.5	Le Bakoye à Toukoto	195
5.4.6	Le Bakoye à Oualia	198

5.4.7	Le Bakoye à Kale	201
5.5	SENEGAL MOYEN DE BAFOULABE A AMBIDEDI	204
5.5.1	Le Sénégal à Bafoulabé	204
5.5.2	Le Sénégal à Galougo.....	205
5.5.3	Le Sénégal à Gouina.....	207
5.5.4	Le Sénégal au Felou	211
5.5.5	Le Sénégal à Kayes	212
5.5.6	Le Sénégal à Ambidedi	217
5.6	VALLEE DU SENEGAL ENTRE BAKEL ET LA DEFLUENCE DU DOUE.....	220
5.6.1	Le Sénégal à Bakel	220
5.6.2	Le Sénégal à Ouaoundé	231
5.6.3	Le Sénégal à Matam	232
5.6.4	Le Sénégal à Nguiguilone	242
5.6.5	Le Sénégal à Kaedi	245
5.6.6	Le Sénégal à Diorbivol	249
5.7	VALLE DU SENEGAL AU NIVEAU DE L'ILE A MORPHIL.....	250
5.7.1	Le Sénégal à Salde	250
5.7.2	Le Sénégal à Dioulde Diabe	254
5.7.3	Le Sénégal à Boghe.....	256
5.7.4	Le Sénégal à Sarepoli.....	260
5.7.5	Le Sénégal à Podor.....	260
5.7.6	Le Doué à Ngoui	265
5.7.7	Le Doué à Madina	271
5.7.8	Le Doué à Guede	273
5.7.9	Autres stations dans le secteur de l'Île à Morphil.....	279
5.8	BASSE VALLEE ET DELTA DU SENEGAL.....	280
5.8.1	Le Sénégal à Dagana.....	280
5.8.2	Le Sénégal à Richard Toll quai	285
5.8.3	Le Sénégal à Rosso	287
5.8.4	Le Sénégal à Diama amont.....	291
5.8.5	Le Sénégal à Diama aval	292
5.8.6	Le Sénégal à Saint-Louis	298
5.8.7	Le Sénégal à l'Hydrobase	301
5.8.8	Le Sénégal à Gandiol.....	301
5.9	TAHOUEY, LAC DE GUIERS ET FERLO	303
5.9.1	La Tahouey à Richard Toll pont RN, côté fleuve	303
5.9.2	La Tahouey à Richard Toll pont RN, côté Guiers	304
5.9.3	La Tahouey à Richard Toll CSS.....	304
5.9.4	La Tahouey à Ndombo.....	310
5.9.5	Le lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey	310

5.9.6	Le Lac de Guiers à Niet Yone	311
5.9.7	Le Lac de Guiers à Sanente.....	312
5.9.8	Le Lac de Guiers à Gnit	313
5.9.9	Le lac de Guiers à Keur Momar Sarr	314
5.9.10	Le Ferlo à Keur Momar Sarr	314
5.9.11	Autres stations du Ferlo	314
5.10	LIT MAJEUR DU FLEUVE SENEGAL ENTRE BAKEL ET DAGANA.....	316
5.10.1	Stations.....	316
5.10.2	Cotes	318
5.10.3	Débits	319
5.11	STATIONS SECONDAIRES EXPLOITEES ENTRE DAGANA ET L'EMBOUCHURE DU FLEUVE	324
5.11.1	Stations.....	324
5.11.2	Cotes	324
5.11.3	Jaugeages	326
5.12	BASSINS DE LA KOLIMBINE ET DU KARAKORO	329
5.13	BILAN ET RECOMMANDATIONS.....	331
5.13.1	Mesures de niveau	331
5.13.2	Mesures de débit.....	332
6	ETUDE DU TARISSEMENT.....	337
7	ETUDE DE LA PROPAGATION DES ECOULEMENTS.....	345
7.1	BIEFS NON INFLUENCES PAR LE BARRAGE DE DIAMA : MODELE DE PROPAGATION DE LAMAGAT	345
7.1.1	Principes du modèle de propagation de Lamagat	345
7.1.2	Calage du modèle à partir des données opérationnelles.....	346
7.1.3	Propagation sur la Falémé	347
7.1.4	Propagation sur le Bafing	351
7.1.5	Propagation sur le Baoulé et le Bakoye	359
7.1.6	Propagation sur le Sénégal en amont de Matam.....	362
7.1.7	Propagation entre trois stations encadrant des confluences	368
7.1.8	Propagation à l'aval de Bakel, hors influence artificielle variable par le barrage de Diama	373
7.2	BIEFS SITUES DANS LE REMOUS DU BARRAGE DE DIAMA : MODELE COREDIAM	402
8	OBTENTION DE SERIES CHRONOLOGIQUES COMPLETES	414
8.1	Données reconstituées pour le régime observé	414
8.1.1	Utilisation du modèle de tarissement	415
8.1.2	Utilisation du modèle de propagation.....	416
8.1.3	Calculs effectués	417
8.1.4	Séries complétées obtenues pour le régime observé.....	419
8.2	Données reconstituées pour le régime naturel.....	428
8.2.1	Dates de début des reconstitutions de donnée.....	428

8.2.2	Régime naturel du Sénégal à Kayes depuis juillet 1987.....	428
8.2.3	Régime naturel du Sénégal à Bakel depuis juillet 1987.....	435
8.2.4	Régime naturel du Sénégal à Matam et Kaédi depuis juillet 1987	439
8.2.5	Régime naturel du Sénégal à Salde depuis décembre 1986 et à Boghe depuis novembre 1983, et du Doué à Ngoui depuis décembre 1986.....	439
8.2.6	Régime naturel du Sénégal à Podor depuis novembre 1983	439
8.2.7	Régime naturel du Sénégal à Dagana, Richard Toll et Rosso, et du Doué à Guede depuis novembre 1983	441
9	ANALYSE DES REGIMES D'ECOULEMENT	442
9.1	Débits de la Falémé	444
9.2	Débits du Bafing.....	458
9.3	Débits du Baoulé et du Bakoye.....	489
9.4	Débits du Sénégal, de Galougo à Bakel.....	500
9.5	Cotes aux échelles du Sénégal, de Matam à Podor.....	518
9.6	Cotes aux échelles du Doué, de Ngoui à Guede.....	542
9.7	Cotes aux échelles du Sénégal, de Dagana à Rosso	551
9.8	Débit du Sénégal à Dagana et au barrage de Diama.....	566
9.8.1	Débit naturel à Dagana	566
9.8.2	Cote à Diama amont et débit lâché par le barrage	571
9.9	Cotes du Sénégal à l'aval de Diama.....	581
9.9.1	Niveau du Sénégal à Diama aval.....	581
9.9.2	Niveau du Sénégal à Saint Louis	584
9.10	Niveau du lac de Guiers et débit de la Tahouey.....	591
9.11	Inondation du lit majeur entre Matam et Dagana.....	597
9.12	Bilan sur les volumes écoulés.....	600
9.12.1	Haut bassin : débits spécifiques et contribution des sous bassins	600
9.12.2	Vallée : évaporation et infiltration	604
9.13	Lignes d'eau observées depuis 1987 entre Diama amont et Ambidedi	612
	Références	622

LISTE DES FIGURES

Figure 1.2.A : Réseau hydrographique du bassin versant du fleuve Sénégal.....	12
Figure 1.3.A : Profil en long du Sénégal en amont de Bakel et de ses principaux affluents (source : monographie de 1974)	15
Figure 2.5.A : paramètres hydrodynamiques des nappes – Sénégal inférieur.....	48
Figure 2.5.B : évolution de la cote du fleuve et de la piézométrie de la nappe à Podor de 1982 à 1996	49
Figure 2.5.C : Coupe transversale schématique de la Vallée et processus de recharge de la nappe à partir du fleuve, des défluent intermittents et des cuvettes d'inondation.....	50
Figure 2.5.A : coupe schématique de la basse vallée du Sénégal (d'après P.Michel)	55
Figure 2.5.B : coupe schématique et synthétique du bassin en aval de Bakel.....	57
Figure 3.1.A: Carte des grandes zones climatiques du bassin du Sénégal	60
Figure 3.3.A : variations des indices des trois vecteurs régionaux de 1923 à 2004.....	62
Figure 3.3.B : Moyennes pluviométriques par station sur la période 1923 – 2004).....	63
Figure 3.3.C : Relation latitude (degré) – pluie moyenne (mm).....	63
Figure 3.3.D : Variations des pluies annuelles (mm) à Mamou, Siguiri, Kita, Bakel et Kayes.....	64
Figure 3.3.E : Variations des moyennes pluviométriques trentenaires aux stationssynoptiques	66
Figure 3.3.F : Répartition spatiale des précipitations (moyenne trentenaire) sur le bassin.....	67
Figure 3.3.G : Ajustement statistique des pluies annuelles à Mamou, Kéniéba et Kayes (1923-2004).	69
Figure 3.3.H : Variations des moyennes pluviométriques décadaires à quelques stations du bassin.	71
Figure 3.3.I : Profils pluviométriques mensuels de Mamou, Siguiri, Kéniéba et Kayes	73
Figure 3.3.J : Carte de répartition spatiale des pluies journalières fréquentielles sur le bassin du Sénégal.	78
Figure 3.3.K : Hyétoigrammes de quelques pluies à la station de Labé.....	80
Figure 3.3.L : Courbes Intensité-durée-fréquence de Labé, Mamou, Kédougou et Bakel.	81
Figure 3.4.A : Tendances des précipitations annuelles de 1900 à 2000 dans le monde	84
Figure 3.4.B : Simulations de l'évolution climatique (GIEC - 2007) : changements de température (en haut, en °C) et précipitations (en bas, en %) entre la fin du 20ème siècle et la fin du 21ème siècle pour un réchauffement global de 3°C.....	85
Figure 3.4.C : Pluie centrée réduite à la station de Labé (moyenne Guinée).....	87
Figure 4.1.A : Le barrage de Manantali vu de la route d'accès	88
Figure 4.1.B : Hydrogramme minimal de crue nécessaire à Bakel pour permettre en moyenne 50 000 hectares de cultures de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal (source POGR).....	89
Figure 4.1.C : Hydrogramme de crue proposé par Roche International.....	90
Figure 4.1.D : Localisation des endiguements rive droite et rive gauche de Diama à Rosso (représentés en rouge sur la figure).....	91
Figure 4.1.E : Digue en rive gauche en aval immédiat de Rosso	92
Figure 4.1.F : Exemple d'ouvrage de franchissement hydraulique.....	93
Figure 4.1.G : Exemple d'ouvrage de pompage	93

Figure 4.1.H : Evolution comparée du canal de délestage et de l'ancienne embouchure du fleuve Sénégal [source : Projet CORUS/GESCAN, 2007].....	95
Figure 4.1.I : Superficie de l'inondation naturelle en rive gauche qui n'a plus lieu depuis la mise en place des endiguements [source : Lavieren & Wetten, 1990].....	96
Figure 4.3.A : Débits mensuels prélevés pour l'irrigation sur le fleuve Sénégal	102
Figure 5.2.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Moussala	118
Figure 5.2.1.B : étalonnage de la station de Moussala sur la Falémé	120
Figure 5.2.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Fadougou drague	121
Figure 5.2.2.B : étalonnage de la station de Fadougou drague sur la Falémé, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1968	124
Figure 5.2.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Fadougou village	125
Figure 5.2.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Gourbassy	127
Figure 5.2.4.B : étalonnage de la station de Gourbassy, valable depuis l'origine jusqu'au 31/05/1968	130
Figure 5.2.4.C : étalonnage de la station de Gourbassy sur la Falémé, valable depuis le 01/06/1968	131
Figure 5.2.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Kidira	132
Figure 5.2.5.B : pente moyenne de ligne d'eau entre Kidira et la confluence Sénégal/Falémé, en fonction de la cote observée à l'échelle de Kidira	135
Figure 5.2.5.C : étalonnage de la station de Kidira, valable depuis l'origine jusqu'au 30/06/1947. Attention : H représente ici la cote homogénéisée, supérieure de 20 cm à la cote brute.....	139
Figure 5.2.5.D : étalonnage de la station de Kidira, valable du 01/07/1947 au 30/04/1974	139
Figure 5.2.5.E : étalonnage de la station de Kidira, valable du 01/05/1974 au 30/04/1995	140
Figure 5.2.5.F : étalonnage de la station de Kidira, valable depuis le 01/05/1995	140
Figure 5.3.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Bebele	142
Figure 5.3.1.B : étalonnage de la station de Bebele, valable depuis l'origine de la station	144
Figure 5.3.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Teliko	145
Figure 5.3.2.B : étalonnage de la station de Teliko, valable depuis son origine	146
Figure 5.3.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Salouma	147
Figure 5.3.3.B : étalonnage de la station de Salouma, valable depuis 1969	149
Figure 5.3.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Trokoto	150
Figure 5.3.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Doureko	151
Figure 5.3.5.B : étalonnage de la station de Doureko, valable depuis 1969	152
Figure 5.3.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station du pont km 17 Mamou Labé.....	153
Figure 5.3.6.B : étalonnage de la station du pont km17, Mamou Labé, valable depuis 1954	154

Figure 5.3.7.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Sokotoro	155
Figure 5.3.7.B : relation entre les cotes moyennes journalières Hds observée à Daka saidou et Hs observée le même jour à Sokotoro	156
Figure 5.3.7.C : étalonnage de la station de Sokotoro pour l'ancienne échelle exploitée de l'origine de la station au 31/12/1970	158
Figure 5.3.7.D : étalonnage de la station de Sokotoro pour la nouvelle échelle exploitée depuis 1971	159
Figure 5.3.8.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Balabori	160
Figure 5.3.8.B : relation entre la cote moyenne journalière Hds du Bafing à Daka Saidou et celle de la veille, Hb, à Balabori.	161
Figure 5.3.8.C : étalonnage de la station de Balabori pour l'ancienne échelle, de l'origine de la station au 31/12/1989.....	163
Figure 5.3.9.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Boureya	164
Figure 5.3.9.B : étalonnage de la station de Boureya, valable depuis l'origine de la station.....	165
Figure 5.3.10.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Daka Saidou.....	166
Figure 5.3.10.B : étalonnage de la station de Dakka Saidou sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station	168
Figure 5.3.11.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Bafing Makana	169
Figure 5.3.11.B : étalonnage de la station de Bafing Makana sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station	170
Figure 5.3.12.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Soukoutali.....	171
Figure 5.3.12.B : étalonnage de la station de Soukoutali sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station	172
Figure 5.3.13.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Manantali amont.....	173
Figure 5.3.13.B : relations niveau/surface/volume du réservoir de Manantali	174
Figure 5.3.14.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Manantali aval	176
Figure 5.3.14.B : étalonnage de la station de Manantali aval sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station	180
Figure 5.3.14.C : relation en valeurs moyennes journalières, entre la cote homogénéisée à l'échelle de Manantali aval et le débit lâché par le barrage, pour chaque organe d'évacuation. Comparaison avec la relation Q0(H) du régime permanent établie à partir des jaugeages réalisés à l'aval immédiat de l'ouvrage.	182
Figure 5.3.15.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Dibia	184
Figure 5.3.15.B : étalonnage de la station de Dibia sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station	186
Figure 5.3.16.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Degueré.....	186
Figure 5.3.16.B : étalonnage de la station de Degueré sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station	188

Figure 5.3.17.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Mahina.....	189
Figure 5.3.17.B : relation entre cote H à l'échelle de Mahina et débit mesuré à cette station.....	190
Figure 5.4.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Baoulé gare	191
Figure 5.4.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Missira	192
Figure 5.4.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Siramakana	193
Figure 5.4.3.B : étalonnage de la station de Siramakana sur le Baoulé, valable depuis l'origine de la station	194
Figure 5.4.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Diangola	195
Figure 5.4.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Toukoto.....	196
Figure 5.4.5.B : étalonnage de la station de Toukoto sur le Bakoye, valable depuis l'origine de la station	198
Figure 5.4.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Oualia	199
Figure 5.4.6.B : étalonnage de la station de Oualia sur le Bakoye, valable depuis l'origine de la station	201
Figure 5.4.7.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Kale	202
Figure 5.4.7.B : étalonnage de la station de Kale sur le Bakoye, valable depuis l'origine de la station	203
Figure 5.5.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Bafoulabé	205
Figure 5.5.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Galougo.....	205
Figure 5.5.2.B : étalonnage de la station de Galougo sur le Sénégal, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1998	207
Figure 5.5.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Gouina.....	208
Figure 5.5.3.B : étalonnage de la station de Gouina sur le Sénégal, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1998	210
Figure 5.5.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Felou.....	211
Figure 5.5.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Kayes.....	213
Figure 5.5.5.B : étalonnage de la station de Kayes sur le Sénégal, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 18/10/1994	215
Figure 5.5.5.C : étalonnage de la station de Kayes sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 19/10/1994	216
Figure 5.5.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Ambidedi	218
Figure 5.5.6.B : étalonnage de la station d'Ambidedi sur le Sénégal, pour les basses et moyennes eaux.....	219

Figure 5.6.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Bakel.....	221
Figure 5.6.1.B : étalonnage de la station de Bakel sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1970	228
Figure 5.6.1.C : étalonnage de la station de Bakel sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable du 01/06/1970 au 19/10/1994	229
Figure 5.6.1.D : étalonnage de la station de Bakel sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 20/10/1994	230
Figure 5.6.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Ouaoundé.....	231
Figure 5.6.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Matam.....	232
Figure 5.6.3.B : étalonnage de la station de Matam (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1972	237
Figure 5.6.3.C : étalonnage de la station de Matam (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 01/06/1972	238
Figure 5.6.3.D : étalonnage de la station de Matam sur le Sénégal (lit majeur, rive gauche), donnant le débit Q en fonction de la cote H et du gradient limnimétrique G2 à la station : $Q = Q_0(H) \times L(G_2)$	241
Figure 5.6.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Nguiguilone	242
Figure 5.6.4.B : étalonnage de la station de Nguiguilone (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le début de la station	244
Figure 5.6.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Kaédi	245
Figure 5.6.5.B : étalonnage de la station de Kaédi (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le début de la station	248
Figure 5.6.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Diorbivol.....	249
Figure 5.7.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Salde	250
Figure 5.7.1.B : étalonnage de la station de Salde (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station.....	253
Figure 5.7.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Dioulde Diabe.....	254
Figure 5.7.2.B : étalonnage de basses eaux du Sénégal à Dioulde Diabe	256
Figure 5.7.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Boghe	257
Figure 5.7.3.B : étalonnage de la station de Boghe (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station jusqu'en 1972.	259
Figure 5.7.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Sarepoli	260
Figure 5.7.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Podor.....	261
Figure 5.7.5.B : étalonnage de la station de Podor (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station. En dessous de la cote 440, l'étalonnage ne peut être utilisé que pour traduire des cotes non influencées par le remous de Diama.....	264
Figure 5.7.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Ngoui	265

Figure 5.7.6.B : étalonnage de la station de Ngoui (lit mineur) sur le Doué par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le début de la station jusqu'au 31/05/1988.....	269
Figure 5.7.6.C : étalonnage de la station de Ngoui (lit mineur) sur le Doué par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 01/06/1988.....	270
Figure 5.7.7.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Madina.....	271
Figure 5.7.7.B : étalonnage de basses eaux de la station de Madina (lit mineur) sur le Doué, valable pour toute la période d'observation.....	272
Figure 5.7.8.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Guede.....	273
Figure 5.7.8.B : étalonnage de la station de Guede (lit mineur) sur le Doué par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le début de la station jusqu'au 31/05/1960.....	277
Figure 5.7.8.C : étalonnage de la station de Guede (lit mineur) sur le Doué par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 01/06/1960. En dessous de la cote 325, l'étalonnage n'est utilisable qu'en l'absence d'influence du barrage de Diama.....	278
Figure 5.8.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Dagana.....	280
Figure 5.8.1.B : étalonnage de la station de Dagana sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station pour des cotes non influencées par le remous du barrage de Diama. Pour les jaugeages de 1999, les valeurs de H représentées ici sont celle de H-R, estimées en régime non influencé.....	284
Figure 5.8.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Richard Toll quai.....	286
Figure 5.8.2.B : mesures de débit du Sénégal à Richard Toll quai.....	286
Figure 5.8.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Rosso.....	287
Figure 5.8.3.B : étalonnage de la station de Rosso sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station pour des cotes non influencées par le remous du barrage de Diama. Pour les jaugeages de 1998 et 1999, les valeurs de H représentées ici sont celle de H-R, estimées en régime non influencé.....	290
Figure 5.8.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Diama amont.....	292
Figure 5.8.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Diama aval.....	293
Figure 5.8.5.B : comparaison des débits calculés grâce au tarage des vannes, avec les débits mesurés.....	296
Figure 5.8.5.C : débit total lâché en écoulement noyé par les 7 vannes ouvertes du barrage de Diama en fonction de la dénivelée entre plans d'eau amont et aval : valeurs mesurées et ensemble des valeurs observées en régime établi, calculées avec Q1 sur la période 1986-2010.....	296
Figure 5.8.5.D : débit total lâché en écoulement à surface libre par les 7 vannes ouvertes du barrage de Diama en fonction du niveau amont : relations théoriques, valeurs mesurées et ensemble des valeurs observées calculées avec Q2 sur la période 1986-2010.....	297
Figure 5.8.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Saint-Louis.....	300
Figure 5.8.8.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Gandiol.....	302
Figure 5.9.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Richard Toll au pont, côté fleuve.....	304

Figure 5.9.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Richard Toll CSS.....	306
Figure 5.9.3.B : étalonnage de la station de Richard Toll pont CSS par la méthode de la dénivelée normale.....	309
Figure 5.9.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de l'embouchure de la Tahouey.....	311
Figure 5.9.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Niet Yone.....	311
Figure 5.9.7.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Sanente.....	313
Figure 5.9.8.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Gnit.....	313
Figure 5.10.2.A : chronogramme des cotes disponibles pour les stations du lit majeur du fleuve sur le Diamel (noir : observé ; blanc : reconstitué).....	319
Figure 5.10.2.B : chronogramme des cotes disponibles de 1997 à 2001 (noir : observé ; blanc : reconstitué) pour les stations du lit majeur du fleuve entre Bakel et Dagana, de l'amont vers l'aval (Tourimé : T ; Sénégal : S ; Doué : D ; Marigot de Mbagne : M ; Gayo : G).....	319
Figure 5.10.2.C : chronogramme des cotes disponibles pour les stations du lit majeur du fleuve entre Bakel et Dagana, sur le système Ngalenka / plaine de Nianga (Diossorol : D ; Wali Diala : WD ; Ngalenka : N).....	319
Figure 5.10.3.A : débit des deux bras du Diamel à Ganguène en fonction de la cote du Doué à l'échelle de Ngoui.....	322
Figure 5.10.3.B : débit du Gayo à la sortie de cuvette en fonction de la cote à l'échelle de la cuvette de Donaye.....	322
Figure 5.10.3.C : débit du Koundi à Simou et à Adabaï en fonction de la cote du Sénégal à l'échelle de Podor.....	323
Figure 5.10.3.D : débit du Sokkam en fonction de la cote du Sénégal à l'échelle de Dagana.....	323
Figure 5.11.A: chronogramme des cotes disponibles pour les stations secondaires du Sénégal à l'aval de Dagana, suivies avant 2000.....	327
Figure 5.11.B: chronogramme des cotes disponibles pour les stations secondaires du Sénégal à l'aval de Dagana, suivies à partir de 2000.....	328
Figure 5.11.C: chronogramme des cotes disponibles pour les stations situées sur l'axe Gorom Lampsar.....	328
Figure 5.12.A : chronogramme des cotes observées aux stations anciennes de la Kolimbine.....	330
Figure 5.12.B : chronogramme des cotes observées (y compris à sec) aux stations récentes de la Kolimbine et du Karakoro.....	330
Figure 5.13.A : nombre de jaugeages réalisés par année sur le bassin du fleuve Sénégal.....	336
Figure 5.13.B : effectif et chronogramme des mesures de débit réalisées par station.....	336
Figure 6.A : évolution du taux K de variation journalière du débit pendant la phase de tarissement. Valeurs médianes obtenues par périodes glissantes de 30 jours pour les stations de la Falémé et du Bafing.....	341
Figure 6.B : évolution du taux K de variation journalière du débit pendant la phase de tarissement. Valeurs médianes obtenues par périodes glissantes de 30 jours pour les stations du Baoulé, du Bakoye et du Sénégal.....	342
Figure 6.C : évolution du taux K de variation journalière du débit pendant la phase de tarissement, en fonction du débit Q divisé par le débit de la période du 15 septembre au 15 octobre. Valeurs médianes obtenues par périodes glissantes de 30 jours pour les stations de la Falémé et du Bafing.....	343

Figure 6.D : évolution du taux K de décroissance journalière du débit pendant la phase de tarissement, en fonction du débit Q divisé par le débit de la période du 15 septembre au 15 octobre. Valeurs médianes obtenues par périodes glissantes de 30 jours pour les stations du Baoulé, du Bakoye et du Sénégal	344
Figure 7.1.3.A : modèle calé entre Moussala (Q1) et Fadougou (Q2) sur la période 1972-1992	348
Figure 7.1.3.B : modèle calé entre Fadougou (Q1) et Moussala (Q2) sur la période 1972-1992	348
Figure 7.1.3.C : modèle calé entre Fadougou (Q1) et Gourbassy (Q2) sur la période 1954-2010 ...	349
Figure 7.1.3.D : modèle calé entre Gourbassy (Q1) et Fadougou (Q2) sur la période 1954-2010 ...	350
Figure 7.1.3.E : modèle calé entre Gourbassy (Q1) et Kidira (Q2) sur la période 1954-2010	350
Figure 7.1.3.F : modèle calé entre Kidira (Q1) et Gourbassy (Q2) sur la période 1954-2010.....	351
Figure 7.1.3.G : modèle calé entre Bakel (Q1) et Kidira (Q2) sur la période 1950-1986.....	351
Figure 7.1.4.A : modèle calé entre Balabori (Q1) et Salouma (Q2) sur la période 1969-2007.....	352
Figure 7.1.4.B : modèle calé entre Balabori (Q1) et Sokotoro (Q2) sur la période 1969-2009	353
Figure 7.1.4.C : modèle calé entre Balabori (Q1) et Bebele (Q2) sur la période 1970-2007.....	353
Figure 7.1.4.D : modèle calé entre Daka Saidou (Q1) et Balabori (Q2) sur la période 1969-2009 ...	354
Figure 7.1.4.E : modèle calé entre Daka Saidou(Q1) et Boureya (Q2) sur la période 1969-2010	354
Figure 7.1.4.F : modèle calé entre Daka Saidou (Q1) et Bafing Makana (Q2) sur la période 1961-2010	355
Figure 7.1.4.G : modèle calé entre Bafing Makana (Q1) et Daka Saidou (Q2) sur la période 1961-2010	356
Figure 7.1.4.H : modèle calé entre Bafing Makana (Q1) et Soukoutali (Q2) sur la période 1967-1983	356
Figure 7.1.4.I : modèle calé entre Soukoutali(Q1) et Bafing Makana (Q2) sur la période 1967-1983.....	357
Figure 7.1.4.J : modèle calé entre Soukoutali(Q1) et Dibia(Q2) sur la période 1967-1983.....	358
Figure 7.1.4.K : modèle calé entre Dibia (Q1) et Soukoutali (Q2) sur la période 1967-1983	358
Figure 7.1.4.L : modèle calé entre Galougo (Q1) et Dibia (Q2) sur la période 1956-1986.....	359
Figure 7.1.5.A : modèle calé entre Diangola (H1) et Toukoto (Q2) sur la période 1973-1992	360
Figure 7.1.5.B : modèle calé entre Toukoto (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1954-1992.....	360
Figure 7.1.5.C : modèle calé entre Oualia (Q1) et Toukoto (Q2) sur la période 1954-1992	361
Figure 7.1.5.D : modèle calé entre Oualia (Q1) et Siramakana (Q2) sur la période 1972-1992	361
Figure 7.1.5.E : modèle calé entre Galougo (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1954-1986	362
Figure 7.1.6.A : modèle calé entre Galougo (Q1) et Gouina (Q2) sur la période 1955-2009.....	363
Figure 7.1.6.B : modèle calé entre Gouina (Q1) et Galougo (Q2) sur la période 1955-2009.....	363
Figure 7.1.6.C : modèle calé entre Gouina (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1955-2009	364
Figure 7.1.6.D : modèle calé entre Kayes (Q1) et Gouina (Q2) sur la période 1955-2009	365
Figure 7.1.6.E : modèle calé entre Kayes (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2010	365
Figure 7.1.6.F : modèle calé entre Bakel (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1950-2010	366
Figure 7.1.6.G : modèle calé entre Matam (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2011.....	367
Figure 7.1.6.H : modèle calé entre Kayes (Q1) et Ambidedi (H2) sur la période 1980-2009	367
Figure 7.1.7.A : modèle calé entre Dibia+Oualia (Q1) et Galougo (Q2) sur la période 1956-1992...	368
Figure 7.1.7.B : modèle calé entre Galougo-Oualia (Q1) et Dibia (Q2) sur la période 1956-1992....	369
Figure 7.1.7.C : modèle calé entre Galougo-Dibia (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1956-1992 ...	370

Figure 7.1.7.D : modèle calé entre Toukoto+Siramakana (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1972-1992.....	370
Figure 7.1.7.E : modèle calé entre Kayes+Kidira (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2010.....	371
Figure 7.1.7.F : modèle calé entre Bakel-Kidira (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1950-2010.....	372
Figure 7.1.7.G : modèle calé entre Soukoutali+Oualia (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1967-2012	372
Figure 7.1.7.H : modèle calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1954-2012	373
Figure 7.1.8.A : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur la période 1954-2012	376
Figure 7.1.8.B : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur périodes 1904-mai 1970 et 20/10/1994-2012	379
Figure 7.1.8.C : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur la période de juin 1970 au 19/10/1994.....	381
Figure 7.1.8.D : modèle calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Matam (H2) sur la période 1954-juin 1987.....	383
Figure 7.1.8.E : modèle calé entre Matam (H1) et Kaédi (H2) sur la période 1903-juin 1949.....	385
Figure 7.1.8.F : modèle calé entre Matam (H1) et Kaédi (H2) sur la période juillet 1949-2004	387
Figure 7.1.8.G : modèle calé entre Kaédi (H1) et Salde (H2) sur la période 1903-2003.....	388
Figure 7.1.8.H : modèle calé entre Salde (H1) et Boghe (H2) sur la période 1903-1972.....	390
Figure 7.1.8.I : modèle calé entre Boghe (H1) et Podor (H2) sur la période 1903-1972	392
Figure 7.1.8.J : modèle calé entre Salde (H1) et Podor (H2) sur la période mai 1968-septembre 1983	394
Figure 7.1.8.K : modèle calé entre Podor (H1) et Dagana (H2) sur 1903-avril 1974 et sur mai 1974-sept 1983.....	396
Figure 7.1.8.L : modèle calé entre Dagana (H1) et Richard Toll (H2) sur la période 1952-septembre 1983.....	398
Figure 7.1.8.M : modèle calé entre Dagana (H1) et Rosso (H2) sur la période 1954-septembre 1983	399
Figure 7.1.8.N : modèle calé entre Ngouï (H1) et Guede (H2) sur la période 1955-septembre 1983	401
Figure 7.2.A : niveau IGN à Boghe en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN).....	404
Figure 7.2.B : niveau IGN à Podor en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN)	404
Figure 7.2.C : niveau IGN à Dagana en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN) ...	405
Figure 7.2.D : niveau IGN à Rosso en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN).....	405
Figure 7.2.E : niveau IGN à Guede en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN)	406
Figure 7.2.F : niveau observé à Diama et observé complété à Kaédi, conditionnant le niveau aux stations situées dans le remous de Diama	407
Figure 7.2.G : niveau à Podor. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi (avec et sans influence de Diama).....	408
Figure 7.2.H : niveau à Dagana. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi (avec et sans influence de Diama).....	409
Figure 7.2.I : niveau à Rosso. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi (avec et sans influence de Diama).....	410
Figure 7.2.J : niveau à Guede. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi (avec et sans influence de Diama).....	411
Figure 7.2.K : niveau à Podor. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi, avant l'influence du barrage de Diama.....	412

Figure 7.2.L : rehaussement du niveau maximal annuel provoqué par le remous du barrage de Diama sur les crues observées entre 1987 et 2011 à Podor, Dagana et Rosso	413
Figure 8.1.2 : coefficient d'autocorrelation R de l'erreur E du modèle de propagation de débit entre Soukoutali (partiellement complété) et Dibia sur la période 1956-1986, entre E(J) et E(J+N).....	416
Figure 8.2.2.A : modèle de propagation calé entre Soukoutali/Manantali+Oualia (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1967-2011	430
Figure 8.2.2.B : relation moyenne entre Q1ncp (débit naturel purement propagé à Kayes depuis l'amont) et Qi (débit des apports intermédiaires) sur la période 1967-2012.....	431
Figure 8.2.2.C : relation moyenne discrétisée $Q_i=h(Q1ncp)$ entre Soukoutali/Manantali+Oualia et Kayes, sur les périodes 1967-1987, 1987-2012 et 1967-2012.....	431
Figure 8.2.2.D : valeurs cumulées de Qsokoutali-Qmanantali-Qstocké-Qévap	434
Figure 8.2.2.E : Somme de débit Qsokoutali-Qmanantali-Qstocké-Qévap en fonction de la date dans l'année, sur la période 2000-2011	434
Figure 8.2.3.A : modèle de propagation calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1954-2011	436
Figure 8.2.3.B : relation moyenne entre Q1ncp (débit naturel purement propagé à Bakel depuis Kayes et Gourbassy) et Qi (débit des apports intermédiaires) sur la période 1954-2012.....	437
Figure 8.2.3.C : relation moyenne discrétisée $Q_i=h(Q1ncp)$ entre Kayes+Gourbassy et Bakel, sur les périodes 1954-1970, 1970-1994, 1994-2012 et 1954-2012	437
Figure 9.1.A : hydrogrammes annuels iso-fréquence de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé.....	445
Figure 9.1.B : évolution des débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé	446
Figure 9.1.C : statistique des débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé	447
Figure 9.1.D : évolution des débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé	448
Figure 9.1.E : statistique des débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé.....	449
Figure 9.1.F : évolution des débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé.....	450
Figure 9.1.G : statistique des débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé	451
Figure 9.1.H : évolution des débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé	452
Figure 9.1.I : statistique des débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé	453
Figure 9.2.A : hydrogrammes annuels iso-fréquence du Bafing à Balabori, régime naturel observé	460
Figure 9.2.B : hydrogrammes annuels iso-fréquence du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel (observé jusqu'en juin 1987, puis reconstitué) et régime artificiel observé	461
Figure 9.2.C : hydrogrammes du Bafing à Soukoutali/Manantali de 1987 à 2011. Régime naturel et régime influencé observé (débit lâché par le barrage).....	462
Figure 9.2.D : évolution du niveau H, du volume V et de la superficie S du plan d'eau dans le réservoir de Manantali depuis 1987	463
Figure 9.2.E : évolution des débits du Téné à Bebele, régime naturel observé	464
Figure 9.2.F : statistique des débits du Téné à Bebele, régime naturel observé.....	465
Figure 9.2.G : évolution des débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé.....	466
Figure 9.2.H : statistique des débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé	467
Figure 9.2.I : évolution des débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé	468
Figure 9.2.J : statistique des débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé.....	469
Figure 9.2.K : évolution des débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé	470
Figure 9.2.L : statistique des débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé.....	471

Figure 9.2.M : évolution des débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé	472
Figure 9.2.N : statistique des débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé.....	473
Figure 9.2.O : évolution des débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé	474
Figure 9.2.P : statistique des débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé	475
Figure 9.2.Q : évolution des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel et régime observé.....	476
Figure 9.2.R : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel et régime observé.....	477
Figure 9.2.S : évolution des débits du Bafing à Dibia, régime observé	478
Figure 9.2.T : statistique des débits du Bafing à Dibia, régime observé.....	479
Figure 9.3.A : hydrogrammes iso-fréquence du Bakoye à Oualia, régime naturel observé	490
Figure 9.3.B : évolution des débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé	491
Figure 9.3.C : statistique des débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé	492
Figure 9.3.D : évolution des débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé	493
Figure 9.3.E : statistique des débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé.....	494
Figure 9.3.F : évolution des débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé	495
Figure 9.3.G : statistique des débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé	496
Figure 9.4.A : hydrogrammes iso-fréquence du Sénégal à Bakel, régime naturel (observé jusque juin 1987, puis reconstitué) et régime observé depuis 1987 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)	502
Figure 9.4.B : évolution des débits du Sénégal à Galougo, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	503
Figure 9.4.C : statistique des débits du Sénégal à Galougo, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	504
Figure 9.4.D : évolution des débits du Sénégal à Gouina, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	505
Figure 9.4.E : statistique des débits du Sénégal à Gouina, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	506
Figure 9.4.F : évolution des débits du Sénégal à Kayes, régime naturel et régime observé	507
Figure 9.4.G : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime naturel et régime observé	508
Figure 9.4.H : évolution des débits du Sénégal à Bakel, régime naturel et régime observé	509
Figure 9.4.I : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime naturel et régime observé.....	510
Figure 9.5.A : limnigrammes iso-fréquence du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel (observé jusque juin 1987, puis reconstitué) et régime observé depuis 1987(influencé par Manantali depuis juillet 1987)	520
Figure 9.5.B : limnigrammes iso-fréquence du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué) et régime observé depuis 1987, influencé par Manantali et Dama	521
Figure 9.5.C : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel et régime observé	522
Figure 9.5.D : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel et régime observé.....	523
Figure 9.5.E : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime naturel et régime observé	524

Figure 9.5.F : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime naturel et régime observé	525
Figure 9.5.G : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime naturel et régime observé	526
Figure 9.5.H : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime naturel et régime observé	527
Figure 9.5.I : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime naturel et régime observé	528
Figure 9.5.J : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime naturel et régime observé	529
Figure 9.5.K : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel et régime observé	530
Figure 9.5.L : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel et régime observé	531
Figure 9.6.A : évolution des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime naturel et régime observé	543
Figure 9.6.B: statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime naturel et régime observé	544
Figure 9.6.C : évolution des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime naturel et régime observé	545
Figure 9.6.D : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime naturel et régime observé	546
Figure 9.7.A : limnigrammes iso-fréquence du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué) et régime observé depuis 1987, influencé par Manantali et Diama	553
Figure 9.7.B : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime naturel et régime observé	554
Figure 9.7.C : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime naturel et régime observé	555
Figure 9.7.D : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime naturel et régime observé	556
Figure 9.7.E : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime naturel et régime observé	557
Figure 9.7.F : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel et régime observé	558
Figure 9.7.G : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel et régime observé	559
Figure 9.8.1.A : hydrogrammes iso-fréquence du Sénégal à Dagana en régime naturel.....	566
Figure 9.8.1.B : évolution des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé.....	567
Figure 9.8.1.C : statistique des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé.....	568
Figure 9.8.2.A : variabilité infra-journalière du débit à Diama sous l'effet de la marée entre novembre 2003 et novembre 2006, à réglage de vannes constant.....	571
Figure 9.8.2.B : évolution des valeurs moyennes journalières de cote à l'échelle de Diama amont et de débit lâché à Diama depuis 1986	573
Figure 9.8.2.C : limnigrammes et hydrogrammes iso-fréquence du Sénégal à Diama, régime observé depuis 1986 et depuis 2002	574
Figure 9.8.2.D : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Diama amont, régime observé depuis 1986.....	575
Figure 9.8.2.E : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Diama amont, régime observé depuis 1987 et depuis 2002.....	576

Figure 9.8.2.F : évolution des débits du Sénégal à Diama, régime observé depuis 1986.....	577
Figure 9.8.2.G : statistique des débits du Sénégal à Diama, régime observé depuis 1987 et depuis 2002.....	578
Figure 9.9.1.A : évolution du minimum, de la moyenne et du maximum journaliers de la cote du Sénégal à l'échelle de Diama aval.	583
Figure 9.9.1.B : relation entre le débit moyen journalier du Sénégal à Diama et les valeurs minimale, moyenne et maximale journalières de la cote à l'échelle de Diama aval sur les périodes 1986 – 06/10/2003 (haut) et 07/10/2003 – 2010 (bas).....	584
Figure 9.9.2.A : évolution du minimum, de la moyenne et du maximum journaliers de la cote du Sénégal à l'échelle de Saint-Louis, ainsi que des cotes jaugées	587
Figure 9.9.2.B : valeurs minimale, moyenne et maximale journalières (resp. instantanée jaugée) de la cote du Sénégal à l'échelle de Saint-Louis en fonction du débit moyen journalier calculé du Sénégal à Diama (resp. débit instantané mesuré à Saint-Louis), sur les périodes 1979 – 06/10/2003 (haut) et 07/10/2003 – 2006 (bas)	588
Figure 9.9.2.C : dénivelée absolue entre cotes de plan d'eau à Diama et Saint-Louis en fonction du débit moyen journalier du Sénégal à Diama, calculée entre valeurs moyennes journalières (gauche) et entre valeurs instantanées pour les états de basse mer et de pleine mer (droite) sur les périodes 1979 – 06/10/2003 (haut) et 07/10/2003 – 2006 (bas).....	589
Figure 9.9.2.D : cycles de variation du niveau du Sénégal à Saint-Louis se superposant à l'onde semi-diurne de marée	590
Figure 9.10.A : évolution du niveau IGN de plan d'eau du lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey et du Sénégal à Richard Toll quai	594
Figure 9.10.B : relations hauteur/surface/volume du lac de Guiers obtenues à partir des abaques publiées par Cogels et al (1994)	595
Figure 9.10.C : taux d'évaporation moyen sur le lac de Guiers sur la période 1976-1991, d'après Cogels et al (1994)	595
Figure 9.10.D : précipitations mensuelles observées à Dagana, d'après la base de données OMVS/DHI/TROPIS (années 1991, 2005 et 2006 reconstituées par valeurs moyennes).....	595
Figure 9.10.E : valeurs moyennes annuelles des principaux débits entrants et sortants du lac de Guiers pour les années hydrologiques 1990 et 1999 à 2005.	596
Figure 9.11.A : relation entre les superficies inondées maximales annuelles pour la somme des 10 cuvettes expérimentales (Scuvettes) et pour l'ensemble de la vallée entre Matam et Dagana (Sbief)	598
Fig. 9.11.B: relation entre la cote maximale annuelle du fleuve Sénégal aux échelles de Matam, Salde et Podor et la superficie inondée totale sur le lit majeur entre Matam et Dagana.	599
Figure 9.12.1.A : comparaison des modules annuels du Tene à Bebele, du Bafing à Sokotoro et du Kioma à Salouma avec ceux du Bafing à Balabori. Régime naturel sur la période 1950-2011	602
Figure 9.12.1.B : comparaison des modules annuels du Bafing à Bafing Makana, Daka Saidou et Balabori avec ceux du Bafing à Soukoutali. Régime naturel sur la période 1950-2011	602
Figure 9.12.1.C : comparaison des modules annuels du Bafing à Soukoutali/Manantali avec ceux du Bafing à Dibia. Régime observé sur la période 1950-2010	602
Figure 9.12.1.D : comparaison des modules annuels de la Falémé à Gourbassy, Fadougou et Moussala avec ceux de la Falémé à Kidira. Régime naturel sur la période 1950-2011	603
Figure 9.12.1.E : comparaison des modules annuels du Bakoye à Toukoto et du Baoulé à Siramakana avec ceux du Bakoye à Oualia. Régime naturel sur la période 1950-2011	603
Figure 9.12.1.F : comparaison des modules annuels du Bafing à Dibia et du Bakoye à Oualia avec ceux du Sénégal à Galougo. Régime observé sur la période 1950-2010	603
Figure 9.12.1.G : comparaison des modules annuels du Sénégal à Galougo avec ceux du Sénégal à Kayes. Régime observé sur la période 1950-2010	604

Figure 9.12.1.H : comparaison des modules annuels du Sénégal à Kayes et de la Falémé à Kidira avec ceux du Sénégal à Bakel. Régime observé sur la période 1950-2010	604
Figure 9.12.2.A : comparaison des modules annuels observés du Sénégal à Dagana (période 1903-1982) et à Diama (période 1987-2009) avec ceux du Sénégal à Bakel.	610
Figure 9.12.2.B : débit moyen annuel (mai année n à avril année n+1) du fleuve Sénégal à Bakel et à Diama, et pertes entre les deux stations	610
Figure 9.12.2.C : débit moyen annuel (mai année n à avril année n+1) évaporé net (Qen1), stocké (Qs1), infiltré (Qi1) et total perdu (Qb-Qd) dans la vallée du fleuve Sénégal entre Bakel et Diama ..	610
Figure 9.12.2.D : relation entre la valeur maximale annuelle de la cote moyenne sur 39 jours consécutifs à l'échelle de Bakel et le volume infiltré annuel entre Bakel et Diama. Période 1995-2009, hormis l'année 2000.	611
Figure 9.13.A : cotes caractéristiques d'étiage He10 et He30 exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011.....	613
Figure 9.13.B : cotes caractéristiques d'étiage He90 et de crue Hc90 exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011.....	614
Figure 9.13.C : cotes caractéristiques de crue Hc30 et HC90 exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011.....	615
Figure 9.13.D : cotes médianes de janvier et de février exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011	616
Figure 9.13.E : cotes médianes de mars et d'avril exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011.....	617
Figure 9.13.F : cotes médianes d'avril et de juin exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011.....	618
Figure 9.13.G : cotes médianes de juillet et d'août exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011.....	619
Figure 9.13.H : cotes médianes de septembre et d'octobre exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011.....	620
Figure 9.13.I : cotes médianes de novembre et décembre exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011.....	621

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1.A : Caractéristiques physiques du haut bassin	5
Tableau 3.3.A: Limite inférieure des pluies moyennes (mm) sur le bassin du fleuve Sénégal.	64
Tableau 3.3.B: Moyenne trentenaire de la pluviométrie (mm) aux stations synoptiques	66
Tableau 3.3.C: Pluies annuelles fréquentielles pour les principales stations du bassin (1923-2004). .	68
Tableau 3.3.D: Pluies annuelles récurrentielles (mm) de Mamou, Labé, Kéniéba, Kayes et Bakel pour différentes normales pluviométriques.	70
Tableau 3.3.E : Caractéristiques statistiques des mensuelle des pluies à Mamou, Labé, kénéiba, Bakel et Kayes.....	73
Tableau 3.3.F : Quantiles des pluies journalières récurrentielles.	78
Tableau 4.2.A : Liste des barrages en projet sur le bassin versant du Fleuve Sénégal.....	99
Tableau 4.2.B : Projets de micro-centrales en Guinée.	99
Tableau 4.3.A : Superficies aménagées et exploitées sur l'ensemble de la vallée du fleuve [Sources : SAED 2007/2008 ; SSSI/DPCSE/MAE 2007/2008].....	101
Tableau 4.3.B : Besoins actuels en eau d'irrigation (2007-2008) dans le bassin du fleuve Sénégal (m ³)	102
Tableau 4.3.D : Besoins en eau en m ³ /an sur la base des OMD)	105
Tableau 4.3.E : Quantité d'eau prélevée en 2008.....	105
Tableau 4.3.F : Volume d'eau prélevée par les sociétés de distribution d'eau (Mali-Mauritanie : 2007 et Guinée-Sénégal 2008)	105
Tableau 4.3.G : besoins en eau actuels des exploitations minières	107
Tableau 4.3.H : perspectives en termes de besoins en eau des exploitations minières	107
Tableau 5.A : relevés de niveaux complémentaires détenus par l'IRD, ajoutés dans la base de données.....	110
Tableau 5.2.1.A : mesures de débit de la Falémé à Moussala (grisé : éliminé)	119
Tableau 5.2.1.B : barème d'étalonnage de la station de Moussala, et erreur type du débit calculé Q(H)	120
Tableau 5.2.2.A : mesures de débit de la Falémé à Fadougou (souligné : valeur corrigée)	122
Tableau 5.2.2.B : barème d'étalonnage de la station de Fadougou drague, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1968, et erreur type du débit calculé Q(H)	123
Tableau 5.2.2.C : barème d'étalonnage de la station de Fadougou drague, valable depuis le 01/06/1968, et erreur type du débit calculé Q(H)	124
Tableau 5.2.3.A : étalonnage de la station de Fadougou village, déduit de celui de Fadougou drague et des correspondances entre le niveau à ces stations et celui de la station de Goubassy	126
Tableau 5.2.4.A : mesures de débit de la Falémé à Goubassy (gras : mesure ADCP ; souligné : valeur corrigée).....	128
Tableau 5.2.4.B : barème d'étalonnage de la station de Goubassy, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1968, et erreur type du débit calculé Q(H).....	129
Tableau 5.2.4.C : barème d'étalonnage de la station de Goubassy, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1968, et erreur type du débit calculé Q(H).....	130

Tableau 5.2.5.A : mesures de débit de la Falémé à Kidira (gras : mesure ADCP ; italique : cote discordante avec les cotes observées ; grisé : éliminé). ATTENTION : les cotes indiquées ici pour les jaugeages de 1937 et 1938, homogénéisées, sont corrigées de + 20 cm par rapport aux cotes jaugées brutes.....	135
Tableau 5.2.5.B : barème d'étalonnage de la station de Kidira, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 30/06/1947, et erreur type du débit calculé Q(H). Attention : les valeurs de H correspondent ici à la cote homogénéisée, corrigée de +20 cm par rapport à la cote brute.....	137
Tableau 5.2.5.C : barème d'étalonnage de la station de Kidira, valable du 01/07/1947 au 30/04/1974, et erreur type du débit calculé Q(H).....	138
Tableau 5.2.5.D : barème d'étalonnage de la station de Kidira, valable du 01/05/1974 au 30/04/1995, et erreur type du débit calculé Q(H).....	138
Tableau 5.2.5.E : barème d'étalonnage de la station de Kidira, valable depuis le 01/05/1995, et erreur type du débit calculé Q(H).....	138
Tableau 5.3.1.A : mesures de débit du Tené à Bebele (souligné : valeur corrigée par rapport à la base de données).....	143
Tableau 5.3.1.B : barème d'étalonnage de la station de Bebele, valable depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé Q(H).....	143
Tableau 5.3.2.A : mesures de débit du Kioma à Teliko (grisé : éliminé)	145
Tableau 5.3.2.B : barème d'étalonnage de la station de Teliko, valable depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé Q(H).....	146
Tableau 5.3.3.A : mesures de débit du Kioma à Salouma (grisé : éliminé ; italique : discordance avec cote observée).....	148
Tableau 5.3.3.B : barème d'étalonnage de la station de Salouma, valable depuis 1969, et erreur type du débit calculé Q(H).....	149
Tableau 5.3.5.A : mesures de débit du Samenta à Doureko (grisé : éliminé ; italique : discordance avec cote observée).....	151
Tableau 5.3.5.B : barème d'étalonnage de la station de Doureko, valable depuis 1969, et erreur type du débit calculé Q(H).....	152
Tableau 5.3.6.A : mesures de débit du Bafing à la station du pont km 17 Mamou Labé (grisé : éliminé ; italique : discordance avec cote observée).....	153
Tableau 5.3.6.B : barème d'étalonnage de la station du pont km 17, Mamou Labé, valable depuis 1954, et erreur type du débit calculé Q(H).....	154
Tableau 5.3.7.A : mesures de débit effectuées à Sokotoro, avec H1 et H2 désignant les cotes lues respectivement sur l'ancienne et la nouvelle échelle exploitée depuis 1971 (grisé : éliminé).....	157
Tableau 5.3.7.B : barème d'étalonnage de la station de Sokotoro pour l'ancienne échelle exploitée de l'origine de la station au 31/12/1970, et erreur type du débit calculé Q(H).....	158
Tableau 5.3.7.C : barème d'étalonnage de la station de Sokotoro pour la nouvelle échelle exploitée depuis 1971, et erreur type du débit calculé Q(H).....	158
Tableau 5.3.8.A : mesures de débit effectuées à Balabori (grisé : éliminé ; italique : discordance entre cote jaugée et cote observée).....	162
Tableau 5.3.8.B : barème d'étalonnage de la station de Balabori pour l'ancienne échelle, de l'origine de la station au 31/12/1989, et erreur type du débit calculé Q(H).....	162
Tableau 5.3.9.A : mesures de débit effectuées à Boureya (grisé : éliminé ; italique : discordance entre cote jaugée et cote observée).....	164
Tableau 5.3.9.B : barème d'étalonnage de la station de Boureya et erreur type du débit calculé Q(H).....	165
Tableau 5.3.10.A : mesures de débit du Bafing à Daka Saidou (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote).....	166

Tableau 5.3.10.B : barème d'étalonnage de la station de Daka Saidou, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)	167
Tableau 5.3.11.A : mesures de débit du Bafing à Bafing Makana (italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote)	169
Tableau 5.3.11.B : barème d'étalonnage de la station de Bafing Makana, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)	170
Tableau 5.3.12.A : mesures de débit du Bafing à Soukoutali	171
Tableau 5.3.12.B : barème d'étalonnage de la station de Soukoutali, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)	172
Tableau 5.3.13.A : mesures de superficie du plan d'eau à Manantali, réalisées par imagerie satellitaire	174
Tableau 5.3.14.A : mesures de débit du Bafing à Manantali aval (Hv : cote à l'échelle DNH située à l'aval du pont routier ; Hm : cote à l'échelle IRD/POGR installée à l'amont du pont ; G : vitesse de variation de Hv (gradient limnimétrique) pendant la durée du jaugeage ; italique : cote jaugée incompatible avec cote observée ; gras : mesure ADCP ; grisé : éliminé ; souligné : valeur corrigée par rapport à la base de données)	177
Tableau 5.3.14.B : barèmes d'étalonnage de la station de Manantali aval, valables depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé $Q(Hv,G) = Q_0(Hv) \times (1 + K(Hv) \times G)^{0.5}$	179
Tableau 5.3.15.A : mesures de débit du Bafing à Dibia (italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; souligné : valeur corrigée par rapport à la base de données ; grisé : jaugeage exclu)	184
Tableau 5.3.15.B : barème d'étalonnage de la station de Dibia, valable depuis l'origine de la station au 31/05/1979, et erreur type du débit calculé Q(H)	185
Tableau 5.3.16.A : mesures de débit du Bafing à Deguere	187
Tableau 5.3.16.B : barème d'étalonnage de la station de Deguere, et erreur type du débit calculé Q(H)	187
Tableau 5.3.17.A : mesures de débit du Bafing à Mahina (H : cote probablement référencée à l'ancienne échelle)	189
Tableau 5.4.3.A : mesures de débit du Baoulé à Siramakana	193
Tableau 5.4.3.B : barème d'étalonnage de la station de Siramakana, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)	193
Tableau 5.4.5.A : mesures de débit du Bakoye à Toukoto (grisé : points éliminés ; souligné : valeur corrigée). ATTENTION : les cotes indiquées ici pour les jaugeages réalisés entre le 14/04/1963 et le 25/10/1968, homogénéisées, sont corrigées de - 10 cm par rapport aux cotes jaugées brutes.	197
Tableau 5.4.5.B : barème d'étalonnage de la station de Toukoto, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)	197
Tableau 5.4.6.A : mesures de débit du Bakoye à Oualia (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote)	200
Tableau 5.4.6.B : barème d'étalonnage de la station de Oualia, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)	200
Tableau 5.4.7.A : mesures de débit du Bakoye à Kale (souligné : valeur corrigée). ATTENTION : les cotes indiquées ici pour les jaugeages réalisés en 1951, homogénéisées, sont corrigées de + 16 cm par rapport aux cotes jaugées brutes	202
Tableau 5.4.7.B : barème d'étalonnage de la station de Kale, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)	203
Tableau 5.5.2.A : mesures de débit du Sénégal à Galougo (italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; grisé : jaugeage éliminé)	206
Tableau 5.5.2.B : barème d'étalonnage de la station de Galougo, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)	206

Tableau 5.5.3.A : mesures de débit du Sénégal à Gouina (souligné : valeur corrigée par rapport à la base de données).....	209
Tableau 5.5.3.B : barème d'étalonnage de la station de Gouina, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H)$	210
Tableau 5.5.5.A : mesures de débit du Sénégal à Kayes (italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par ADCP)	213
Tableau 5.5.5.B : barème d'étalonnage de la station de Kayes, valable de l'origine de la station au 18/10/1994, et erreur type du débit calculé $Q(H)$	215
Tableau 5.5.5.C : barèmes d'étalonnage de la station de Kayes, valables depuis le 19/10/1994, et erreur type du débit calculé $Q(H,G1) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G1)^{0.5}$	215
Tableau 5.5.6.A : mesures de débit du Sénégal à Ambidedi. ATTENTION : les cotes indiquées ici pour les jaugages réalisés en 1974 et 1976 sont corrigées de -44 cm par rapport aux cotes jaugées brutes	218
Tableau 5.5.6.B : barème d'étalonnage de la station d'Ambidedi, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H)$	219
Tableau 5.6.1.A : mesures de débit du Sénégal à Bakel (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP).....	224
Tableau 5.6.1.B : barèmes d'étalonnage de la station de Bakel, valables de l'origine de la station au 31/05/1970, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G2)^{0.5}$	226
Tableau 5.6.1.C : barèmes d'étalonnage de la station de Bakel, valables du 01/06/1970 au 19/10/1994, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G2)^{0.5}$	227
Tableau 5.6.1.D : barèmes d'étalonnage de la station de Bakel, valables depuis le 20/10/1994, et erreurs types du débit calculé $Q(H,G2) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G2)^{0.5}$	227
Tableau 5.6.2.A : mesures de débit dans le lit mineur du Sénégal à Ouaroundé (souligné : valeur reconstituées à partir des observations à Matam)	232
Tableau 5.6.3.A : mesures de débit dans le lit mineur du Sénégal à Matam (grisé : points éliminés ; gras : mesures par ADCP)	233
Tableau 5.6.3.B : mesures de débit du lit majeur rive gauche du Sénégal à Matam, aux ponts de la digue Ouro Sogui - Matam (italique : valeurs reconstituées ; gras : mesures ADCP). Hd désigne la cote mesurée sur une échelle installée sur 2eme pont de la digue (zéro = 12.18 m)	234
Tableau 5.6.3.C : barèmes d'étalonnage de la station de Matam (lit mineur), valables de l'origine de la station au 31/05/1972, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G2)^{0.5}$	235
Tableau 5.6.3.D : barèmes d'étalonnage de la station de Matam (lit mineur), valables depuis le 01/06/1972, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G2)^{0.5}$	236
Tableau 5.6.3.E : barèmes des relations $Q_0(H)$ et $L(G2)$ pour l'écoulement du lit majeur rive gauche du Sénégal à Matam, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q_0(H) \times L(G2)$	240
Tableau 5.6.4.A : mesures de débit dans le lit mineur du Sénégal à Nguiguilone (souligné : valeur reconstituée à partir des cotes observées à Matam)	242
Tableau 5.6.4.B : barèmes d'étalonnage du lit mineur de la station de Nguiguilone, valables depuis le début de la station	243
Tableau 5.6.5.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Kaedi (en gras : mesures par ADCP)	246
Tableau 5.6.5.B : barèmes d'étalonnage du lit mineur de la station de Kaédi, valables depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$	247
Tableau 5.7.1.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Salde (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP).....	251
Tableau 5.7.1.B : barèmes d'étalonnage de la station de Salde (lit mineur), valables depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$	252

Tableau 5.7.2.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Dioulde Diabe (grisé : éliminé ; italique : incompatibilité avec cote observée reconstituée).....	255
Tableau 5.7.2.B : barème d'étalonnage de basses eaux de la station de Dioulde Diabe, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H)$	255
Tableau 5.7.3.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Boghe (grisé : points éliminés).....	258
Tableau 5.7.3.B : barèmes d'étalonnage de la station de Boghe (lit mineur), valables depuis l'origine de la station jusqu'en 1972, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$	258
Tableau 5.7.5.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Podor (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP ; souligné : valeur corrigée ; R : rehaussement estimé du niveau à Podor dû au remous de Diama).....	262
Tableau 5.7.5.B : barèmes d'étalonnage de la station de Podor (lit mineur), valables depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$. Après l'édification du barrage de Diama, il est préférable (et indispensable pour les parties grisées) de n'appliquer l'étalonnage qu'après correction des cotes H observées (remplacement de H par H-R), et seulement pour des rehaussements R (dus au remous) inférieurs à 50 cm.....	263
Tableau 5.7.6.A : mesures de débit du lit mineur du Doué à Ngoui (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP ; souligné : valeur corrigée).....	266
Tableau 5.7.6.B : jaugeages réalisés par ADCP en 1999 à proximité de Ngoui, de part et d'autre de la défluence Sénégal-Doué et de la confluence Doué-Diamel (grisé : valeur douteuse).....	267
Tableau 5.7.6.C : barèmes d'étalonnage de la station de Ngoui, valables depuis le début de la station jusqu'au 31/05/1988, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$	268
Tableau 5.7.6.D : barèmes d'étalonnage de la station de Ngoui, valables depuis le 01/06/1988, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$	268
Tableau 5.7.7.A : mesures de débit du lit mineur du Doué à Madina (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP ; souligné : valeur corrigée).....	271
Tableau 5.7.7.B : barème d'étalonnage de basses eaux de la station de Madina, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H)$	272
Tableau 5.7.8.A : mesures de débit du lit mineur du Doué à Guede (grisé : points éliminés ; gras : mesure par technique ADCP ; souligné : valeur corrigée).....	274
Tableau 5.7.8.B : barèmes d'étalonnage de la station de Guede, valables depuis le début de la station jusqu'au 31/05/1960, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$	275
Tableau 5.7.8.C : barèmes d'étalonnage de la station de Guede, valables depuis le 01/06/1960, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$. Les parties grisées ne sont valables qu'en l'absence d'influence du barrage de Diama.....	276
Tableau 5.8.1.A : mesures de débit du Sénégal à Dagana (grisé : points éliminés ; gras : mesure par technique ADCP ; R : rehaussement estimé du niveau à Dagana dû au remous de Diama).....	281
Tableau 5.8.1.B : barèmes d'étalonnage de la station de Dagana, valables depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$. Après l'édification du barrage de Diama, il est préférable (et indispensable pour les parties grisées) de n'appliquer l'étalonnage qu'après correction des cotes H observées (remplacement de H par H-R), et seulement pour des rehaussements R (dus au remous) inférieurs à 50 cm.....	283
Tableau 5.8.2.A : mesures de débit du Sénégal à Richard Toll quai (gras : mesure par technique ADCP).....	286
Tableau 5.8.3.A : mesures de débit du Sénégal à Rosso (grisé : points éliminés ; gras : mesure par technique ADCP ; R : rehaussement estimé du niveau à Dagana dû au remous de Diama).....	288
Tableau 5.8.3.B : barèmes d'étalonnage de la station de Rosso (lit mineur), valables depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1+K(H) \times G6)^{0.5}$. Après l'édification du barrage de Diama, il est indispensable de n'appliquer l'étalonnage qu'après correction des cotes H	

observées (remplacement de H par H-R), et seulement pour des rehaussements R (dus au remous) inférieurs à 50 cm.....	289
Tableau 5.8.5.A : mesures de débit du Sénégal à l'aval immédiat du barrage de Diama (grisé : éliminé).....	294
Tableau 5.8.6.A : mesures de débit du Sénégal à Saint-Louis, par ADCP	301
Tableau 5.9.3.A : mesures de débit du canal de la Tahouey (grisé : éliminé ; gras : mesure par ADCP) avec : H, la cote IGN à Richard Toll CSS ; Hv, la cote IGN à l'embouchure de la Tahouey ; D, la dénivelée du plan d'eau entre les deux stations.	307
Tableau 5.9.3.B : barème d'étalonnage de la station de Richard Toll CSS, pour une dénivelée normale Dn de 8 cm entre plans d'eau avec la station de l'embouchure de la Tahouey. Attention : H est ici la cote IGN à la station.....	308
Tableau 5.10.1 : liste des stations hydrométriques exploitées depuis 1988 sur le lit majeur du fleuve Sénégal entre Bakel et Dagana	318
Tableau 5.10.3 : débits mesurés sur le Diamel, le marigot de Mbagne, le Gayo, le Koundi et le Sokkam (gras : mesure par ADCP ; grisé : cote sensiblement rehaussée par le remous du barrage de Diama).....	322
Tableau 5.11.A : position géographique des stations secondaires exploitées à l'aval de Dagana, et période des cotes disponibles (grisé : altitude du zéro estimée par superposition des limnigrammes ; italique : coordonnées affinées à l'aide de Google Earth). Le type concerne les stations installées aux prises d'eau sur le fleuve Sénégal (1 = entrée, côté fleuve ; 2 = sortie, de l'autre côté de l'ouvrage de contrôle).....	326
Tableau 5.11.B : liste des jaugeages réalisés sur des prises d'eau à l'aval de Rosso et sur l'axe Gorom Lampsar (en gras : mesure par ADCP).....	327
Tableau 5.12 : liste des stations hydrométriques suivies sur la Kolimbine et le Karakoro.	330
Tableau 5.13 : année des dernières cotes observées disponibles par zone et par station (ou par effectif de stations)	335
Tableau 6.A: valeurs médianes du débit Q (m ³ /s) et du taux K de variation journalière de débit, par périodes glissantes de 30 jours en phase de tarissement naturel pour la Falémé, le Samenta, le Kioma, le Téné et le Bafing (en grisé : K maximal).....	339
Tableau 6.B: valeurs médianes du débit Q (m ³ /s) et du taux K de variation journalière de débit, par périodes glissantes de 30 jours en phase de tarissement naturel pour le Bafing, le Baoulé, le Bakoye et le Sénégal (en grisé : K maximal)	340
Tableau 7.1.3.A : modèle calé entre Moussala (Q1) et Fadougou (Q2) sur la période 1972-1992... 348	
Tableau 7.1.3.B : modèle calé entre Fadougou (Q1) et Moussala (Q2) sur la période 1972-1992... 348	
Tableau 7.1.3.C : modèle calé entre Fadougou (Q1) et Gourbassy (Q2) sur la période 1954-2010 349	
Tableau 7.1.3.D : modèle calé entre Gourbassy (Q1) et Fadougou (Q2) sur la période 1954-2010 349	
Tableau 7.1.3.E : modèle calé entre Gourbassy (Q1) et Kidira (Q2) sur la période 1954-2010..... 350	
Tableau 7.1.3.F : modèle calé entre Kidira (Q1) et Gourbassy (Q2) sur la période 1954-2010..... 350	
Tableau 7.1.3.G : modèle calé entre Bakel (Q1) et Kidira (Q2) sur la période 1950-1986..... 351	
Tableau 7.1.4.A : modèle calé entre Balabori (Q1) et Salouma (Q2) sur la période 1969-2007..... 352	
Tableau 7.1.4.B : modèle calé entre Balabori (Q1) et Sokotoro (Q2) sur la période 1969-2009..... 352	
Tableau 7.1.4.C : modèle calé entre Balabori (Q1) et Bebele (Q2) sur la période 1970-2007..... 353	
Tableau 7.1.4.D : modèle calé entre Daka Saidou (Q1) et Balabori (Q2) sur la période 1969-2009 354	
Tableau 7.1.4.E : modèle calé entre Daka Saidou(Q1) et Boureya (Q2) sur la période 1969-2010 . 354	
Tableau 7.1.4.F : modèle calé entre Daka Saidou (Q1) et Bafing Makana (Q2) sur la période 1961-2010..... 355	

Tableau 7.1.4.G : modèle calé entre Bafing Makana (Q1) et Daka Saidou (Q2) sur la période 1961-2010.....	355
Tableau 7.1.4.H : modèle calé entre Bafing Makana (Q1) et Soukoutali (Q2) sur la période 1967-1983	356
Tableau 7.1.4.I : modèle calé entre Soukoutali(Q1) et Bafing Makana (Q2) sur la période 1967-1983	357
Tableau 7.1.4.J : modèle calé entre Soukoutali(Q1) et Dibia(Q2) sur la période 1967-1983.....	357
Tableau 7.1.4.K : modèle calé entre Dibia (Q1) et Soukoutali (Q2) sur la période 1967-1983	358
Tableau 7.1.4.L : modèle calé entre Galougo (Q1) et Dibia (Q2) sur la période 1956-1986	359
Tableau 7.1.5.A : modèle calé entre Diangola (H1) et Toukoto (Q2) sur la période 1973-1992	359
Tableau 7.1.5.B : modèle calé entre Toukoto (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1954-1992.....	360
Tableau 7.1.5.C : modèle calé entre Oualia (Q1) et Toukoto (Q2) sur la période 1954-1992.....	360
Tableau 7.1.5.D : modèle calé entre Oualia (Q1) et Siramakana (Q2) sur la période 1972-1992	361
Tableau 7.1.5.E : modèle calé entre Galougo (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1954-1986	362
Tableau 7.1.6.A : modèle calé entre Galougo (Q1) et Gouina (Q2) sur la période 1955-2009	362
Tableau 7.1.6.B : modèle calé entre Gouina (Q1) et Galougo (Q2) sur la période 1955-2009	363
Tableau 7.1.6.C : modèle calé entre Gouina (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1955-200	364
Tableau 7.1.6.D : modèle calé entre Kayes (Q1) et Gouina (Q2) sur la période 1955-2009	364
Tableau 7.1.6.E : modèle calé entre Kayes (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2010	365
Tableau 7.1.6.F : modèle calé entre Bakel (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1950-2010.....	366
Tableau 7.1.6.G : modèle calé entre Matam (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2011	366
Tableau 7.1.6.H : modèle calé entre Kayes (Q1) et Ambidedi (H2) sur la période 1980-2009	367
Tableau 7.1.7.A : modèle calé entre Dibia+Oualia (Q1) et Galougo (Q2) sur la période 1956-1992..	368
Tableau 7.1.7.B : modèle calé entre Galougo-Oualia (Q1) et Dibia (Q2) sur la période 1956-1992..	369
Tableau 7.1.7.C : modèle calé entre Galougo-Dibia (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1956-1992..	369
Tableau 7.1.7.D : modèle calé entre Toukoto+Siramakana (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1972-1992.....	370
Tableau 7.1.7.E : modèle calé entre Kayes+Kidira (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2010	371
Tableau 7.1.7.F : modèle calé entre Bakel-Kidira (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1950-2010	371
Tableau 7.1.7.G : modèle calé entre Soukoutali+Oualia (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1967-2012	372
Tableau 7.1.7.H : modèle calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1954-2012	373
Tableau 7.1.8.A : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur la période 1954-2012	375
Tableau 7.1.8.B : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur périodes 1904-mai 1970 et 20/10/1994-2012	378
Tableau 7.1.8.C : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur la période de juin 1970 au 19/10/1994.....	380
Tableau 7.1.8.D : modèle calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Matam (H2) sur la période 1954-juin 1987.....	382
Tableau 7.1.8.E : modèle calé entre Matam (H1) et Kaédi (H2) sur la période 1903-juin 1949.....	384
Tableau 7.1.8.F : modèle calé entre Matam (H1) et Kaédi (H2) sur la période juillet 1949-2004	386
Tableau 7.1.8.G : modèle calé entre Kaédi (H1) et Salde (H2) sur la période 1903-2003	388

Tableau 7.1.8.H : modèle calé entre Salde (H1) et Boghe (H2) sur la période 1903-1972.....	389
Tableau 7.1.8.I : modèle calé entre Boghe (H1) et Podor (H2) sur la période 1903-1972	391
Tableau 7.1.8.J : modèle calé entre Salde (H1) et Podor (H2) sur la période mai 1968-septembre 1983	393
Tableau 7.1.8.K : modèle calé entre Podor (H1) et Dagana (H2) sur la période 1903-avril 1974.....	395
Tableau 7.1.8.L : modèle calé entre Podor (H1) et Dagana (H2) sur la période mai 1974-septembre 1983.....	397
Tableau 7.1.8.M : modèle calé entre Dagana (H1) et Richard Toll (H2) sur la période 1952-septembre 1983.....	397
Tableau 7.1.8.N : modèle calé entre Dagana (H1) et Rosso (H2) sur la période 1954-septembre 1983	398
Tableau 7.1.8.O : modèle calé entre Ngoui (H1) et Guede (H2) sur la période 1955-septembre 1983	400
Tableau 7.2.A : Erreur type(cm) et coefficient d'ajustement de Nash du modèle Corediam, en régime influencé et non influencé par le barrage de Diama.....	403
Tableau 8.1.3 : succession des opérations effectuées pour obtenir des séries de données opérationnelles complètes. Les séries dont le nom commence par H contiennent des cotes, les autres des débits. Les noms grisés correspondent aux séries les plus complètes de chaque station.....	427
Tableau 8.2.2.A : modèle de propagation calé entre Soukoutali/Manantali+Oualia (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1967-2012	429
Tableau 8.2.2.B : relation moyenne discrétisée entre Q_{1ncp} et Q_i sur la période 1967-2012, pour la propagation entre Soukoutali/Manantali+Oualia et Kayes.....	431
Tableau 8.2.2.C : valeurs d'évaporation nette mensuelle sur le réservoir de Manantali, d'après Gibb et al (1987)	433
Tableau 8.2.3.A : modèle de propagation calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1954-2011	435
Tableau 8.2.3.B : relation moyenne discrétisée entre Q_{1ncp} et Q_i sur la période 1954-2012, pour la propagation entre Kayes+Gourbassy et Bakel	437
Tableau 9.1.A : débits de la Falémé : moyenne interannuelle et coefficient de variation du module annuel, index d'observation des volumes écoulés et débit journalier maximal	444
Tableau 9.1.B : statistique des débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé de 1903 à 2012.....	454
Tableau 9.1.C : statistique des débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé de 1970 à 2012.....	454
Tableau 9.1.D : statistique des débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé de 1903 à 2012.....	455
Tableau 9.1.E : statistique des débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé de 1970 à 2012.....	455
Tableau 9.1.F : statistique des débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé de 1903 à 2012.....	456
Tableau 9.1.G : statistique des débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé de 1970 à 2012.....	456
Tableau 9.1.H : statistique des débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé de 1903 à 2012	457
Tableau 9.1.I : statistique des débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé de 1970 à 2012	457
Tableau 9.2.A : débits du Bafing : moyenne interannuelle et coefficient de variation du module annuel, index d'observation des volumes écoulés et débit journalier maximal	459

Tableau 9.2.B : statistique des débits du Téné à Bebele, régime naturel observé de 1903 à 2012 ..	480
Tableau 9.2.C : statistique des débits du Téné à Bebele, régime naturel observé de 1970 à 2012 ..	480
Tableau 9.2.D : statistique des débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé de 1903 à 2012	481
Tableau 9.2.E : statistique des débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé de 1970 à 2012	481
Tableau 9.2.F : statistique des débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé de 1903 à 2012	482
Tableau 9.2.G : statistique des débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé de 1970 à 2012	482
Tableau 9.2.H : statistique des débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé de 1903 à 2012	483
Tableau 9.2.I: statistique des débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé de 1970 à 2012.	483
Tableau 9.2.J : statistique des débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé de 1903 à 2012.....	484
Tableau 9.2.K : statistique des débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé de 1970 à 2012.....	484
Tableau 9.2.L : statistique des débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé de 1903 à 2012.....	485
Tableau 9.2.M : statistique des débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé de 1970 à 2012.....	485
Tableau 9.2.N : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime observé de 1903 à 2011 (naturel jusque juin 1987, puis artificiel).....	486
Tableau 9.2.O : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime observé de 1970 à 2011 (naturel jusque juin 1987, puis artificiel).....	486
Tableau 9.2.P : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime observé de 1987 à 2011 (artificiel depuis juillet 1987).....	487
Tableau 9.2.Q : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel de 1987 à 2012.....	487
Tableau 9.2.R : statistique des débits du Bafing à Dibia, régime observé de 1903 à 2011(influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	488
Tableau 9.2.S : statistique des débits du Bafing à Dibia, régime observé de 1970 à 2011(influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	488
Tableau 9.3.A : débits du Baoulé et du Bakoye : moyenne interannuelle et coefficient de variation du module annuel, index d'observation des volumes écoulés et débit journalier maximal.....	489
Tableau 9.3.B : statistique des débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé de 1903 à 2012.....	497
Tableau 9.3.C : statistique des débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé de 1970 à 2012.....	497
Tableau 9.3.D : statistique des débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé de 1903 à 2012	498
Tableau 9.3.E : statistique des débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé de 1970 à 2012	498
Tableau 9.3.F : statistique des débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé de 1903 à 2012	499
Tableau 9.3.G : statistique des débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé de 1970 à 2012	499
Tableau 9.4.A : débits du Sénégal : moyenne interannuelle et coefficient de variation du module annuel, index d'observation des volumes écoulés et débit journalier maximal	501

Tableau 9.4.B : statistique des débits du Sénégal à Galougo, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	511
Tableau 9.4.C : statistique des débits du Sénégal à Galougo, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	511
Tableau 9.4.D : statistique des débits du Sénégal à Gouina, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	512
Tableau 9.4.E : statistique des débits du Sénégal à Gouina, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	512
Tableau 9.4.F : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	513
Tableau 9.4.G : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	513
Tableau 9.4.H : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	514
Tableau 9.4.I : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime naturel de 1987 à 2012.....	514
Tableau 9.4.J : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	515
Tableau 9.4.K : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	515
Tableau 9.4.L : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	516
Tableau 9.4.M : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime naturel de 1987 à 2012.....	516
Tableau 9.4.N : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle d'Ambidedi, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	517
Tableau 9.4.O : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Bakel, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	517
Tableau 9.5.A : moyenne interannuelle et écart type de la cote journalière maximale annuelle, index d'observation des cotes et cote journalière maximale du Sénégal aux échelles de Matam à Podor	519
Tableau 9.5.B : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	532
Tableau 9.5.C : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	532
Tableau 9.5.D : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	533
Tableau 9.5.E : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel de 1987 à 2012.....	533
Tableau 9.5.F : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	534
Tableau 9.5.G : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	534
Tableau 9.5.H : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	535
Tableau 9.5.I : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime naturel de 1987 à 2012.....	535
Tableau 9.5.J : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	536
Tableau 9.5.K : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987).....	536

Tableau 9.5.L : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)	537
Tableau 9.5.M : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime naturel de 1987 à 2012	537
Tableau 9.5.N : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime observé de 1903 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	538
Tableau 9.5.O : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime observé de 1970 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	538
Tableau 9.5.P : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime observé de 1987 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	539
Tableau 9.5.Q : statistique des cotes du Sénégal à Boghe, régime naturel de 1987 à 2012	539
Tableau 9.5.R : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	540
Tableau 9.5.S : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	540
Tableau 9.5.T : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	541
Tableau 9.5.U : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel de 1987 à 2012	541
Tableau 9.6.A : moyenne interannuelle et écart type de la cote journalière maximale annuelle, index d'observation des cotes et cote journalière maximale du Doué aux échelles de Ngoui et Guede	542
Tableau 9.6.B : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)	547
Tableau 9.6.C : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)	547
Tableau 9.6.D : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)	548
Tableau 9.6.E : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime naturel de 1987 à 2012	548
Tableau 9.6.F : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	549
Tableau 9.6.G : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	549
Tableau 9.6.H : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	550
Tableau 9.6.I : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime naturel de 1987 à 2012	550
Tableau 9.7.A : moyenne interannuelle et écart type de la cote journalière maximale annuelle, index d'observation des cotes et cote journalière maximale du Sénégal aux échelles de Dagana à Rosso	552
Tableau 9.7.B : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime observé de 1903 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	560
Tableau 9.7.C : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime observé de 1970 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	560
Tableau 9.7.D : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime observé de 1987 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	561
Tableau 9.7.E : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime naturel de 1987 à 2012	561
Tableau 9.7.F : statistique des cotes du Sénégal, à l'échelle de Richard Toll, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis nov. 1983 et juillet 1987)	562

Tableau 9.7.G: statistique des cotes du Sénégal, à l'échelle de Richard Toll, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis nov. 1983 et juillet 1987)	562
Tableau 9.7.H : statistique des cotes du Sénégal, à l'échelle de Richard Toll, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis nov. 1983 et juillet 1987)	563
Tableau 9.7.I : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime naturel de 1987 à 2012.....	563
Tableau 9.7.J : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	564
Tableau 9.7.K: statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	564
Tableau 9.7.L : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)	565
Tableau 9.7.M : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel de 1987 à 2012	565
Tableau 9.8.1.A : statistique des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé de 1903 à 1983	569
Tableau 9.8.1.B : statistique des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé de 1950 à 1983	569
Tableau 9.8.1.C : statistique des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé de 1970 à 1983	570
Tableau 9.8.2.A : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Diama amont, régime observé de 1987 à 2011.....	579
Tableau 9.8.2.B : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Diama amont, régime observé de 2002 à 2011.....	579
Tableau 9.8.2.C : statistique des débits du Sénégal à Diama, régime observé de 1987 à 2010	580
Tableau 9.8.2.D : statistique des débits du Sénégal à Diama, régime observé de 2002 à 2010	580
Tableau 9.11 : Superficie inondée chaque année sur l'ensemble du lit majeur du fleuve Sénégal entre Matam et Dagana, sur la période 1946-2000 (gras : valeurs observées).....	598
Tableau 9.12.1 : valeurs absolues et relatives des moyennes interannuelles de débits observé depuis 1950 aux différentes stations sur le haut bassin du fleuve Sénégal jusqu'à Bakel	601
Tableau A-1 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations du bassin de la Falémé.....	626
Tableau A-2 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations guinéennes du bassin du Bafing	628
Tableau A-3 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations maliennes du bassin du Bafing	630
Tableau A-4 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations du bassin du Bakoye.....	632
Tableau A-5 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations du Sénégal moyen entre Bafoulabé et Ambidedi.....	634
Tableau A-6 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la vallée du Sénégal entre Bakel et la déflue du Doué	642
Tableau A-7 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la vallée du Sénégal au niveau de l'Ile à Morphil.....	644
Tableau A-8 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la basse vallée et du delta du Sénégal	646
Tableau A-8 (suite) : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la basse vallée et du delta du Sénégal	648

Tableau A-8 (fin) : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la basse vallée et du delta du Sénégal	649
Tableau A-9 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la Tahouey et du lac de Guiers	651
Tableau A-10 : données journalières supprimées du fait des anomalies mises en évidence par l'analyse de propagation des écoulements (grisé : suppression seulement partielle des données de la période)	652
Tableau B-1-1 Débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé	653
Tableau B-1-2 Débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé	655
Tableau B-1-3 Débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé	658
Tableau B-1-4 Débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé	660
Tableau B-2-1 Débits du Téné à Bebele, régime naturel observé	663
Tableau B-2-2 Débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé	666
Tableau B-2-3 Débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé	668
Tableau B-2-4 Débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé	671
Tableau B-2-5 Débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé	673
Tableau B-2-6 Débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé	676
Tableau B-2-7 Débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime observé (naturel jusque juin 1987 et artificiel ensuite)	678
Tableau B-2-8 Débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)	681
Tableau B-2-9 Débits du Bafing à Dibia, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	681
Tableau B-3-1 Débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé	684
Tableau B-3-2 Débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé	687
Tableau B-3-3 Débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé	689
Tableau B-4-1 Débits du Sénégal à Galougo, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	692
Tableau B-4-2 Débits du Sénégal à Gouina, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	694
Tableau B-4-3 Débits du Sénégal à Kayes, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	697
Tableau B-4-4 Débits du Sénégal à Kayes, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)	699
Tableau B-4-5 Débits du Sénégal à Bakel, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	700
Tableau B-4-6 Débits du Sénégal à Bakel, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)	703
Tableau B-5-1 Cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	704
Tableau B-5-2 Cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)	706
Tableau B-5-3 Cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)	707

Tableau B-5-4 Cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)	709
Tableau B-5-5 Cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime observé (naturel jusque novembre 1986, puis influencé par ouvrage local (?, dec. 1986) et par Manantali (07/1987)).....	710
Tableau B-5-6 Cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime naturel de 1986 à 2012 (observé jusque novembre 1986, puis reconstitué)	713
Tableau B-5-7 Cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987)).....	713
Tableau B-5-8 Cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)	716
Tableau B-5-9 Cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987)).....	717
Tableau B-5-10 Cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)	719
Tableau B-6-1 Cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime observé (naturel jusque novembre 1986, puis influencé par ouvrage local (?, dec. 1986) et par Manantali (07/1987)).....	720
Tableau B-6-2 Cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime naturel de 1986 à 2012 (observé jusque novembre 1986, puis reconstitué)	723
Tableau B-6-3 Cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987)).....	723
Tableau B-6-4 Cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)	726
Tableau B-7-1 Cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987)).....	727
Tableau B-7-2 Cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)	729
Tableau B-7-3 Cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987)).	730
Tableau B-7-4 Cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)	733
Tableau B-7-5 Cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987)).....	734
Tableau B-7-6 Cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)	736
Tableau B-7-7 Cotes du Sénégal à l'échelle de Diama amont, régime artificiel observé de 1986 à 2011	737
Tableau B-8-1 Débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé de 1903 à 1983	738
Tableau B-8-2 Débits du Sénégal au barrage de Diama, régime observé de 1986 à 2010.....	740
Tableau B-9-1 Cotes du Sénégal à l'échelle de Ddiama aval, régime observé depuis 1986 (en grisé : valeurs potentiellement faussées par la fréquence trop faible des relevés de cotes instantanées ; Hmax : relevé instantané maximal)	741
Tableau B-9-2 Cotes du Sénégal à l'échelle de Saint-Louis, régime observé depuis 1979 (en grisé : valeurs potentiellement faussées par la fréquence trop faible des relevés de cotes instantanées ; Hmax : relevé instantané maximal)	742
Tableau B-10-1 Cotes du lac de Guiers à l'échelle de l'embouchure de la Tahouey, régime observé depuis 1955.....	743
Tableau B-10-2 débit de la Tahouey calculé à la station de Richard Toll CSS, régime observé depuis 1990 (valeurs données sous réserve)	744

Liste des sigles et abréviations utilisés

CSC : Contre Saison Chaude

CSF : Contre Saison Froide

MDRE : Ministère du Développement Rural et de l'Environnement

MDR : Ministère du développement rural

OMVS : Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal

PAGIRE : Plan d'Action pour la gestion intégrée des ressources en eau

PARACI : Plan d'Actions Régionales pour l'Amélioration des Cultures irriguées

PDIAM : Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie

PGIRE : Programme Gestion Intégrée des Ressources en Eau et de Développement des Usages à buts multiples du Bassin du Fleuve Sénégal

POGR : Projet d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs

SAED : Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé

SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

SOGED : Société de Gestion de Diama

SOGEM : Société de Gestion de Manantali

SONADER : Société Nationale pour le Développement Rural

PREMIERE PARTIE

LES FACTEURS CONDITIONNELS DU REGIME

1 CARACTERES PHYSIQUES DU BASSIN DU SENEGAL SUPERIEUR

Le bassin du SENEGAL Supérieur se partage entre les 3 Républiques du SENEGAL, du MALI, et de GUINEE. Il est constitué par les bassins de la FALEME, du BAFING-SENEGAL, du BAKOYE et du BAOULE.

Le bassin a une forme sensiblement ovoïde avec un grand axe orienté SW-NE. Il s'étend de la latitude 10°20' N à la latitude 17°00' N environ et est compris entre les méridiens 7°W et 12°20' W.

1.1 FORME, SURFACE, RELIEF

L'extrémité méridionale du bassin est la plus montagneuse. Elle est bordée sur le territoire de GUINEE par le massif du FOUTA qui culmine à 1.425 m, et sur le territoire du MALI par le plateau MANDINGUE qui occupe la région située à l'ouest de BAMAKO.

Le point le plus élevé du bassin culmine à 1.330 m environ et l'altitude moyenne de sa partie la plus méridionale est sensiblement voisine de 1.000 m. De là, descendent le BAFING et le TENE, premier et important affluent rive gauche du BAFING. Lorsque l'on se dirige vers le nord, on passe successivement à une série de reliefs subtabulaires, d'altitude moindre (800 m environ) et prolongés encore plus au Nord par des plateaux culminant à 600 m.

L'ensemble du massif du FOUTA se délimite au nord par une ligne de falaises plus ou moins verticales (aux environs de 12° de latitude) dominant une région beaucoup plus basse (environ 200 m d'altitude moyenne, et où les seuls reliefs notables sont créés par des sills doléritiques (région est de BAFOULABE ou ouest de KEDOUGOU)).

Bien que n'atteignant pas 400 m d'altitude, on peut encore signaler le plateau TAMBAOURA entre les vallées du BAFING-SENEGAL et de la FALEME, et le plateau de l'ASSABA entre les vallées du KARAKORO et du GORGOL.

Les bassins versants correspondants aux stations hydrométriques principales peuvent être caractérisés par les paramètres suivants :

- la surface A de chaque bassin ;
- son périmètre P ;
- son coefficient de forme : $C = 0,28 P/\sqrt{A}$;
- la longueur et la largeur de son rectangle équivalent :

$$\begin{Bmatrix} L \\ I \end{Bmatrix} = \frac{C\sqrt{A}}{1,12} \left[1 \pm \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{C}\right)^2} \right]$$

- son indice de pente : $I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \sqrt{b_i(a_i - a_{i-1})}$

(b_i représentant la fraction de la surface A comprise entre les courbes de niveau cotées a_i et a_{i-1})

- son indice général de pente $IG = D/L$ (D : représentant la dénivelée qui sépare les altitudes ayant 5 % de la surface du bassin au-dessus et au-dessous d'elles).

L'objectif de la mise à jour des paramètres physiques des différents bassins versants a amené à recueillir différents supports et à consulter différentes sources disponibles. La recherche de données topographiques actualisées nous a orienté vers le modèle numérique de terrain de l'US Geological Survey (USGS) dit modèle SRTM.

1.1.1 Les limites du bassin : une interrogation nécessaire

L'utilisation du modèle numérique de terrain résout la question de l'hétérogénéité des sources d'information topographique.

Les logiciels de modélisation actuels, comme Mike Bassin, permettent, à partir de tels modèles numériques de terrain, de retracer l'écoulement et de délimiter les bassins versants (voir figure ci-dessous). Les résultats sont intéressants et offre une convivialité pour la cartographie des paramètres physiques.

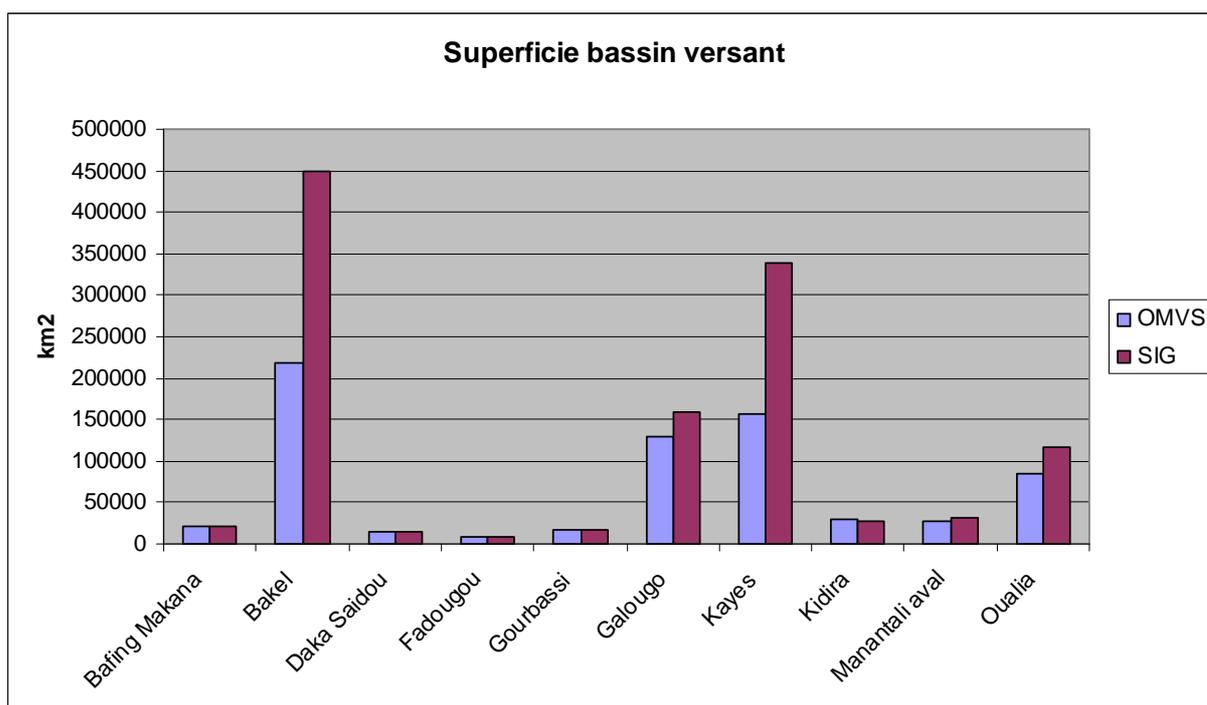
Figure 1.1.A : Le bassin versant du fleuve Sénégal d'après le MNT 1km x 1km (source SCP, 2009, SDAGE Sénégal, OMVS)



Les résultats de l'extraction des bassins versants du MNT présentent une délimitation assez différente de celle proposée dans la monographie de 1974 (*Rochette et Al*). Dans la partie malienne du bassin notamment, toutes les aires sont considérées alors qu'une grande partie d'entre elles ne sont pas contributives à l'écoulement.

Les écarts les plus importants s'observent à Kayes et Bakel, stations qui reçoivent des affluents du nord (donc de la région moins pluvieuse). Si elles n'ont pas de sens sur les débits spécifiques, ces superficies passent du simple au double de la version officielle à la version SIG.

Figure 1.1.B : Comparaison des superficies indiquées dans la base Hydraccess (OMVS) avec celles obtenues par l'exploitation du MNT (source *Dacosta H. & Coly A. Tropis DHI, 2007*)



Compte tenu des résultats différents obtenus selon les sources pour caractériser les bassins versants du fleuve Sénégal, il a été recommandé par l'OMVS (*cf. rapport de synthèse de l'atelier de validation du rapport d'étape, bamako du 15 au 17 août 2011*), de conserver les chiffres officiels, définis dans la monographie de 1974.

Une étude spécifique sera lancée ultérieurement par l'OMVS pour réaliser une délimitation fidèle des bassins versants, sur la base de relevés topographiques détaillés et de reconnaissances de terrain.

Les chapitres qui suivent tiennent donc compte de cette recommandation et reprennent les chiffres définis dans la monographie de 1974.

1.1.2 Caractéristiques des bassins versants

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des paramètres morphométriques des différents sous bassins du fleuve.

Bassin	Superficie (km ²)	Périmètre (km)	C	L (km)	I (km)	Ip	IG (m/km)
BAFING							
BAFING à DEBELE	3 470	265	1,26	96,2	36,1		
BAFING à SOKOTORO	1 770	208	1,39	82,8	21,4		
BAFING à BALABORI	11 600	570	1,48	236	49	0,051	1,78
BAFING à DAKKA SAIDOU	15 700	777	1,74	343	46	0,047	1,59
BAFING à BAFING MAKANA	22 000	1 144	2,16	531	41	0,04	1,3
BAOULE-BAKOYE							
BAOULE à SIRAMAKANA	59 500	1,21	1,39	482	123	0,028	0,52
BAKOYE à TOUKOTO	16 500	698	1,52	292	57	0,041	1,03
BAKOYE à OUALIA	84 700	1 600	1,54	674	126	0,026	0,38
FALEME							
FALEME à FADOUGOU	9 300	418	1,21	145	64	0,073	3,72
FALEME à GOURBASSI	17 100	625	1,39	248	64	0,05	2,3
FALEME à KIDIRA	28 900	938	1,54	396	73	0,033	1,5
SENEGAL							
SENEGAL à GALOUGO	128 400	2 530	1,98	1 154	111	0,025	0,48
SENEGAL à KAYES	157 400	2 680	1,89	1 210	130	0,025	0,49
SENEGAL à BAKEL	218 000	3 144	1,89	1 418	154	0,022	0,43

Tableau 1.1.A : Caractéristiques physiques du haut bassin

1.1.3 Hypsométrie des bassins versants

Les courbes hypsométriques des différents sous bassins versants sont indiquées ci-après et représentées sur la figure 1.1.C. Elles individualisent trois secteurs bien distincts au niveau des bassins :

- la partie amont des bassins dont les surfaces occupent une faible portion des bassins ; elles représentent à 5 à 10% de la surface totale ;
- la partie centrale qui représente près de 50% de la surface des bassins ;
- la partie aval dont l'importance dépend de la position de l'exutoire du bassin.

D'une manière générale, la valeur des pentes décroît de l'amont vers l'aval passant de 4,61‰ à Balabori (km 1570) ; 0,49 ‰ à Daka-Saidou (km 1412) ; 0,15 ‰ Bafing Makana (km1299) ; à 0,07‰ à Bakel.

Le SENEGAL à BAKEL (218.000 km²)

Indice de pente Ip	=	0,022
Indice général de pente IG	=	0,43 m/km

Hypsométrie :

De 15 m à 100 m d'altitude	=	11,7 %
De 100 m à 200 m d'altitude	=	21,1 %
De 200 m à 400 m d'altitude	=	50,3 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	10,0 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	5,0 %
De 800 m à 1000 m d'altitude	=	1,65 %
De 1000 m à 1200 m d'altitude	=	0,25 %

Le SENEGAL à KAYES (157.400 km²)

Indice de pente Ip	=	0,025
Indice général de pente IG	=	0,49 m/km

Hypsométrie :

De 25 m à 100 m d'altitude	=	4,1 %
De 100 m à 200 m d'altitude	=	11,0 %
De 200 m à 400 m d'altitude	=	64,3 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	11,8 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	6,2 %
De 800 m à 1000 m d'altitude	=	2,3 %
De 1000 m à 1200 m d'altitude	=	0,3 %
De 1200 m à 1330 m d'altitude	=	0,0 %
De 1200 m à 1330 m d'altitude	=	0,0 %

Le BAFING à BALABORI (11.600 km²)

Indice de pente Ip	=	0,051
Indice général de pente IG	=	1,78 m/km

Hypsométrie :

De 490 m à 600 m d'altitude	=	8,3 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	60,6 %
De 800 m à 1000 m d'altitude	=	26,3 %
De 1000 m à 1200 m d'altitude	=	4,5 %
De 1200 m à 1330 m d'altitude	=	0,3 %

Le BAFING à DAKKA-SAIDOU (15.700 km²)

Indice de pente Ip	=	0,047
Indice général de pente IG	=	1,59 m/km

Hypsométrie :

De 307 m à 400 m d'altitude	=	4,2 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	15,9 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	54,3 %
De 800 m à 1000 m d'altitude	=	22,1 %
De 1000 m à 1200 m d'altitude	=	3,3 %
De 1200 m à 1330 m d'altitude	=	0,2 %

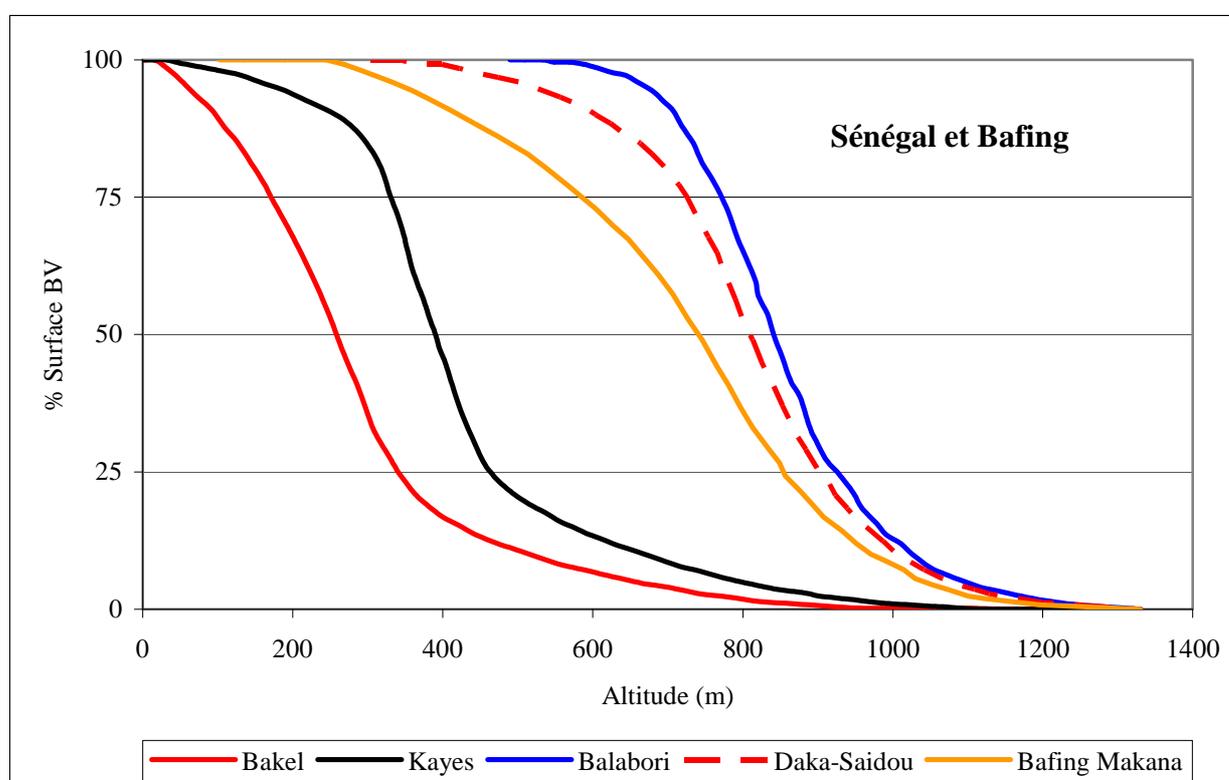
Le BAFING à BAFING-MAKANA (22.000 km²)

Indice de pente I _p	=	0,040
Indice général de pente IG	=	1,30 m/km

Hypsométrie :

De 235 m à 400 m d'altitude	=	16,1 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	24,7 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	40,6 %
De 800 m à 1000 m d'altitude	=	16,0 %
De 1000 m à 1200 m d'altitude	=	2,4 %
De 1200 m à 1330 m d'altitude	=	0,2 %

Figure 1.1.C : Courbes hypsométriques du Bafing et du Sénégal (source Rochette et Al., 1974)

**Le BAKOYE à TOUKOTO (16.500 km²)**

Indice de pente I _p	=	0,041
Indice général de pente IG	=	1,03 m/km

Hypsométrie :

De 160 m à 200 m d'altitude	=	0,3 %
De 200 m à 400 m d'altitude	=	76,2 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	20,2 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	3,0 %
De 800 m à 873 m d'altitude	=	0,3 %

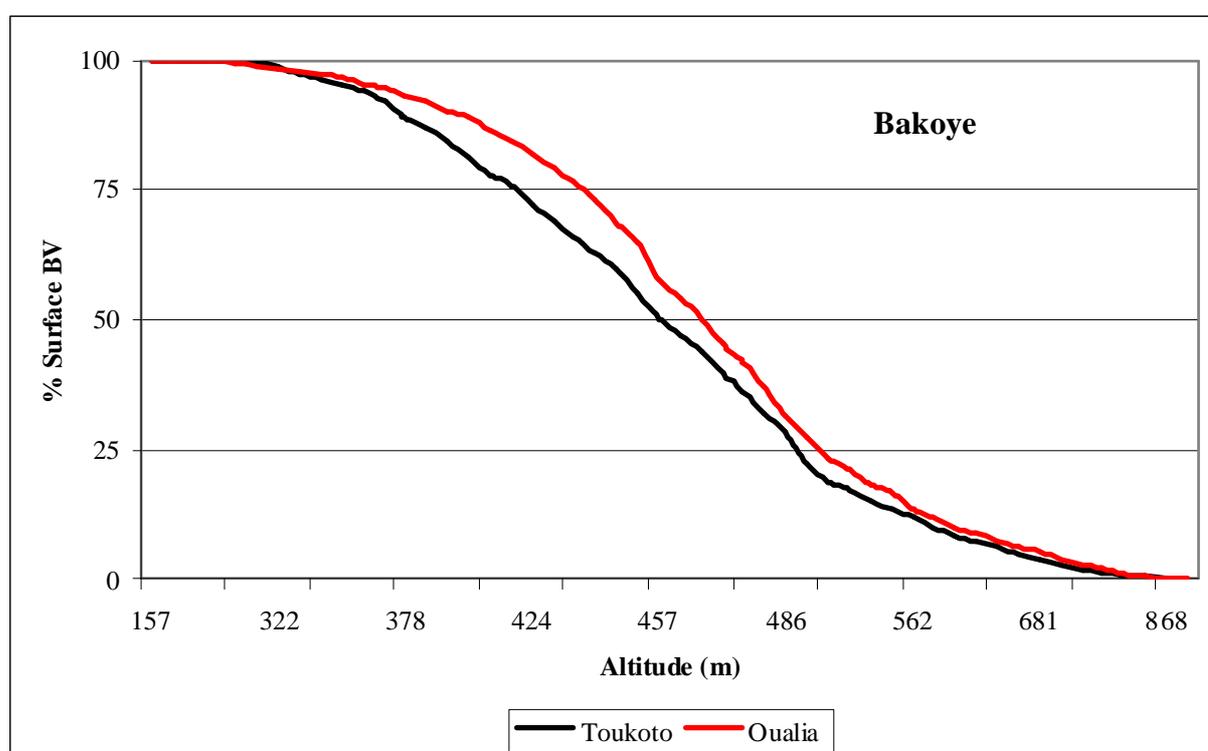
Le BAKOYE à OUALIA (84.700 km²)

Indice de pente Ip	=	0,026
Indice général de pente IG	=	0,38 m/km

Hypsométrie :

De 108 m à 200 m d'altitude	=	3,0 %
De 200 m à 400 m d'altitude	=	83,1 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	12,9 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	0,9 %
De 800 m à 873 m d'altitude	=	0,1 %

Figure 1.1.D : Courbes hypsométriques du Bakoye (source Rochette et Al., 1974)

**La FALEME à KIDIRA (28.900 km²)**

Indice de pente Ip	=	0,033
Indice général de pente IG	=	1,50 m/km

Hypsométrie :

De 19 m à 100 m d'altitude	=	20,4 %
De 100 m à 200 m d'altitude	=	49,1 %
De 200 m à 400 m d'altitude	=	14,6 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	11,4 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	4,4 %
De 800 m à 906 m d'altitude	=	0,1 %

La FALEME à GOURBASSI (17.100 km²)

Indice de pente Ip	=	0,050
Indice général de pente IG	=	2,30 m/km

Hypsométrie :

De 79 m à 100 m d'altitude	=	2,5 %
De 100 m à 200 m d'altitude	=	46,6 %
De 200 m à 400 m d'altitude	=	22,6 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	20,2 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	7,8 %
De 800 m à 906 m d'altitude	=	0,3 %

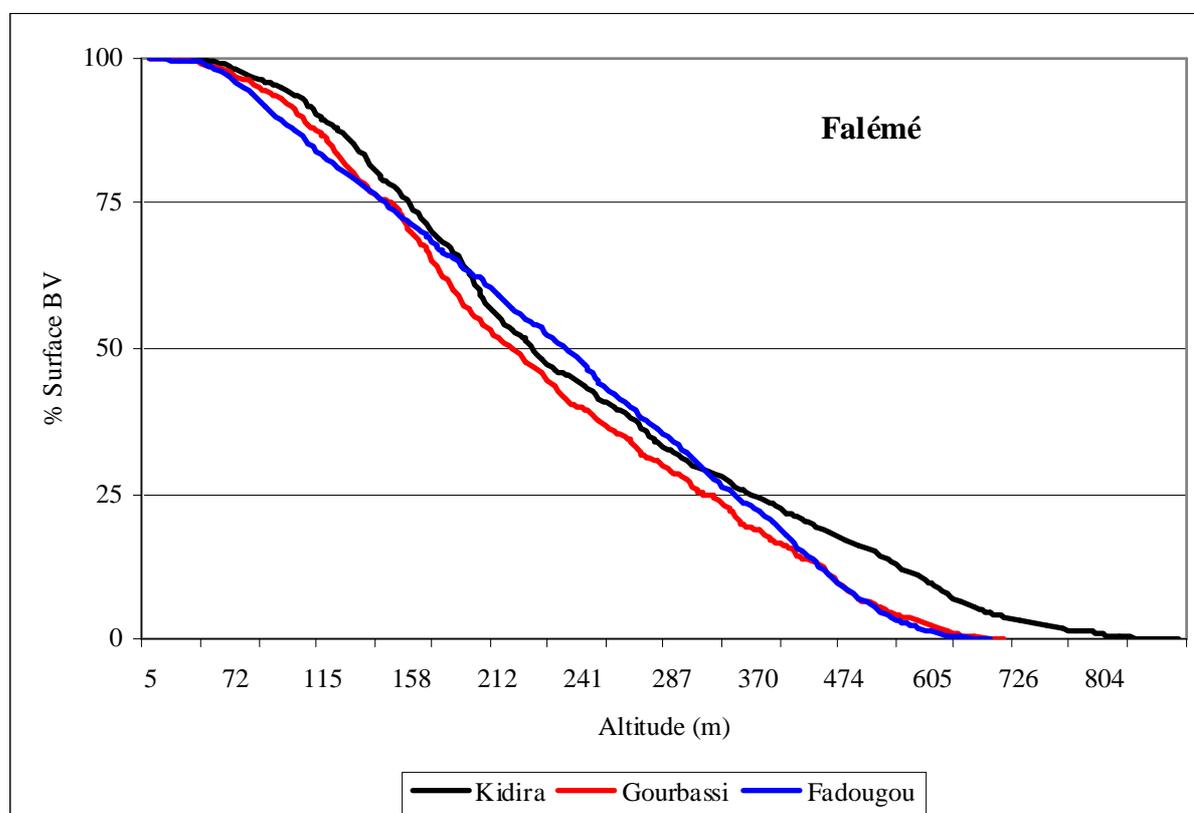
LA FALEME A FADOUGOU (9.300 km²)

Indice de pente Ip	=	0,073
Indice général de pente IG	=	3,72 m/km

Hypsométrie :

De 119 m à 200 m d'altitude	=	20,5 %
De 200 m à 400 m d'altitude	=	31,0 %
De 400 m à 600 m d'altitude	=	33,9 %
De 600 m à 800 m d'altitude	=	14,0 %
De 800 m à 906 m d'altitude	=	0,6 %

Figure 1.1.E : Courbes hypsométriques de la Falémé (source Rochette et Al., 1974)



1.2 RESEAU HYDROGRAPHIQUE

On trouvera, page 12, une carte du réseau hydrographique du SENEGAL jusqu'à SAINT-LOUIS avec mention des limites topographiques des différents bassins (source monographie 1974) et des stations hydrométriques principales.

Le SENEGAL en amont de BAKEL est formé par la jonction du BAFING et du BAKOYE à BAFOULABE. Le BAFING peut être considéré comme la branche mère du SENEGAL bien que son bassin versant total ne soit que de 38.400 km².

1.2.1 Le BAFING

Le BAFING prend sa source dans le massif du FOUTA-DJALLON, à quelque 800 mètres d'altitude, source qui se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord-ouest de MAMOU, en territoire guinéen.

Son cours supérieur est tourmenté et il circule entre des massifs granitiques et doléritiques qui l'obligent à prendre des orientations très diverses. Dès la cote 600 m (km 97), il prend jusqu'à sa confluence avec le BALE, premier affluent rive droite, une direction SW-NE. De la cote 600 jusqu'à la station de DAKKA-SAIDOU (cote 304, km 377), il traverse, par une série de rapides, la zone doléritique située à l'ouest de DINGUIRAYE. Il entre ensuite sur le plateau de grès infracambriens et traverse cette région au relief peu accusé en décrivant de nombreux méandres. Dans cette partie de son cours et jusqu'à DIBIA (km 657) on relève la présence d'un certain nombre de petits rapides dus à des seuils formés par des bancs de grès infracambriens.

A partir du km 600, il prend une direction E-W et à DIBIA prend une direction S-N jusqu'à BAFOULABE, où il reçoit le BAKOYE (km 750). De BAFOULABE à BAKEL, le SENEGAL a une direction SE-NW et traverse une zone plate, coupée cependant par quelques rapides dus à des seuils de grès infracambriens (seuil de TALARI) ou par des chutes (chutes de GOUINA et du FELOU). Depuis BAFOULABE, où il reçoit les apports du BAKOYE, ses principaux affluents rive droite sont la KOLIMBINE (près de KAYES) et le KARAKORO, 70 km en amont de BAKEL. Côté rive gauche, il ne reçoit qu'un affluent important : la FALEME, dont la confluence avec le SENEGAL a lieu à une cinquantaine de kilomètres en amont de BAKEL.

1.2.2 Le BAKOYE

Le BAKOYE a un bassin versant de 85.600 km². Il prend sa source à 760 m d'altitude environ dans la région des monts MENIEN (11°50' N, 9°40' W), au nord-ouest de SIGUIRI. Il atteint rapidement la cote 400 m (km 14) après avoir traversé cette région granitique par une série de chutes et de rapides. A partir de cette cote, il traverse une région plate, sans relief accusé, constituée de schistes birrimiens et de grès infracambriens. Le BAKOYE décrit alors de multiples méandres : la direction générale de son cours est S-N. Il reçoit, côté rive droite, le BAOULE (km 445 avant de se jeter dans le BAFING (km 561), un peu en amont de BAFOULABE.

1.2.3 Le BAOULE

Affluent principal du BAKOYE, le BAOULE prend sa source à 750 m d'altitude, dans la région sud-est de BAMAKO. Il traverse dans la partie supérieure de son cours des reliefs doléritiques puis débouche sur le plateau MANDINGUE où sa faible pente et le manque de relief font qu'il décrit une série de nombreux méandres. Il a une direction sensiblement N-S puis, après avoir dessiné deux immenses boucles, rejoint Le BAKOYE suivant une direction NE-SW.

1.2.4 La FALEME

Affluent du SENEGAL (50 km en amont de BAKEL), la FALEME a, dans l'ensemble, une orientation de son cours sensiblement parallèle à celui du BAFING. Elle prend sa source à 800 m d'altitude dans une région de plateaux doléritiques (BOWAL SEGUERE FOUYOU, 11°52' N, 10°52' W).

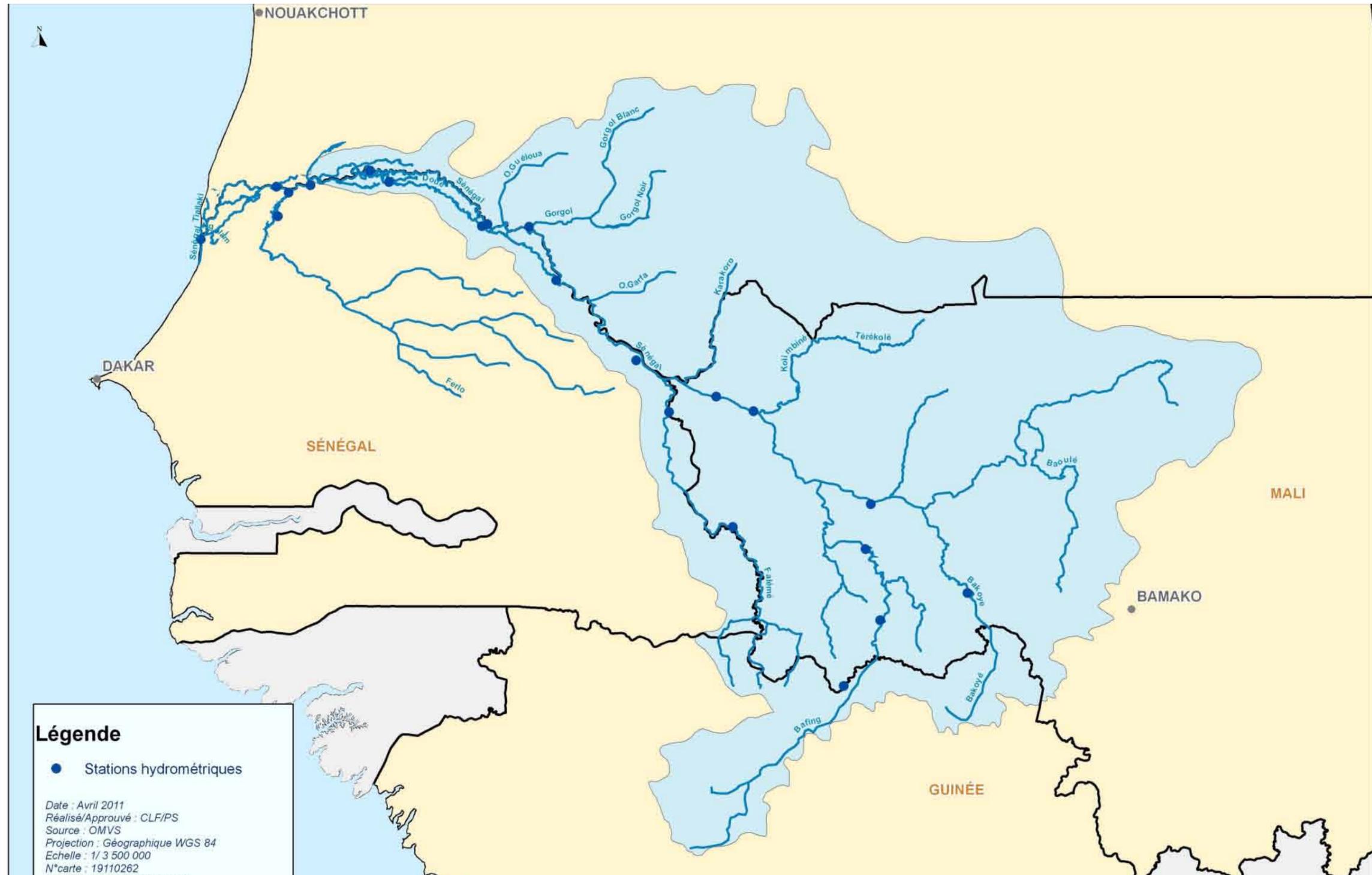
Elle a un cours supérieur assez irrégulier prenant tour à tour une direction N-S puis E-W, ensuite SW-NE afin de contourner les sills doléritiques importants. Ensuite, elle traverse une région plus plate, constituée de schistes birrimiens en prenant des orientations variées. Ces changements d'orientation de son cours sont dus à la présence de reliefs constitués par des pointements de dolérites, qui traversent les schistes birrimiens (cf. Géologie 1.4). Au km 110, elle reçoit le KOULOUN-KO et prend une direction WE jusqu'à FADOUGOU (cote 110 m, km 220). De FADOUGOU à GOURBASSI, elle coule suivant une orientation SE-NW, puis s'infléchit encore plus vers l'ouest pour reprendre une direction S-N jusqu'à KIDIRA et sa confluence avec le SENEGAL (km 625).

La FALEME, plus que les autres fleuves décrits, est caractérisée dès sa sortie des reliefs doléritiques par une série impressionnante de méandres. Signalons cependant que dans le second tiers de son cours, entre FADOUGOU et GOURBASSI, elle traverse une suite de petits rapides dus à des seuils rocheux constitués tantôt de bancs de grès durs, tantôt de roches vertes ou de microgranites.

1.2.5 La KOLIMBINE

Le cours supérieur de la KOLIMBINE est formé par la rivière OUADOU qui prend naissance dans la région sud-est de NIOURO du SAHEL à une altitude de 300 m environ. Cette rivière traverse une région très plate et ensablée constituée par des schistes et des grès précambriens. Le bassin du OUADOU, bien que rattaché topographiquement à celui de la KOLIMBINE, forme une unité distincte du point de vue hydrographique à cause de l'endoréisme qui le caractérise. La superficie adoptée pour le bassin de la KOLIMBINE correspond à la partie active du bassin topographique telle qu'elle est représentée sur la carte au 1/2.000.000^e. Dans son cours inférieur, la KOLIMBINE traverse une suite de dépressions marécageuses dont la plus remarquable est celle de MAGUI, avant de se jeter dans le SENEGAL, un peu en amont de la ville de KAYES. Les apports de la KOLIMBINE, comme ceux du KARAKORO sont peu abondants par suite de l'aridité croissante du climat.

Figure 1.2.A : Réseau hydrographique du bassin versant du fleuve Sénégal



1.2.6 Le KARAKORO

Le KARAKORO prend sa source dans la région située au nord-est de KIFFA et se jette dans le SENEGAL à LAMI-TOUNKA en aval d'AMBIDEDI. L'orientation générale de son cours est N-S. Sa pente est faible et il traverse également des zones basses et marécageuses.

1.3 PROFIL EN LONG

En général, les profils en long des cours supérieurs du SENEGAL-BAFING et de ses principaux affluents, que ce soit le BAKOYE, le BAOULE ou la FALEME, sont très accidentés et coupés de nombreux rapides.

1.3.1 Le SENEGAL-BAFING

Le SENEGAL a été groupé avec sa branche mère le BAFING afin de comprendre le fleuve SENEGAL en amont de BAKEL.

En amont de BAKEL, le BAFING-SENEGAL a une longueur de 1006 km pour une dénivellée totale de 789 mètres, soit une pente moyenne de 0,78 ‰. Le BAFING de BAFOULABE à sa source a une longueur de 750 km pour une dénivellée de 712 m, soit une pente de 0,95 ‰. Sur le haut-BAFING, en amont de DAKKA-SAIDOU, la pente varie de 5,5 ‰ à 0,50 ‰. Elle tend à décroître vers l'aval, bien que l'on rencontre encore de nombreux rapides jusqu'à DIBIA (km 1132). Entre DIBIA et BAFOULABE, la pente reste voisine de 0,5 ‰.

La répartition de la pente le long du cours du BAFING-SENEGAL (en ‰) est la suivante :

Km 1790 à 1767	:	4,35 ‰
Km 1767 à 1693	:	1,35 ‰
Km 1693 à 1684	:	5,55 ‰ zone de rapides
Km 1684 à 1583	:	0,49 ‰
Km 1583 à 1570	:	4,61 ‰ km 1570, station de BALABORI
Km 1570 à 1551	:	2,10 ‰
Km 1551 à 1532	:	2,63 ‰
Km 1532 à 1500	:	1,56 ‰
Km 1500 à 1412	:	0,49 ‰ km 1412, station de DAKKA-SAIDOU
Km 1412 à 1410	:	3,50 ‰ zone de rapides
Km 1410 à 1389	:	0,95 ‰
Km 1389 à 1365	:	1,66 ‰
Km 1365 à 1299	:	0,15 ‰ km 1299, station de BAFING-MAKANA
Km 1299 à 1271	:	1,07 ‰
Km 1271 à 1132	:	0,47 ‰ km 1132, station de DIBIA
Km 1132 à 1059	:	0,42 ‰ km 1059, station de DEGUERE
Km 1059 à 1046	:	1,00 ‰ km 1046, station de MAHINA
Km 1046 à 1039	:	0,14 ‰ km 1039, station de BAFOULABE
Km 1039 à 1009	:	0,66 ‰ km 1009, station de GALOUGO
Km 1009 à 989	:	0,35 ‰ chutes de GOUINA 62 m/47 m)
Km 989 à 929	:	0,13 ‰ chutes du FELOU (39 m/23,5 m)
Km 929 à 914	:	0,22 ‰ km 914, station de KAYES
Km 914 à 872	:	0,07 ‰ km 872, station d'AMBIDEDI
Km 872 à 784	:	0,07 ‰ km 784, station de BAKEL

On peut remarquer sur le profil en long que le BAFING-SENEGAL n'est pas toujours à une altitude inférieure à ses affluents, bien au contraire. Le profil en long du BAFING seul est également présenté.

On peut, dans l'ensemble, diviser le cours du BAFING-SENEGAL en amont de BAKEL en 3 grandes parties :

- La première, de la source à DAKKA-SAIDOU (km 1412), avec une pente moyenne de 1,31 ‰. C'est une zone de franchissements successifs de rapides.
- La seconde, de DAKKA-SAIDOU à BAFOULABE (km 1039) a une pente moyenne de 0,59 ‰. Cette pente n'est plus torrentielle ; on peut toutefois signaler quelques rapides en amont de DIBIA.
- Enfin, une 3ème partie qui va de BAFOULABE à BAKEL (km 784) et dont la pente moyenne est de 0,30 ‰. Il convient de noter cependant qu'après la jonction du BAFING et du BAKOYE à BAFOULABE, le SENEGAL coule sur des grès infracambriens dont il franchit les bancs les plus durs par des rapides (seuil de TALARI) ou par des chutes (chutes de GOUINA, passant de 62 m à 47 m, et chutes du FELOU entre 39 m et 23,5 m). Ainsi, entre BAFOULABE et KAYES, soit sur 125 km, le SENEGAL perd 68 m environ, ce qui correspond à une pente moyenne de 0,54 ‰.

A KAYES, qui est situé à quelques 900 km de la mer, l'altitude du plan d'eau en étiage n'est plus que de 20 m. La navigation en hautes eaux n'est entravée par aucune chute ni rapide. On peut noter cependant quelques bancs rocheux apparaissant à l'étiage. La pente moyenne devient très faible et ne dépasse pas 0,07 ‰ entre KAYES et BAKEL.

1.3.2 Le BAKOYE et le BAOULE

Pour une longueur de 561 m et une dénivelée de 672 m, le BAKOYE a une pente moyenne de 1,19 ‰, soit une pente légèrement supérieure à celle du BAFING. Dans le tiers supérieur à de son cours, le BAKOYE a une pente assez forte 2,60 ‰ ; elle décroît nettement jusqu'à sa confluence avec le BAFING et ne dépasse pas 0,55 ‰. Son affluent principal le BAOULE a une pente équivalente à celle du BAKOYE sur les 60 premiers km de son cours (2,7 ‰) mais celle-ci s'établit rapidement à 0,3 ‰, valeur qu'elle conserve jusqu'au confluent avec le BAKOYE.

1.3.3 La FALEME

La FALEME, qui constitue le dernier affluent important du SENEGAL en amont de BAKEL, a une pente moyenne de 1,24 ‰ correspondant à une longueur de 625 km pour une dénivelée de 777 m. La partie supérieure du cours de la FALEME a une pente extrêmement forte puisqu'elle passe de l'altitude 800 m à l'altitude 200 m en 70 km environ, soit une pente de près de 9,0 ‰ (8,57 ‰ exactement). La pente s'adoucit ensuite pour n'être plus que de 0,24 ‰ entre FADOUGOU et son confluent avec le SENEGAL.

1.3.4 La KOLIMBINE et le KARAKORO

Le WADOU qui constitue le cours supérieur de la KOLIMBINE a une pente assez forte (3,3 ‰) dans sa partie amont (région de NIORO). Sur le reste de son cours, la pente moyenne est très faible (0,37 ‰). La KOLIMBINE a une pente du même ordre (0,47 ‰ sur 225 km) de même que le KARAKORO (0,37 ‰).

Figure 1.3.A : Profil en long du Sénégal en amont de Bakel et de ses principaux affluents (source : monographie de 1974)

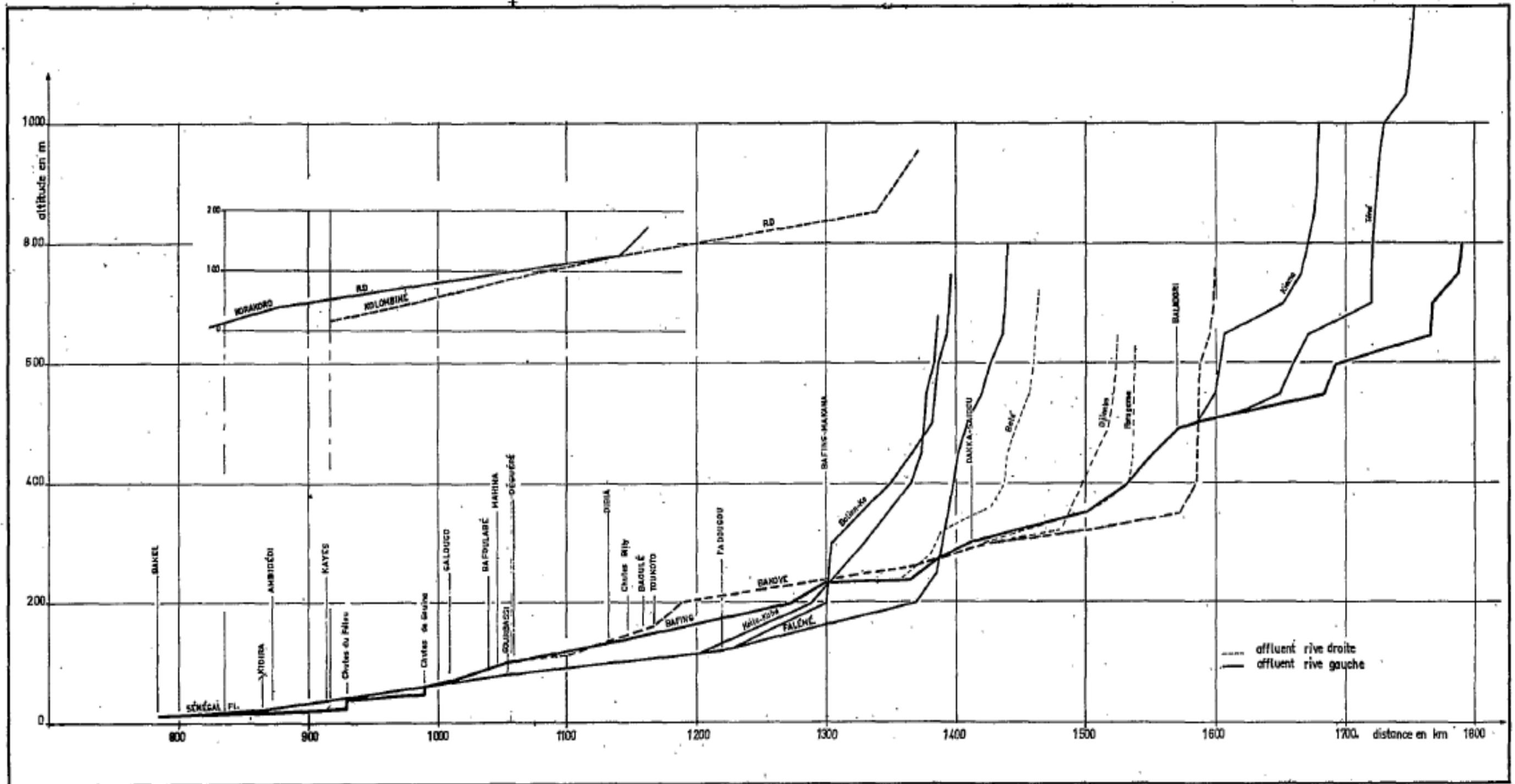


Figure 1.3.B : Profil en long du Bafing et de ses principaux affluents (source : monographie de 1974)

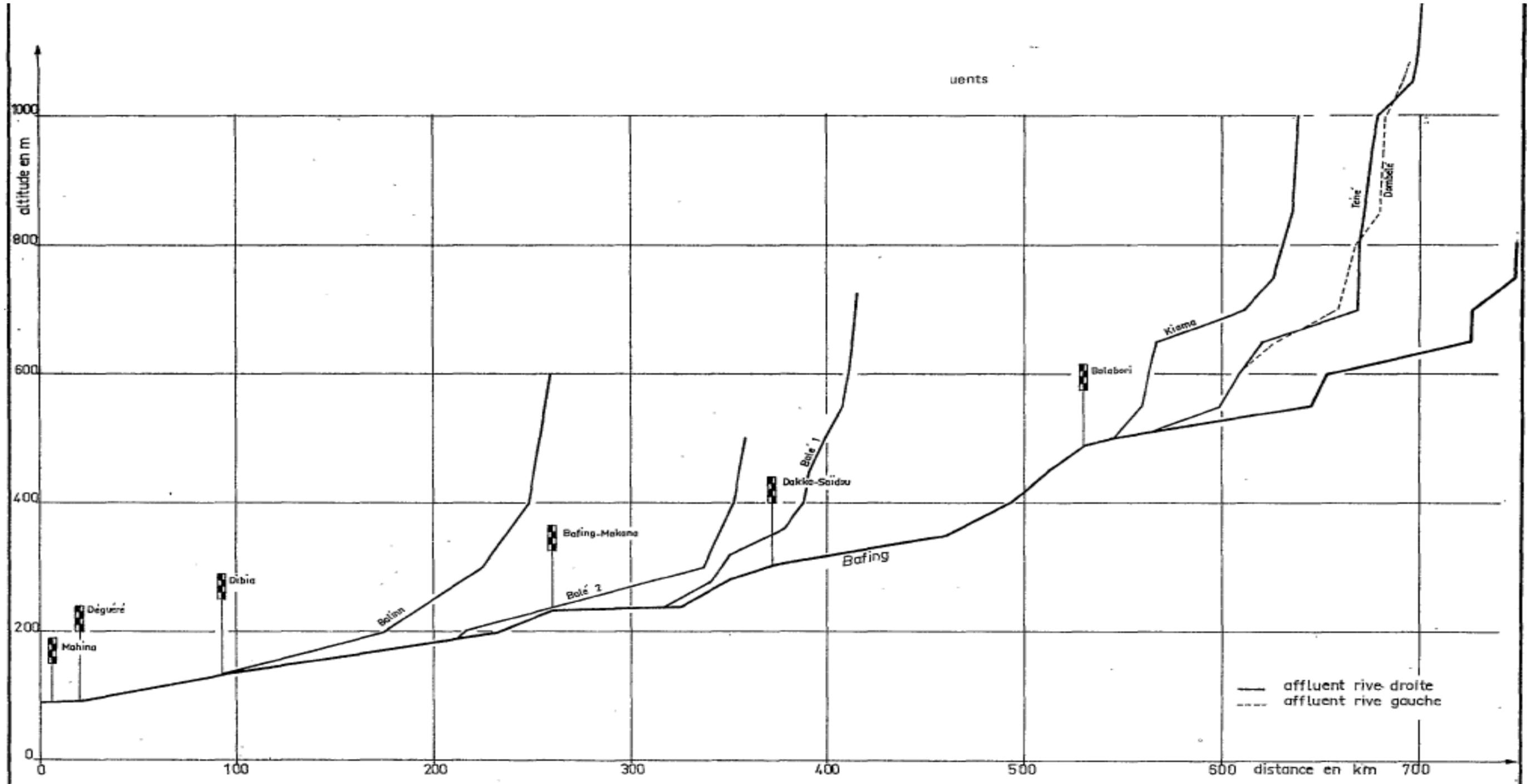


Figure 1.3.C : Profil en long du Bakoye et de ses principaux affluents (source : monographie de 1974)

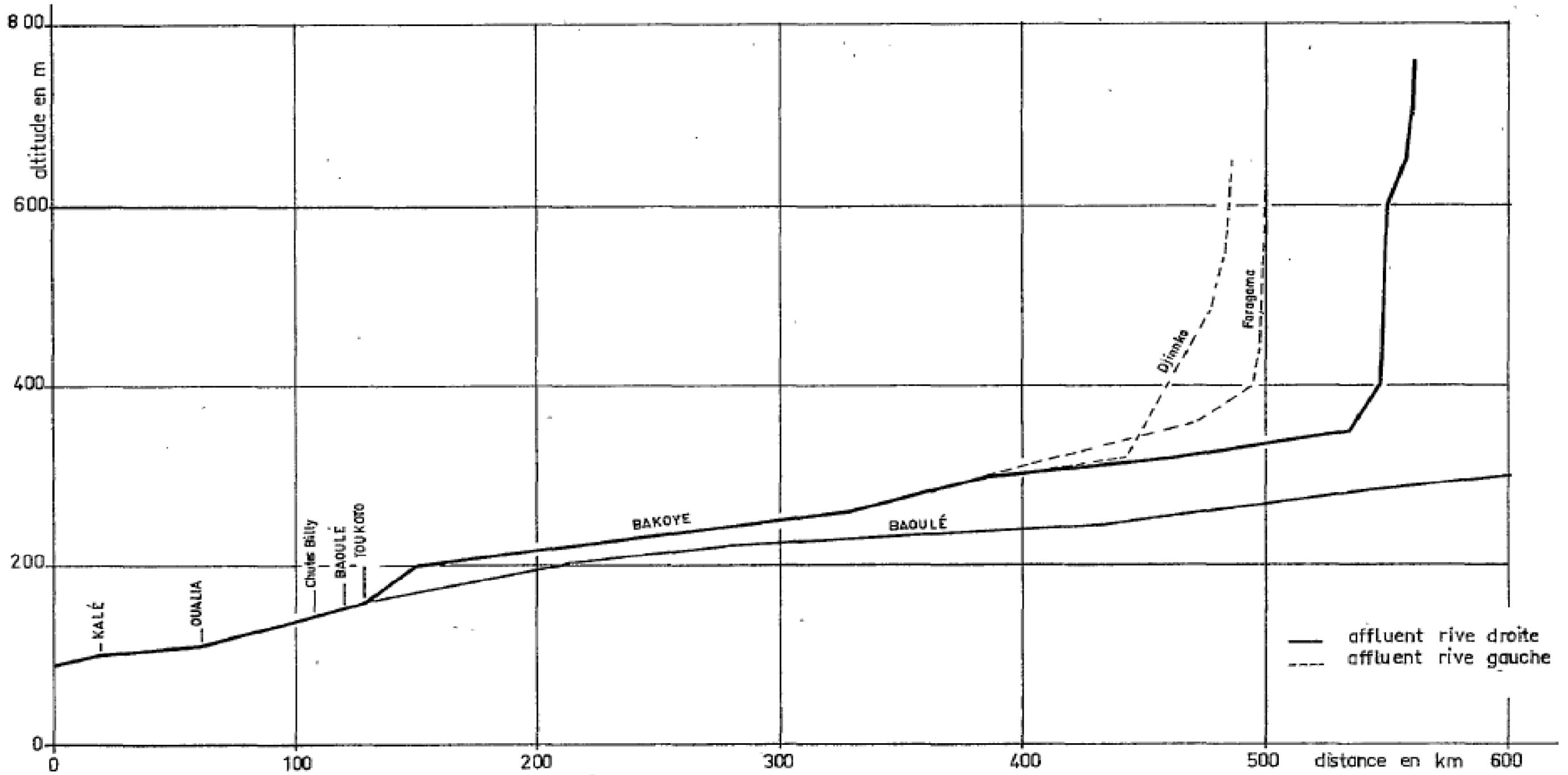
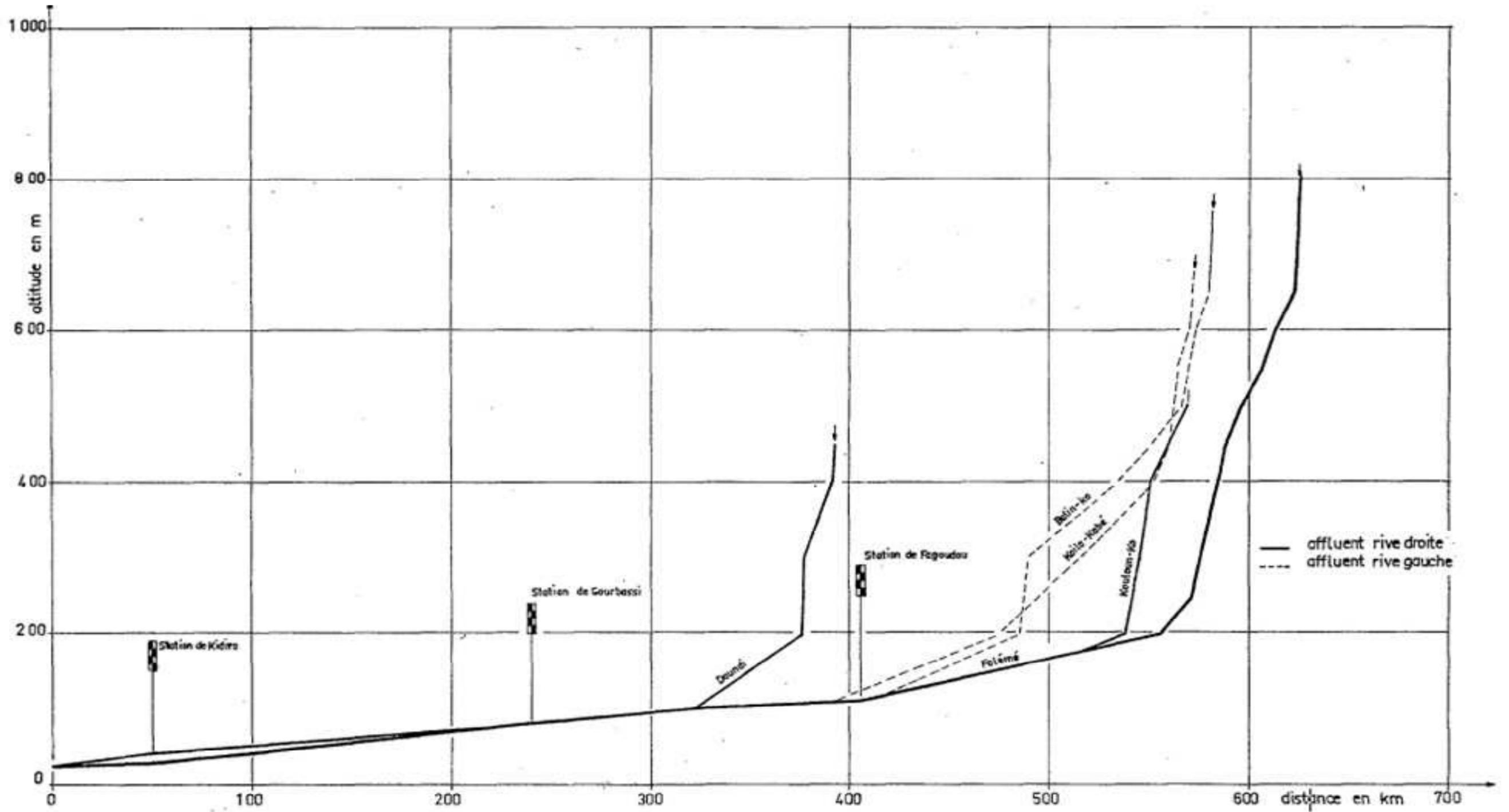


Figure 1.3.D : Profil en long de la Falémé et de ses principaux affluents (source : monographie de 1974)



1.4 GEOLOGIE

1.4.1 Formations géologiques

Sur le bassin supérieur du SENEGAL, on peut distinguer les formations suivantes :

- A – le socle ancien
- B – le Paléozoïque
- C – le Tertiaire

Les formations dominantes sont les deux premières citées.

A – Le socle ancien

Il est composé en général de roches ayant subi un léger métamorphisme et appartenant à la zone des micaschistes supérieurs, plus rarement à celle des micaschistes inférieurs. On y distingue : des cipolins, des schistes ou micaschistes, des quartzites et des anciennes roches basiques transformées en roches vertes. Dans tout cet ensemble se sont mis en place des granites qui ont été classés en granites syncinématiques, granites tardicinématiques, granites et granodiorites post-tectoniques.

En raison de leur composition chimique et de leur faible intensité de métamorphisme, ces formations ont été rattachées au système birrimien qui tire son nom de la rivière BIRIM au GHANA.

A.1- Schistes, micaschistes et quartzites

Ces formations sont largement représentées dans le bassin de la FALEME (région de KEDOUGOU). On les trouve également dans la région de SIGUIRI où le BAKOYE prend sa source.

Parmi les schistes on distingue des schistes sériciteux, des talcschistes et des micaschistes à muscovite. Les quartzites ont été affectés par un métamorphisme de même intensité. Les études récentes viennent de prouver qu'il s'agit rarement de vrais quartzites, mais la plupart du temps de grès feldspathiques mal classés.

A.2- Metaandesites et metabasites

Ces roches associées à des tufs, grauwackes, jaspes et argilites constituent un complexe volcano-sédimentaire typique : les faciès éruptifs et sédimentaires alternent mais, d'une manière générale, la puissance des masses éruptives paraît faible. Comme pour l'ensemble des terrains anciens, ces roches ont subi un métamorphisme léger qui s'apparente à la zone des micaschistes supérieurs.

Ces anciennes roches volcaniques forment une bande remarquablement continue qui se suit depuis l'ouest de KEDOUGOU jusqu'à la FALEME. Elle se poursuit plus au nord où elle affleure dans la région nord de KAYES.

A.3- Les granites syncinématiques

Il s'agit de granites ou de granodiorites orientés, formant des massifs allongés suivant la direction birrimienne (approximativement NE-SW) mais d'où sont pratiquement exclues les migmatites. Ils correspondent aux « granito-gneiss » des anciens auteurs. Tout un cortège d'aplites et de pegmatites les accompagnent généralement.

Géographiquement, dans le bassin supérieur du SENEGAL, on peut distinguer les grands ensembles suivants :

- Le complexe imposant que l'on observe sur le cours supérieur du BAFING (région de DALABA),
- Le granite de la région de DINGUIRAYE,
- Le granite de SARAYA au nord-est de KEDOUGOU,
- Le granite au sud-est de KIDIRA,
- Le massif granitique situé au nord de KAYES.

Ces granites sont assez hétérogènes tant du point de vue de leur mise en place que du point de vue pétrographique. Ils correspondent aux granites « BAOULES » de L. BODIN.

A.4- Les granites ou granodiorites post-tectoniques

Ils se présentent en petits massifs de forme arrondie, recoupant à l'emporte-pièce les terrains birrimiens. Les contacts avec les terrains encaissants sont nets. Tous ces massifs sont à tendance granodioritique ou dioritique. Les principaux types de ce granite se rencontrent au nord-est de DINGUIRAYE (bassin supérieur du BAKOYE), au nord de KEDOUGOU et au nord de KAYES, à l'est du KARAKORO.

B – Le paléozoïque

Toutes les formations décrites précédemment ont été recouvertes en discordance par des terrains d'origine sédimentaire qui, mise à part une bande d'orientation subméridienne (série de BAKEL-AKJOUJT), n'ont subi l'action d'aucun métamorphisme.

Ces formations ne contiennent aucun fossile permettant de les dater à coup sûr. Cependant, par corrélation avec Les schistes à graptolithes de GUINEE qui les recouvrent normalement, on admet que ces terrains, antérieurs au Gothlandien, sont paléozoïques.

B.1- L'Infracambrien

Cette série est constituée de formations subhorizontales où se distinguent des grès, des quartzites, des pélites (roches siliceuses et argilo-siliceuses correspondant aux shales des anglo-saxons) et des calcaires.

Les puissantes formations de l'Infracambrien constituent le rebord septentrional du FOUTA-DJALLON, le plateau de la TAMBAOURA et le plateau MANDINGUE. Ces grès siliceux et argileux se succèdent en bancs de dureté variable qui donnent lieu à des irrégularités du profil en long des cours d'eau (seuils de TALARI, chutes de GOUINA et du FELOU sur le SENEGAL, entre BAFOULABE et KAYES). Au nord-est de KAYES et à l'ouest de KIFFA s'étend le vaste plateau de l'AFFOLE, constitué également de grès infracambriens.

Enfin, au nord-ouest de BAMAKO, le cours supérieur du BAOULE traverse également l'Infracambrien gréseux (série de SOTUBA).

B.2- Le primaire

En l'absence de fossiles permettant de dater avec certitude les terrains d'origine sédimentaire, le Primaire a été subdivisé en 3 groupes de formations qui sont :

- le Cambrien inférieur
- le Cambrien supérieur
- l'Ordovicien.

B.2.1- Le cambien inférieur

La plupart des formations du Cambrien inférieur sont constituées de terrains d'origine sédimentaire. Néanmoins, on distingue vers la base des roches d'origine volcano-sédimentaire qui permettent de classer le Cambrien inférieur en deux ensembles qui sont :

- le complexe volcanique de base, à tendance acide, constitué de rhyolites, d'andésites et de microgranites,
- le cambrien inférieur d'origine sédimentaire présentant la succession suivante : tillite, calcaires, jaspes, grès.

Le Cambrien inférieur débute par une formation d'origine glaciaire : c'est un conglomérat de calcaro-argileux dont l'extension apparaît considérable dans le bassin de TAOUDENI. Reconnu par les anciens auteurs, en particulier par L. BAUD qui l'a décrit sous ce terme, il présente localement des galets striés qui permettent de lui appliquer le terme de Tillite. On a choisi arbitrairement la Tillite comme base du Cambrien car elle marque un phénomène (glaciation) très étendu dans l'espace. De plus, elle repose en légère discordance sur l'Infracambrien gréseux.

Cet ensemble de formations sédimentaires et paléo-volcaniques intéresse la plus grande partie du bassin supérieur du SENEGAL. Elle se prolonge à l'est de KAYES, jusqu'au-delà du méridien 8° et à l'ouest de KAYES en une bande allant de l'ouest de KEDOUGOU à KIFFA.

B.2.2- Le cambien supérieur

Il s'agit de grès argileux rouges mal classés qui passent en concordance aux pelites inférieures.

Il est assez peu représenté dans le bassin supérieur du SENEGAL (on relève quelques affleurements au sud-est et au nord-est de BAKEL). Il affleure surtout dans la région du massif de l'ASABA (bassin du SENEGAL inférieur).

B.2.3- L'ordovicien

Par corrélation avec les grès de la falaise de DOMBIAGUI en GUINEE, on attribue à l'Ordovicien une formation de grès blancs saccharoïdes, pouvant passer par tectonisation à des quartzites. Leur cohésion, due à leur grande dureté et à une faible latéritisation, permet de les observer dans de bonnes conditions. Ils forment des synclinaux plus ou moins pincés et reposent en discordance sur les grès rouges du Cambrien supérieur.

On peut les observer au sud-est et au nord-est de BAKEL ainsi que dans l'ASSABA.

B.3- Facies métamorphique du primaire

Une partie du Primaire a subi des plissements pouvant localement être extrêmement violents. Dans les zones les plus tectonisées, les roches ont subi des transformations dans leur structure même. Il y a eu métamorphisme s'accompagnant de la destruction des anciens minéraux et de l'apparition de minéraux nouveaux. Ces formations sont composées essentiellement de roches vertes et de schistes et quartzites : c'est la série de BAKEL-AKJOUJT.

B.4 – Les dolérites post-primaires

Des intrusions de roches basiques, apparentées au groupe des dolérites traversent :

- le Birrimien au nord et à l'ouest de KEDOUGOU,
- l'Infracambrien (région du BAFING supérieur et région est et ouest de KITA)
- le Cambrien à l'est et au nord-est de BAFOULABE.

Ces intrusions forment des sills, dont la mise en place a été contrôlée par la nature, et la stratification des roches traversées. D'importants phénomènes de métamorphisme peuvent être observés au toit et au mur de ces intrusions. Toutes ces venues doléritiques appartiennent à un même système volcanique. Elles sont très développées en GUINEE où elles recoupent les formations dévoniennes : elles sont donc post-dévoniennes.

Ces intrusions de dolérites forment la charpente des régions les plus élevées du FOUTA DJALLON et du massif qui s'étend de BAFOULABE à NIORO.

C- Le tertiaire

Les formations sédimentaires plus récentes ne sont représentées sur le bassin supérieur du SENEGAL que par un affleurement de Continental Terminal, situé à l'est de NIORO, à la limite du bassin. Le Continental est largement représenté dans le bassin inférieur du SENEGAL. Le Continental Terminal est formé de sables argileux aux couleurs très variées dans lesquels s'intercalent des niveaux argileux ou gréseux.

1.4.2 Hydrogéologie

Du point de vue de la capacité de rétention en eau, toutes les formations du haut bassin du SENEGAL doivent être considérées comme très peu perméables.

Dans les roches métamorphiques comme dans les grès, les systèmes aquifères se réduisent généralement à des cuvettes topographiques peu étendues, favorables à l'accumulation d'alluvions et de sables.

Les aquifères du socle dans le bassin du fleuve Sénégal ont été identifiés au Sénégal Oriental, au Mali et en Guinée.

Au Sénégal, les aquifères du socle dans le bassin du fleuve Sénégal sont localisés dans la haute vallée, principalement au Sud de Sémmé. Ils renferment des ressources en eau peu importantes et sont localisés dans la frange d'altération des roches cristallines précambriennes. Les paramètres hydrauliques, généralement médiocres, ne permettent le plus souvent que l'exhaure de débits limités à quelques m^3/h .

Dans la partie guinéenne du bassin, on distingue des aquifères discontinus de type fissuré ou inter granulaire de bas fond et des aquifères semi continus de type fissuré avec une nappe superficielle inter granulaire.

Dans la partie malienne du haut bassin du Fleuve Sénégal, on rencontre des nappes constituant en général un système aquifère en continuité hydraulique.

Le milieu fracturé caractéristique des environs du barrage de Manantali est hydrogéologiquement mal connu. On y distingue :

- Une nappe dans les versants situés au dessus de la cote de la vallée du Bafing,
- Une nappe artésienne localisée dans les pélites,
- Une nappe discontinue dans les alluvions du Fleuve.

On peut signaler que les nappes d'arènes existent dans les niveaux altérés des granites et des schistes, mais ce sont de petites nappes locales et d'un débit très faible (n'excédant pas, pour les plus importantes, $10 m^3/j$) suffisantes cependant pour permettre aux autochtones de faire la soudure « entre la fin de la saison sèche et les premières pluies ».

On peut encore citer les cônes d'éboulis engendrés par l'érosion des dolérites et des grès. Ces cônes d'éboulis souvent très importants (région de KEDOUGOU, falaise d'Infracambrien gréseux) constituent d'excellentes roches magasins et il n'est pas rare de trouver, à la rupture de pente, des sources alimentées par le drainage de ces éboulis. Il ne faut pas s'attendre à trouver des débits dépassant le m^3/j .

Mais dans l'ensemble, la capacité de rétention du haut bassin est très faible, comme le prouve d'ailleurs la sévérité des étiages.

1.4.3 Erosion

La résistance à l'érosion du bassin ne dépend qu'indirectement de la nature géologique du sous-sol. Elle dépend plus immédiatement de la couverture végétale (voir paragraphe 1.6) et de la nature des sols superficiels (voir paragraphe 1.5).

Dans le bassin du BAFING, ainsi que dans les bassins supérieurs de la FALEME, du BAKOYE et du BAOULE (pluviométrie supérieure à 900 mm), le couvert végétal est suffisant pour que l'érosion mécanique soit négligeable, sauf dans certaines zones où l'on a défriché de façon trop intensive, mais l'érosion chimique est active.

Dans le reste du haut bassin, la végétation est moins vigoureuse et souffre de feux de brousse. L'érosion mécanique paraît donc assez active. On note, en particulier, des affouillements importants dans les remblais sableux qui longent le haut SENEGAL et

plusieurs de ces affluents, comme c'est le cas, par exemple, de la FALEME en amont de KIDIRA.

1.4.4 Géomorphologie

Au point de vue morphologique, le bassin du haut SENEGAL peut se diviser schématiquement en deux grands ensembles :

- une succession de reliefs sub-tabulaires, constitués par des formations doléritiques et granitiques, recouverts de formations latéritiques discontinues (cuirasse et carapace latéritiques), dont l'altitude va décroissant vers le nord où ces plateaux n'atteignent plus que 300 à 400 m, alors que dans le haut BAFING et la FALEME supérieure ils sont fréquemment voisins ou supérieurs à 1000 m,
- une région au relief moins accentué que nous appellerons la « plaine » et qui s'étend au nord du 12° de latitude et n'est marquée par aucun relief important à l'exception des massifs doléritiques situés au nord-est de KAYES.

Ces hauts plateaux (dont certains, nous l'avons dit, culminent à plus de 1000 m, dans la région de LABEDABOLA, sur le haut BAFING et dont l'altitude va en s'abaissant progressivement vers le nord) sont constitués de granites et de dolérites. La partie supérieure est sub-tabulaire et recouverte de formations latéritiques discontinues. Les versants sont, en bien des endroits, abrupts et il n'est pas rare d'y trouver des formations de pente bien développée : goulets, blocs de roches et de cuirasse latéritique pour les éléments les plus gros, reposant sur des éléments plus fins allant des graviers et gravillons latéritiques aux éléments détritiques fins : sables. L'ensemble de ces plateaux a été découpé par le réseau hydrographique en une succession de vallées en V aux flancs plus ou moins redressés. Ces reliefs s'abaissent petit à petit vers le nord. Au nord du 12° de latitude ils dominent une immense étendue constituée soit par des formations gréseuses (Infracambrien et Cambrien), soit par des formations schisteuses (Birrimien) : c'est cette région que, par opposition à la précédente, nous avons appelée la « plaine ».

En effet, par opposition à la précédente, le relief de cette « plaine » est peu accentué (à l'exception des massifs doléritiques qui forment les massifs au nord-est de KAYES). Cette plaine, morcelée par le réseau hydrographique, est constituée en fait d'une succession de plateaux latéritiques de dimensions variables (pouvant s'étendre sur plus de 30 km comme c'est le cas dans la région ouest de la FALEME).

La surface de ces plateaux est très plane ou descend par des versants très doux jusqu'aux thalwegs. Leur pente est parfois inférieure à 1 %. Par endroits, les affleurements de cuirasse latéritique forment de petits ressauts de 0,50 m à 1 m. Ce n'est qu'à la suite de profondes entailles de la FALEME, du BAFING et du BAKOYE qu'ils se traduisent par un talus d'une hauteur de 5 à 20 m. En contrebas, s'étend généralement une bande de terres sablo-argileuses, inclinée vers le lit majeur des marigots et des fleuves.

Une autre caractéristique du paysage est la présence de nombreuses petites vallées, en forme de couloir, ou de dépressions étroites et allongées, à fond plat. Parfois, un petit marigot serpente au milieu de cette bande de terrains sablo-argileux, aménagés par la riziculture pendant l'hivernage ; ailleurs on n'observe pas de traces d'un écoulement concentré. Ces dépressions et petites vallées que l'on peut qualifier de fossiles sont organisées en un réseau hiérarchisé qui aboutit aux vallées des principaux cours d'eau.

1.5 ETUDE DES SOLS

La présente étude est due à S.PEREIRA BARRETO, ancien pédologue au centre ORSTOM de DAKAR. Ce chapitre est repris, in extenso, de la monographie de 1974.

La monographie des sols d'une aussi vaste région que celle du bassin du fleuve SENEGAL exige au moins que soit effectuée une reconnaissance sur l'ensemble de la zone. Dans cette région, l'extrême complexité de la répartition des sols et surtout les variations très importantes qui apparaissent de façon inattendue entre zones apparemment identiques, doivent en effet mettre en garde contre toute intrapolation ou extrapolation abusive à partir de zones connues. Cette précaution est sans cesse confirmée et se justifie de plus en plus à mesure que des travaux de prospection et de cartographie sont effectués dans la région.

Une monographie des sols axée sur la considération des caractéristiques hydrologiques suppose qu'elle puisse être faite dans le cadre d'une classification aussi adaptée que possible à ce propos. Celle que nous avons adoptée dans cette étude (classification pédologique utilisée en France de G. AUBERT et PH. DUCHAUFOR) n'atteint que très partiellement ce but.

Dans les limites de notre étude, nous pensons cependant que c'est surtout au niveau de la famille (pouvant donner une idée de la texture) que doivent être dégagées les principales caractéristiques à rôle hydrologique.

Ces considérations donnent donc à notre étude une portée restreinte. Elle n'aura pas la prétention de présenter un inventaire complet des sols de la région et encore moins de dégager le rôle de ces sols dans la genèse de l'écoulement, mais limitant son objet à l'étude de zones bien délimitées, elle aura l'avantage de mettre l'accent sur la complexité de la répartition des sols dans ces régions et d'inciter à la prudence lorsqu'on se propose de définir le comportement hydrologique d'une région ou d'une zone aussi petite soit-elle, en fonction de ses données pédologiques.

Quel que soit le contenu donné au concept sol, il est unanimement reconnu comme étant cette partie, généralement meuble, de l'écorce terrestre qui résulte de l'action combinée du climat et de la biosphère sur la lithosphère. De cette définition se trouve d'emblée dégagés les facteurs principaux et généraux de pédogenèse que sont : le climat, la roche-mère et la végétation (qui a le rôle biologique de loin le plus important).

1.5.1 Facteurs principaux de pédogénèse

Le climat

La considération de l'ensemble du bassin montre que l'on passe du climat soudano-guinéen au sud, au climat sahélo-saharien au nord. Le climat sahélo-soudanais, intermédiaire, correspond au climat dominant de la majeure partie du bassin.

De bonne heure, les études menées dans ces régions tropicales ont dégagé, en correspondance avec cette zonalité climatique, une zonalité pédo-génétique horizontale presque parfaite. Ainsi, dans la terminologie de la classification française des sols, nous trouvons des sols ferrallitiques en zone soudano-guinéenne, des sols ferrugineux tropicaux en zone sahélo-soudanaise et des sols subarides en zone sahélo-saharienne. Cette zonalité horizontale liée au climat se trouve cependant, dans de nombreuses régions, fortement perturbée par d'autres facteurs : nature de la roche-mère ou du matériau originel, conditions géomorphologiques et divers processus anciens ou récents.

Roche mère et matériau origine!

Au point de vue géologique, l'ensemble du bassin peut être divisé en deux provinces bien distinctes, dont la séparation se situe approximativement au niveau de BAKEL.

Toute la zone du bassin en amont de BAKEL se trouve installée sur des formations anciennes : primaires et antécambriennes constituées par tout un cortège de roches dont les mieux représentées sont : les grès et quartzites, les faciès schisteux et pélitiques, les roches vertes et quelques formations granitiques.

En aval de BAKEL, le bassin (à l'exception d'une partie des bassins du GORGOL et du SAVALEL) est installé sur des formations tertiaires (généralement calcaires), mais surtout sur le Continental Terminal sablo-argileux ou grés-argileux et sur le Quaternaire, sableux à sablo-argileux.

En relation avec ces matériaux, on peut généralement dégager les corrélations suivantes :

- en zone soudano-guinéenne, on observe pratiquement des sols ferrallitiques sur tout matériau. Les sols sont alors d'autant plus rouges et plus argileux que la roche-mère est basique, la ferrallitisation ayant en plus tendance à pousser la granulométrie vers le pôle argileux (cahier ORSTOM Sér. Pédol. vol. IV - n° 4 - 1966 - p. 16 et 18). Fort heureusement, les processus d'agrégation en pseudo-sable dans certains sols ferrallitiques arrivent à atténuer les conséquences défavorables que pourrait provoquer cette "argilification".

Il est à signaler parfois, en milieu ferrallitisant, mais dans des conditions spéciales, l'existence de sols particuliers bruns eutrophes (roche-mère très basique en microclimat sec ou subissant une érosion permanente qui rajeunit constamment le sol).

- en zone soudanienne, sur matériaux neutres ou acides sableux à sablo-argileux, on a surtout des sols ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés ou remaniés en fonction de leur position topographique ou de leur situation climatique. Sur matériaux basiques, sols particuliers en fonction du type d'argile et de la proportion relative et/ou globale des cations échangeables du complexe : sols bruns eutrophes, vertisols, sols halomorphes.
- enfin, en zone subdésertique (sahélienne) on rencontre des sols subarides sur matériaux sableux ou sablo-argileux, des sols bruns eutrophes, des vertisols ou des sols halomorphes sur matériaux argileux dérivés de roches plus ou moins basiques ou développés directement sur matériau d'altération superficiel ou dépôt argileux.

Végétation

En milieu tropical surtout soudanien et sahélien, la végétation est avant tout sous la dépendance assez étroite du sol et du climat. Mais en retour, l'action directe ou indirecte de la végétation sur le sol peut être déterminante, surtout d'un point de vue hydrologique. Cette action est fonction du type de végétation.

Au point de vue végétation, la zone soudano-guinéenne est caractérisée par le domaine de la forêt dense foutanienne à *Parinari excelsa*, bush de montagne, savane boisée, brousses secondaires (Aubreville). Les études de détail (Langdale - Brown 1961/62) effectuées dans ce domaine révèlent un ensemble très complexe, constitué de paysages multiples et variés,

plus ou moins imbriqués, reflets du substrat géologique et des sols, du modelé et de l'emprise humaine. On peut ainsi distinguer :

- 1 - Des zones de savanes à *Parinari excelsa* essentiellement dans les régions doléritiques très accidentées de hautes altitudes.
- 2 - Des zones de savanes dites de transition dans des conditions géologiques et pédologiques variées (sols sur dolérite, grès, granite, etc.) d'altitudes moyennes inférieures aux zones à *Parinari*, caractérisées par *Erythrophleum suaveolens*, *Parkia biglobosa* et *Andropogon* (le *Parkia biglobosa* se rencontrant plus fréquemment sur matériaux dérivés des grès).
- 3 - Des zones de savanes sèches avec petites prairies généralement en régions granitiques à modelé peu accentué, pente douce mais longue.
- 4 - Des zones constituées d'une mosaïque de prairies à *Hyparrhenia* s.p.p, sur sols "Dantari" plus ou moins bien drainés et *Loudetia coarctata* sur sols "Hollandès" à mauvais drainage.
- 5 - Des zones de prairie à *Tristachya* généralement sur sols squelettiques à éléments de cuirasse ferrugineux.
- 6 - Des zones de steppes graminéennes et arbustives en modelé de collines squelettiques (généralement cuirassées) et de vallées encaissées à sols profonds : les collines portant une végétation de steppes claires à *Loudetia* s.p.p. et *Ctenium newtonii*, et les vallées à versants abrupts, une savane à *Parinari*. D'une façon plus générale, la zone soudano-guinéenne, à l'exclusion de la zone foutanienne assez particulière, est caractérisée par les reliques de forêts sèches denses à légumineuses, à *Pterocarpus erinaceus* et *Parkia biglobosa*, à *Anogeissus*. C'est aussi le domaine de la forêt claire à *Isoberlinia*, *Uapaca*, de peuplement de Karité, de la savane boisée à *Lophira alata*, à *Terminalia macroptera*, à *Pterocarpus erinaceus*, à *Daniella Oliveri*, à *Burkea africana* ; domaine de galeries forestières importantes (Aubreville).

La zone sahélo-soudanienne est le domaine de la steppe et savane boisée à épineux. Bush à Combrétacées, Bush à *Pterocarpus luteus*, forêts claires à *Isoberlinia* à *Uapaca* (limites supérieures), à *Boswellia*, à *Anogeissus*, peuplement de Karité, forêts reliques à *Cynometra glandulosa*, savanes boisées à *Bombax costatum*, à *Prosopis africana*, palmeraie d'*Hypheane* et *Borassus*.

Différents auteurs notent, dans ce vaste domaine, des variations importantes dans la physionomie et la composition des formations végétales en fonction des conditions pédologiques, géomorphologiques et sous-climatiques. Ainsi se différencient les formations végétales des sols kaolinitiques, vertisols et des sols halomorphes (Kaloga 1966). Dans la partie sénégalaise du domaine soudanien (sahélo-soudanien d'Aubreville) Trochain distingue dans les différents sous-climats et pseudo-climats : les végétations sur matériau sableux, sur cuirasse ou sur matériau argileux.

1.5.2 Bassin du Bafing supérieur – région de MAMOU-DALABA

Cette région est en pleine zone foutanienne, domaine des sols ferrallitiques montagnards. Mais en fait, comme l'ont souligné différents auteurs (Maignien - 1953, Bonfils - 1954, Vas Es et Pereira Barreto - 1961/62), toute la pédo-genèse des sols du FOUTA-DJALLON est dominée par le colluvionnement, conséquence directe de l'érosion hydrique (Maignien). Le

ruissellement joue un tel rôle dans cette région que l'on pourrait considérer tous les sols comme des sols de montagne très érodés, complexés par le colluvionnement (Bonfils). A ce facteur dominant, il faut cependant et surtout ajouter les processus de cuirassements anciens, récents ou actuels, liés aux mouvements du fer.

Utilisant la classification française des sols, les principaux types de sols rencontrés sont :

- les sols Minéraux Bruts,
- les sols Jeunes ou peu Evolués, les sols Ferrallitiques,
- les sols Hydromorphes.

Mais, comme nous l'avons signalé ci-dessus, tous les sols sont marqués par la nature colluviale de leur matériau.

1 - Sols Minéraux bruts

Ils sont essentiellement constitués par un matériau rocheux (sens large) ne manifestant pratiquement aucune évolution pédologique apparente. Ils sont alors représentés par des affleurements de roches plus ou moins saines et dures (lithosols) ou par des accumulations de matériaux meubles (régosols). Dans la région qui nous intéresse, il s'agit presque exclusivement de lithosols, pour la plupart mis en place par des processus d'érosion qui ont décapé les couches superficielles (sols ou manteau d'altération) qui les recouvraient. Ces sols sont représentés, d'une part, par les cuirasses et débris de cuirasses et, d'autre part, par les formations rocheuses en affleurement.

a) Cuirasses et débris de cuirasses

Très répandus dans l'ensemble de la région, ils sont d'âges très différents. On les rencontre en toute position topographique : sommets des plus hauts plateaux ou des pointements rocheux ; sur pentes plus ou moins abruptes ; en plaine et dans le fond des vallées. De structure très variable, ils ont comme caractéristiques communes leur très grande richesse en sesquioxides de fer et/ou d'alumine, leur compacité et leur dureté. Recouvrant pratiquement toutes sortes de formations, ils forment souvent de vastes plateaux dénudés de toute végétation (surtout arbustive) : ce sont alors des bowés, recouverts par place d'un tapis graminéen ou de cypéracées accrochés à une couche superficielle de limon ou de sable fin noirâtre, riche en matière organique. Par endroits, ils sont affectés d'effondrements occupés par des mares plus ou moins permanentes.

D'un point de vue hydrologique, les surfaces cuirassées sont, d'une façon générale, caractérisées par une imperméabilité quasi absolue. Le ruissellement et l'érosion hydrique qui en est la conséquence sont maximaux surtout en bordure des ravins. Il en résulte fréquemment un démantèlement de la cuirasse en énormes blocs séparés par des fissures plus ou moins larges par lesquelles les eaux de ruissellement peuvent s'infiltrer et former par érosion des horizons sous-jacents plus meubles, tout un réseau de grottes dans lesquelles coulent de véritables cours d'eau souterrains, invisibles de la surface (Maignien - 1958).

b) Formations rocheuses diverses

Elles sont constituées par une grande variété de roches parmi lesquelles il faut surtout citer : les grès affleurant sous forme de massifs, ou de buttes témoins, plus ou moins étendus, des granites en blocs, boules, coupoles ou dômes plus ou moins vastes, et les roches vertes en massifs ou pointements. Comme les cuirasses, ces formations sont caractérisées par une

grande imperméabilité. Mais en fonction de leur sensibilité à la désagrégation pouvant résulter de leur structure, du système de diaclases qui les affecte ou de la direction des plans de schistosité, elles peuvent présenter une perméabilité en grand assez élevée.

2 - Sols jeunes ou peu évolués

Ils sont, pour la plupart, étroitement liés aux sols minéraux bruts cuirasses ou formations rocheuses. On peut principalement distinguer : les sols peu évolués régosoliques sur matériau squelettique ferrugineux ou rocheux, ainsi que les sols sur remblais colluviaux généralement sur cuirasse.

a) Les sols peu évolués régosoliques sur matériau squelettique

Ils sont formés en proportion variable d'éléments ferrugineux (provenant de la cuirasse démantelée) et de débris de roches mélangés à une fraction terreuse plus ou moins abondante.

De profondeur très variable, leur comportement hydrique est sous la dépendance non seulement des éléments rocheux ou ferrugineux (quantité, dimension, nature) mais également de la nature (surtout texturale) et de l'abondance de la gangue matricielle. Ces sols sont représentés par une gamme assez variée de sols dont les plus fréquents sont :

- les sols squelettiques d'éboulis de pente,
- les sols squelettiques plus ou moins caillouteux et gravillonnaires des plateaux.

Ils sont très répandus dans la zone où ils représentent certainement 50 à 80 % des surfaces suivant les régions.

b) Les sols sur remblais colluviaux

Ils sont constitués d'un matériau limono-sableux plus ou moins argileux. On les rencontre assez fréquemment mais par taches sur certains plateaux cuirassés. Ils sont fréquemment marqués par l'hydromorphie.

3 - Sols ferrallitiques

En fonction de la nature de la roche-mère ou du matériau originel, on peut distinguer les sols rouges ferrallitiques sur roches plus ou moins basiques, les sols beiges ou jaunes ferrallitiques dont la genèse semble liée aux formations plus acides (grès, granites...), les sols ferrallitiques lessivés sur matériaux sableux à sablo-argileux dérivés des grès.

a) Sols rouges ferrallitiques

Généralement installés sur des pentes fortes, ils sont développés sur une argile rouge ferrallitique, produits de décapage de pitons ou massifs de roches basiques (dolérite essentiellement) qui sont venus recouvrir des surfaces irrégulières cuirassées ou non.

La nature colluviale de leur matériau est souvent confirmée par des éléments rocheux ou/et de cuirasse qu'on rencontre irrégulièrement dans le profil. Ces éléments peuvent, du reste, devenir dominants ; il s'agit alors des sols rouges ferrallitiques plus ou moins squelettiques très répandus dans la région des Hauts-Plateaux.

Au point de vue des caractéristiques physiques de ces sols, on peut noter une texture variable mais généralement argileuse (30 à 40 % d'argile). Leur teneur en limon peut être relativement élevée : jusqu'à 20 %.

Bien qu'argileux, ce sont des sols qui ont généralement un bon drainage interne (rôle des hydroxydes de fer). Leur situation sur pente forte (30 à 40 %) les rend malheureusement sensibles à l'érosion hydrique (en ravines et rigoles) lorsqu'ils sont mal protégés par la végétation.

b) Sols beiges ou jaunes ferrallitiques

Ils occupent généralement de vastes surfaces à modelé peu accentué, à topographie plane avec des pentes faibles pour la région (de l'ordre de 8 à 15 %). Succédant parfois topographiquement aux sols rouges, ils semblent alors ne correspondre qu'à une variation topographique de ces derniers. Dans la majorité des cas, cependant, ils sont assez étroitement liés aux formations schisto-gréseuses.

Ils sont développés sur un matériau relativement homogène, très rarement complexé par des éléments rocheux ou cuirassés. Au point de vue texture, ils se rapprochent des sols rouges mais ont une teneur en limon légèrement plus élevée. Leur teneur en matière organique est toujours plus faible. Ils sont également moins riches en fer. Bien qu'ayant un drainage relativement bon (sauf quand ils reposent sur une cuirasse à faible profondeur) ils sont cependant assez sensibles à l'érosion en nappe.

c) Sols ferrallitiques sur matériau sableux

Ils correspondent aux sols développés sur matériaux d'épandage provenant des régions gréseuses. Généralement profonds, ils sont en liaison avec une topographie plane.

4 - Sols hydromorphes

Sols dont l'évolution est dominée par l'action d'un excès d'eau. Ce sont tous les sols dans lesquels, par suite d'un drainage interne insuffisant dû généralement à leur position topographique (bas-fond, zone plane ou déprimée mal drainée) et/ou à des conditions pétrographiques (matériau imperméable du sol même ou du matériau sous-jacent), il y a un excès d'humidité dans une partie ou l'ensemble du profil.

Dans la région, un premier groupe est constitué par les sols hydromorphes des plateaux. D'origine plus strictement continentale, ils sont en relation avec les sols jaunes ferrallitiques dont ils ne représentent qu'un terme plus hydromorphe dans les zones déprimées ou en direction des axes alluviaux. Parfois aussi, ils correspondent à des remblais colluviaux hydromorphes précédemment signalés sur cuirasse.

Le 2e groupe est représenté par tous les sols hydromorphes sur matériau plus ou moins alluvial. Ce sont tous les sols hydromorphes de bas-fond dans les axes de drainage.

L'intensité du processus d'hydromorphie, la nature du matériau permettent de distinguer des types très variés.

En résumé, pour l'ensemble du bassin du BAFING en zone guinéenne, on peut retenir la dominance absolue de sols très squelettiques (surtout cuirassés) en modelé très tourmenté.

C'est dire donc que dans tout ce secteur, le ruissellement et l'érosion hydrique, qui peut en résulter, sont maximaux lorsque le couvert végétal n'offre qu'une protection insuffisante ou que les sols ne sont protégés par aucun ouvrage approprié.

1.5.3 Bassin de la FALEME

Les principaux types de sols recensés sont :

- 1 - les sols minéraux bruts
- 2 - les sols peu évolués
- 3 - les vertisols et paravertisols
- 4 - les sols à mull
- 5 - les sols à sesquioxydes
- 6 - les sols halomorphes
- 7 - les sols hydromorphes.

1 - Sols minéraux bruts

Ils sont pratiquement de même type que ceux rencontrés dans la région foutanienne. Il s'agit donc :

- d'affleurements de cuirasse nue ou plus ou moins colonisée par une végétation herbacée et/ou arbustive lorsqu'elle est plus ou moins en démantèlement.
- d'affleurements de roches diverses : grès, granites, schistes, roches vertes, etc.

2 - Sols peu évolués

En relation avec la cuirasse, on trouve des sols plus ou moins squelettiques, gravillonnaires et caillouteux des plateaux ou des éboulis de pente.

Liés aux formations rocheuses, on a :

- des sols plus ou moins squelettiques sur matériaux dérivés de granites ou de schistes fortement parcourus par des filons de quartz (les éléments ferrugineux dérivés de cuirasse démantelée sont rarement absents).
- des régosols constitués d'accumulations sableuses, dérivées de formations gréseuses au pied des massifs ou transportées plus ou moins loin par le ruissellement ou par le vent.

Dans la classification française, on distingue : les sols peu évolués d'érosion et les sols peu évolués d'apport. Dans la région étudiée cette distinction n'est pas toujours aisée, les sols relevant le plus souvent des deux processus combinés.

a) Sols peu évolués d'érosion

Essentiellement sur matériau gravillonnaire, ces sols sont alors largement développés sur des matériaux riches en éléments ferrugineux plus ou moins arrondis de la taille des graviers. D'origine généralement allochtone, ces éléments peuvent cependant résulter de la libération progressive sur place des éléments nodulaires ferrugineux contenus dans la cuirasse originelle.

Très largement répandus dans toute la région, ils sont, en fait, très hétérogènes. Ils peuvent être distingués, d'une part d'après le matériau de recouvrement, la nature et proportion relative de la terre fine matricielle, d'après leur épaisseur ; d'autre part, d'après le matériau sous-jacent sur lequel ils reposent directement.

On distingue ainsi :

- les sols gravillonnaires (s. str.) avec peu ou pas de terre fine,
- les sols gravillonnaires à recouvrement sableux,
- les sols gravillonnaires plus ou moins limono-sablo-argileux et à recouvrement sableux ou sablo-limoneux.

Tous ces sols sont d'épaisseur très variable et peuvent reposer directement sur cuirasse ou sur matériau d'altération de roches diverses.

Leur comportement hydrique est commandé à la fois par la terre fine matricielle et par leur profondeur ainsi que par la nature du matériau sous-jacent. La plupart du temps ils sont marqués par une hydromorphie plus ou moins temporaire.

b) Sols peu évolués d'apport

Leurs matériaux ont subi un transport plus ou moins long, les agents de transport étant en milieu strictement continental le ruissellement ou le vent et en milieu alluvial les cours d'eau.

On peut distinguer :

- Les sols peu évolués d'apport, bien drainés
- Ils manifestent une évolution vers les sols ferrugineux tropicaux climatiques. Ce sont tous les sols développés sur matériaux drainants dérivés de formations diverses généralement acides ou neutres, d'où la distinction entre :
 - sols sur matériaux sableux à sablo-argileux dérivés de grès plus ou moins feldspathiques,
 - sols sur matériaux sableux à sablo-argileux provenant des granites,
 - sols sur remblais sablo-argileux plus ou moins gravillonnaires dérivés du Continental Terminal dans les axes alluviaux.

Très localisés et peu répandus, ces sols sont avant tout caractérisés par un excellent drainage interne. Ils s'opposent alors aux sols ayant même origine (sols d'apport) mais qui, en raison de leur position topographique ou de certaines caractéristiques intrinsèques de

leurs matériaux, subissent une hydromorphie plus ou moins accentuée ou acquièrent des propriétés particulières.

Il s'agit alors :

- des sols peu évolués plus ou moins hydromorphes,
- et des sols peu évolués vertiques,
- sols peu évolués hydromorphes.
- Ils correspondent essentiellement aux sols développés sur matériaux gravillonnaires plus ou moins limono-argileux. Ils sont associés à tous les sols gravillonnaires et sols squelettiques des plateaux dont ils ne représentent souvent qu'un terme plus hydromorphe. Une autre famille de ces sols est représentée par les sols développés sur arène granitique argileuse. L'hydromorphie qui les affecte est d'origine pétrographique. Les feldspaths et autres minéraux se sont transformés très rapidement et totalement en argile et le matériau bien que très graveleux (gros grains de quartz) surtout en surface devient alors compact et imperméable. L'hydromorphie peut également être due au niveau d'arrêt brutal constitué par la roche saine (ces sols étant généralement peu profonds).
- Sols peu évolués vertiques

Ils sont représentés par les sols très profonds développés sur certaines alluvions argileuses de la FALEME.

3 - Vertisols et paravertisols

Dans le bassin de la FALEME, cette catégorie de sols se limite à tous les sols liés aux provinces de roches basiques. Ils sont alors, avant tout, caractérisés par la richesse de leur matériau en argile gonflante du type montmorillonite. D'un point de vue morphologique, ce sont des sols caractérisés par une couleur foncée et une structure large. Leur richesse en argile du type 2/1 gonflante est responsable, à la suite de l'alternance des phénomènes d'humectation et de dessiccation qu'il subissent, des efforts mécaniques internes qui se traduisent généralement en surface par de larges fentes (se poursuivant en profondeur), par un microrelief gilgai (alternance de bosses et zones effondrées) et en profondeur par des faces de glissement striées et luisantes (slickenside). On les divise en vertisols lithomorphes et vertisols topomorphes en fonction du pédoclimat.

Les premiers, temporairement humides, sont marqués par une hydromorphie d'origine essentiellement pétrographique. Les vertisols topomorphes, comme l'indique leur dénomination, sont déterminés par leur position topographique (zone plane ou déprimée). Ils subissent, de ce fait, une hydromorphie plus intense et plus prolongée.

Dans la zone soudanienne, étant donné la tendance au cuirassement des roches riches en ferro-magnésiens, le matériau des vertisols est fréquemment complexé par des gravillons ferrugineux provenant des cuirasses qui recouvrent ces régions.

D'un point de vue hydrologique, les vertisols sont des sols totalement imperméables. En début de saison des pluies ils peuvent, cependant, présenter temporairement une certaine perméabilité en grand lorsque les fentes restent encore ouvertes. L'imperméabilité de ces sols dans certaines zones peut être réduite par ameublissement du matériau par les gravillons et graviers ferrugineux ou rocheux.

Dans le bassin de la FALEME, associés aux vertisols, on peut signaler :

- pour mémoire (car peu répandus) les sols bruns eutrophes tropicaux de la classe des sols à MULL
- mais surtout les sols halomorphes.

4 - Sols bruns eutrophes tropicaux

Ils sont fondamentalement très proches des vertisols. Ils en possèdent les principales caractéristiques chimiques mais s'en distinguent essentiellement par une amélioration sensible du drainage interne (surtout lorsqu'ils sont plus ou moins complexés par les gravillons). Mieux structurés, ils sont généralement plus riches en oxyhydrates de fer.

Il reste cependant, d'une façon générale, des sols argileux relativement imperméables. Leur matériau dérive comme les vertisols de roches basiques mais peut également être constitué par des alluvions argileuses ; ils sont alors plus hydromorphes.

5 - Sols halomorphes

Les sols halomorphes du bassin de la FALEME sont déterminés par la richesse en sodium échangeable du complexe absorbant d'un horizon au moins, le sodium 1=1 provenant directement de l'altération du matériau parental.

Ces sols halomorphes sont très largement représentés sur le versant ouest entre les affleurements de grès cambriens et la FALEME où ils se développent sur les "schistes" dits de la FALEME. Partout ailleurs, ils dérivent de roches vertes et sont en association étroite avec les vertisols.

Leurs matériaux peuvent être plus ou moins complexés par des gravillons ferrugineux.

Très imperméables comme les vertisols en raison de leur texture argileuse (argile 2/1), ce caractère est ici fortement accentué par la présence du sodium qui favorise une forte dispersion des argiles.

6 - Sols riches à sesquioxydes et hydrates métalliques

Représentés presque exclusivement par les sols ferrugineux tropicaux.

Définis par leur richesse en sesquioxydes de fer bien individualisés et répartis sur l'ensemble du profil, ou le plus souvent accumulés dans les horizons inférieurs, les sols ferrugineux tropicaux de la région du bassin de la FALEME appartiennent au groupe "lessivé" caractérisé par un ou plusieurs horizons enrichis à la fois en argile et sesquioxydes lessivés des horizons supérieurs. Le "lessivage" présumé n'est pas toujours le phénomène responsable de l'existence de l'horizon B dit d'accumulation. Ce dernier dans le contexte de la région résulte parfois d'un polyphasage ou d'un processus d'accumulation relative par remaniement des horizons de surface.

Suivant les matériaux, on peut distinguer quatre principales familles :

- sols ferrugineux sur matériau colluvio-alluvial, sablo-argileux à argilo-sableux,
- sols ferrugineux sur matériau argilo-sableux à argileux plus ou moins limoneux des plateaux,

- sols ferrugineux sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux dérivés des granites,
- sols ferrugineux sur matériau sableux à sablo-argileux dérivés des grès,
- sols ferrugineux tropicaux sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial.

D'extension variable suivant les zones, ils sont localisés dans les axes alluviaux et correspondent aux sols ferrugineux les plus typiques développés sur les produits du Continental Terminal remaniés par le réseau hydrographique qui a entaillé la couverture de cuirasse.

Généralement très profonds, ils peuvent, par endroits, être brutalement limités en profondeur par un niveau gravillonnaire et caillouteux (débris de cuirasse colluvionnés).

Ils présentent une gamme variée de couleurs s'étendant du jaune ou beige au rouge en fonction des conditions de drainage et de la position topographique.

D'un point de vue hydrologique, ce sont des sols qui présentent un bon drainage interne surtout dans leurs horizons supérieurs. Ils sont néanmoins assez sensibles à l'érosion hydrique en nappe (stabilité structurale faible) qui provoque progressivement le décapage des horizons superficiels et la mise en affleurement des horizons B. Ces horizons, déjà riches en argile et en oxyde de fer, vont durcir à l'air et constituer, de ce fait, des couches quasi imperméables.

En régions très érodées, les zones de sols ferrugineux lessivés même dérivés de matériau à texture grossière auront donc tendance à constituer des zones de ruissellement intense.

- Sols ferrugineux sur matériau argilo-sableux à argileux plus ou moins limoneux des plateaux

Il s'agit, en fait, de sols profonds que l'on rencontre sur les plateaux. Ils se développent sur un matériau à texture variable dérivé probablement des sables argileux ou grès argileux plus ou moins altérés du Continental Terminal en affleurement par disparition de la couverture cuirassée.

De faible extension, ils sont associés aux sols peu profonds gravillonnaires ou hydromorphes sur cuirasse. De texture plus fine, ils sont à drainage interne plus ou moins déficient.

- Sols ferrugineux sur matériau sablo-argileux dérivé des granites

Limités strictement aux zones granitiques, ces sols sont avant tout caractérisés par une texture très grossière (grains de quartz de la dimension des graviers). Ils sont souvent très enrichis en gravillons ferrugineux. De profondeur variable, ils reposent généralement sur une arène granitique très grossière, plus ou moins carapacée par place.

Leur drainage interne est bon, surtout en surface, mais se trouve sous la dépendance étroite de la profondeur de ces sols et du matériau sous-jacent (arène granitique plus ou moins carapacée ou granite sain).

- Sols ferrugineux sur matériau sableux à sablo-argileux dérivé des grès

De très faible extension, ils correspondent dans le bassin de la FALEME aux sols ferrugineux plutôt jeunes développés sur les produits sableux accumulés aux pieds des massifs de grès primaires.

7 - Sols hydromorphes

Dans le bassin de la FALEME, ce sont tous les sols de bas-fond soumis à une submersion totale ou partielle, temporaire ou permanente par les eaux alluviales ou par la remontée de la nappe. Ils sont développés essentiellement sur alluvions argileuses des cours d'eau et sur matériau colluvio-alluvial du Continental Terminal dans les axes de drainage.

En résumé, au point de vue sols, le bassin de la FALEME se trouve caractérisé 'dans sa partie inférieure (versants est et ouest) par des sols squelettiques : cuirasses, sols gravillonnaires et affleurements de roches avec tout le cortège de sols jeunes plus ou moins hydromorphes qui leur sont associés. Ça et là, se rencontrent des sols de type vertique. Dans la partie supérieure du bassin, les sols squelettiques restent dominants, mais liés aux schistes de la FALEME. Il y a de vastes zones très planes de sols halomorphes surtout sur le versant ouest.

1.6 VEGETATION

1.6.1 Echelonnage de la végétation

La végétation reflète la variété climatique, étant donné que les chutes annuelles de pluies s'échelonnent de 2000 mm à 200 mm. Les classifications des différents spécialistes sont variées. J. TROCHAIN distingue 3 domaines :

- a) le domaine guinéen
- b) le domaine soudanien
- c) le domaine sahélien ¹

Le domaine Guinéen

Ce domaine, situé sensiblement au sud du parallèle 12°30' (précipitations annuelles supérieures à 1000 mm), est marqué par l'existence de galeries forestières comprenant un certain nombre d'espèces de la forêt dense et par l'apparition d'*Eleis guineensis* et *Lophira alata*.

Avec l'altitude, on trouve un type spécial de végétation englobé par AUBREVILLE dans le bioclimat "guinéen foutanien". Les pluies sont abondantes, mais la végétation est soumise à l'action intense de l'Harmattan. On a affaire à une forêt dense, très dégradée. Quand la forêt

¹ Cette classification ne correspond pas exactement à celle des régimes hydrologiques de J. RODIER

- a) Régime tropical de transition (pluviométrie 2000 à 1500 mm).
- b) Tropical pur (1250 mm à 750 mm)
- c) Sahélien (750 mm à 250 mm).

est à peu près intacte, le ruissellement est très faible. Les défrichements abusifs font courir un grand risque à ces massifs forestiers. Les pluies abondantes ravinent les terrains et la forêt ne peut plus se reconstituer.

Le domaine Soudanien

Ce domaine est limité approximativement par les parallèles 12°30' et 15°30' (précipitations annuelles comprises entre 1000 et 500 mm). Le nombre des jours de pluie s'y échelonne entre 70 et 40.

La végétation de cette zone est caractérisée au sud par une forêt claire qui devient progressivement une savane plus ou moins boisée en allant vers le nord.

De nombreux arbres et arbustes restent complètement dépouillés de leurs feuilles pendant 2 à 4 mois. Un peu avant la saison des pluies, ils entrent en feuillaison. Dans cette zone apparaissent certaines espèces dont : *Bombax buonopozense* (faux kapokier), *Parkia biglobosa* (Néré).

La forêt claire n'est nulle part intacte par suite des feux de brousse. Elle est remplacée maintenant par une savane arborée ou une savane forestière.

Vers le sud, la forêt a deux aspects suivant que le taillis, qui dépasse de nombreux arbres, est dominant (savane forestière) ou, au contraire, réduit (forêt-parc). Les herbages sont trop rapidement consumés par les feux de brousse pour que les arbres aient le temps de s'enflammer, mais ceux-ci ont des fûts tortueux, contournés, chancreux.

La forêt est trouée de grandes clairières, absolument dépourvues de végétation en saison sèche. Elles deviennent marécageuses à la saison des pluies. Ce sont des plateaux latéritiques où l'eau s'écoule lentement. Ils portent en peuhl le nom de "bowal" (pluriel "bowé").

Les galeries forestières subsistent dans cette région. Les alluvions, s'étendant de part et d'autre du lit mineur des cours d'eau, sont envahies par une végétation dense où dominent souvent les rôniers. Dans les dépressions marécageuses bordant ces rivières, on trouve fréquemment des palmiers-raphia.

Vers le nord, les espèces dominantes sont les *Combretum* sur les sols sableux et *Acacia seyal* sur les sols argileux. Les essences épineuses commencent à apparaître au nord de l'isohyète 750 mm et la "savane à épineux" marque la transition avec le domaine sahélien.

Le domaine sahélien

Situé au nord du parallèle 15°30', il est limité par les isohyètes 500 mm à 200 mm. La végétation est caractérisée par des espèces ligneuses peu nombreuses, rabougries et le plus souvent épineuses. Quelquefois, elles sont étalées en parasol, le feuillage étant réduit et caduc.

A la saison des pluies, de nombreuses plantes, ne formant pas un tapis continu, parsèment le sol. L'ensemble constitue une pseudo-steppe ou une savane claire, arbustive ou arborée.

Le groupement végétal est saccagé par les cultures, le pâturage et les coupes de bois de feu. Les feux de brousse se propagent bien malgré la faible densité du tapis herbacé. Le sol est entièrement mis à nu ; les espèces herbacées vivaces sont rares et le feu ne provoque pas une reprise de végétation.

1.6.2 La biodiversité dans le bassin supérieur

Le terme « biodiversité » se rapporte à la diversité du vivant : il traduit la diversité des organismes vivants et des écosystèmes², c'est-à-dire la richesse des milieux qui nous entourent.

Le bassin supérieur est caractérisé par des pentes relativement fortes, surtout dans les zones de relief des têtes de bassin, avec des rapides. Le fleuve est encaissé et la plaine d'inondation est limitée.

Parmi les zones humides rencontrées, on peut distinguer :

- les lits mineurs des cours d'eau : Bafing, Bakoye et Baoulé, Falémé (contexte bioclimatique guinéen à soudanien), qui prennent leur source dans les hauts plateaux du massif du Fouta Djallon et du plateau Mandingue ; Sénégal, Kolimbiné et Karakoro (contexte sahélien) ;
- les annexes humides de ces cours d'eau, définies comme la plaine d'inondation et son réseau de mares, cuvettes et marigots. Compte tenu du caractère encaissé des cours d'eau, ces annexes sont moins développées que dans la partie aval du bassin. Elles se limitent aux parties profondes des plaines et aux bas fonds ;
- les zones humides anthropiques : retenues de Manantali et périmètres agricoles irrigués ;
- les affluents non pérennes du fleuve en milieu sahélien, qui pour l'heure sont très mal connus.

Deux régions sont à discerner dans le bassin supérieur :

- le haut bassin s'étend des sources du Sénégal jusqu'aux chutes de Félou (avec le Bafing, le Bakoye et son affluent le Baoulé) et comprend également l'amont de la Falémé, des sources jusqu'à Kalonguina.

Cette région est caractérisée par un climat soudano-guinéen et un substrat composé de roches cristallines et de grès imperméables. Les vallées sont constituées d'une succession de biefs calmes séparés de socles rocheux qui sont à l'origine d'imposantes chutes (Gouina et Félou).

La diversité biologique y est particulièrement importante. Un certain nombre d'espèces rares ou endémiques y trouvent refuge. Le massif du Fouta Djallon abrite en effet :

- 190 espèces de mammifères, dont 17 sont menacées d'extinction ;
- 526 espèces d'oiseaux, dont 16 en voie de disparition ;
- 88 espèces végétales endémiques, dont 36 sont menacées de disparition.

² Un écosystème est une entité écologique composé d'un ensemble d'espèces animales et végétales qui évoluent dans un milieu physique donné (climat, géologie, sol)

Au niveau des têtes de bassin, les écosystèmes sont de type montagnard. Il s'agit d'une forme relictuelle de forêt dense d'altitude. Les principales espèces végétales rencontrées sont *Azelia africana*, *Trema guineensis*, *Parinari* sp, *Fagara macrophylla*, *Erythrophleum guineensis*.

En aval, cette forêt devient plus sèche et se transforme peu à peu en savane soudano – guinéenne. Les espèces ligneuses les plus fréquentes sont *Parinari excelsa*, *Erythrophleum guineensis*, *Parkia biglobosa*, *Isobertinia doka*, *Daniellia oliveri*, *Cola cordifolia*, *Vitellaria paradoxa*. On retrouve dans la strate arbustive *Hymenocardia acida* et, dans la strate herbacée, *Andropogon ascinodi* et *Sorghastrum bibennatum*.

Le long des cours d'eau se développent des forêts galeries avec *Mitragyna stipulosa*, *Alchornea cordifolia*, *Raphia glaucilis*, *Uapaca somon*, *Cola cordifolia*.

Dans ces biotopes évoluent des espèces animales devenues rares, comme le lion (*Panthera leo*), recensé aux abords de la Falémé et du Baoulé, des ongulés (Eland de Derby, que l'on retrouverait encore ponctuellement en Guinée, Cob defassa, buffle de savane, petites antilopes : orébi, Guib harnaché, Céphalope de Grimm) et différentes espèces de singes (babouins, colobes, Chimpanzé). Les forêts galeries du Bafing en amont de Manantali et de l'amont de la Falémé constituent un habitat privilégié pour la population de chimpanzés la plus septentrionale d'Afrique et l'une des plus importantes en nombre d'individus ; elles méritent à ce titre une attention toute particulière. Ces milieux sont également le lieu de vie de diverses espèces de grands reptiles, comme le crocodile, le varan et le python.

D'importantes populations d'oiseaux sont également rencontrées, comme l'Amarante du Mali, Perroquet youyou du Sénégal, le Rollier, le calao d'Abyssinie.

Les milieux aquatiques proprement – dits voient se développer une flore diversifiée, bien qu'encore mal connue. La présence d'une espèce végétale envahissante, le typha, est à noter le long des berges du Bafing en aval immédiat du barrage de Manantali.

La richesse piscicole est importante (environ 40 espèces recensées dans le plan d'eau de Manantali) ; l'hippopotame fréquente également ces milieux.

Le haut bassin comporte également un vaste plan d'eau d'origine anthropique : il s'agit de la retenue de Manantali sur le Bafing, qui couvre une surface de l'ordre de 400 km².

A l'aval de cette retenue se développe un périmètre irrigué (PDIAM) d'une surface de 1500 ha.

- le haut Sénégal comprend le bief du Sénégal compris entre Félou et Bakel, la Falémé aval de Kolonguina à la confluence, la Kolimbiné, le Karakoro et les affluents temporaires du bassin intermédiaire rive droite. Cette région s'inscrit en milieu sahélien, plus aride. Le fleuve présente un lit unique, d'une largeur d'environ 400 m, avec des berges encaissées de 10 à 12 m de hauteur.

Les annexes humides du haut fleuve Sénégal et ses affluents constituent des zones de grande importance pour la faune et la flore. En hivernage, la crue permet la mise en eau des marigots et mares situés dans les bas fonds. Les poissons s'y réfugient pour frayer. Le couvert de savane et steppe arbustive à arborée autour de points d'eau temporaires est également attractif pour les oiseaux (paléarctiques,

afrotropicaux), reptiles (crocodiles, varans) et mammifères (hippopotames, gazelles, singes verts, patas).

Le lac Magui, plan d'eau pérenne accompagné d'un chapelet de mares inondées à l'hivernage par la Kolimbiné (complexe TKLM), reprend parfaitement ces caractéristiques.

Les zones de bas fonds sont également le siège de l'agriculture traditionnelle de décrue, d'une importance primordiale pour l'alimentation des populations isolées.

Des périmètres irrigués sont implantés dans la région de Kayes ; le front cotonnier y progresse très rapidement (déboisement de 4000 ha/an)³.

D'une manière générale, le bassin supérieur est encore relativement préservé du fait de son enclavement et des densités de population modestes. Il a toutefois connu des dégradations ces dernières décennies.

Même si cette partie du bassin est la plus arrosée, l'effet de la sécheresse des années 70 et 80 s'est fait ressentir sur les écosystèmes humides, dont la surface a diminué. Aujourd'hui, le barrage de Manantali a lui aussi modifié le régime hydraulique du fleuve, avec des conséquences négatives sur la crue (limitation de son amplitude, donc des surfaces inondées) mais aussi positives en étiage (maintien d'un débit correct dans le fleuve tout au long de l'année qui empêche l'assèchement du fleuve même au plus fort de la saison sèche).

Les activités humaines présentent actuellement sans doute les plus importantes des menaces pour les écosystèmes humides. Les infrastructures récentes ou en projet (route de desserte du barrage de Manantali, projet de route Bamako – Dakar) qui facilitent l'accès à ce secteur tendent à accroître encore ces menaces.

La ressource végétale est exploitée pour l'alimentation du bétail, l'alimentation humaine, la pharmacopée traditionnelle, l'artisanat, la construction et la fourniture de combustible domestique ; ces usages conduisent très fréquemment à des problématiques de surpâturage et déforestation. Les feux de brousse, souvent mal maîtrisés, destinés aux cultures itinérantes sur brûlis, participent également à la détérioration du couvert végétal.

La chasse et le braconnage (viande de brousse) ont également porté atteinte à la grande faune.

Les périmètres agricoles, qui sont d'une importance majeure pour la satisfaction des besoins alimentaires et l'économie des Etats, s'accompagnent aussi de conséquences environnementales : concurrence des zones humides naturelles (destruction d'habitat) avec perte de diversité biologique, et, dans le cas des périmètres irrigués intensifs, rejet dans le milieu naturel d'eaux chargées en nutriments et produits phytosanitaires qui altèrent la qualité de l'eau.

Les secteurs réputés les plus riches sont l'amont de la Falémé et du Bafing ainsi que la boucle du Baoulé. Le caractère exceptionnel de ces zones humides a débouché sur leur classement en aires protégées ; il s'agit de :

- la réserve de biosphère de la boucle du Baoulé (Mali) ;

³ ADT Mali

- la réserve de faune du Bafing (Mali)
- le sanctuaire des chimpanzés (Mali)
- l'aire protégée transfrontalière Bafing – Falémé (Mali – Guinée), en cours de classement en réserve de biosphère
- les sites Ramsar Bafing – Source et Bafing – Falémé (Guinée).

Ces sites du haut bassin apparaissent donc comme des « focus de biodiversité » : ces vastes espaces encore relativement préservés abritent une flore et une faune très caractéristiques, en voie de régression à l'échelle régionale. Ils sont le refuge d'espèces emblématiques : Chimpanzé, grands ongulés (Eland de Derby, etc.), lion. La préservation de ces zones à haute valeur de biodiversité est prioritaire.

Aucune aire protégée ne figure pour l'instant dans le haut Sénégal, malgré le fort intérêt écologique des mares et annexes humides.

1.6.3 Les peuplements forestiers

Les différents types de peuplements forestiers

La description des différents types de peuplements forestiers est présentée dans la partie 1.6.2.

Dans la partie guinéenne, correspondant à 5% de la superficie du périmètre d'étude, des forêts sèches denses ou plus claires, en mélange avec de la savane arborée (4%), succèdent aux forêts de montagne guinéenne (1%).

Dans la haute vallée, les formations sahélo-soudaniennes (savanes ouest soudaniennes) constituent des savanes sèches arborées à dominance de combrétacées (*Combretum glutinosum*) et de *Terminalia spp.* On y retrouve *Acacia seyal* sur sols argileux et *Adansonia digitata* sur sols relativement riches. Elles occupent 44% de la superficie du périmètre d'étude.

Les zones humides sont caractérisées par des forêts galeries et des gonakeraies.

Les forêts sont essentiellement des forêts naturelles modifiées c'est-à-dire anthropisées, sauf 1 600 000 ha de forêt primaire (soit 18% de la superficie totale) et 360 000 ha de plantations (4% de la superficie totale) recensées au Sénégal. La forêt primaire en Guinée a disparu pour l'essentiel ; il ne reste que 63 000 ha (1% de la superficie totale).

Le massif forestier du Fouta Djallon comporte 800 000 ha de forêt dense sèche et 50 000 ha de forêt dense d'altitude relictuelle et dégradée.

Superficies forestières et forêts classées

S'il est difficile d'avoir une estimation de la superficie forestière totale à l'échelle du bassin versant du fleuve Sénégal, un certain nombre de peuplements forestiers ont bénéficié d'un classement en « forêts classées ».

En Guinée, la superficie des forêts classées au sein du périmètre de l'OMVS couvre 159 600 ha⁴. Le taux de conservation (superficie des forêts classées par rapport à la superficie totale) au niveau national est de l'ordre de 5%.

La première forêt classée en Guinée a été celle de Fello Diouma à Mamou en 1933. La majorité des forêts naturelles classées l'ont été dans les années 40 et 50.

On dénombre 7 forêts classées dans le seul bassin du Bafing. « *Malgré leur surexploitation ou mauvaise exploitation, la plupart d'entre elles demeurent encore parmi les derniers refuges de biodiversité* ».⁵

Une aire protégée transfrontalière Bafing-Falémé couvre 100 000 ha sur les préfectures de Mali, Koubia, Tougué, Dinguiraye et Siguiri.

Au Sénégal, on compte en 1974 28 forêts classées représentant une superficie de 28 832 ha.⁶. Entre 1972 et 1992, les destructions de forêts protégées sont estimées à 32,5% du fait de l'exploitation forestière illégale ou non planifiée et du changement de régime des eaux affectant les gonakaies.

⁴ Source : ADT Guinée

⁵ Source : ADT – Synthèse régionale – rapport final – juin 2007

⁶ Source : ADT Sénégal

2 CARACTERES PHYSIQUES DU BASSIN DU SENEGAL INFERIEUR

2.1 FORME, SURFACE, RELIEF

Le bassin du SENEGAL inférieur en aval de BAKEL se présente comme une vaste étendue peu accidentée, ne présentant çà et là que quelques reliefs plus marqués correspondant à des buttes témoins de grès infracambriens (région voisine de BAKEL), ou de quartzites (tels les monts OUA-OUA dans le bassin du GORGOL). Il convient cependant de signaler le massif de l'ASSABA, entre les vallées du GORGOL et du KARAKORO, constitué de grès ordoviciens, et dont les plus hauts points atteignent 400 m environ. C'est de ce massif de l'ASSABA que descendent les oueds NIORDE, GHORFA et les deux GORGOLS Blanc et Noir. Hormis quelques points hauts, l'altitude est comprise entre 0 mètre (région du delta) et une cinquantaine de mètres maximum.

Les caractères physico-morphologiques du bassin à DAGANA sont les suivants :

Superficie (S)	=	268 000 km ²
Périmètre (P)	=	4 144 km
Coefficient de forme (C)	=	2,24
Longueur du rectangle équivalent (L)	=	1 933 km
Largeur du rectangle équivalent (l)	=	139 km
Indice de pente (Ip)	=	0,020
Altitude maximale (AltM)	=	1 330 m
Altitude minimale (Altm)	=	3 m

2.2 RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le SENEGAL entre BAKEL et St LOUIS a une longueur d'environ 780 kilomètres et circule dans une vallée plate, plus ou moins large où il décrit de nombreux méandres.

De BAKEL à KAEDI, le fleuve suit une direction SE-NW, puis prend une orientation E-W jusqu'à la côte et longe ensuite celle-ci (N-S) pendant une vingtaine de kilomètres avant de se jeter dans l'Océan Atlantique (à 15 km au sud de St LOUIS).

A la hauteur de KAEDI, et jusqu'à une cinquantaine de kilomètres en amont de DAGANA, le SENEGAL a un bras secondaire important : le DOUE.

Entre BAKEL et son embouchure, le fleuve reçoit quelques affluents côté rive droite : ce sont les oueds GHORFA et NIORDE, ainsi que le GORGOL (formé de la jonction du GORGOL Blanc et du GORGOL Noir). Ces affluents prennent leurs sources dans le massif gréseux de l'ASSABA et coulent suivant une direction E-W. Etant donnée la pluviométrie de cette région, l'apport de ces affluents n'a rien de comparable avec ceux de la FALEME ou du BAKOYE.

Ces affluents traversent des zones basses, marécageuses, où ils décrivent de nombreux méandres.

2.3 PROFIL EN LONG

2.3.1 Le SENEGAL de Bakel à Saint-Louis

A BAKEL, le SENEGAL quitte ce que l'on peut appeler le « Haut Bassin » et entre dans son cours inférieur que l'on désigne par la "Vallée", car il est bordé d'une vaste plaine alluviale de 10 à 20 kilomètres de largeur, qui est en grande partie inondée pendant la crue annuelle.

La pente du SENEGAL dans la vallée devient très faible et d'ailleurs assez variable en valeur relative, suivant le débit écoulé.

En étiage, le profil en long présente de nombreuses petites irrégularités locales dues à la présence de seuils sableux et surtout de quelques affleurements rocheux. Les principaux bancs rocheux qui créent une accélération locale du courant sont ceux de KOUNDEL (PK 600), KERR (PK 522), M'BAGNE (PK 490) et DIOULDE-DIABE (PK 425). En aval de DIOULDE- DIABE qui marque la limite extrême de l'influence de la marée, la pente devient infime à l'étiage, surtout après le seuil de MAFOU (PK 333) qui constitue le dernier banc de sable émergé. Le chenal navigable s'approfondit rapidement en aval de BOGHE et, à partir de PODOR, les profondeurs inférieures à 4 mètres y deviennent exceptionnelles en étiage.

En moyennes eaux, tous les seuils rocheux ou sableux sont noyés et les irrégularités du profil en long s'estompent. La pente est voisine de 3 cm/km entre BAKEL et MATAM. Elle diminue très légèrement vers l'aval jusqu'à BOGHE, puis sa décroissance s'accroît jusqu'à une valeur voisine de 1 cm/km (0,01 ‰) dans le secteur PODOR-DAGANA-RICHARD TOLL. Dans le delta, elle est de l'ordre de 0,6 cm/km. En très hautes eaux, la pente augmente sensiblement entre BAKEL et MATAM, où elle approche de 4,5 cm/km. Entre KAEDI et BOGHE elle reste voisine de 3 cm/km, puis ne décroît que très lentement jusqu'à RICHARD-TOLL. Dans le delta, elle est approximativement de 1 cm/km.

Le SENEGAL, de Bakel à Saint-louis, a fait l'objet d'un relevé bathymétrique permettant la caractérisation précise du profil en long. Ce travail est présenté dans un document annexe au présent rapport.

2.3.2 Oued GHORFA

L'oued GHORFA a une longueur de 193 kilomètres environ, pour une dénivelée totale de 310 mètres. Il prend sa source dans le massif de l'ASSABA à 318 m environ et se jette dans le SENEGAL à quelques 40 kilomètres en aval de OUAOUNDE. Sa pente moyenne est de 1,60 ‰, ce qui est assez élevé. Mais si l'on décompose le cours du GHORFA depuis sa source, on peut dire que le cours supérieur, soit une cinquantaine de kilomètres, a une pente de 4,80 ‰, correspondant au passage des falaises bordant le massif de l'ASSABA. Ensuite, pour 141 km, et une dénivelée de 60 mètres, la pente n'est plus que de 0,42 ‰.

2.3.3 Le GORGOL

Le GORGOL se jette dans le SENEGAL à KAEDI. Il est formé de la jonction du GORGOL Noir (long de 194 kilomètres pour 95 m de dénivelée, soit une pente moyenne de 0,49 ‰) et du GORGOL Blanc (long de 345 kilomètres pour une dénivelée de 336 m, soit une pente moyenne de 0,97 ‰). Comme l'oued GHOR FA, si l'on prend séparément le cours supérieur et le cours inférieur, on s'aperçoit que pendant les soixante premiers kilomètres, en ce qui concerne le GORGOL Blanc, la pente est de 4,25 ‰ (franchissement des falaises de l'ASSABA) et que pour le cours inférieur la pente n'est plus que de 0,24 ‰ pour le GORGOL Blanc et de 0,37 ‰ pour le GORGOL Noir.

2.4 GEOLOGIE

2.4.1 Formations géologiques

Il a été vu précédemment que le bassin supérieur du SENEGAL englobait la plus grande partie des formations anciennes. C'est pourquoi nous ne reprendrons pas une description détaillée de ces formations, dans l'étude géologique du bassin inférieur du SENEGAL (aval de BAKEL) mais nous nous contenterons de les mentionner. Les formations plus récentes seront plus amplement étudiées. C'est la raison pour laquelle sont distingués :

A - Les terrains anciens : socle et paléozoïque

B - Les formations tertiaires

C - Le quaternaire.

A – Les terrains anciens

A.1 - Le Cambrien inférieur

Bien représenté au nord de BAKEL et affleurant de part et d'autre du massif de l'ASSABA.

A.2 - Le Cambrien supérieur

Ce sont des grès argileux rouges mal classés, qui passent en concordance aux pélites inférieures. Il affleure sur le pourtour du massif de l'ASSABA, constitué, nous le verrons, d'ordovicien gréseux, reposant en discordance sur le Cambrien supérieur.

A.3 - L'Ordovicien

Formations de grès blancs saccharoïdes, constituant le massif de l'ASSABA, synclinal, reposant en discordance sur le Cambrien supérieur.

Formations de grès blancs saccharoïdes, constituant le massif de l'ASSABA, synclinal, reposant en discordance sur le Cambrien

A.4 - La série de BAKEL-AKJOUJT

Cette série, comme déjà mentionné, est constituée principalement de roches vertes et de schistes et quartzites à structure fine. Elle est bien représentée au nord de BAKEL et s'élargit de plus en plus au fur et à mesure que l'on progresse vers le nord.

A.5 - Granites postérieurs à la série d'AKJOUJT

Ils forment une bande située au nord de SELIBABI.

B – Les formations tertiaires

B.1 - Eocène moyen

Il est très largement représenté dans le bassin inférieur du SENEGAL et c'est lui que l'on trouve généralement immédiatement sous le Continental Terminal. Il est subaffleurant ou même affleurant dans une partie importante de la vallée du SENEGAL en aval de BAKEL (région de MATAM). Son épaisseur moyenne est de l'ordre de 200 m environ.

L'Eocène moyen a été divisé en Lutétien inférieur et Lutétien supérieur. Seul le lutétien supérieur intéresse la vallée du SENEGAL. L'éocène moyen est constitué principalement par des calcaires, des dolomies et des argiles. Localement, il renferme des niveaux de phosphates de calcium et d'alumine.

B.2 - Le Continental Terminal

Le Continental Terminal est largement représenté dans le bassin inférieur du SENEGAL. Il affleure de BAKEL à DAGANA de part et d'autre de la vallée.

Il repose, en général, sur l'Eocène moyen marin. Son épaisseur est variable et peut atteindre 150 m environ. Les faciès les plus courants sont des sables argileux aux couleurs variées roses, beiges, jaunes, blancs, violacés bariolés, dans lesquels s'intercalent des niveaux argileux ou gréseux.

C – Le quaternaire

C.1 - Quaternaire Supérieur

Il a existé au Quaternaire récent deux transgressions marines dont les dépôts remplissent les vallées inférieures des grandes rivières (vallée du SENEGAL, vallée du GORGOL).

La première a été datée par J. TRICART de l'Ouldjien, défini auparavant au MAROC (dernière période interglaciaire). Dans la vallée du SENEGAL, creusée par le fleuve à travers les dunes rouges lors d'une nouvelle période humide, la mer s'est avancée en un golfe étroit dans la région de BOGHE. Les sables marins constituent une terrasse, particulièrement étendue dans le sud du delta, dont le niveau se situe entre les cotes 4 et 6 m. Dans la basse vallée, il n'en subsiste plus que quelques témoins, mais on trouve sous les alluvions récentes des sables gris-blanc datant de cette incursion marine.

La deuxième, datée du Flandrien, intéresse surtout la CASAMANCE.

C.2 - Les alluvions fluviales

Elles sont de nature et d'âge très divers. Le SENEGAL en amont de BAKEL, la FALEME ont abandonné des sables plus ou moins argileux, qui recouvrent les graviers sous berges. Le dépôt est contemporain de la mise en place des dunes rouges. Depuis lors, les rivières et fleuves ont construit des levées alluviales formées de sable fin et de limon qu'il n'a pas été possible de faire figurer sur la carte en annexe.

En aval de BAKEL, la vallée du SENEGAL s'élargit considérablement dans les formations tertiaires. Des alluvions récentes occupent tout le lit majeur. Il faut distinguer parmi elles, les levées à matériel finement sableux (sable fin, limon), jaunâtre et les dépôts argileux bruns des cuvettes.

Ces formations se rencontrent dans la vallée du SENEGAL en aval de BAKEL et dans celle du GORGOL en amont de KAEDI.

C.3 - Les dunes actuelles

Elles sont représentées surtout dans la région ouest et nord de KIFFA. Ce sont des dunes de sables au modelé confus, portant une végétation buissonnante et pouvant être ravines par les pluies.

Les formations quaternaires, qui sont plus importantes dans le bassin inférieur du SENEGAL que dans le bassin supérieur, sont relativement peu épaisses et très variées. On rencontre :

- savane latéritique, plus ou moins démantelée,
- dépôts de sables,
- invasion de dunes, formation d'un cordon littoral, etc.

2.4.2 Hydrogéologie

L'hydrogéologie dans le bassin du fleuve Sénégal est caractérisée par l'existence de plusieurs nappes souterraines bien connues et qui correspondent à des formations géologiques différentes qui se sont mises en place respectivement au Primaire, à la fin du Secondaire, du Tertiaire et au Quaternaire.

Nous en donnons ci-après les caractéristiques principales, à travers, en particulier, leur liaison avec le fleuve.

Les différentes nappes

La nappe du Maastrichtien

On la trouve dans tout le bassin Sénégal-mauritanien. Sur la rive gauche, elle constituerait selon certains auteurs, une zone d'alimentation de la nappe à partir du Fleuve.

La nappe de l'Eocène

La nappe de l'Eocène est représentée sur tout le bassin sédimentaire, excepté la zone d'affleurement ou de sub-affleurement du Maastrichtien où elle a été érodée.

L'alimentation de cette nappe est tributaire des eaux de pluie, des eaux du fleuve (infiltration suite aux crues) ou des eaux de la nappe maastrichtienne par drainage verticale.

La nappe du Continental terminal (CT)

La nappe du CT est aussi appelée « nappe du Trarza » et elle constitue la nappe la plus importante et la plus régulière de tout le bassin sédimentaire côtier en Mauritanie.

Sur la rive gauche, la nappe du Ferlo reconnue dans les formations du CT, se présente plus en creux que celle de Trarza. L'alimentation de cette nappe semble se faire uniquement sur ses bordures par les crues du fleuve. Un apport direct des eaux de pluie par la surface n'est guère possible, à cause de la grande profondeur de la nappe et des conditions climatiques très souvent défavorables.

La nappe alluviale ou nappe du Quaternaire

Les formations du quaternaire sont constituées d'une part d'argiles et de sables fins qui correspondent aux dépôts Post Nouakchottien et d'autre part d'alluvions grossiers ou graveleux, de sables argileux correspondant aux formations de la période de l'Ogolien et du Quaternaire ancien et moyen.

La nappe alluviale couvre le lit majeur du fleuve. L'écoulement de cette nappe s'inverse entre la crue et l'étiage du cours d'eau.

Les études piézométriques montrent que les nappes alluviales sont alternativement alimentées et drainées par le fleuve.

Données existantes sur les ressources en eau

Paramètres hydrodynamiques des nappes

Les résultats de caractérisation hydrodynamique sur les formations Quaternaire, Eocène et Maastrichtienne sont synthétisés dans le tableau ci-après.

La transmissivité des nappes est globalement plus forte à l'amont de la vallée.

Figure 2.4.A : paramètres hydrodynamiques des nappes – Sénégal inférieur

Nappes de formations Quaternaires			
Sondage de :	Transmissivité (*10 ⁻³ m ² /s)	Coefficient d'emmagasinement (*10 ⁻³)	Source (auteur, programme...)
Kanel (F1)	6,0	2,0	Illy 1973
Matam (F5)	7,2	0,6	Illy 1973
Bogué (Fq bis)	0,7	1,3	Illy 1973
Nianga (F10)	9,2		Illy 1973
Nianga (F12)	0,07		Illy 1973
Saldé	1,3		Illy 1973
Podor (GA 237)	5,5	0,45	Equesen 1993
Mbakhna (GA 334)	15	2,2	Equesen 1993
Thilogne (GA 318)	9,5	0,2	Equesen 1993
Wali (DA 250)	5,0	0,07	Equesen 1993
Kanel (GA 345)	17	0,054	Equesen 1993
Keur Macene (DA 032)	2,0	0,45	Equesen 1993
Lac de Guiers (GA 264)	1,0	0,45	Equesen 1993
Diana (DA 001)	2,5	0,25	Equesen 1993
Nappes de formation Eocène			
Sondage de :	Transmissivité (*10 ⁻³ m ² /s)	Coefficient d'emmagasinement (*10 ⁻³)	Source
Boynadi (GA 368)	9,0	850	Equesen 1993
Bbakana (GA 333)	40	8,5	Equesen 1993
Thilogne (GA 319)	7,5	12	Equesen 1993
Wali (DA 249)	8,0	0,051	Equesen 1993
Youmeniré (DA 241)	21		Equesen 1993
Mbagne (DA 264)	9,0	0,58	Equesen 1993
Bagoudine (DA 268)	12		Equesen 1993
Mafoundou (DA 220)	40	0,2	Equesen 1993
Nappes de formation Maastrichtienne			
Sondage de :	Transmissivité (*10 ⁻³ m ² /s)	Coefficient d'emmagasinement (*10 ⁻³)	Source
Kanel (GA 345)	15	0,42	Equesen 1993

Les échanges fleuve – nappe en régime naturel et en régime de gestion

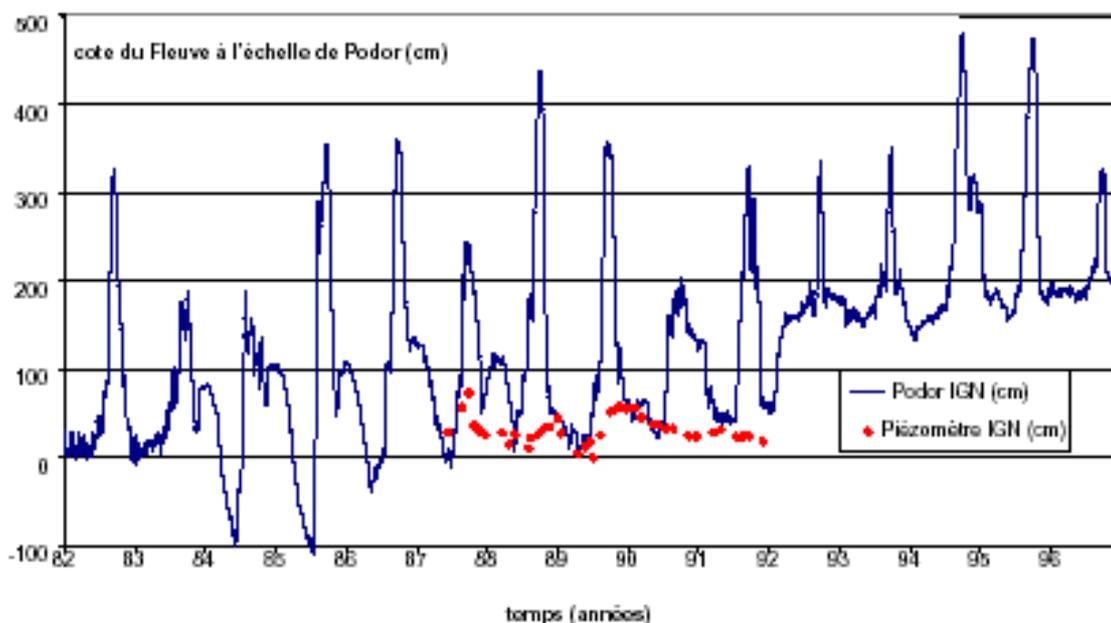
Les principales conclusions tirées de l'étude d'Illy en 1973, sont les suivantes :

- Le fleuve et la nappe contiguë constituent une source de recharge pour les aquifères profonds contenus dans les formations du Continental terminal, de l'Eocène et du maastrichtien ;
- La nappe alluviale est alimentée par le fleuve en période de crue et réciproquement, sa vidange se fait au bénéfice du fleuve en saison sèche, elle soutient de la sorte le débit de base du fleuve en aval de Bakel

Les études conduites par l'IRD fournissent les indications suivantes :

- La nappe alluviale montre des oscillations annuelles de niveau d'eau dont l'ampleur est fonction de la distance au fleuve Sénégal et de la proximité d'un périmètre irrigué.
- Les hautes eaux du fleuve Sénégal provoquent une recharge de la nappe (qui fait monter sa piézométrie).
- Lorsque le niveau dans le fleuve descend, le niveau dans la nappe baisse, soit par drainage de la nappe vers le fleuve, soit par vidange d'ensemble de la nappe superficielle vers les nappes plus profondes, (ce qui explique que le niveau piézométrique de la nappe puisse rester en permanence inférieur au niveau dans le fleuve).

Figure 2.4.B : évolution de la cote du fleuve et de la piézométrie de la nappe à Podor de 1982 à 1996



La communication entre les nappes

La relation hydraulique entre les différentes nappes (nappes alluviale, Eocène et Maastrichienne) est globalement très bonne et présente toutefois quelques variations spatiales.

L'estimation du volume échangé entre le fleuve et la nappe est de l'ordre de 330 millions de m³/an selon l'IRD à partir des données de l'année 1989. Ce volume dépend cependant fortement de l'hydraulicité de l'année.

Les eaux souterraines de la Vallée du Fleuve Sénégal appartiennent à trois aquifères principaux superposés, qui ont une très bonne communication piézométrique avec la nappe alluviale. Les effets de la gestion du Fleuve sur les eaux souterraines sont cependant principalement sensibles sur la nappe alluviale.

Les effets sur les eaux souterraines des modifications du régime des eaux de surface par les ouvrages

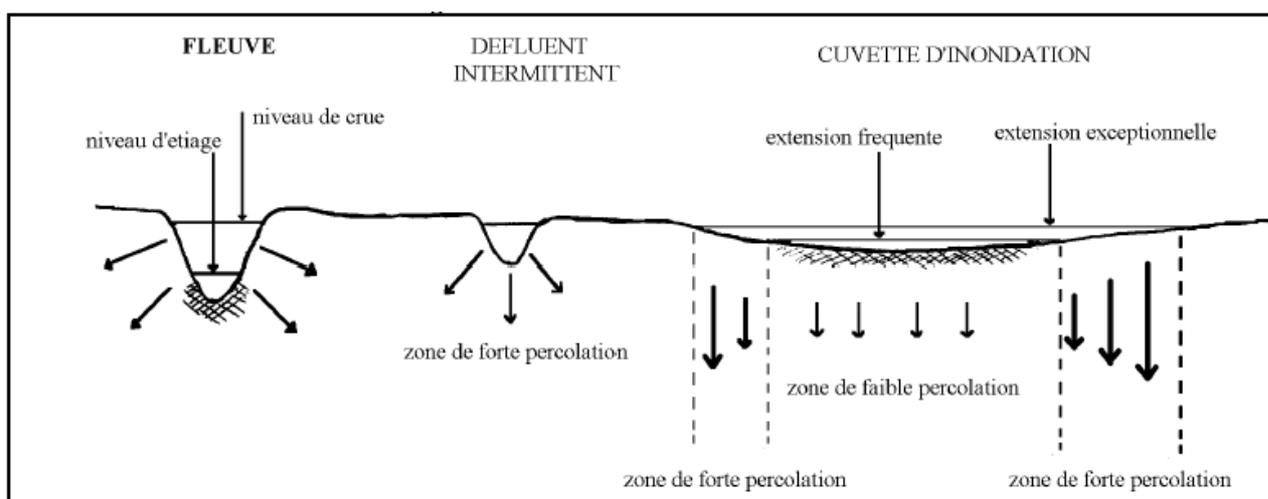
Les mesures de cet effet sont très limitées, on peut cependant en déduire (bien que les observations soient très dépendantes de l'année hydrologique) :

- l'influence de la recharge se fait sentir plus loin du Fleuve après barrage,
- l'amplitude de fluctuation près du fleuve semble avoir diminué après barrage.

Le relèvement du niveau de base dans le fleuve, lié à la fois au relèvement de la ligne d'eau à l'amont de Diama et au soutien des débits d'étiage, est de l'ordre de 1.5 m tout le long du Fleuve, de Diama à Bakel.

Dans ce contexte, le volume qui a été stocké dans la nappe serait de l'ordre de 225 millions de m³.

Figure 2.4.C : Coupe transversale schématique de la Vallée et processus de recharge de la nappe à partir du fleuve, des défluent intermittents et des cuvettes d'inondation



On ne sait guère de façon précise si cette recharge s'écoule vers l'extérieur de la vallée ou bien reste dans la nappe alluviale et donc quel est le rôle positif dans le soutien des étiages.

Si le soutien des étiages et le relèvement du plan d'eau à l'amont de Diama contribuent à une augmentation de la recharge des nappes, la limitation de l'extension des zones inondées et de leur durée moyenne de submersion peut jouer un effet contraire.

Par contre, il est aujourd'hui impossible, faute d'un dispositif de mesure et de suivi adapté, de quantifier le rôle joué par les zones d'inondation dans la recharge des nappes.

2.4.3 Erosion

Dans le bassin inférieur du SENEGAL et particulièrement en aval de KAEDI, la faiblesse des précipitations, l'absence de relief et fréquemment la perméabilité du terrain sableux empêchent tout ruissellement généralisé. L'érosion torrentielle ne prend qu'une importance locale. Par contre, l'action éolienne n'est pas négligeable : des dunes, plus ou moins fixées par la végétation, peuvent être ravivées par les excès du pâturage.

2.4.4 Géomorphologie de la vallée

Du point de vue morphologique, le bas SENEGAL en aval de BAKEL constitue un fleuve typiquement alluvionnaire, coulant au milieu du lit majeur plus ou moins large qu'il a remblayé de ses propres transports solides : sables et limons.

La vallée inférieure du SENEGAL, entre BAKEL et ST.LOUIS, présente quelques différences notables. On peut la diviser en deux ensembles :

- la partie comprise entre BAKEL et KAEDI,
- la partie située en aval de KAEDI jusqu'à ST. LOUIS.

De KAEDI au KARAKORO, les influences eustatiques diminuent au profit, d'une part, des apports typiquement climatiques du SENEGAL (lignes d'eau plus tendues, transports solides plus importants, marnage important...), d'autre part, de l'influence relative des affluents. Par ailleurs, de l'aval à l'amont de KAEDI, la nature des formations rencontrées explique la présence d'une vallée très large dans l'Eocène calcaire, alors qu'elle reste relativement étroite dans le Précambrien.

Le lit majeur, en rive droite, est constitué d'une série de méandres de faible et moyenne importance isolant des systèmes hydrauliques simples qui répondent aux schémas suivants:

- une série de levées subactuelles en croissants emboîtés isolant du fleuve une ou plusieurs cuvettes,
- Un schéma comparable, mais avec un fondé submersible isolant des collaldés,
- Enfin un schéma plus complexe composé d'un glacis sablo-argileux rouge antérieur aux alluvions du lit moyen et recoupé par celui-ci. Il est entaillé par des chenaux profonds et étroits à section rectangulaire et d'un glacis beige à brun clair, sablo-limoneux, contemporain ou juste postérieur aux alluvions anciennes du lit majeur. Ce glacis peut constituer une banquette alluviale, correspondant à la terrasse ouljienne. Ce glacis se prolonge parfois dans le oualo par des langues sablolimoneuses, encadrant les mares.

De MATAM à OUAOUNDE, c'est la région des grands oualos, soumis à l'influence directe des oueds GHORFA et NIORDE. Le oualo proprement dit est généralement constitué de grandes levées rarement insubmersibles, séparées du fleuve par des levées subactuelles en croissants et séparées, de la bordure du lit-majeur par des cuvettes de décantation auxquelles elles se raccordent par un glacis alluvial. Ces cuvettes de décantation sont reliées entre elles par des chenaux. Enfin, la section située entre OUAOUNDE et BAKEL, où la vallée est plus resserrée entre des chaînons quartzitiques d'orientation générale N-S. Ces derniers sont tantôt parallèles, tantôt perpendiculaires au fleuve.

Le lit majeur présente, en rive droite, non plus un oualo, mais une série d'alignements de mares plus ou moins isolées du fleuve : les levées subactuelles en croissants sont très rares alors que les recoupements des méandres avec des bancs sableux sont de plus en plus fréquents.

Si les chaînons de quartzites sont parallèles au fleuve, les marigots affluents entaillent les quartzites par un véritable canyon et débouchent dans le lit mineur du SENEGAL par un chenal très encaissé dans le lit majeur. Si le relief est peu marqué, les marigots alimentent des bassins semi-indépendants avant d'alimenter les mares du lit majeur. Dans le cas où les chaînons de quartzites sont perpendiculaires au fleuve, l'existence de mares est liée à la présence d'un pseudo-bourrelet de berge qui semble en fait correspondre à des lambeaux de terrasses anciennes à nombreux galets de quartz recouverts d'un dépôt éolien :

On peut donc dire que la dynamique du fleuve a tendance à colmater et à repousser vers l'aval les chenaux de remplissage et de vidange du oualo. En contrepartie, les apports latéraux (GORGOL, GHORFA, NIORDE), qui sont de plus en plus sensibles de l'aval vers l'amont, entretiennent avant et après la crue du fleuve des chenaux entaillés profondément dans le lit majeur.

Alors qu'en amont de KAEDI on passait progressivement à un climat Nord-Soudanien, en aval, nous nous trouvons dans une région typiquement sahélienne et uniforme dans ses grandes lignes. De même, on quitte le domaine des roches dures à relief quelque peu accusé du Précambrien pour entrer dans celui de l'Eocène sédimentaire à prédominance calcaire et gréseux.

D'une vallée relativement étroite, à pente plus accentuée, nous entrons dans une vallée plus large (10 à 20 km) où le fleuve décrit de nombreux méandres et nous quittons la zone d'influence climatique pour celle de l'influence eustatique.

La formation de la vallée sous son aspect actuel s'est poursuivie pendant tout le Quaternaire Supérieur et a été fort complexe. Elle a subi l'influence de variations climatiques et de plusieurs transgressions marines, dont la dernière, au Dunkerquien, a atteint approximativement la cote + 1,5 m. Depuis cette époque, le fleuve a eu tendance à s'encaisser dans les dépôts dunkerquiens et à agrandir ses méandres. Bien que ceux-ci soient encore assez loin d'avoir atteint leur plein développement et manquent de régularité, le lit apparent du bas-SENEGAL appartient nettement au type "sinueux" dans lequel se classent les cours d'eau à pente douce et en voie de lente stabilisation (par opposition au type "comblant", aux chenaux anastomosés et essentiellement instables). Le type sinueux offre des caractéristiques plutôt favorables à la navigation.

Le lit majeur du bas-SENEGAL présente, sur une largeur variant de 10 à 20 km, une microtopographie extrêmement complexe. On y distingue d'innombrables petits « marigots » sinueux et entrelacés, des méandres abandonnés, des buttes correspondant à d'anciens "bourrelets de berges".

Du point de vue agricole, le lit majeur fertilisé par les crues annuelles présente un grand intérêt, depuis les cuvettes argileuses ou "oualos" qui permettent à la décrue de riches cultures de mil jusqu'aux vastes étendues plates du delta qui ont permis l'aménagement du casier rizicole de RICHARD-TOLL.

Enfin, le delta du SENEGAL se présente comme une vaste zone marécageuse au relief très faible, parcourue en tous sens par un grand nombre de chenaux plus ou moins profonds.

Le manque de relief net de cette partie de la basse vallée donne une importance primordiale au micro-relief. En ce qui concerne l'écoulement, on rencontre un certain nombre d'îlots insubmersibles, formés de levées alluviales d'âge Dunkerquien, et des formations plus récentes, subactuelles, submersibles, au relief moins prononcé.

Un réseau de chenaux serpente au travers de ces levées alluviales. On peut signaler qu'en certains endroits des levées alluviales plus importantes tendent à isoler une zone d'étendue variable.

Enfin, étant donné son manque de relief, c'est une région où les phénomènes d'estuaire perturbent l'écoulement sur de grandes distances depuis la mer. D'autre part, la mobilité de l'embouchure du fleuve, les modifications de section et d'écoulement du débouché en mer, font sentir leurs influences dans tout le delta.

2.5 ETUDE DES SOLS

2.5.1 Vallée du fleuve en aval de BAKEL

A une quarantaine de kilomètres en aval de BAKEL, près de BEMBAKANE, le fleuve SENEGAL quitte les formations métamorphiques, schistes et surtout quartzites paléozoïques. Il coule alors dans une très grande vallée alluviale dont la largeur varie de 10 à 20 km, avec de part et d'autre, constituant le reste du bassin, des terrains Tertiaires et Quaternaires. De BEMBAKANE au nord de KAEDI, on a des terrains Tertiaires calcaires et Quaternaires anciens (grès argileux du Continental Terminal et sa couverture de cuirasse). En aval de KAEDI, encore quelques lambeaux de Tertiaire et de Quaternaire ancien, mais surtout (après BOGHE) du Quaternaire récent sableux. Nous sommes dans cette dernière partie du fleuve et de son bassin en pleine zone pédoclimatique de sols subarides.

Ainsi donc en aval de BAKEL, le bassin peut être divisé en deux parties distinctes situées dans deux zones pédoclimatiques différentes :

De BAKEL à KAEDI en zone sahélo-soudanaise le bassin est essentiellement installé sur les formations Tertiaires et Quaternaires anciennes. De KAEDI à l'embouchure en zone sahélo-saharienne, le bassin se trouve dominé par des formations sableuses dunaires du Quaternaire récent.

On peut distinguer la zone alluviale et sa bordure immédiate d'une part, et d'autre part, les versants exondés du bassin.

La zone alluviale et sa bordure immédiate inondable sont le domaine des sols hydromorphes ou/et des sols halomorphes.

Les distinctions que l'on peut établir dans cette zone dépendent alors beaucoup de la composition chimique et granulométrique des alluvions ; ces deux facteurs résultant eux-mêmes des variations paléoclimatiques et des oscillations eustatiques qui ont institué

différentes conditions de sédimentation et fixé le modelé actuel de la vallée, dont dépend, par l'intensité des processus de submersion, toute l'évolution des sols.

Hors de la vallée, l'évolution des sols est plus strictement sous l'influence du climat atmosphérique (le rôle du matériau originel intervenant pour la mise en place de sols spéciaux : vertisols et sols rendziniformes)

A – Zone alluviale et sa bordure immédiate

1) Sols hydromorphes

Dominés par un excès d'eau, ces sols constituent la quasi-totalité des sols de la vallée jusqu'à PODOR. Les différents types que l'on peut distinguer dans cette classe sont, comme nous l'avons signalé, sous l'influence de la composition granulométrique de leur matériau et de leur position dans le modelé de la vallée. On peut distinguer :

a) les sols à gley :

Ils sont marqués par une très longue persistance de l'eau dans leur profil. Dans ces conditions, le fer se trouve réduit à l'état ferreux d'où les couleurs caractéristiques gris bleuté ou gris verdâtre de ces sols. Ils sont essentiellement développés sur alluvions fluviales de décantation.

b) les sols à pseudo-gley (à taches et/ou concrétions) :

Ils sont caractérisés par des tâches et traînées irrégulières de couleur variable blanchâtre, grisâtre, jaunâtre ou rougeâtre, et/ou par des concrétions ferro-manganésifères, plus rarement calcaires.

Ils se développent sur une gamme variée de matériau de texture très variable :

- alluvions fluviales de débordement constituées par un sédiment moins fin, limoneux, déposé en bordure même du lit mineur où il forme les levées naturelles qui gagnent le fleuve et ses principaux défluent. Clair, il est limono-sableux. Il est plus foncé lorsqu'il est plus argileux.
- matériau d'épandage latéral prolongeant le glacis, sédiments variables dont l'origine est un remblayage ancien aux dépens des versants voisins.
- terrasses alluviales diverses.

c) subissant également une submersion plus ou moins prononcée, il y a des sols ne manifestant aucune évolution. Ce sont les sols jeunes peu évolués d'apport ou d'érosion développés sur matériaux divers mais essentiellement sables fluviales.

d) nous pouvons, également, dans les sols hydromorphes de la zone alluviale inclure sans inconvénient certains sols d'argile noire (Tirs de MAYMARD) qui appartiennent plutôt à la classe des vertisols. Développés sur matériau fluviale de décantation, ils subissent une submersion très prolongée. Ils sont caractérisés par une couleur foncée et par une structure large et massive. Leur texture est toujours très fine.

Au niveau de PODOR et même déjà de BOGHE, certains de ces sols hydromorphes manifestent, à des degrés variables, une certaine salinité surtout en profondeur (G. BEYE : DEMET-NIANGA). Ils annoncent donc les sols halomorphes.

2) Sols halomorphes

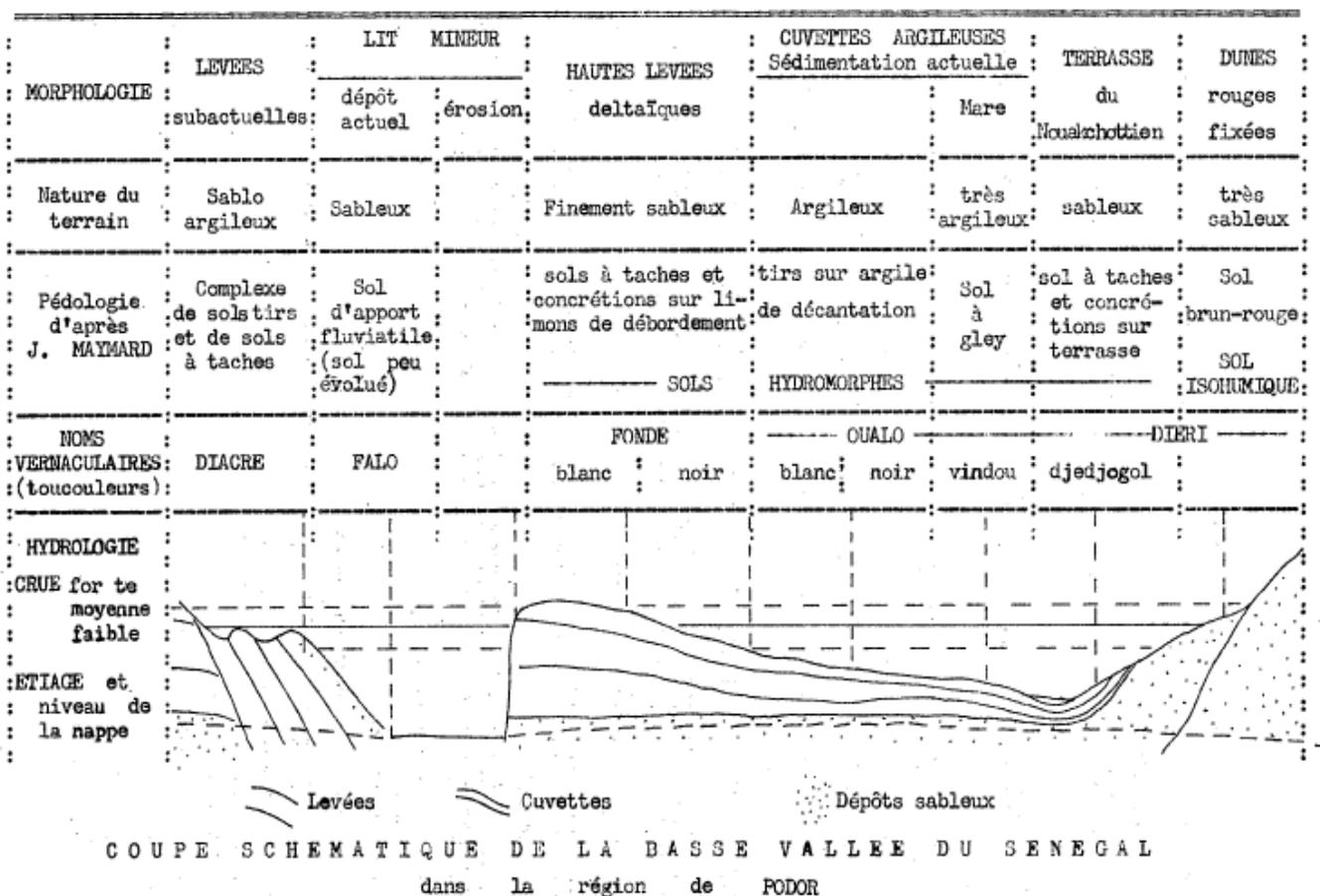
Ils constituent la presque totalité des sols du pseudo-delta à partir de RICHARD-TOLL. Bien que très hydromorphes, ces sols ont leur dynamique avant tout dominée par l'excès de sels. Ils sont fréquemment représentés par des sols salins (à structure non dégradée), mais également par des sols à alcalis. De texture très variable, ils se développent sur des matériaux très divers dont les principaux sont les suivants :

- alluvions de décantation fluviale
- dépôts fluvio-marins levées dunkerquiennes.

B – Sols situés hors de la vallée

L'évolution de ces sols est plus strictement sous l'influence du climat atmosphérique. Les influences paléoclimatiques ont cependant assez fortement déterminé la présence de certains sols (cuirasse).

Figure 2.5.A : coupe schématique de la basse vallée du Sénégal (d'après P.Michel)



Soumis donc à l'influence du climat, on peut distinguer :

- les sols en zone sahélo-soudanaise,
- les sols en zone sahélo-saharienne.

1) Sols de la zone sahelo-soudanaise

Les principaux sols sont :

- les sols Minéraux Bruts
- les sols Peu Evolués
- les sols Calcimorphes
- les sols à Sesquioxydes

a) les sols minéraux bruts

Dans cette zone, il ne s'agit essentiellement que des sols sur cuirasse ferrugineuse du moyen et bas glacis. Très compacte, elle peut être plus ou moins démantelée en blocs et gravillons.

Développés en bordure du fleuve sur les affleurements du Continental Terminal, on a des sols régosoliques fortement remaniés par l'érosion hydrique.

b) les sols peu évolués

Ils sont liés aux cuirasses et sont les mêmes que ceux rencontrés dans le bassin de la FALEME. Très hétérogènes, ils peuvent être distingués d'après le matériau de recouvrement. Sur cuirasse à faible profondeur, ils présentent parfois des phénomènes d'hydromorphie. Sur éboulis de cuirasse au pied des escarpements cuirassés en bordure des talwegs, ils sont profonds et ont un bon drainage interne.

c) les sols calcimorphes

Nous groupons dans cette classe des sols qui ont été différemment classés par certains auteurs : sols bruns subarides de la classe des sols isohumiques (Maignien). Sols rendziniiformes (rendzines ou -sols bruns calcaires) de la classe des sols calcomagnésimorphes (Maynard). Ils sont liés aux affleurements de calcaire lutétien en bordure du fleuve.

d) les sols à sesquioxydes et hydrates métalliques

Exclusivement représentés par les sols ferrugineux peu ou non lessivés. Ils sont plus fréquemment développés sur matériau colluvio-alluvial des axes alluviaux, mais on les rencontre également sur matériau sableux d'origine plus ou moins éolienne. Profonds, la plupart de ces sols présentent un excellent drainage interne. Cependant leur tassement (piétinement par les bestiaux) peut les rendre imperméables et très sensibles à l'érosion, surtout lorsqu'ils sont riches en sables fins.

2) Sols de la zone sahelo-saharienne

Nous avons essentiellement représenté les sols brun-rouge subarides de la classe des sols isohumiques développés sur sables dunaires qui enserrrent assez étroitement la vallée.

En fait, des études plus minutieuses ont montré qu'il fallait, dans cet ensemble de sables dunaires recouvrant un glacis plus ou moins cuirassé et gravillonnaire, distinguer trois paysages dont deux correspondent à deux systèmes dunaires différents : elbs longitudinales NNE-SSW et système de dunes basses, le troisième paysage correspondant à des plaines

sableuses caractérisées par la minceur de la couverture sableuse qui se manifeste par de petites plages gravillonnaires (GAVAUD 1967).

- Les sols des elbs longitudinales correspondraient typiquement aux sols brun-rouge subarides, caractérisés par un matériau sableux à bon drainage interne. Ils ne présentent presque jamais de variation structurale appréciable. En position basse (d'interdunes), ils peuvent manifester une certaine compacité susceptible de ralentir leur drainage interne.
- Sur les dunes basses on aurait des paléosols ; sols de type ferrugineux lessivés maintenus en zone sahélienne. Ils sont donc caractérisés par la présence d'un horizon B textural qui ralentit sensiblement leur drainage.

Leurs horizons supérieurs riches en sables fins déterminent fréquemment des phénomènes de battance très marqués.

Les observations relevées par GAVAUD sur le régime hydrique de ces sols ont mis en évidence une grande différence de comportement des deux types de formations sableuses (les sols de dunes basses étant caractérisés par un drainage généralement déficient).

Dans cette zone en bordure immédiate de la vallée, il faut signaler des sols plus ou moins squelettiques liés à la cuirasse du Continental Terminal et des sols calcimorphes dérivés des calcaires et marno-calcaires éocènes (entre BOGHE et KAEDI).

En résumé, pour la vallée du fleuve en aval de BAKEL, il faut retenir :

- dans la zone alluviale des sols hydromorphes (jusqu'à PODOR) et des sols halomorphes (dans le pseudo-delta) caractérisés par une très grande diversité de leurs matériaux et des conditions de submersion auxquelles ils sont annuellement soumis.
- hors de la zone alluviale en zone sahélo-soudanaise, on a surtout des sols squelettiques ou jeunes liés au Continental Terminal et à sa couverture de cuirasse. En bordure immédiate du fleuve on a des sols dominés par la présence de calcium et qui sont liés aux affleurements des calcaires éocènes. En zone sahélo-saharienne, le bassin est dominé par les grands massifs duriaires qui, couvrant tout le TRARZA et la majeure partie du BRAKNA, s'étendent au sud du delta jusqu'au CAYOR. Ils portent des sols subarides très sableux.

2.5.2 Zones endoréïques

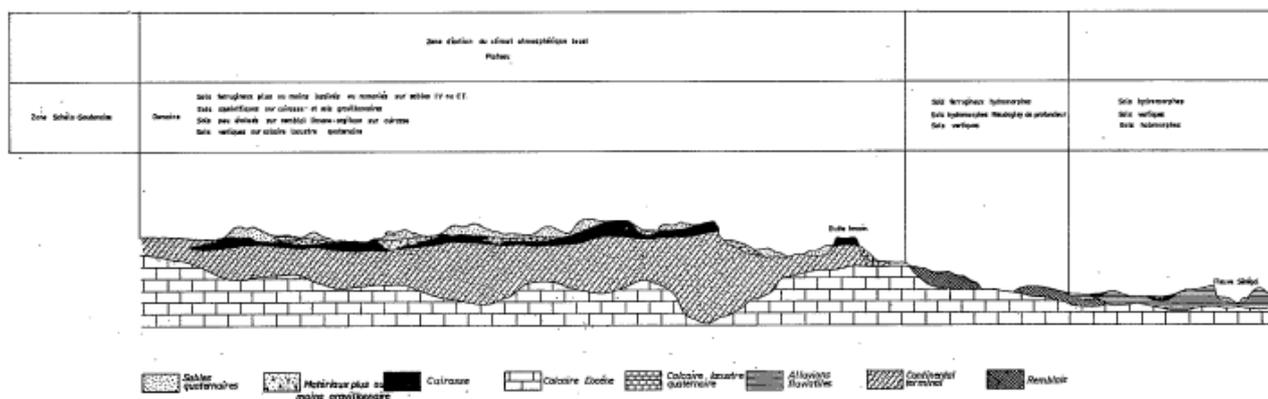
Elles correspondent, pour la rive droite, à la zone comprise entre la vallée du Serpent et celle du GORGOL (seule cette dernière est connue) et, pour la rive gauche, à la vallée du FERLO.

D'intérêt hydrologique réduit, ces zones ne présentent, du reste, pas grande originalité pédologique par rapport aux zones déjà étudiées.

A – BASSIN DU GORGOL

Il est entièrement situé en zone sahélo-saharienne et se trouve caractérisé au point de vue géologique par l'extrême avancée orientale du bassin sédimentaire du SENEGAL. L'Eocène vient s'appuyer à l'est sur les formations antécambriennes schisto-quartzitiques et il est surmonté au nord de KAEDI par les sédiments gréseux Mio-Pliocènes.

Figure 2.5.B : coupe schématique et synthétique du bassin en aval de Bakel



Les principaux types de sols rencontrés sur ces formations sont alors les suivants

- Sols Minéraux Bruts
- Sols Jeunes ou Peu Evolués
- Sols Steppiques (Isohumiques)
- Sols Hydromorphes.

1) Sols minéraux bruts

a) Les sols Minéraux Bruts d'Erosion

Ils sont représentés par :

- des lithosols ferrugineux surtout en bordure des plateaux. Au centre, par démantèlement, ces lithosols passent à des sols plus ou moins gravillonneux et caillouteux qui évoluent vers les sols subarides à mesure que les matériaux deviennent plus fins.
- des amoncellements de débris de roches diverses :
 - o Lithosols quartzitiques composés de matériau très grossier où à des débris de quartz se mêlent des sables quartzitiques légèrement éolisés.
 - o Lithosols sur des produits de démantèlement des schistes gréseux.

Très souvent, entre les débris de roches, s'accumulent des matériaux plus meubles. Lorsqu'ils deviennent dominants et que les débris sont plus fins, on passe à des régosols.

b) Sols Minéraux Bruts d'Apport

Ils se classent en trois catégories en fonction des processus de transport :

- Sols Fluviaux
- Sols Colluviaux
- Sols Eoliens

Les sols Fluviaux sont assez limités. L'hydromorphie qui les affecte les fait passer dans la classe des sols hydromorphes.

Les sols Colluviaux sont, par contre, assez fréquents. Ils s'étendent au pied des reliefs et en bordure du plateau ferrugineux. Ils sont constitués d'un mélange de débris de cuirasse ferrugineuse, de grains de sable et d'argile.

Quant aux sols Eoliens, ils constituent plutôt des faciès dégradés d'anciennes dunes rouges stabilisées, à sols subarides. La dégradation résulte du piétinement par le bétail des horizons de surface qui deviennent très sensibles au vent. Ils se présentent alors généralement sous forme de reprise éolienne en bordure de certains oueds ou aux alentours des villages.

2) Sols peu évolués

Mis à part des sols jeunes sur sables intergrades et des sols brun-rouge, on a essentiellement des sols développés sur les longs glacis du modelé actuel. Très érodés en surface, ils sont caractérisés par un horizon argileux rougi très compact, qui repose sur une succession d'horizons beiges à brun-olive riches en carbonate. Certains des profils de ces sols ont une grande analogie avec des sols bruns eutrophes et même avec certains sols halomorphes (solonetz solodisés du TCHAD et du SENEGAL oriental). Ils présentent un drainage externe excellent du fait de leur imperméabilité et de leur position dans le modelé. Ils s'opposent donc aux sols jeunes sur matériaux alluviaux à drainage interne et externe déficient.

3) Sols subarides tropicaux

Ils constituent les sols climatiques de la région. Ils se développent sur matériaux divers : sur sables, sur produits argileux et sur roches basiques. Sur ces derniers matériaux, les conditions d'hydromorphie accusées par une position topographique qui limite le drainage provoquent le passage aux sols d'argile noire (vertisols).

4) Sols hydromorphes

Ces sols sont extrêmement communs et variés. Ils se rencontrent principalement le long et dans les collatures ou les vallées temporaires. Ils sont presque tous marqués par une hydromorphie partielle de surface ou de profondeur toujours temporaire.

C – Bassin du FERLO

On peut le diviser en deux parties : une partie sud-est et une partie nord-ouest. Dans la partie sud-est, les principaux types de sols représentés sont :

- les sols minéraux bruts sur cuirasse ferrugineuse et gravillons
- les sols jeunes ou peu évolués liés à la cuirasse
- les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés sur matériau sableux à sablo-argileux du Continental Terminal remanié dans les axes alluviaux.
- les sols Hydromorphes sur plateaux cuirassés ou dans les axes alluviaux.

La partie nord-ouest, quant à elle, est dominée par les formations sableuses dunaires à travers lesquelles le cours d'eau se fraye péniblement son chemin. Les sols dominants sont de types subarides (brun ou brun-rouge). On a cependant, assez bien représentés, des sols ferrugineux sur matériau très sableux dunaire (ils sont en situation instable). Dans les axes alluviaux, dans les interdunes ou sur des plaines sableuses peu étendues sur glacis, on a des sols hydromorphes.

3 FACTEURS CLIMATIQUES

3.1 LES GRANDES ZONES CLIMATIQUES

Le bassin du fleuve Sénégal présente différents types de climat : le climat est sub-guinéen au sud, soudanien au centre et sahélien au nord. La diversité climatique du haut bassin du fleuve Sénégal s'explique par les déplacements du Front Intertropical boréal (FIT) qui sépare l'Harmattan (air tropical, sec, secteur NE) et la Mousson (air équatorial, humide, secteur SO).

Pendant l'été boréal, on observe la remontée vers le nord de l'anticyclone de Sainte Hélène et de la mousson qui l'accompagne, celle-ci étant d'autant plus longue et abondante que la région est située plus au sud. Pendant l'hiver boréal, sous l'influence de l'anticyclone du Sahara, l'harmattan souffle du nord-est, avec une saison sèche qui sera d'autant plus longue que l'on se situe au nord.

Le Delta, en raison des influences océaniques, bénéficie du régime des alizés maritimes du Nord-Ouest dont l'humidité adoucit le climat. Le bassin du Sénégal est donc en général caractérisé par deux saisons bien marquées dans l'année : une saison des pluies centrée sur l'été (juillet à octobre) et une saison sèche centrée sur l'hiver-printemps (novembre à juin).

Figure 3.1.A: Carte des grandes zones climatiques du bassin du Sénégal



3.2 RESEAU DE DONNEES

Le suivi des paramètres climatiques et la collecte des données résultantes relèvent de la responsabilité des directions météorologiques des différents pays sur lesquels s'étend le bassin versant du Sénégal. Il s'agit des Directions de la Météorologie Nationale (DMN) de la Guinée, du Mali et du Sénégal et de la Société des Aéroports de Mauritanie (SAM) au sein de laquelle est logé le service météorologique.

Le réseau climatologique du bassin du fleuve Sénégal compte 20 stations synoptiques et 19 stations climatologiques réparties dans les quatre pays. La qualité des données est variable, ainsi que les périodes d'observations disponibles.

Les observations pluviométriques dans le bassin du fleuve Sénégal sont assez anciennes. Elles remontent à 1850 à Saint-Louis et au début du 19ème siècle pour les principales stations du bassin comme Bakel (1918), Labé (1923), Kayes (1895). Le réseau pluviométrique du bassin compte 262 stations dont la durée d'observation va d'une année à cent dix ans (Kayes).

3.3 PLUVIOMETRIE

Les chapitres qui suivent sont issus de « l'étude sur la modélisation pluies/débits et la conception d'un système d'alerte précoce contre les inondations dans le haut bassin du fleuve Sénégal » réalisée par DHI/Tropis pour le compte de l'OMVS en 2007.

Compte tenu de la disparité des périodes d'observation entre stations pluviométriques, l'homogénéité des données a été contrôlée par la méthode du vecteur régional (Brunet-Moret Y. 1971; 1977; Hiez G. 1977; 1986).

Le Vecteur régional se définit comme une série chronologique d'indices pluviométriques, issus de l'extraction de l'information la plus "probable" - au sens de la plus fréquente - contenue dans les données d'un ensemble de stations d'observations groupées en région climatique homogène".

Il s'agit donc une suite chronologique d'indices annuels de précipitations prenant en compte les effets de persistance, de tendance, de pseudo-cycles de la zone climatique, mais homogène dans le temps. Le bassin a été divisé en trois zones :

- le haut bassin : il concerne les stations pluviométriques guinéennes
- le bassin intermédiaire : il regroupe les stations maliennes, mauritaniennes et sénégalaises jusqu'à la latitude de Bakel
- la moyenne et basse vallée : les stations mauritaniennes et sénégalaises concernant cette zone

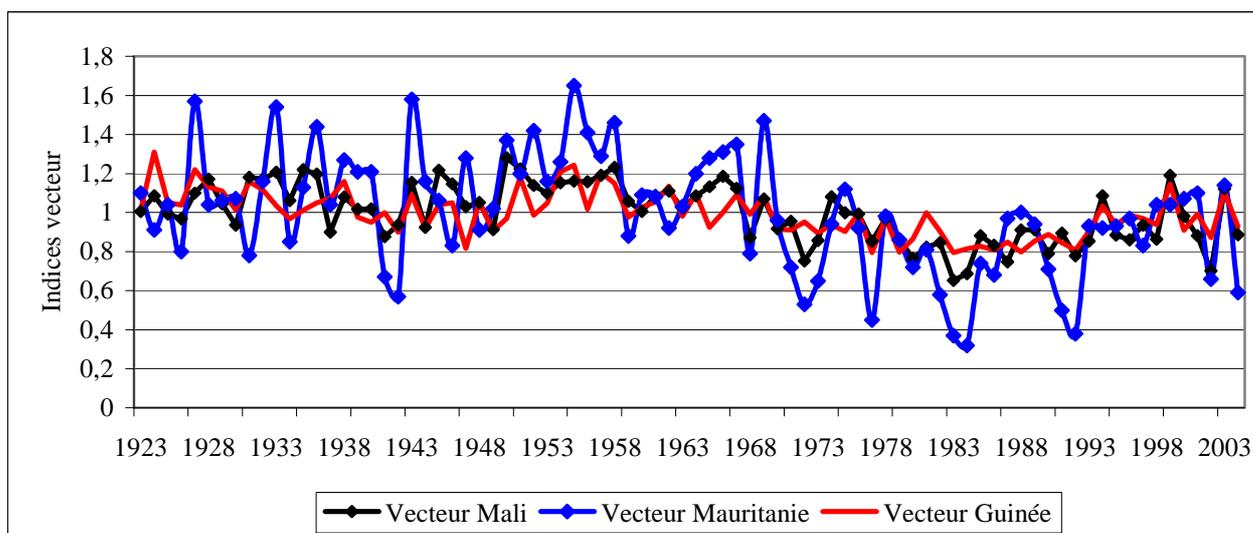
Cette critique a permis de détecter les valeurs « aberrantes » et d'homogénéiser les échantillons de pluies annuelles. D'une manière générale, les données sont de bonne qualité malgré l'importance des lacunes pour certaines stations.

3.3.1 Variations de la pluviométrie

Les variations de la pluviométrie peuvent être appréciées à travers les fluctuations des indices du vecteur régional. La figure suivante montre la variation des indices des trois vecteurs constitués. La valeur 1 du vecteur indique la pluviométrie moyenne régionale dans la zone d'application du vecteur ; les valeurs supérieures à 1, les années excédentaires et les valeurs inférieures à l'unité, les années déficitaires. Le vecteur reproduit bien la tendance générale de la pluviométrie dans le bassin :

- une augmentation des variations annuelles en allant du sud vers le nord, de la Guinée à la Mauritanie
- de 1923 à 1967 : une période à pluviométrie globalement excédentaire malgré les déficits des années 1941-1942. Dans le bassin guinéen, cette période a une pluviométrie moyenne à excédentaire sauf en 1947 avec des fluctuations très faibles. Les contrastes annuels sont plus prononcés en Mauritanie.
- de 1968 à 2004 : la sécheresse affecte l'ensemble du bassin avec de fortes nuances : en Guinée, faibles déficits ne dépassant pas 20% ; plus grandes fluctuations dans le bassin malien pouvant atteindre 35% (1983) ; en Mauritanie, les déficits dépassent les 60% pour certaines années.

Figure 3.3.A : variations des indices des trois vecteurs régionaux de 1923 à 2004.



En classant les moyennes interannuelles en ordre décroissant, on note une diminution progressive des moyennes annuelles de Mamou à Saint-Louis. Il est possible de diviser le bassin du Sénégal en cinq zones de pluviométrie homogène qui se calquent sur un gradient latitudinal et qui sont matérialisées par des paliers successifs (cf. figure 3.3.B) de 200 mm.

En effet, la baisse des pluies annuelles se fait de manière graduelle avec la latitude. Une corrélation latitude - pluie moyenne montre une relation fonctionnelle entre les deux paramètres. La figure 3.3.C montre l'ajustement et la relation qui en découlent avec un coefficient de corrélation de 0.96, soit 92% de la variance expliquée. On pourrait sur la base de la latitude déduire avec une bonne précision la pluie moyenne, sur un point donné défini par sa latitude, sur le bassin. Par exemple, la station de Bakel, de latitude 14.9 degré, a une pluie moyenne de 507 mm.

Figure 3.3.B : Moyennes pluviométriques par station sur la période 1923 – 2004).

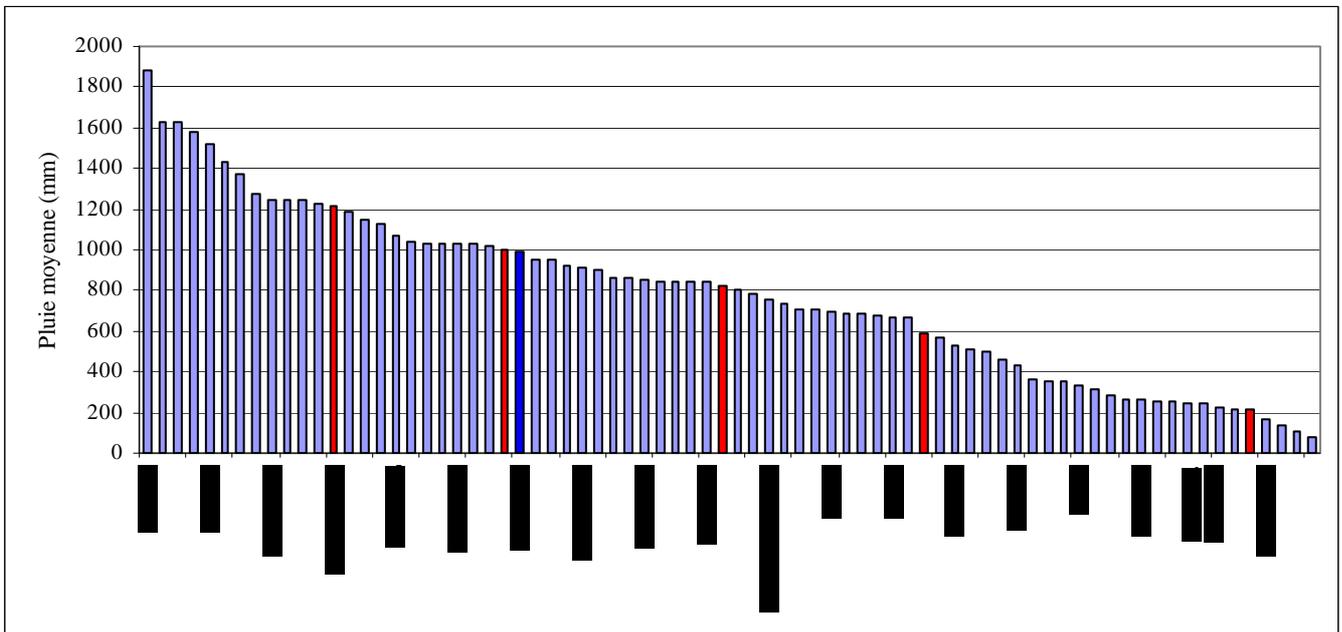
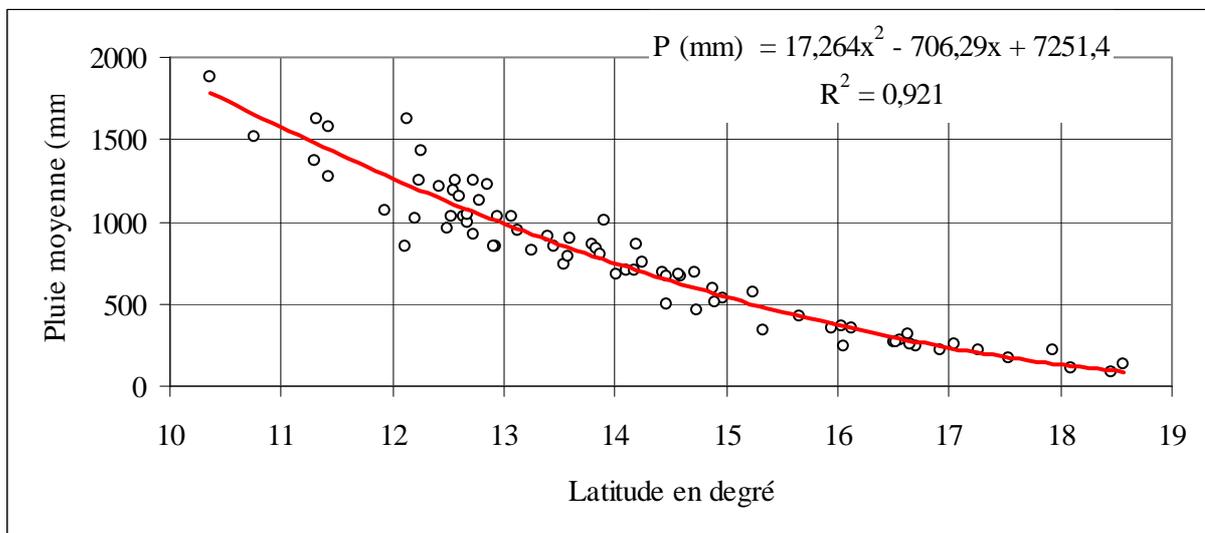


Figure 3.3.C : Relation latitude (degré) – pluie moyenne (mm).



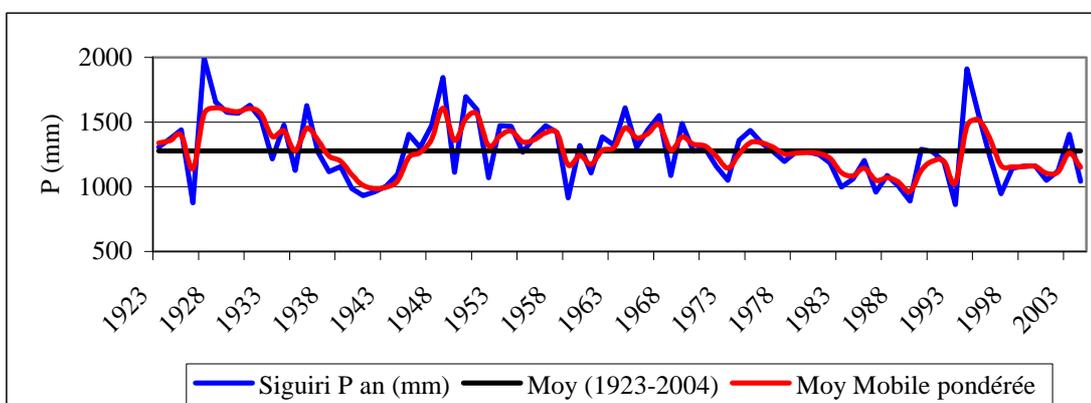
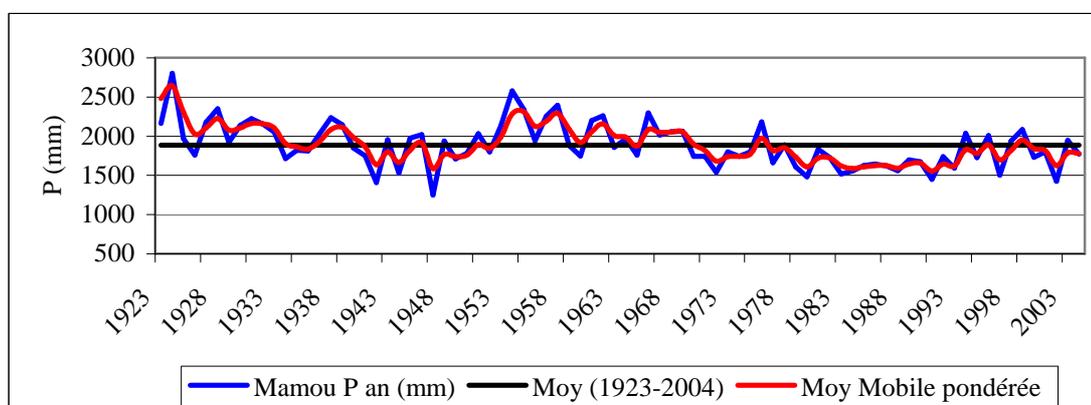
Sur la base de cette relation, on peut déduire les tranches de pluies moyennes en fonction de la latitude comme le montre le tableau ci-après. L’analyse des chroniques annuelles et leurs caractéristiques statistiques montre que la variabilité des pluies augmente suivant un gradient sud-nord. Jusqu’à la latitude de Bafoulabé, les coefficients de variation sont inférieurs à 20%. Ces faibles variations sont mises en évidence par la figure 3.4.D.

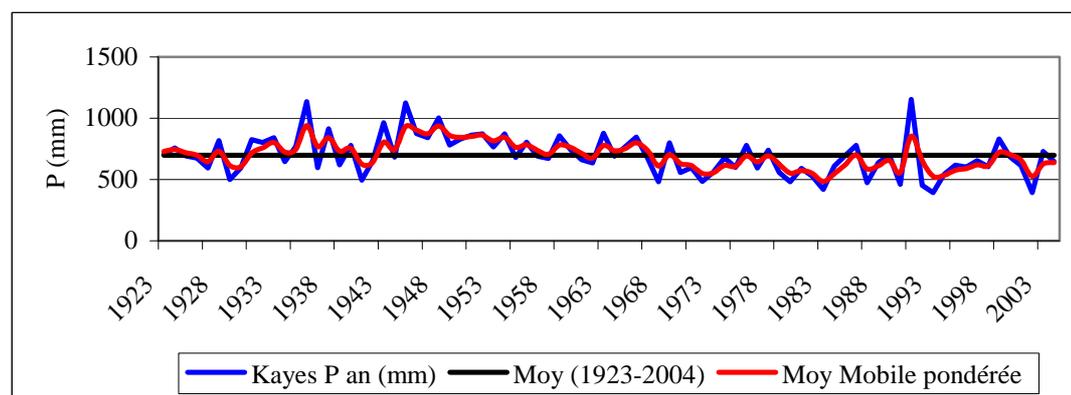
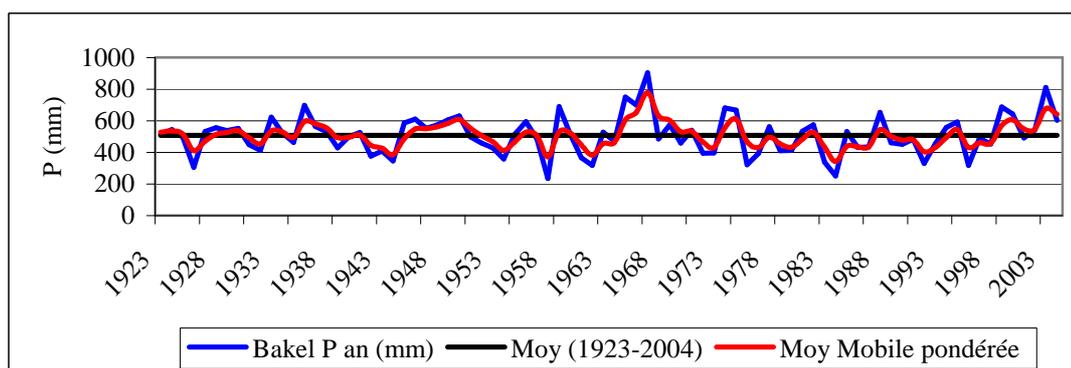
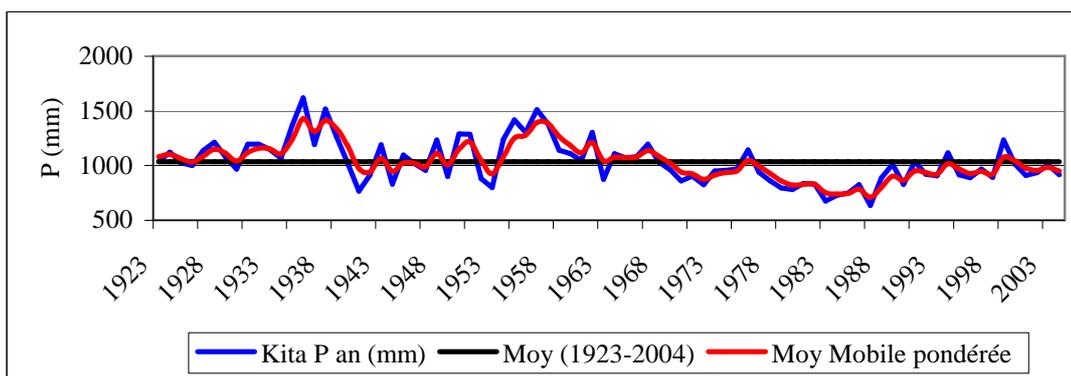
Latitude (en degré)	Pluie moyenne (en mm)
11	1571
12	1262
13	987
14	747
15	541
16	370
17	234
18	132

Tableau 3.3.A: Limite inférieure des pluies moyennes (mm) sur le bassin du fleuve Sénégal.

Si le vecteur régional donne les tendances générales de la pluviométrie, les variations stationnelles montrent les fluctuations locales des pluies annuelles. Dans la figure 5 sont représentées ces variations pour les stations synoptiques de Mamou, Siguiri, Kita, Bakel et Kayes. On note les mêmes séquences déjà mentionnées ci-dessus. Les amplitudes de variation croissent du sud au nord avec la baisse des apports annuels. Il en résulte une plus grande fluctuation des totaux annuels d'amont en aval du bassin.

Figure 3.3.D : Variations des pluies annuelles (mm) à Mamou, Siguiri, Kita, Bakel et Kayes.





3.3.2 Répartition de la pluviométrie

La répartition des précipitations est faite en privilégiant l'expression cartographique pour la rendre visuelle. Elle se fait suivant un gradient sud-nord en allant du climat guinéen au climat sahélien dans la basse vallée du fleuve Sénégal. Cette répartition sera étudiée aux échelles interannuelle (normale climatique), décennale, mensuelle et journalière.

Pluviométrie interannuelle

Analyse spatiale

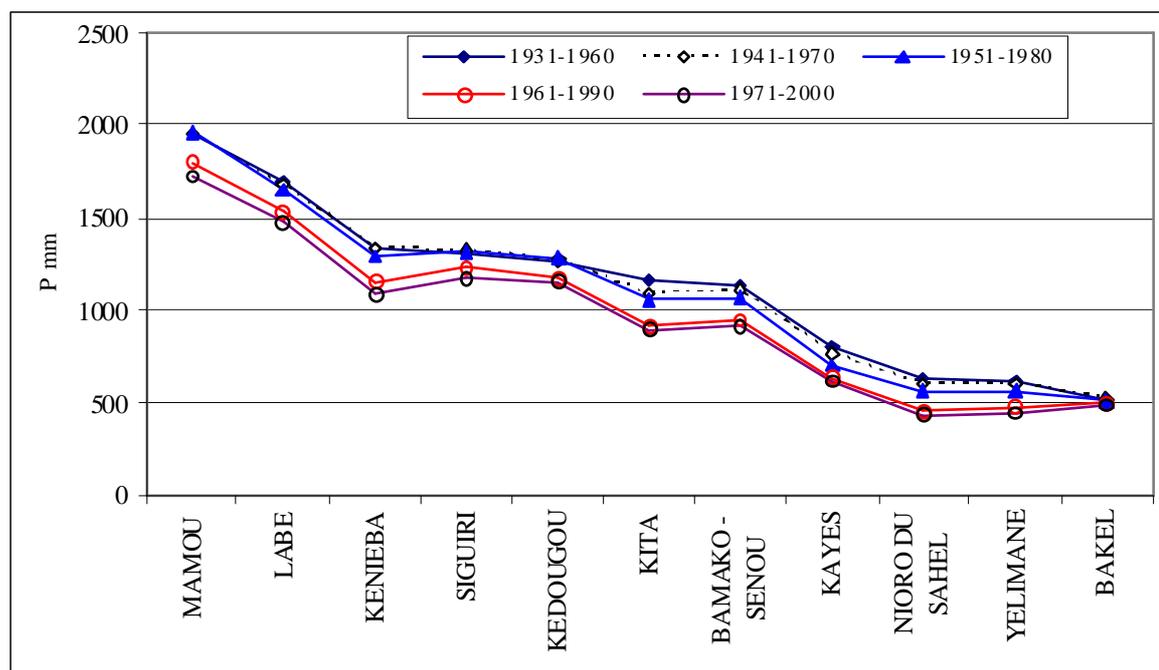
Après homogénéisation des pluies annuelles, on a obtenu des chroniques s'étendant de 1923 à 2004. Les normales pluviométriques 1931-1960, 1941-1970, 1951-1980, 1961-1990 et 1971-2000 ont été calculées (tab. 3.3.B. et fig. 3.3.E.). Pour l'ensemble du bassin, il apparaît nettement une baisse des précipitations, à l'exception de la station de Bakel où l'on note une certaine stabilité des pluies malgré la sécheresse. Pour certaines (Mamou, Siguiri et Kédougou) la diminution des pluies est insensible entre 1931-60 et 1941-70.

Pour les stations guinéennes, la diminution des précipitations va de 10% à 13% entre 1931 et 2000 alors que pour les stations sahéliennes (Kayes, Nioro du Sahel, Yélimané) le déficit varie de 23 à 32%.

Nom	Pays	1931-1960	1941-1970	1951-1980	1961-1990	1971-2000
LABE	Guinée	1693,0	1677,8	1649,8	1530,1	1475,0
MAMOU	Guinée	1948,3	1954,2	1958,1	1802,3	1721,7
SIGUIRI	Guinée	1299,8	1326,1	1319,2	1230,5	1174,4
BAMAKO - SENOU	Mali	1127,7	1112,2	1062,7	949,9	910,6
KAYES	Mali	799,7	768,5	695,4	630,9	615,5
KENIEBA	Mali	1340,0	1335,4	1291,5	1153,1	1083,6
KITA	Mali	1159,9	1091,3	1055,8	920,3	898,8
NIRO DU SAHEL	Mali	626,1	603,9	563,5	454,7	427,7
YELIMANE	Mali	616,8	604,8	564,2	477,8	445,3
BAKEL	Sénégal	505,9	518,0	503,2	499,1	481,0
KEDOUGOU	Sénégal	1264,0	1266,9	1282,1	1178,8	1153,2

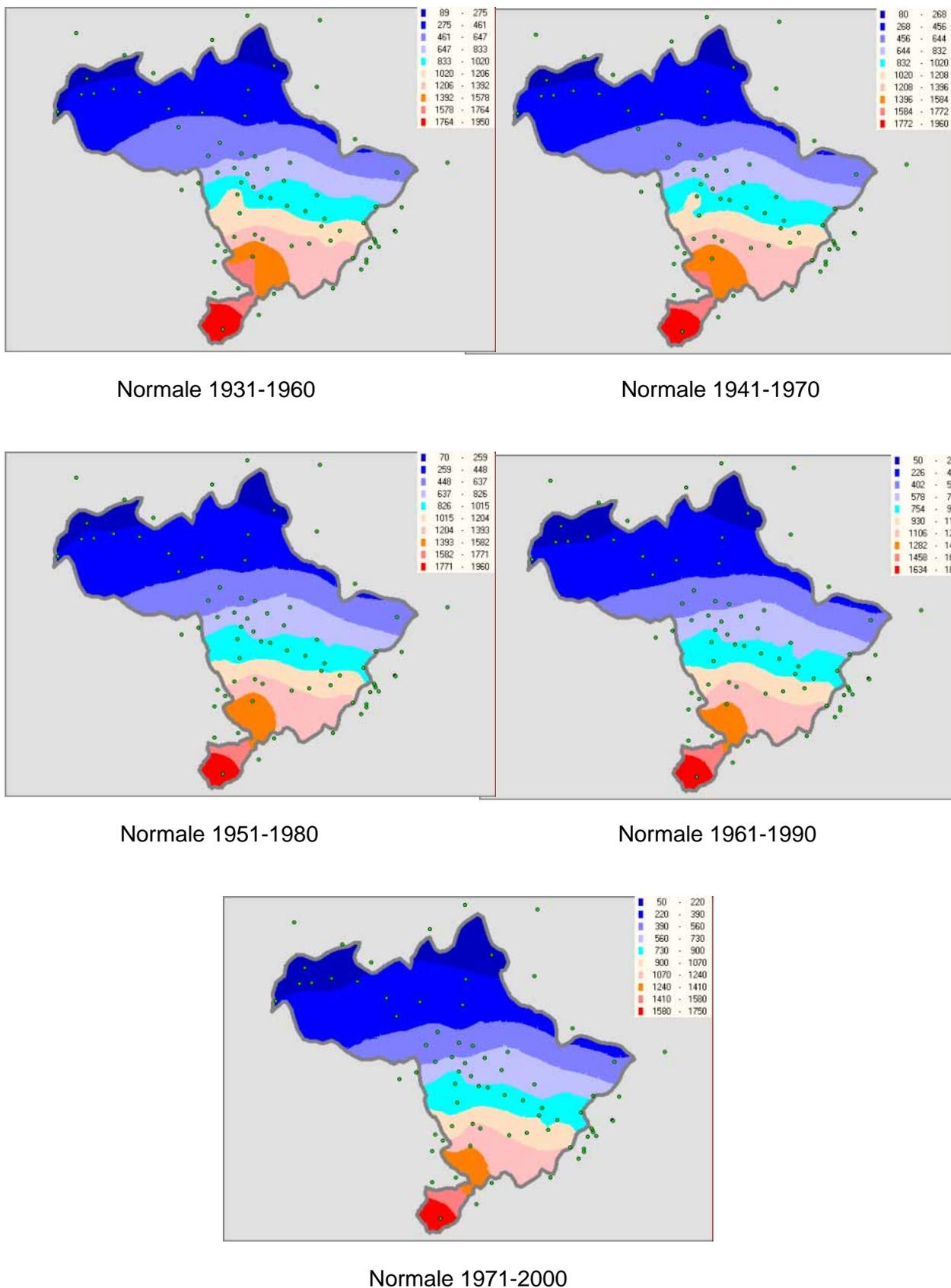
Tableau 3.3.B: Moyenne trentenaire de la pluviométrie (mm) aux stations synoptiques

Figure 3.3.E : Variations des moyennes pluviométriques trentenaires aux stations synoptiques



Pour l'ensemble des stations du bassin, les moyennes trentenaires ont été calculées et restituées sous forme de cartes (fig. 3.3.F). On note la répartition assez zonale des précipitations conformément au gradient pluviométrique décroissant sud-nord. Au nord du bassin, on passe de 90 mm de pluie moyenne (1931-1960) à 50 mm en 2000 soit une baisse de 45% des apports. En zone à faible pluviométrie, une telle baisse a des conséquences plus sensibles.

Figure 3.3.F : Répartition spatiale des précipitations (moyenne trentenaire) sur le bassin.



Distribution statistique des pluies annuelles.

Les chroniques de pluies annuelles homogénéisées ont été soumises à un traitement statistique. Une dizaine de lois statistiques (Brunet-Moret Y. 1969) ont été ajustées à ces échantillons de pluies annuelles. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous (tab.3.3.C). La loi de Goodrich présente le meilleur ajustement pour l'ensemble des stations.

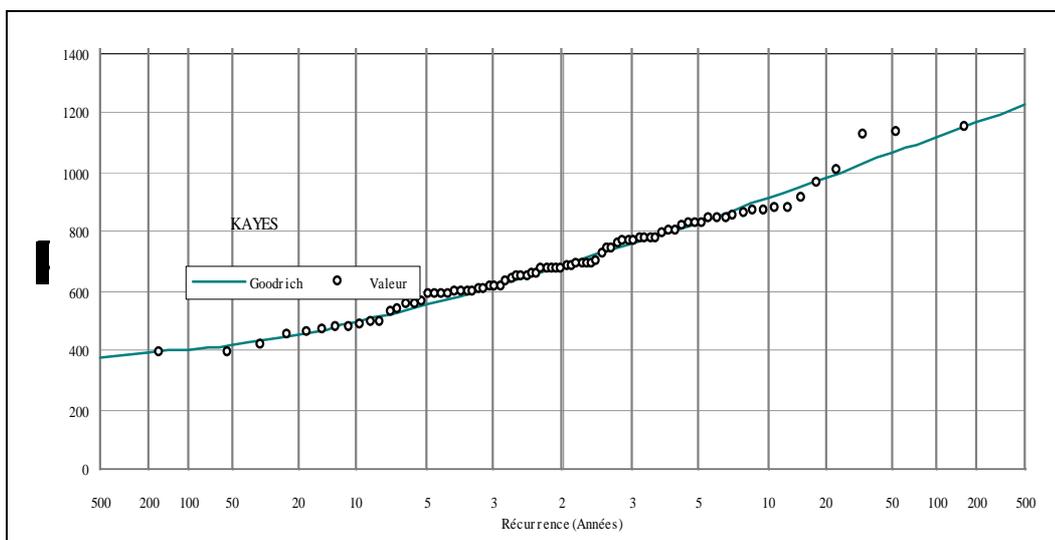
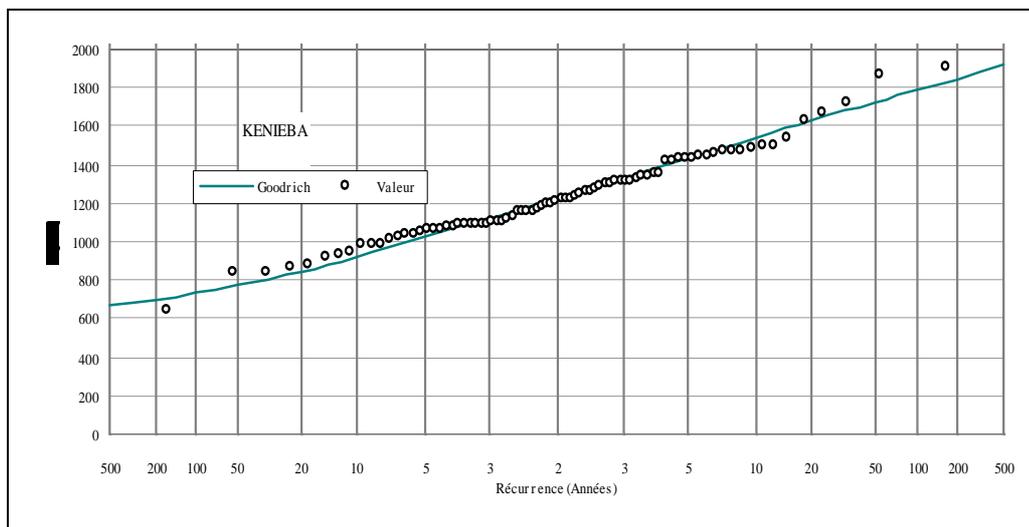
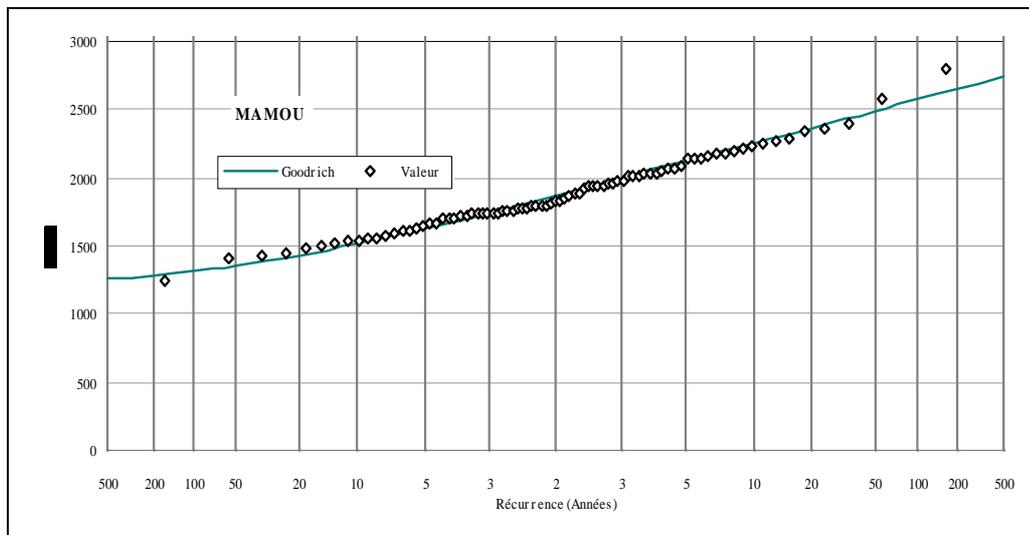
En année médiane, on peut s'attendre à des précipitations supérieures à 1500 mm. A la station de Bakel, la pluie de fréquence médiane est de 500 mm soit le tiers de ce qui est attendu dans le haut bassin. Le rapport de K3 de Rodier (rapport entre décennales humide et sèche) est illustratif de la variation des précipitations récurrentielles. Dans le haut bassin, il est de l'ordre de 1.4 à 1.5 ; dans la zone soudanienne, il est de l'ordre de 1.6 à 1.7 et en zone sahélienne, il dépasse 2 (2.7 à Matam). En récurrences sèches, comme la centennale sèche, si pour le haut bassin les apports pluviométriques sont encore conséquents (supérieures à 1000 mm), elles deviennent très faibles, voire aléatoire, à Bakel et Matam.

	Récurrences sèches					Médiane		Récurrences humides					K3
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99		
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99		
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	K3	
Mamou	1319,5	1360,6	1435,7	1514,9	1624,0	1860,8	2116,0	2251,8	2364,0	2489,8	2573,3	1,5	
Labé	1316,7	1323,6	1341,2	1366,7	1413,8	1564,2	1801,3	1959,6	2107,4	2291,5	2424,3	1,4	
Mali	1257,1	1275,1	1312,3	1356,6	1424,7	1595,5	1808,0	1931,3	2037,9	2162,3	2247,5	1,4	
Tougué	1082,5	1118,0	1184,2	1255,9	1356,9	1582,6	1833,3	1969,0	2082,3	2210,4	2295,9	1,6	
Dinguiraye	1010,0	1033,2	1077,5	1126,4	1196,7	1357,9	1541,3	1642,1	1726,9	1823,5	1888,3	1,5	
Siguiri	872,5	892,6	933,8	982,6	1057,4	1243,8	1474,5	1607,9	1723,1	1857,3	1949,0	1,6	
Kédougou	808,4	836,6	890,2	949,2	1033,7	1226,2	1444,2	1563,7	1664,0	1778,1	1854,6	1,6	
Naréna	758,4	810,2	893,8	971,8	1068,3	1249,7	1418,9	1501,4	1566,6	1636,8	1681,9	1,5	
Kéniéba	732,4	774,3	847,6	921,7	1020,1	1223,4	1432,1	1539,9	1627,6	1724,7	1788,3	1,7	
Kita	664,0	686,5	729,7	778,0	847,9	1009,9	1196,3	1299,5	1386,6	1486,0	1552,9	1,7	
Kayes	402,0	420,5	455,9	495,2	551,9	682,6	832,3	914,8	984,4	1063,7	1117,0	1,8	
Yélimané	316,3	325,6	345,7	370,8	411,1	517,7	658,0	742,1	816,2	904,0	964,8	2,0	
Nioro du Sahel	261,4	276,3	306,3	341,0	393,0	519,1	671,0	757,3	831,2	916,7	974,8	2,2	
Bakel	256,1	275,7	310,8	347,3	396,8	502,2	613,6	672,1	720,2	773,9	809,4	1,9	
Matam	165,2	179,2	207,5	240,4	289,9	410,3	556,0	639,1	710,4	792,8	848,9	2,7	

Tableau 3.3.C: Pluies annuelles fréquentielles pour les principales stations du bassin (1923-2004).

L'ajustement des séries trentenaires (normale pluviométrique) montre une diminution importante des hauteurs pluviométriques fréquentielles, notamment en ce qui concerne les deux dernières normales (1961-1990 et 1971-2000). Il est important, par conséquent, dans le cas de dimensionnement d'ouvrage ou d'estimation de volume, de bien choisir la normale de référence compte tenu des différences importantes entre quantiles de même récurrence.

Figure 3.3.G : Ajustement statistique des pluies annuelles à Mamou, Kéniéba et Kayes (1923-2004).



1931-60											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1264,9	1335,7	1450,4	1558,3	1692,3	1946,2	2184,8	2301,7	2394,1	2494,0	2558,3
Labé	1322,1	1335,2	1364,7	1402,9	1466,2	1641,5	1882,2	2030,3	2162,5	2320,9	2431,8
Kéniéba	992,3	1005,8	1035,5	1072,9	1133,8	1297,6	1516,5	1648,9	1766,1	1905,5	2002,4
Kayes	506,4	528,7	568,9	610,9	668,4	791,8	923,3	992,9	1050,2	1114,3	1156,6
Bakel	234,5	269,2	321,7	367,9	421,9	516,4	598,3	636,5	665,9	697,1	716,7
1941-70											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Récurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1252,9	1333,1	1459,7	1575,6	1716,3	1974,7	2210,0	2323,2	2411,8	2506,7	2567,3
Labé	1322,9	1333,4	1358,1	1391,9	1450,7	1624,2	1878,0	2039,9	2187,5	2367,5	2495,2
Kéniéba	939,6	958,9	998,9	1046,9	1121,4	1309,8	1546,7	1684,8	1804,8	1945,1	2041,3
Kayes	491,4	515,8	558,2	601,0	657,7	774,5	893,8	955,4	1005,4	1060,7	1096,9
Bakel	243,2	263,0	299,3	338,0	391,6	509,2	637,2	705,7	762,5	826,4	868,9
1951-80											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Récurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1479,8	1507,3	1561,3	1622,7	1713,3	1928,1	2181,1	2323,1	2443,8	2582,5	2676,2
Labé	1333,7	1337,6	1348,9	1367,5	1406,2	1551,1	1817,3	2011,6	2202,3	2450,1	2635,1
Kéniéba	818,1	847,5	903,4	964,8	1052,5	1252,0	1477,5	1600,9	1704,5	1822,2	1901,0
Kayes	441,3	462,9	500,2	537,7	587,2	688,5	791,5	844,4	887,3	934,7	965,7
Bakel	242,7	258,1	288,3	322,3	372,1	489,1	625,7	701,9	766,5	840,5	890,5
1961-90											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Récurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1484,5	1493,3	1514,4	1543,1	1593,1	1741,0	1957,5	2095,8	2221,8	2375,6	2484,6
Labé	1309,2	1311,4	1318,1	1329,7	1355,0	1455,9	1652,7	1801,6	1950,5	2147,4	2296,3
Kéniéba	662,8	699,2	765,3	834,7	930,0	1135,6	1356,1	1473,1	1569,7	1677,7	1749,3
Kayes	416,7	429,2	453,6	481,3	522,0	618,0	730,5	793,4	846,8	908,1	949,5
Bakel	256,6	270,2	297,4	328,7	375,5	487,8	622,2	698,3	763,2	838,2	889,1
1971-2000											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Récurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1452,2	1461,1	1481,7	1508,7	1554,5	1684,4	1867,0	1980,8	2083,3	2207,0	2294,0
Labé	1312,0	1315,5	1324,4	1337,5	1362,1	1441,8	1569,7	1655,9	1736,8	1838,1	1911,4
Kéniéba	673,8	712,2	776,6	838,9	918,5	1074,7	1226,9	1303,2	1364,2	1430,7	1473,8
Kayes	397,1	405,3	423,5	446,8	485,1	590,0	732,4	819,4	896,9	989,4	1054,0
Bakel	251,4	267,9	298,2	330,3	374,9	472,6	578,8	635,6	682,7	735,6	770,8

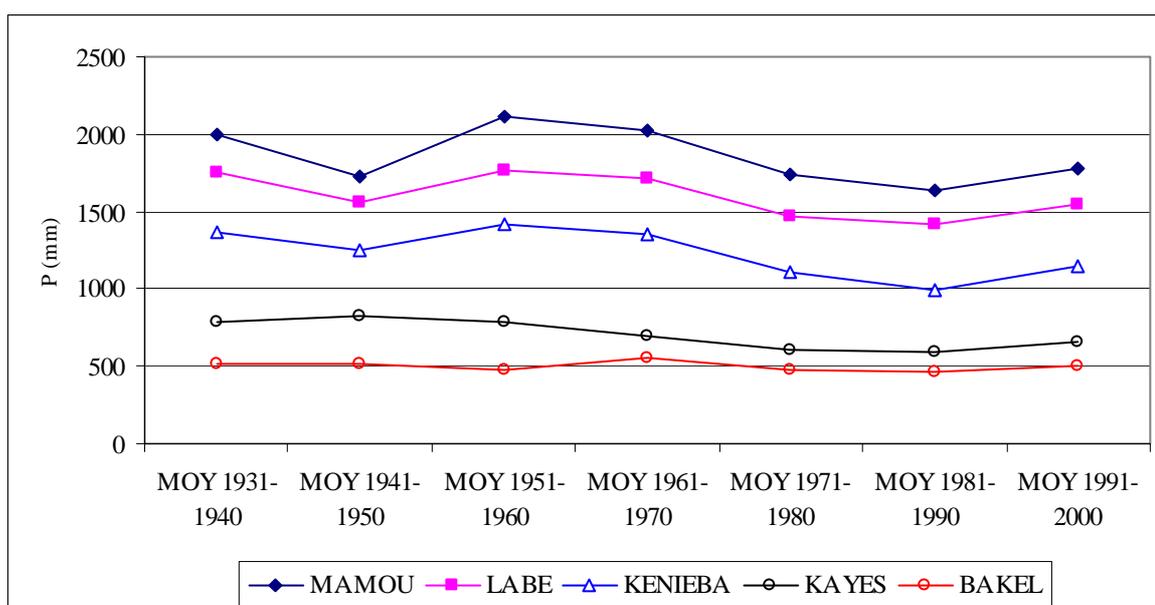
Tableau 3.3.D: Pluies annuelles récurrentielles (mm) de Mamou, Labé, Kéniéba, Kayes et Bakel pour différentes normales pluviométriques.

Pluviométrie décennale

Les moyennes pluviométriques décennales ont été calculées pour l'ensemble des stations du bassin. La tendance à la baisse, constatée au niveau des normales pluviométriques, se confirme avec deux particularités :

- Au niveau du haut bassin : la diminution des précipitations s'amorce à partir de la fin des années 60. la sécheresse 1940-1943 affecte la moyenne de la décade 1941-50.
- Pour les stations sahéliennes, comme Kayes, la variation des moyennes décennales indique une baisse continue de la pluviométrie depuis les années. Le défaut des valeurs moyennes est de lisser les fluctuations des phénomènes étudiés. La station de Bakel constitue une exception de stabilité pluviométrique dans le bassin du Sénégal.
- On peut noter la timide reprise des précipitations durant la décade 1991-2000. En réalité, cette décade comporte des années à pluviométrie excédentaire à très excédentaire comme 1994, 1995 et 1999 qui ont contribué à élever la moyenne décadaire.

Figure 3.3.H : Variations des moyennes pluviométriques décennales à quelques stations du bassin.



Pluviométrie mensuelle

L'étude des pluies mensuelles a porté sur les stations synoptiques disposant de longues chroniques. Les années incomplètes ont été supprimées de l'échantillon. Elle servira à caractériser les régimes pluviométriques dans le bassin. Le tableau 3.3.E donne les caractéristiques statistiques des pluies mensuelles aux principales stations du bassin. La longueur de la saison des pluies est variable du sud au nord. En considérant les situations médianes, la saison des pluies dure :

- A Mamou, elle dure 9 mois, de mars à novembre. Les mois de décembre, janvier et février ne sont pas sans précipitations tous les ans ;
- A Labé, elle va d'avril à novembre, soit 8 mois. Les pluies de décembre à mars sont insignifiantes.

- A Kéniéba, la saison des pluies de mai à octobre, soit 6 mois. La saison sèche couvrant le reste de l'année
- Les stations de Kayes et Bakel correspondent au climat sud-sahélien avec une saison des pluies durant 5 mois, de juillet à octobre.

La longueur de la saison des pluies dans le haut bassin permet une alimentation permanente du réseau hydrographique ce qui contribue à la pérennité des écoulements du fleuve et la recharge des nappes phréatiques qui les conditions géologiques défavorables soutiennent les étiages en saison sèche.

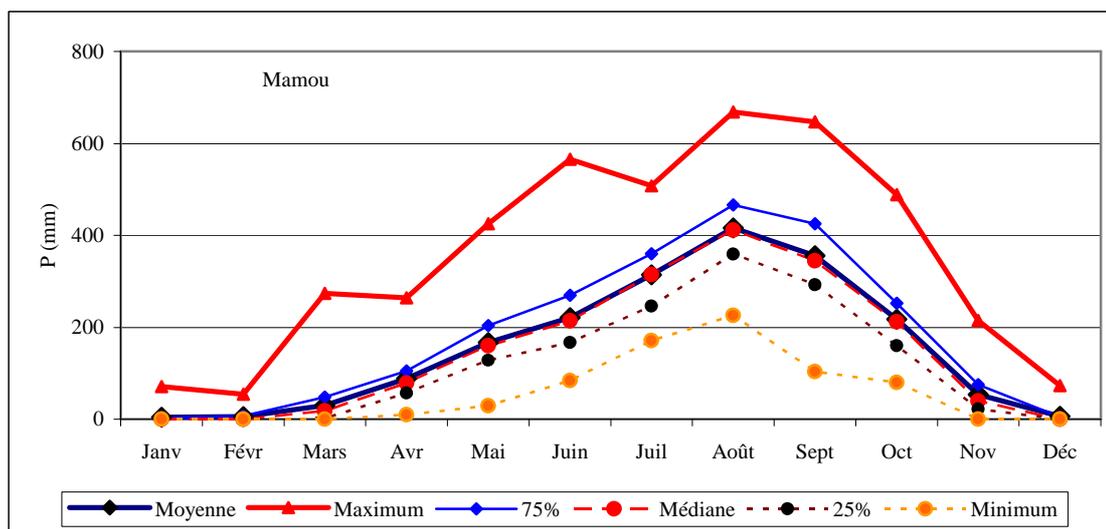
De manière générale, le maximum pluviométrique se situe toujours en août (des décalages possibles en juillet ou septembre), les mois de juillet, août et septembre constituant le cœur de la saison. Le maximum d'août varie de 41 mm à Mamou à 175 mm à Bakel. La figure 3.3.I. représente les profils pluviométriques mensuels de Mamou, Siguiri, Kéniéba et Kayes. Ils montrent l'intervalle de variation des pluies mensuelles qui peuvent atteindre 600 mm à Mamou et 931 mm à Kéniéba.

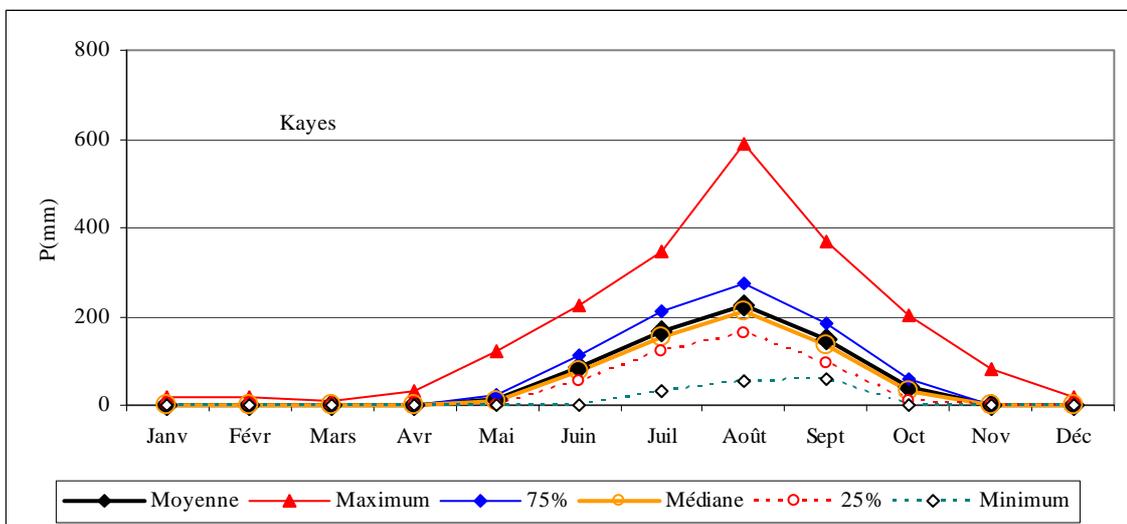
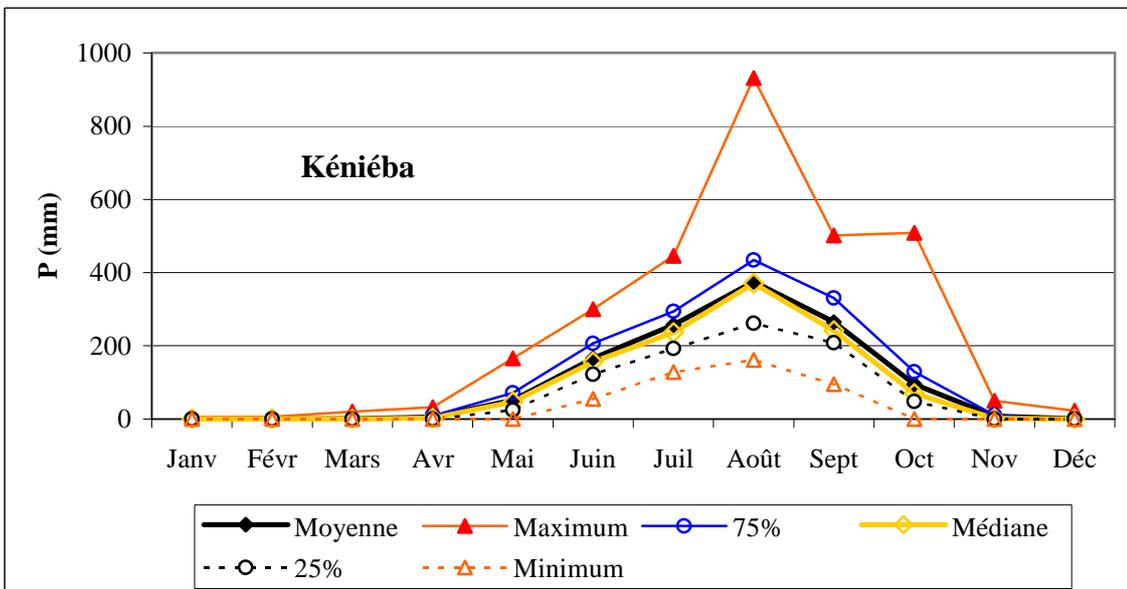
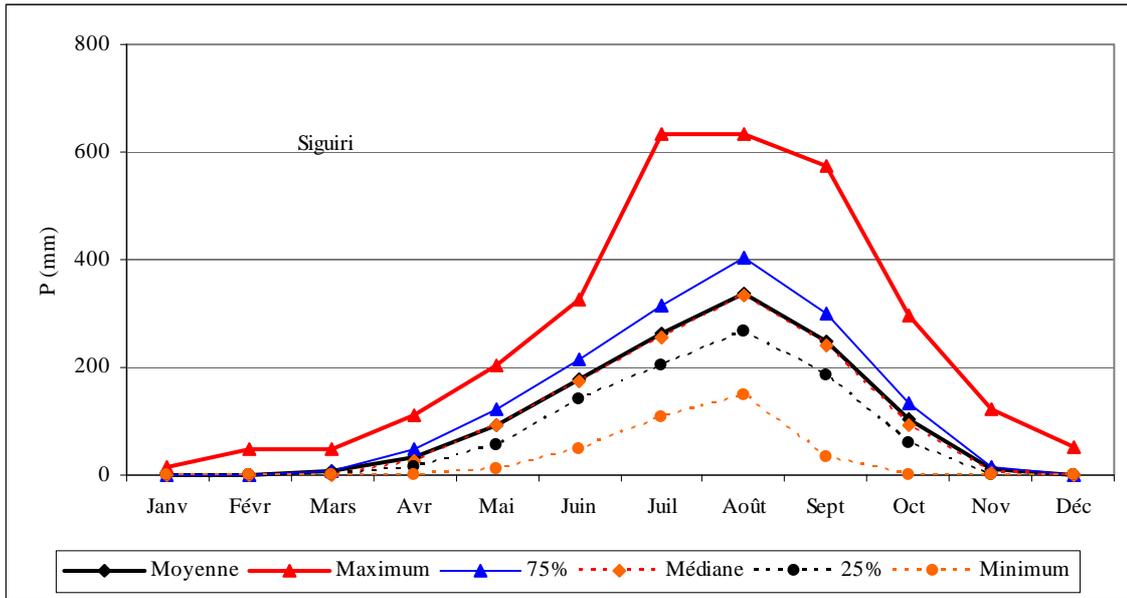
Mamou	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
Moyenne	4,22	5,32	29,49	88,2	167	221	314	415,8	356	217	53,1	6,32	1867
Ecart-type	10,5	9,89	38,56	51,6	69,8	76,8	78,2	87,98	101	76,8	45,3	14,6	285,3
Maximum	70,5	54	274	264	425	566	507	668	647	488	215	73	2801
75%	1,8	7	48,1	105	204	270	360	466,2	425	252	75	5	2039
Médiane	0	0	18	78	160	215	315	410,9	344	212	39,7	0	1820
25%	0	0	2,425	56,9	128	167	246	359,2	293	160	22	0	1677
Minimum	0	0	0	10	29	84	171	226,3	103	79,8	0	0	1248
coeff. Variation	2,49	1,86	1,308	0,58	0,42	0,35	0,25	0,212	0,28	0,35	0,85	2,3	0,153
Labé													
Moyenne	2,0	2,8	9,4	42,7	143,2	241,8	324,1	362,3	292,4	161,0	38,7	7,0	1612,2
Ecart-type	5,2	7,0	19,9	38,6	60,9	62,2	86,0	82,1	78,6	76,9	45,8	18,4	261,0
Maximum	29,0	34,6	115,0	177,3	281,0	372,7	591,0	573,0	527,0	430,0	246,0	108,0	2159,0
75%	0,9	1,0	7,1	63,0	182,0	285,4	370,9	423,5	331,6	191,5	55,8	1,0	1792,5
Médiane	0,0	0,0	1,0	31,0	147,0	242,0	312,0	363,0	278,9	151,0	24,2	0,0	1561,5
25%	0,0	0,0	0,0	11,5	104,2	197,5	275,3	307,2	242,5	108,0	4,0	0,0	1445,1
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	93,0	147,0	207,5	125,9	37,5	0,0	0,0	628,5
coeff. Variation	2,6	2,5	2,1	0,9	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	1,2	2,6	0,2
Kéniéba													
Moyenne	0,2	0,2	0,6	5,6	51,0	165,3	256,4	374,9	264,9	94,8	7,6	0,8	1199,0
Ecart-type	0,9	1,0	2,9	7,4	36,8	57,7	83,2	153,8	93,8	83,3	12,3	3,5	298,0
Maximum	5,0	6,3	19,6	32,6	165,0	300,0	446,0	931,1	500,9	508,5	49,9	22,2	1913,7
75%	0,0	0,0	0,0	9,0	71,7	206,7	294,0	434,7	330,8	128,8	10,3	0,0	1341,0
Médiane	0,0	0,0	0,0	2,9	47,1	155,8	236,0	370,7	241,4	69,6	1,5	0,0	1178,6
25%	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	121,9	192,5	261,5	208,1	47,5	0,0	0,0	1014,4
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,4	128,1	161,4	94,8	0,0	0,0	0,0	275,5
coeff. Variation	4,5	5,0	4,6	1,3	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,9	1,6	4,4	0,2

Mamou	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
Bakel													
Moyenne	0,7	0,3	0,4	0,2	5,5	46,5	122,0	175,8	124,5	26,4	2,4	1,3	505,6
Ecart-type	3,2	1,7	3,3	0,9	10,0	29,3	58,8	77,1	67,6	28,0	7,3	5,9	123,7
Maximum	24,5	11,0	29,4	7,0	60,4	149,9	349,7	384,8	358,2	131,3	49,9	48,0	902,5
75%	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	61,5	154,3	222,6	169,5	37,8	0,0	0,0	574,4
Médiane	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	40,3	113,6	161,8	114,0	19,9	0,0	0,0	500,5
25%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,4	84,3	129,3	67,1	5,9	0,0	0,0	426,9
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	23,5	33,3	5,0	0,0	0,0	0,0	234,6
coeff. Variation	4,8	5,3	8,2	5,1	1,8	0,6	0,5	0,4	0,5	1,1	3,0	4,5	0,2
Kayes													
Moyenne	0,26	0,47	0,303	1,17	15,7	84,7	167	223,3	147	39,7	2,13	0,56	670,3
Ecart-type	1,94	2,48	1,54	4,77	21,6	43,6	69,8	94,5	63,1	36,5	10,2	2,55	174,4
Maximum	17	16,6	10,2	30	122	224	344	588,1	370	203	82,9	19,8	1154
75%	0	0	0	0	22,1	112	212	273,4	186	56,3	0,05	0	777,6
Médiane	0	0	0	0	8,5	77,8	154	210,6	135	29,7	0	0	655,3
25%	0	0	0	0	2	51,9	123	161,2	95	11	0	0	544,1
Minimum	0	0	0	0	0	0	32,2	54,5	57,2	0	0	0	361,2
coeff. Variation	7,37	5,27	5,09	4,06	1,38	0,52	0,42	0,423	0,43	0,92	4,78	4,58	0,26

Tableau 3.3.E : Caractéristiques statistiques des mensuelle des pluies à Mamou, Labé, Kéniéba, Bakel et Kayes.

Figure 3.3.1 : Profils pluviométriques mensuels de Mamou, Siguiri, Kéniéba et Kayes.





Pluviométrie journalière

Les premières études de précipitations journalières réalisées dans le bassin du fleuve Sénégal concernent le Sénégal (Brunet-Moret Y. 1963), le Mali (Brunet-Moret Y. 1963) et la Mauritanie (Brunet-Moret Y. 1964). Ces études n'ont pas concerné la Guinée. Nous reprenons l'analyse en prenant en compte les données nouvelles acquises sur le réseau pluviométrique du bassin. Les données utilisées sont :

- la Direction de la Météorologie de Guinée a mis à notre disposition les données de pluviométrie journalière des stations de Dabola, Mamou, Labé, Mali, Dinguiraye, Siguiri et Tougué sur la période 1971 – 2003. Certaines stations Dinguiraye comporte d'importantes lacunes. Les données de Dabola sont courtes (1996-2001) et sont exclues du traitement. Les données des postes pluviométriques qui nous ont été fournies lors de notre mission sont trop brèves (moins de 5 années complètes) et lacunaires.
- les données des stations maliennes sont antérieures à 1995. les données récentes n'ont été fournies par la DMN du Mali (malgré des demandes répétées) sauf pour les stations synoptiques (2002-2004).
- les données mauritaniennes sont antérieures à 1980. Aucune donnée récente n'a pu être récupérée dans le cadre de l'étude ;
- les données des stations sénégalaises ont été actualisées jusqu'en 2004.

Le pas de temps journalier constitue la base des chroniques pluviométriques disponibles. Les crues du fleuve sont le résultat d'un cumul des précipitations. Mais la pluie reçue en 24 heures (qui peut être la somme d'une ou plusieurs averses tombée au cours d'une journée) est un paramètre déterminant dans l'étude et le calcul de crues sur petits bassins qui réagissent avec un faible de réponse aux impulsions de la pluie. Cette étude a été faite à partir des relevés journaliers de 71 stations pluviométriques à l'intérieur et sur le pourtour du bassin.

Une analyse critique des données journalières conduit à éliminer de l'échantillon des stations les années d'observation pour lesquelles certaines données de base sont incomplètes à l'échelle de la mesure journalière, soit qu'il y ait eu cumul de plusieurs pluies de jours consécutifs, soit que l'on note des lacunes dans les observations. De ce fait, l'échantillon étudié ici est nettement plus court que l'échantillon considéré dans l'étude des précipitations mensuelles ou annuelles.

Par ailleurs, les périodes d'observation sont extrêmement variables d'une station à l'autre ; la signification des résultats obtenus sera d'autant plus grande que la période d'observation portera sur une plus longue durée. Décomptées en fonction de la taille de l'échantillon, les stations se répartissent comme suit :

L'information obtenue à partir d'échantillons portant sur plus de 30 années d'observations est considérée comme bonne. Cela suppose qu'un complément de mesures n'apporterait dans l'analyse statistique que des variations relativement minimales. L'analyse des échantillons courts, portant sur moins de 10 années d'observation, aboutit évidemment à des résultats beaucoup moins fiables, ces échantillons pouvant ne pas être représentatifs du régime général des précipitations locales. Il a cependant paru intéressant d'en donner les résultats qui, à quelques exceptions près, s'inscrivent dans un contexte cohérent.

L'étude fréquentielle des hauteurs de précipitations journalières a consisté, après classement des averses journalières, à rechercher pour chaque station l'ajustement d'une loi de distribution. Trois lois tronquées, Pearson III (Gamma incomplète), Goodrich (exponentielle généralisée) et Galton (gausso-logarithmique) ont été ajustées aux échantillons de pluies journalières. La loi de Pearson III tronquée s'est le mieux ajustée à l'ensemble des stations. Sa fonction de répartition est la suivante :

$$F_1(x) = F_1(0) \frac{1}{\Gamma \gamma} \int_x^{\infty} \left(\frac{x}{s}\right)^{\gamma-1} e^{-x/s} \frac{dx}{s}$$

Où :

$F_1(x)$ est la probabilité pour que la valeur de la variable soit supérieure ou égale à x .

$F_1(0)$ est la probabilité pour que la valeur de la variable ne soit pas nulle, paramètre de tronquage.

γ , paramètre de forme, positif, sans dimensions.

S , paramètre d'échelle, positif, s'exprimant dans la même unité que x , ici comme la précipitation en mm.

$\Gamma \gamma$, est la fonction gamma complète (Eulérienne de seconde espèce).

L'ensemble des précipitations journalières est pris en compte, d'où le traitement n valeurs x_i , ($x_{inxi} = N * M$), N étant le nombre d'années d'observations et M le nombre moyen annuel de

jours de pluies. $F_1(0)$ est en théorie égal à $\frac{M}{365.25}$, rapport du nombre moyen de jours de pluie par an au nombre de jours de l'année, mais on préfère calculer $F_1(0)$ avec M' nombre moyen théorique de jours de pluie dans l'année obtenu par la méthode des moments (ce qui exclut l'imprécision du nombre de jours de pluie inférieure à 0,1 mm non comptabilisés).

Les résultats de l'ajustement de la loi de Pearson III tronquée aux pluies journalières sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Fréquence	0,5000	0,2000	0,1000	0,0500	0,0200	0,0100
Récurrence (ans)	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Dinguiraye	74,8	92,6	106,3	120,1	138,7	153,0
Labé	71,8	82,8	91,8	100,9	113,0	122,5
Mali	77,2	92,9	105,2	117,4	134,0	145,7
Mamou	76,3	88,8	98,5	108,3	121,2	130,9
Siguiri	83,3	100,0	112,8	126,4	143,1	156,3
Tougué	75,8	91,8	104,3	117,0	134,1	147,2
Bamako Ancien Aero	80,3	97,6	110,3	123,0	140,1	152,8
Ambidedi	59,0	71,6	81,0	90,3	102,6	111,8
Bafoulabé	81,1	99,7	113,3	127,8	146,5	160,9
Bamako Senou Aero	65,1	77,5	86,5	96,1	108,4	117,4
Faladye	77,9	96,9	111,8	127,4	147,7	164,2
Faléa	81,7	96,8	108,8	120,6	136,1	147,4
Gourbassi	80,2	100,7	117,7	133,9	156,1	173,4
Kayes	73,9	94,7	111,2	128,4	151,9	170,4
Kéniéba	92,2	113,7	130,5	147,7	171,1	189,1
Kita	75,0	90,1	101,2	112,4	127,3	138,3

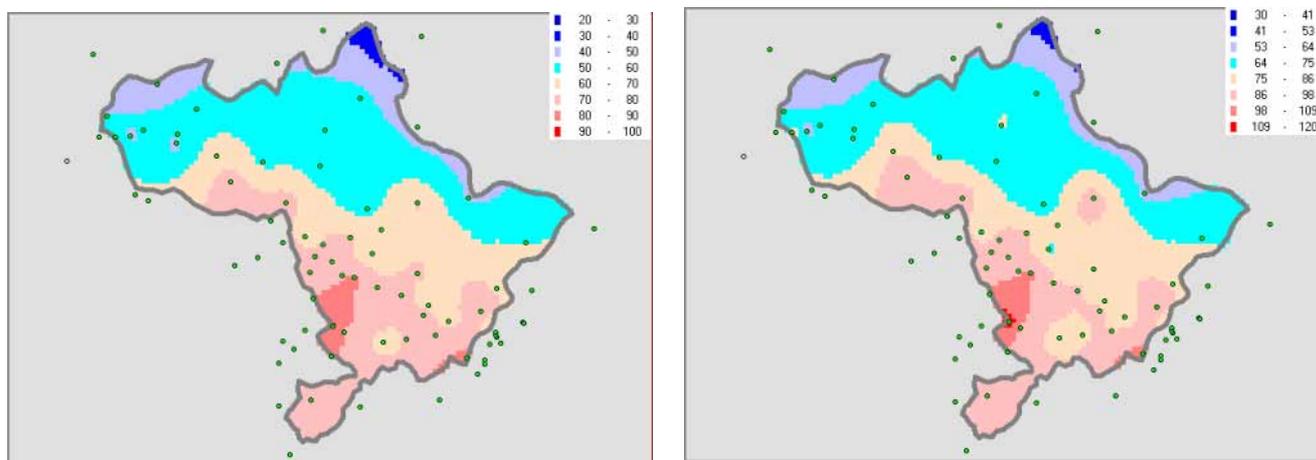
Fréquence	0,5000	0,2000	0,1000	0,0500	0,0200	0,0100
Récurrence (ans)	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Nioro du Sahel	70,9	92,0	109,1	126,9	151,5	170,9
Sadiola	76,3	92,2	104,2	115,5	132,1	143,6
Toukoto	71,9	86,8	97,3	108,8	123,4	134,2
Yelimane	54,8	66,7	76,3	84,7	96,3	105,1
Aleg	55,3	70,8	83,3	95,3	111,6	123,6
Adel Bagrou	35,3	43,6	50,5	56,8	65,0	71,7
Aioun el Atrouss	45,1	55,9	64,7	73,7	84,3	93,5
Nouakchott	36,7	53,9	68,6	84,7	108,1	127,3
Akloujt	31,6	44,6	55,8	66,2	80,4	91,6
Bir Moghreïn	15,1	25,7	35,3	44,6	56,9	66,4
Boutilimit	41,4	53,4	63,3	73,2	86,0	95,7
Kaedi1	66,7	85,2	99,6	114,3	134,3	149,6
Kankossa	54,3	67,0	77,2	86,7	100,7	110,5
Kiffa	58,9	76,1	89,7	103,7	122,9	137,7
Moudjeria	48,4	63,9	75,7	87,9	103,4	116,0
Rosso	51,9	65,3	76,1	86,3	99,5	110,3
Tidjikja	41,1	55,8	67,9	79,9	96,4	109,5
Bala	72,7	90,3	103,8	117,3	134,7	148,3
Bakel	70,3	87,9	101,4	115,3	133,5	147,4
Goudiry	74,6	91,6	104,3	116,7	133,9	146,7
Kédougou	86,5	102,5	115,2	127,2	143,7	155,8
Kidira	81,5	101,0	115,6	130,4	150,5	165,5
Matam	74,2	96,0	113,3	131,2	155,8	175,1
Dagana	60,5	81,7	98,9	116,3	139,5	157,5
Diamou	68,8	84,5	95,8	107,3	122,9	134,5
Faraye dieri	46,3	58,9	68,3	78,3	90,5	100,0
Ferentoumou	67,7	81,9	92,2	103,3	117,1	127,4
Fongolomby	79,9	95,6	107,5	119,5	135,3	147,3
Galougo	78,5	95,8	109,0	122,2	139,8	154,0
Guene-gore	78,3	94,6	106,5	118,8	135,7	147,5
Haere lao	46,5	62,7	74,9	87,4	104,3	116,9
Kangaba	86,4	107,5	123,6	140,2	162,2	179,6
Kati-haut	54,7	66,1	75,3	83,7	95,6	104,3
Kiffa	57,9	74,0	86,5	98,6	116,0	128,6
Kolokani	69,2	84,0	96,3	107,7	123,6	135,3
Koniokary	70,8	87,2	100,2	113,0	130,0	142,8
Kourouninkoto	71,2	86,0	97,8	109,9	125,8	137,1
Linguère	63,7	78,6	90,4	102,5	117,7	129,7
M'bout	56,8	71,5	82,9	94,7	109,5	121,0
Mederdra	50,2	64,0	74,0	85,2	98,8	108,6
Mourdiah	59,9	73,7	83,8	94,6	108,6	118,9
Nanguila	75,2	90,7	102,1	114,0	128,7	140,5

Fréquence	0,5000	0,2000	0,1000	0,0500	0,0200	0,0100
Réccurrence (ans)	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Narena	83,9	104,7	119,5	135,4	156,5	172,6
Nienebale	67,7	81,2	92,3	102,7	116,7	127,4
Oualia	72,5	86,7	98,2	109,8	124,7	136,4
Oulouma	74,2	91,8	104,5	118,2	135,5	148,7
Oussoubidiagna	60,4	72,5	81,6	90,8	102,4	110,5
Podor	54,9	70,1	82,2	94,6	110,0	122,4
Ranerou	57,0	74,5	87,2	100,9	118,6	132,4
Sagabari	70,8	84,2	94,9	104,9	118,9	129,7
Sandare	66,0	81,1	91,5	102,7	116,9	127,5
Saraya	86,8	105,3	119,7	134,4	153,9	168,9
Sebekoro	67,1	80,7	90,9	101,0	114,3	124,2
Selibaby	76,3	94,5	109,1	123,1	142,1	157,0
Sirakoro	71,3	85,3	95,8	106,4	120,5	131,1
Sokolo	59,4	72,6	82,5	92,5	106,5	115,8
Tamchackett	53,1	72,8	88,8	105,3	126,8	144,0
Tichitt	23,1	33,6	41,4	49,7	60,8	69,2

Tableau 3.3.F : Quantiles des pluies journalières récurrentielles.

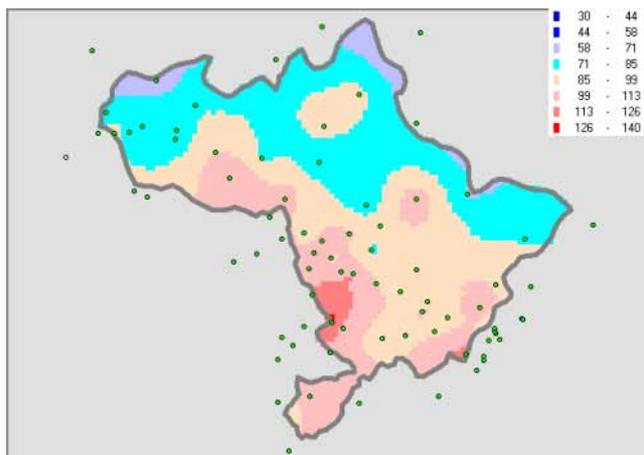
Une restitution cartographique a été faite permettant de visualiser la répartition des quantiles de précipitations journalières sur l'ensemble du bassin. La figure 3.3.J montre la répartition spatiale des quantiles de pluies journalières suivant leur récurrence. L'examen du tableau 3.3.F et de la figure 3.3.J montre que la répartition des pluies journalières n'obéit pas à la logique latitudinale. Car, pour un même temps de retour, les quantiles augmentent des stations sahéniennes aux stations du domaine soudanien (zone active des lignes de grain) avant de diminuer au niveau des stations du haut bassin. En effet, dans le haut bassin l'étalement de la saison des pluies s'accompagne d'une diminution de l'intensité des pluies (Rochette C. 1974).

Figure 3.3.J : Carte de répartition spatiale des pluies journalières fréquentielles sur le bassin du Sénégal.

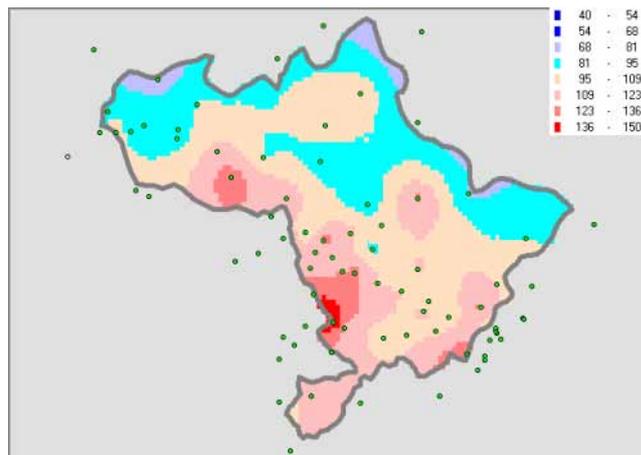


Pluie de fréquence de médiane

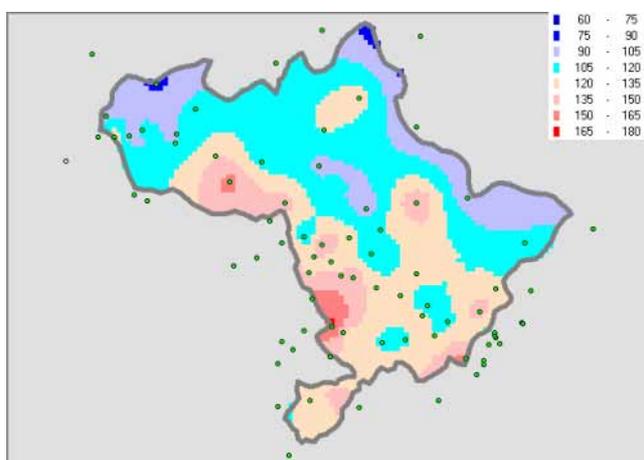
Pluie de fréquence quinquennale (1/5 ans)



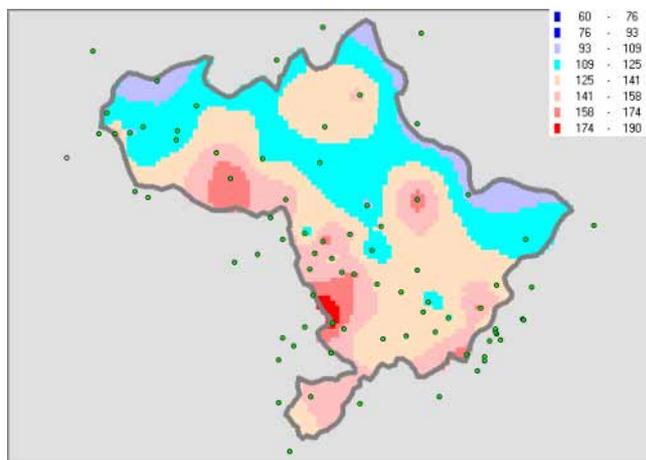
Pluie de fréquence décennale (1/10 ans)



Pluie de fréquence vicennale (1/20 ans)



Pluie de fréquence cinquantennale (1/50 ans)



Pluie de fréquence centennale (1/100 ans)

3.3.3 Pluviographie

Les études pluviographiques sont rares en Afrique tropicale, non par manque de données mais parce que les enregistrements pluviographiques ne sont pas dépouillés. Dans le cadre de cette étude, l'étude des intensités de pluie a été entreprise. Au Sénégal, ce travail a déjà été entrepris par l'équipe du laboratoire d'hydrologie du Département de Géographie (Université Cheikh Anta Diop).

Lors de la mission de collecte des données en Guinée, les pluviogrammes des stations de Mamou, Labé et Kankan (à défaut de Sigiri) ont été photocopiés et ramenés à Dakar pour dépouillement (travail qui a nécessité beaucoup de temps). Les diagrammes des stations guinéennes couvrent la période 1970-1980 avec cependant des lacunes souvent importantes :

- Labé : 1977, 1979 et 1980 (années très lacunaires)
- Mamou : 6 années complètes.
- Kankan : données très lacunaires et enregistrements hebdomadaires. Ces données ne sont pas produites dans ce rapport.

Pour gérer le stock disponible de diagrammes, les opérateurs modifient le système de fonctionnement du pluviographe :

- En début et fin de saison des pluies : fonctionnement au pas de temps hebdomadaire
- Au cœur de la saison (juillet à septembre) : fonctionnement au pas de temps journalier.

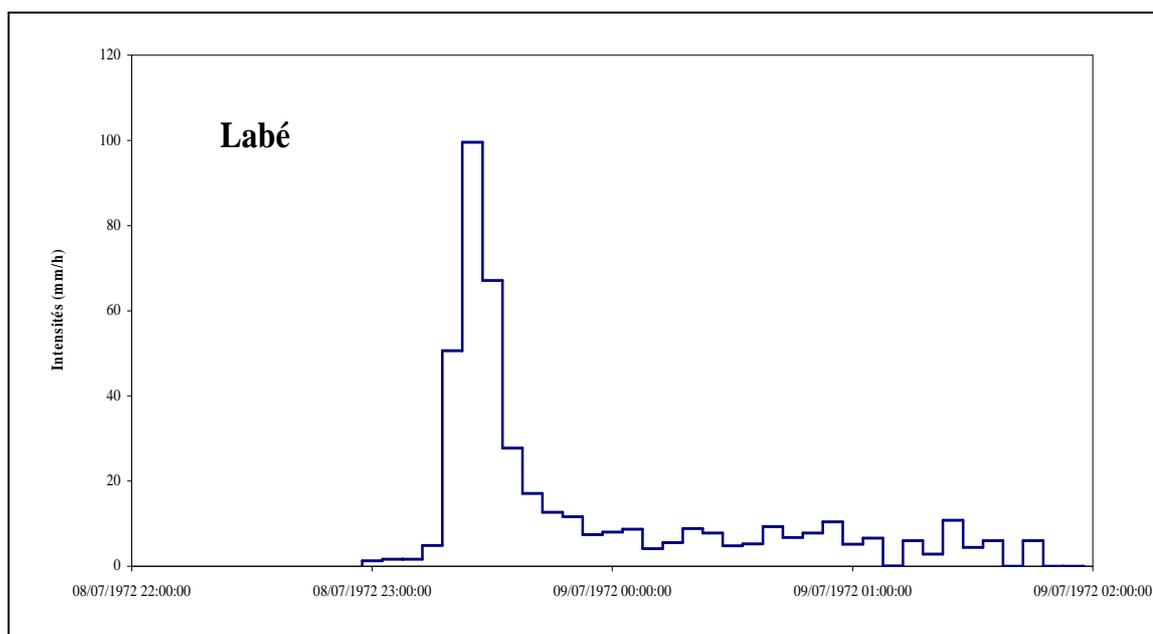
On se retrouve donc avec des diagrammes de niveau de précision différente lié au pas de temps de l'enregistrement notamment pour les faibles pas de temps.

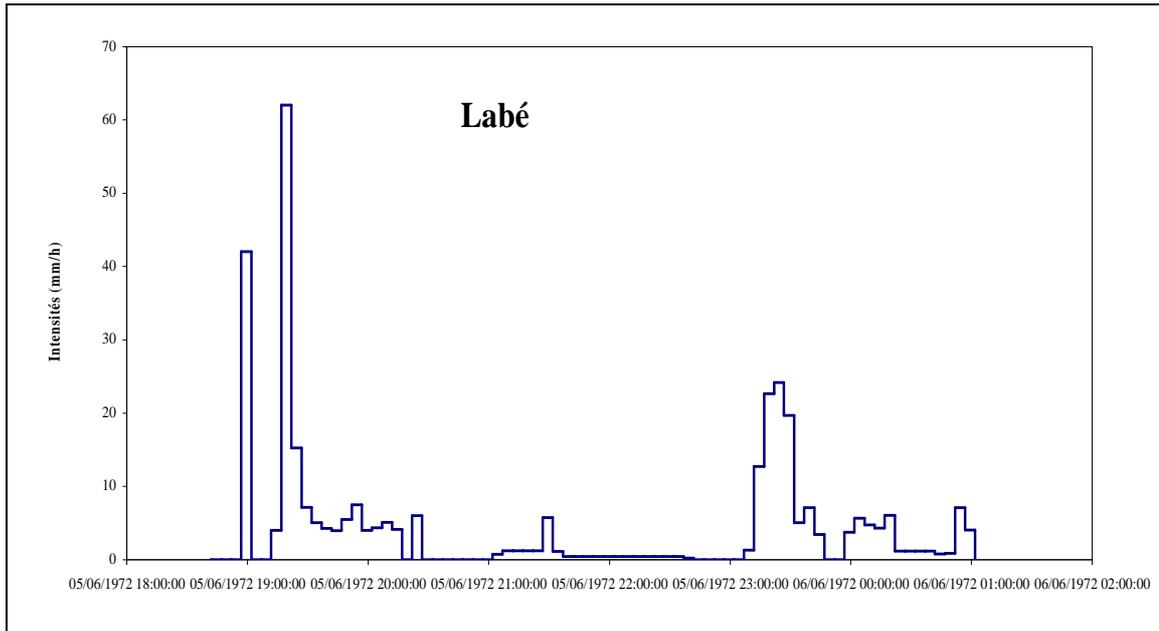
En ce qui concerne les stations de Kédougou, Matam, les données portent sur 28 et 20 années de mesures continues de bonne qualité. La station de Bakel a des données plus récentes (10 ans de mesures). Pour ces stations, toutes les pluies ont été dépouillées quelle que soit la hauteur de la pluie. En effet, dans l'étude de Brunet-Moret, seules les pluies dont la hauteur était supérieure à 40 mm étaient traitées. Nous n'entrerons pas dans le détail de la chaîne de traitement, depuis la préparation des diagrammes jusqu'à la numérisation, le traitement statistique, le transfert des hauteurs maximales par pas de temps dans le logiciel STORM2000 pour le calcul et le tracé des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF).

L'analyse des hyétogrammes montre que les pluies sont, en général, de forme simple même dans le haut bassin. Elles sont constituées d'un corps à pointe unique suivie d'une longue traîne qui peut durer des heures. Les pluies complexes sont formées de deux à trois pointes qui peuvent être séparées de plus d'heure d'intervalle.

Les intensités de ces pluies sont généralement fortes. A Mamou, on note des intensités instantanées de 400 à 600 mm/h. Cela est vrai pour les autres stations comme Labé, Kédougou et Bakel. Ramenées à des pas de temps constant (5, 10, 15 minutes) on obtient pour les fortes averses des intensités supérieures à 100 mm/h, voire 200 mm/h.

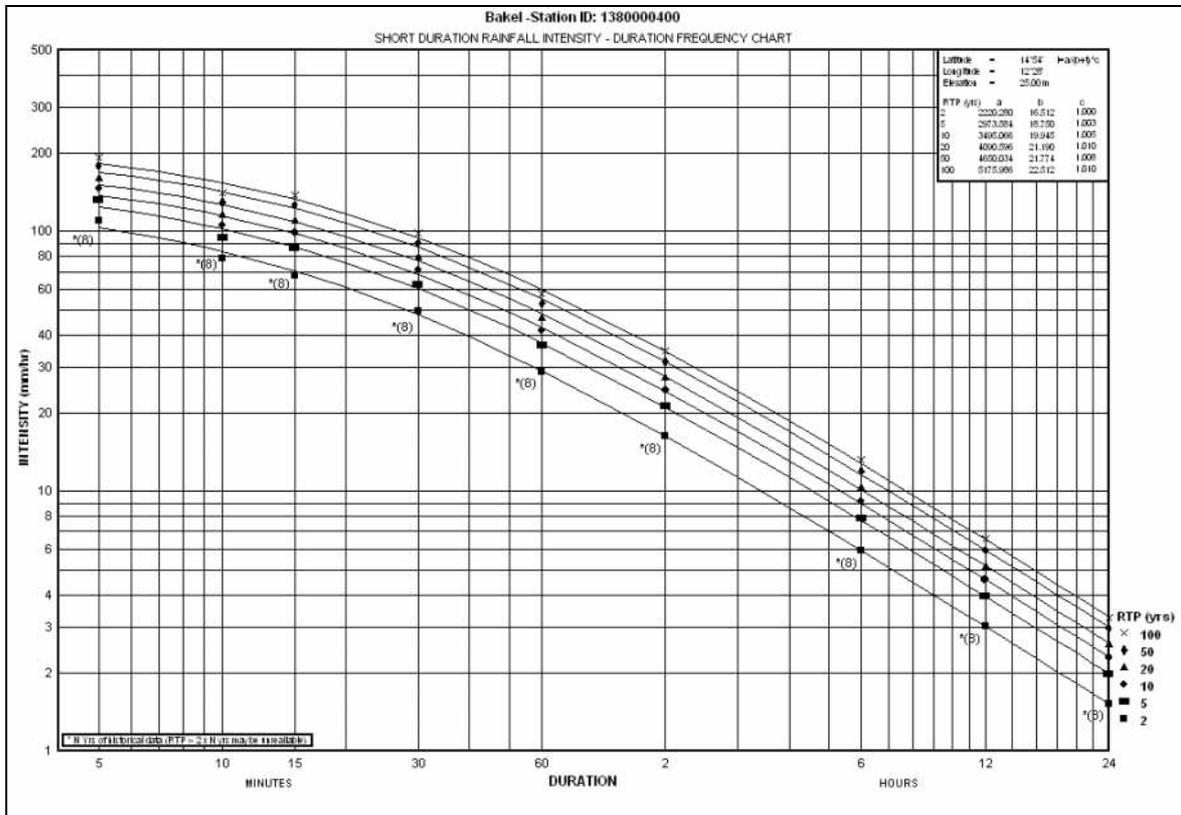
Figure 3.3.K : Hyétogrammes de quelques pluies à la station de Labé.

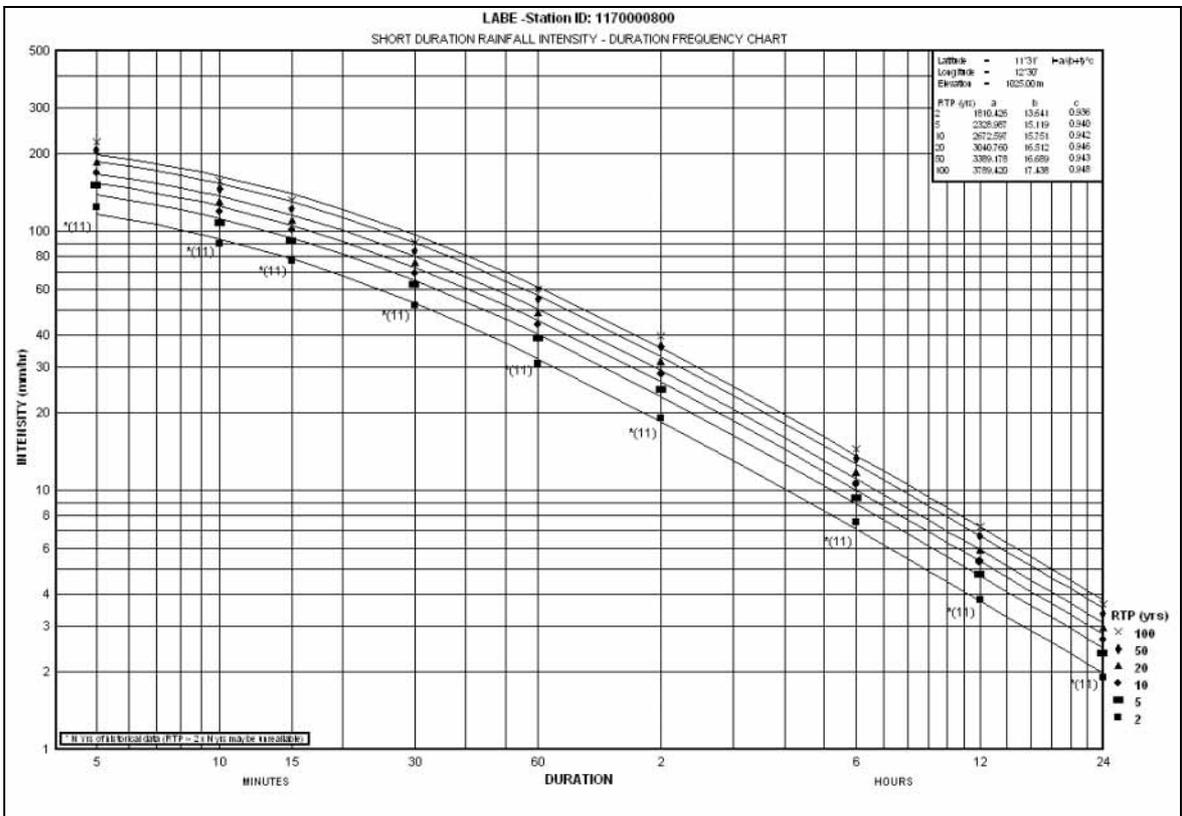
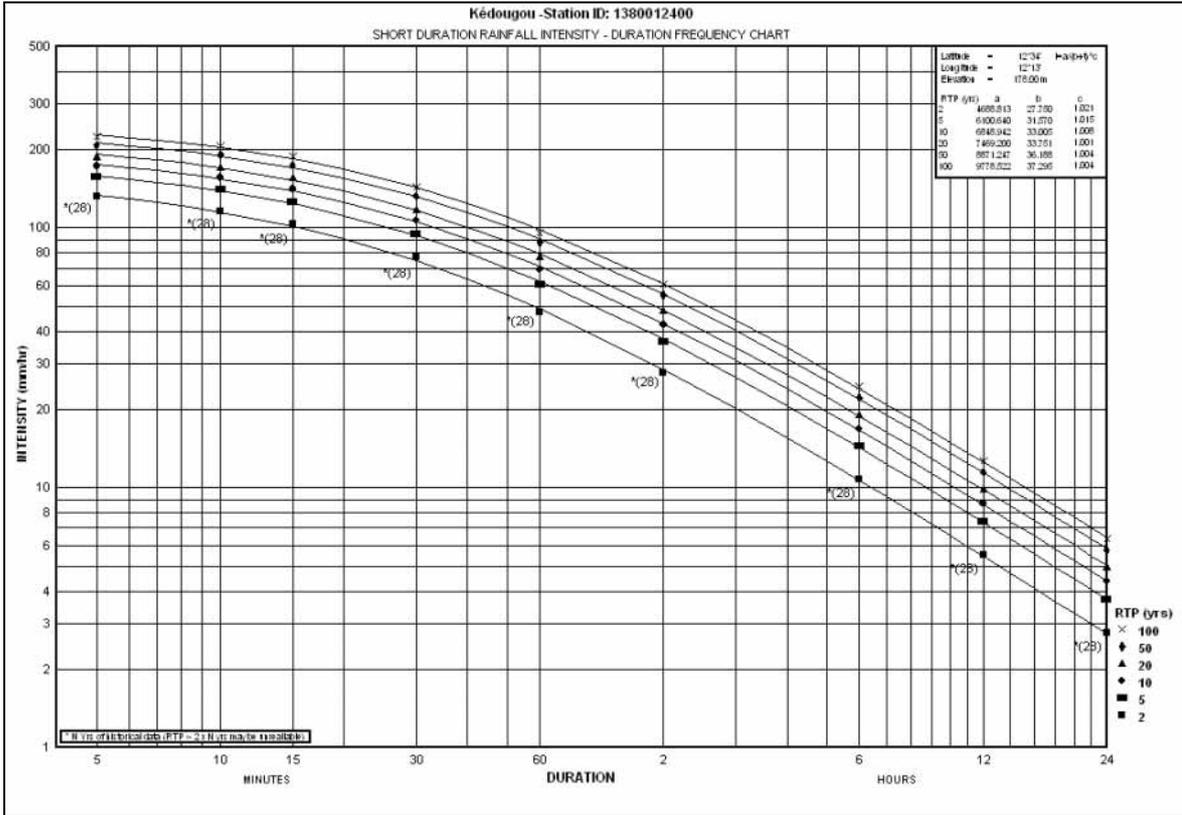


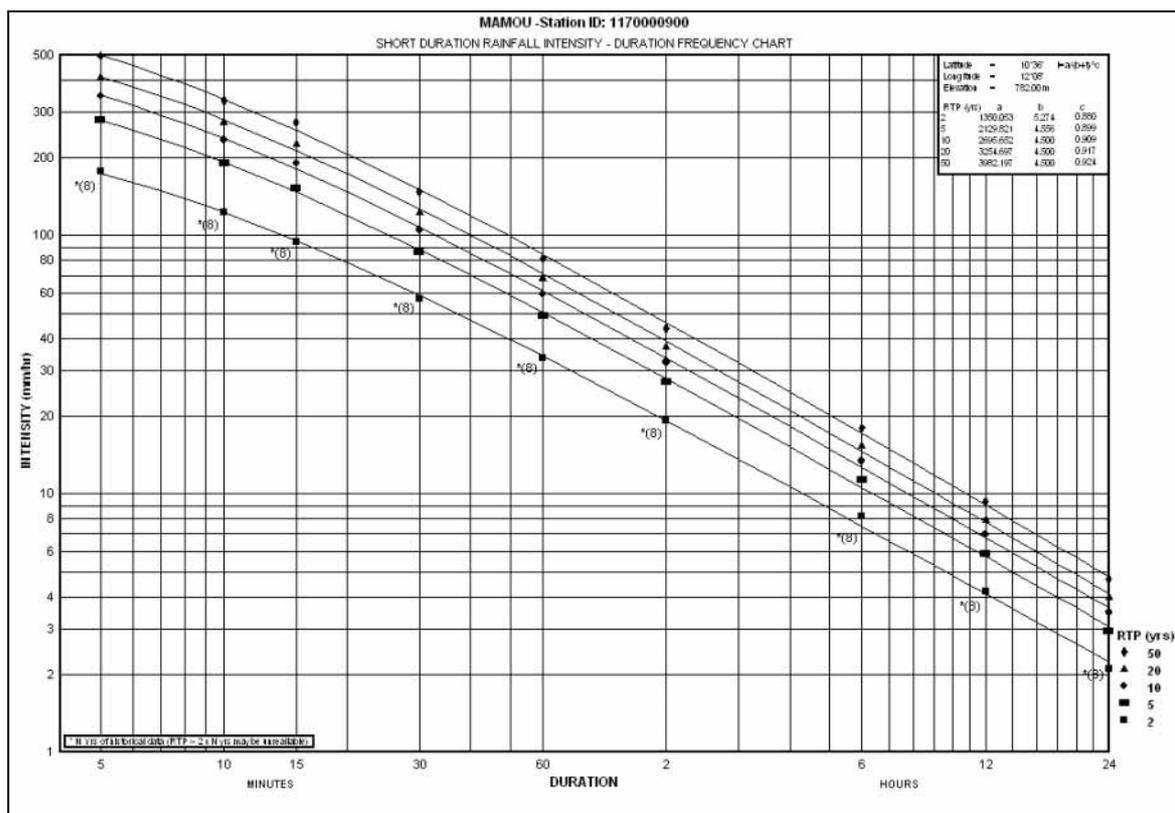


A partir des hauteurs maximales annuelles aux pas de temps de 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 et 1440 minutes, on a élaboré les courbes Intensité-durée-fréquence (IDF) des stations de Labé, Mamou, Kédougou et Bakel (fig. 3.3.L)

Figure 3.3.L : Courbes Intensité-durée-fréquence de Labé, Mamou, Kédougou et Bakel.







3.3.4 Discussions

Les données climatiques et pluviométriques sont mal connues en territoire guinéen, non pas qu'elles n'existent pas mais à cause de la faible densité du réseau dans une zone au relief contrasté et qui canalise la circulation des flux. Nous n'avons disposé que des données des stations principales alors qu'il existe des postes pluviométriques dont les données sont mises en forme et disponibles dans la banque des données de la direction de la météorologie nationale à Conakry.

Pour les données pluviographiques, si l'information existe et est traitée au Sénégal, en Guinée, le consultant a dû procéder au dépouillement de 10 années d'enregistrements, souvent lacunaires, des stations de Labé et Mamou. Les données de Kankan, mises à sa disposition, étaient des enregistrements hebdomadaires, lacunaires, en remplacement de la station de Siguiri située à l'intérieur du bassin du fleuve Sénégal. Il serait nécessaire de dépouiller les données restantes de Labé et Mamou et Kankan pour disposer de données plus consistantes pour l'élaboration de courbes IDF plus fiables.

Un travail similaire devrait être fait dans les parties malienne et mauritanienne du bassin afin de mieux connaître la structure des pluies (intensités, durée, forme) et de synthétiser l'information sous forme de courbes IDF comme cela est fait en territoire sénégalais et guinéen.

Cela est d'autant plus important que la forme et l'intensité des pluies en domaine soudanien et sahélien sont assez différentes de ce que l'on a en domaine guinéen. Le dépouillement des pluviogrammes permet de disposer de l'énergie cinétique des pluies et partant de connaître leur capacité érosive. Une telle information peut permettre d'évaluer, même de manière approximative, les transports solides en direction des retenues.

3.4 LES DONNEES CONCERNANT L'EVOLUTION CLIMATIQUE

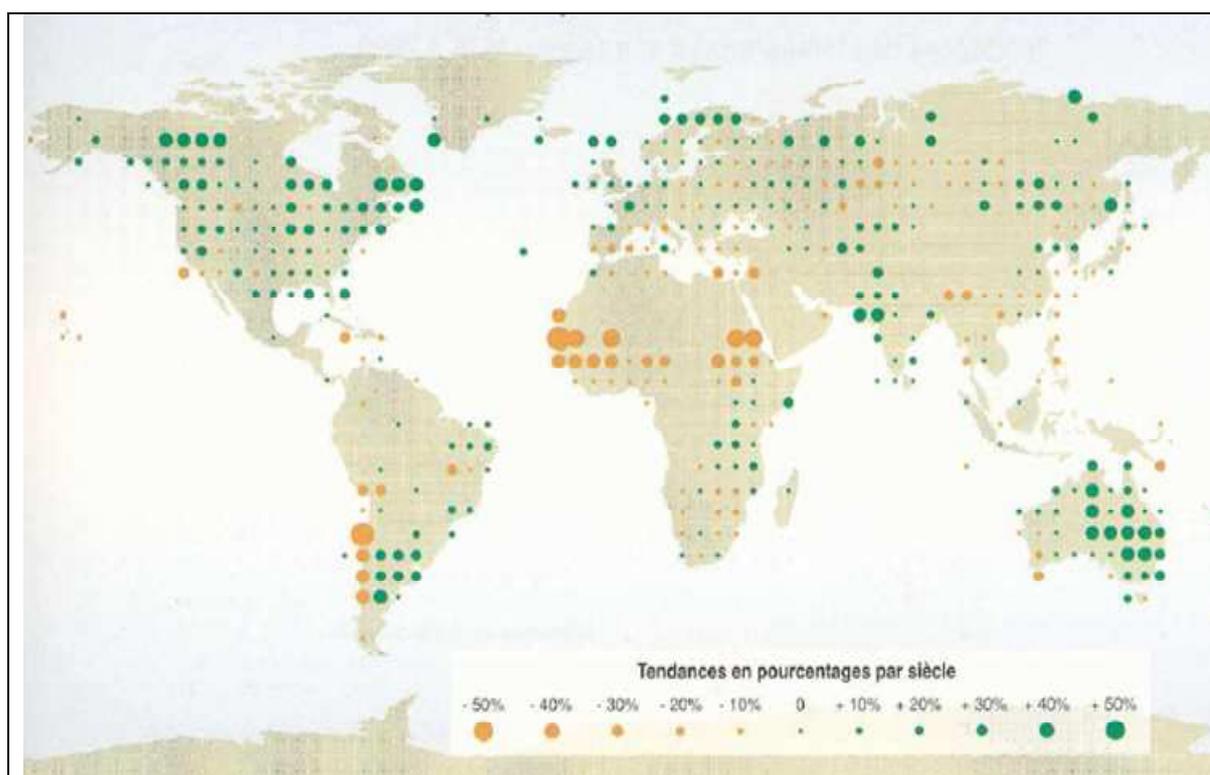
Des réflexions sont en cours, mais peu de choses existent pour l'instant sur quoi appuyer une réflexion construite, au-delà des indications très générales du G.I.E.C. Les données sont très lacunaires, voire contradictoires. La seule chose qui soit actée est le constat d'une diminution régulière de l'hydraulicité des rivières.

3.4.1 Les données du GIEC

Les changements climatiques ont été étudiés par de nombreuses équipes scientifiques, dont les travaux sont régulièrement confrontés et publiés dans le cadre du GIEC (Groupement d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), panel d'experts créé en 1988 par l'OMM et les Nations Unies et organisé en quatre groupes de travail (groupe 1 sur les changements climatiques, groupe 2 sur la vulnérabilité, groupe 3 sur les mesures d'atténuation, groupe 4 sur l'effet de serre).

En 2007, le 4e rapport du GIEC a été édité (le prochain rapport est prévu pour 2014). Il s'appuie sur la mise en œuvre de 23 modèles globaux, paramétrés sur les observations du climat passé (1860 à nos jours) et simulant le climat futur (21e siècle) à l'aide de scénarios prédéfinis, et selon un protocole permettant des comparaisons entre les modèles.

Figure 3.4.A : Tendances des précipitations annuelles de 1900 à 2000 dans le monde



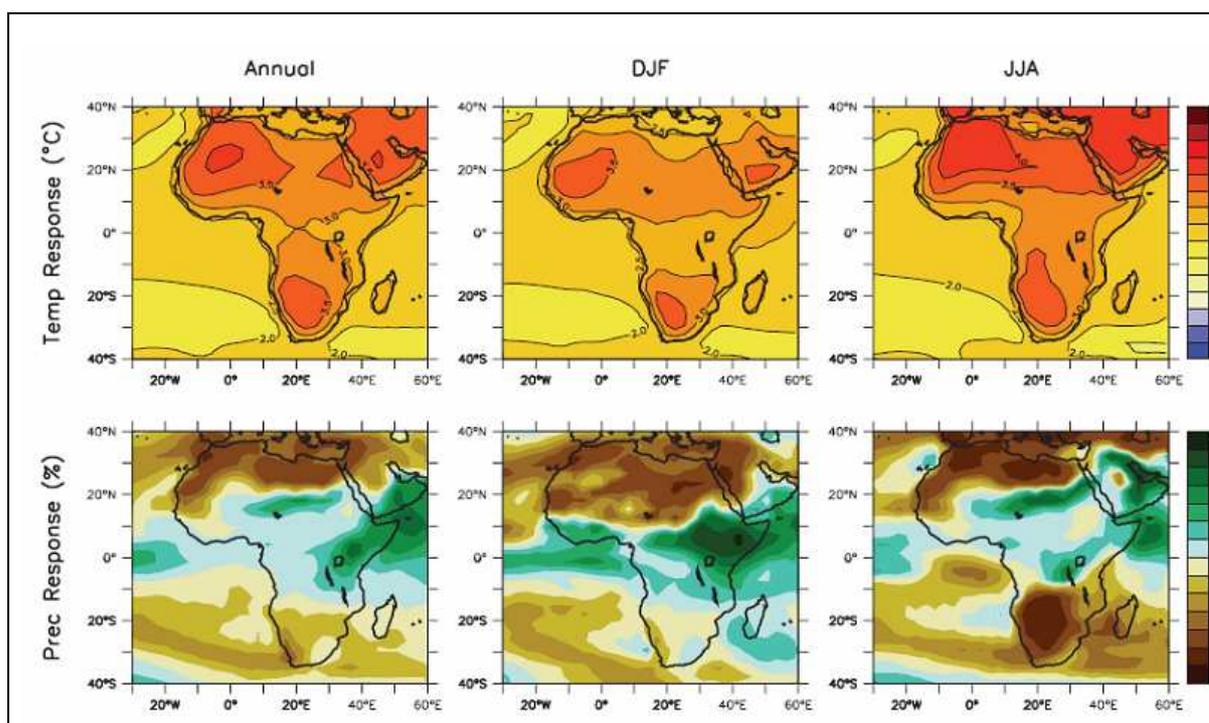
La région du Sahel en Afrique occidentale a été confrontée, au cours du siècle dernier, à une nette tendance à la baisse des précipitations (cf. figure 3.4.A), liée à des changements dans la circulation atmosphérique et aux changements connexes dans la configuration des températures de la mer en surface dans les régions tropicales des bassins Pacifique, Indien et Atlantique. Des conditions de grande sécheresse se sont produites des années 1970 aux années 1990, après une période plus humide pendant les années 1950 et 1960. Le déficit de pluie était principalement lié à une réduction du nombre d'épisodes pluvieux significatifs

pendant la période de pointe de la mousson (juillet à septembre) et au cours de la première saison des pluies au sud d'environ 9°N. La diminution de s chutes de pluie et les sécheresses dévastatrices dans la région du Sahel au cours des trois dernières décennies du XXe siècle font partie des changements climatiques les plus prononcés, toutes régions confondues.

Au Sahel, les précipitations ont atteint un minimum après l'épisode *El Niño* de 1982/83. Les études de modélisation laissent à penser que les précipitations au Sahel ont été davantage influencées par les variations climatiques à grande échelle (probablement liées aux changements des aérosols anthropiques), que par des changements locaux d'affectation des terres.

Pour le continent Africain, les simulations réalisées sur l'évolution climatique indiquent une variation considérable d'un modèle à l'autre. Les simulations les plus robustes mettent en évidence un réchauffement et une diminution des précipitations en Afrique du Nord et une augmentation des précipitations en Afrique de l'Est (cf. figure 3.4.B, extraite du rapport de synthèse du GIEC, 2007). Il existe un large éventail de projections pour les précipitations en Afrique subsaharienne, certains modèles prévoyant des hausses, d'autres des baisses. Les incidences prévues doivent donc être considérées dans le contexte de cette grande incertitude.

Figure 3.4.B : Simulations de l'évolution climatique (GIEC - 2007) : changements de température (en haut, en °C) et précipitations (en bas, en %) entre la fin du 20ème siècle et la fin du 21ème siècle pour un réchauffement global de 3°C



3.4.2 Réflexions sur l'évolution de quelques grands fleuves

Il s'agit ici d'une synthèse réalisée par le bureau d'Etude Coyne et Bellier, sur des bassins versants aussi éloignés que ceux du Nil, du Chari, du Niger, du Sénégal, et l'Oued Hammam (Algérie).

On y constate qu'ils présentent tous sur la période 1972-1994 un fort déficit hydrologique par rapport aux époques antérieures.

Par ailleurs, une analyse plus fine, sur des périodes plus courtes, indique d'autres coïncidences. Plusieurs sécheresses sont communes. Ainsi, une séquence sèche s'observe entre 1911 et 1915, à Victoria falls, Assouan, Bakel et sur le bassin versant du Gatun (Panama). La sécheresse 1919-1924 est observée en partie à Assouan, Bakel et Gatun.

La sécheresse des années 1982-1993 est assez généralement répartie.

Les impacts des activités humaines sur le climat se combinent donc à une forte variabilité naturelle. Cette variabilité naturelle, antérieure à l'existence de l'homme, a toujours conditionné les activités humaines.

Sur le long terme, les données montrent que les apports hydrologiques ont toujours comporté des périodes excédentaires ou déficitaires, qui peuvent s'étendre sur plusieurs décennies, voire un demi-siècle, comme pour le Zambèze (1905-1950), ou le Nil (1900-1965).

Certaines de ces périodes majeures apparaissent comme corrélées sur de très vastes régions, comme la grande sécheresse africaine de la période 1972-1974, que certaines études associent à une oscillation de long terme, affectant les centres d'action climatique majeurs (telle que la position de l'anticyclone des Açores, par exemple).

A l'échelle du globe, il est admis généralement que le réchauffement de la terre conduira, d'une part, à des étiages plus sévères, et d'autre part à des crues plus importantes. Au niveau annuel, la combinaison entre ces deux aspects peut se traduire par des effets contrastés selon les régions, allant de la diminution des apports à leur augmentation en passant par le maintien du statu quo.

Les auteurs concluent que par le passé, de nombreux aménagements hydrauliques ont été dimensionnés en tenant compte d'analyses de sensibilité aux divers risques, dont le risque hydrologique. Cette approche est toujours aussi adaptée, et mérite un approfondissement prenant en compte les idées actuelles sur le climat du futur.

3.4.3 Le projet AMMA (African Monsoon Multidisciplinary Analyses)

Depuis les années 70, en période de mousson, la quantité d'eau ainsi que le nombre de jours de pluie a fortement baissé. D'autres variations importantes ont été observées telles que des interruptions de mousson, certaines d'entre elles ayant duré plus d'un mois.

Comme il a été montré par les documents du GIEC, les résultats sont très contrastés en Afrique de l'Ouest, certains faisant apparaître un assèchement de la zone, d'autres une humidification.

En tout état de cause, une forte incertitude demeure quant à l'évolution climatique de cette zone du monde. Si, sur le Sahel, les scénarios climatiques prévoient un accroissement significatif de la température, pour les 50 ans à venir, on ignore encore si les précipitations vont diminuer, augmenter ou se stabiliser.

Le projet international AMMA, d'initiative française, a pour objectif d'améliorer la connaissance et la compréhension de la mousson ouest africaine et de sa variabilité de l'échelle journalière à l'échelle interannuelle.

Le projet est motivé par la forte variabilité des précipitations associées à ce système de mousson, et par ses conséquences sur la sécurité alimentaire, les ressources en eau et la

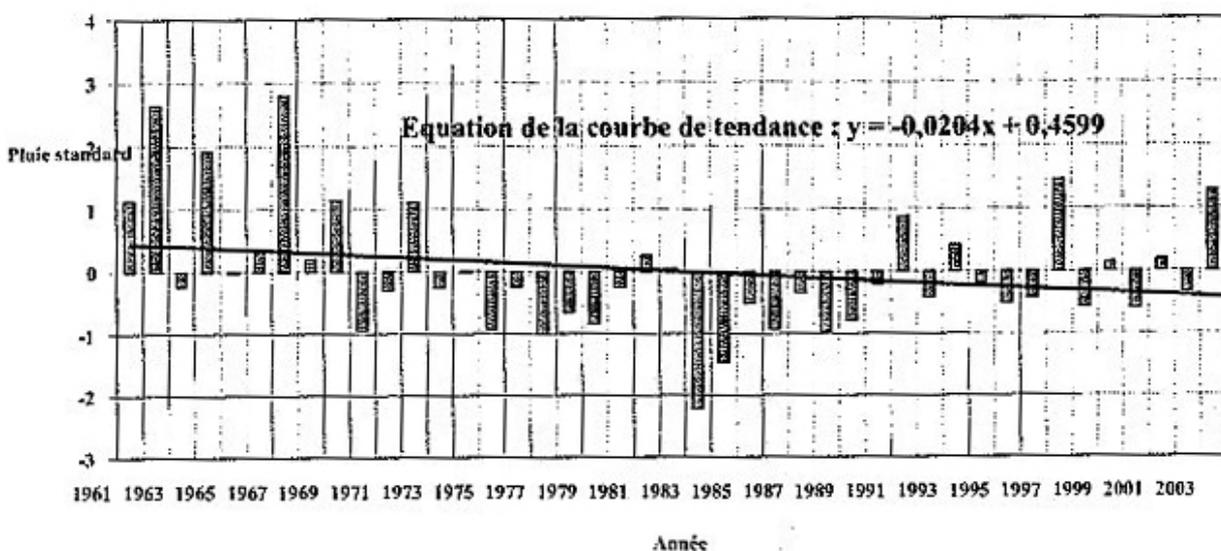
santé. Il a comme objectifs essentiels, au-delà de la production de connaissance, d'aider à la prévision et à la prise de décision.

3.4.4 Plan national d'adaptation aux évolutions climatiques de la Guinée

L'hydraulicité du Sénégal est, et sera, particulièrement sensible à l'évolution du climat en Guinée.

Un document, le P.A.N.A (Plan d'Action National d'Adaptation), élaboré en 2005, fait le point sur les connaissances et les conséquences prévisibles de l'évolution climatique.

Figure 3.4.C : Pluie centrée réduite à la station de Labé (moyenne Guinée)



La figure 3.4.C montre l'évolution des précipitations annuelles observées de 1961 à 2004 en moyenne Guinée, zone dans laquelle s'inscrit le haut bassin versant du fleuve Sénégal : excédentaires jusqu'au milieu des années 1970, déficitaires ensuite jusqu'au début des années 1990 puis globalement moyennes.

Les projections présentées pour l'horizon 2100 dans le document du PANA indiquent que :

- Pour la température, le réchauffement serait de l'ordre de 0,3 à 2,2 °C (sensibilité 1,5%), de 0,4° à 3,3° (sensibilité 2,5%), et de 0,5% à 4,8° (sensibilité 4,5 %).
- Pour la pluviométrie, l'élévation de la température serait accompagnée de changements dans la répartition et le volume des précipitations. Ces changements pourraient atteindre 36,4% de la norme actuelle à partir de 2050, 40,4% en 2100.

Si elle venait à se confirmer, cette forte diminution de la pluviométrie aurait des conséquences importantes pour la ressource en eau.

4 FACTEURS ANTHROPIQUES

4.1 AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

Dans le souci de répondre au défi du développement, les États du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal ont procédé dans le cadre de l'O.M.V.S. à l'aménagement partiel du bassin du fleuve Sénégal en y érigeant les ouvrages de Diama et de Manantali. Les ressources en eau mobilisées par ces deux barrages et leurs ouvrages annexes rendent possible le développement d'au moins trois secteurs importants à savoir l'irrigation, la production d'énergie hydroélectrique et la navigation.

4.1.1 Barrage de Manantali

Situé sur le Bafing et contrôlant près de 50% des apports du bassin amont du Sénégal, le barrage de Manantali a été mis en fonction en 1987 afin d'assurer le contrôle des crues tout en permettant de disposer d'une importante réserve d'eau pour garantir la stabilité d'activités économiques telles que l'alimentation en eau, l'irrigation et les cultures de décrue, la production hydroélectrique et la navigation fluviale.

Figure 4.1.A : Le barrage de Manantali vu de la route d'accès



Le volume stocké est de l'ordre de 11,5 Milliards de m³.

L'exploitation du barrage est placée sous la responsabilité de la Société de gestion de l'énergie de Manantali (SOGEM). Les principes de gestion sont définis dans le Programme d'Optimisation et de Gestion des Réservoirs (POGR) et visent à optimiser l'utilisation des ressources en eau dans un contexte de compétition entre usages.

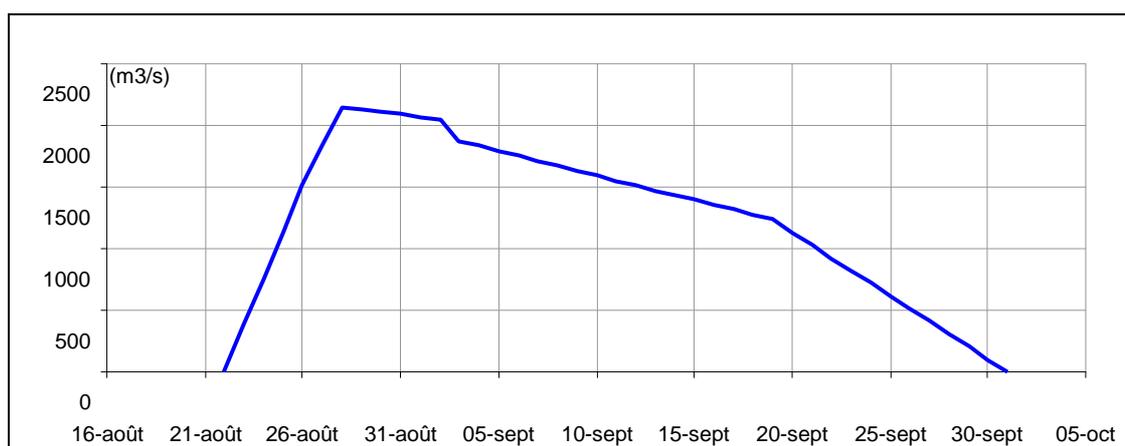
Le débit à lâcher au barrage est déterminé en fonction :

- des contraintes de gestion imposées par les caractéristiques physiques de l'ouvrage,
- des consignes de sécurité pour protéger l'ouvrage,
- des consignes de gestion dont l'objet est de régulariser les débits et de produire de l'énergie.

Listées par ordre de priorité décroissante, les consignes de gestion sont hiérarchisées comme suit :

- L'écrêtement des crues (protection des personnes et des biens), le but étant de ne pas dépasser le débit de 4500 m³/s à la station de Bakel,
- Le soutien d'étiage : il doit permettre de garantir la satisfaction des usages situés à l'aval du barrage (irrigation, eau potable, navigation) augmentés des pertes (évaporation, infiltration). Pour atteindre cet objectif, la gestion pratiquée depuis le milieu des années 2000 a visé à garantir dans le Sénégal à Bakel un débit de : 120 m³/s de janvier à juillet ; 180 m³/s en août ; 120 m³/s de septembre à novembre ; 100 m³/s en décembre. Il faut noter que pour optimiser la navigation, un débit minimum garanti compris entre 200 et 300 m³/s serait nécessaire à Bakel⁷, mais cet objectif ne peut pas être garanti toute l'année dans l'état actuel d'aménagement du bassin (volume de stockage insuffisant).
- la production électrique, pour environ 800 GWh par an,
- le soutien de crue. L'hydrogramme permettant d'alimenter 50 000 hectares de cultures de décrue est généralement retenu comme objectif raisonnable. La Charte du Fleuve Sénégal (2002) signée par les 4 Etats membres de l'OMVS prévoit qu'il soit garanti chaque année, mais en pratique, depuis le début de l'exploitation des turbines hydroélectriques (2002), cela n'a pas été le cas.

Figure 4.1.B : Hydrogramme minimal de crue nécessaire à Bakel pour permettre en moyenne 50 000 hectares de cultures de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal (source POGR)



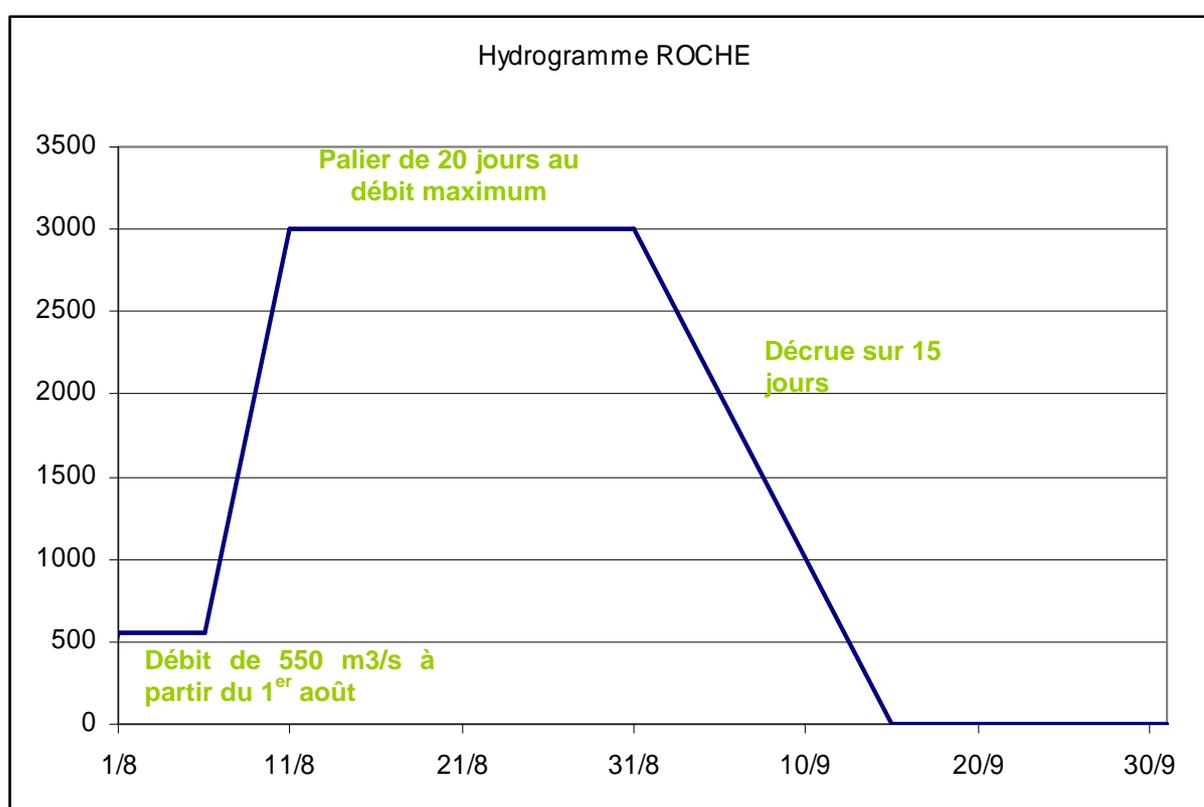
⁷ Source OMVS note technique sur la navigation du fleuve Sénégal SET TUNISIE BCEOM mai 2004

Concernant le soutien de crue, si, à court terme, la gestion du régime du fleuve se limite à garantir aussi régulièrement que possible la crue définie dans le POGR, le SDAGE du fleuve Sénégal (phase 2, septembre 2010), propose d'amender cet hydrogramme sur le long terme afin de prendre en compte les enjeux environnementaux, ainsi que ceux de la pêche et de l'élevage.

La définition du « **débit biologique** » ou « **débit environnemental** » du fleuve est au centre de cette réflexion. Cette notion est complexe et relativement difficile à définir. A l'heure actuelle, la seule étude en ce sens a été réalisée par Roche International en 2000⁸. Cette étude a proposé une crue optimale pour la faune piscicole de la vallée. En première approche, au vu des connaissances actuelles, cette crue semble pertinente pour qualifier les besoins en eau de la vallée.

Son hydrogramme est présenté ci-dessous :

Figure 4.1.C : Hydrogramme de crue proposé par Roche International



Cet hydrogramme représenterait un volume excédentaire de l'ordre de 2,5 à 3 milliards de m³ supplémentaires par rapport à celui du POGR.

⁸ Etude des ressources ichthyologiques du fleuve Sénégal, Roche International, 2000

4.1.2 Aménagement du delta du fleuve Sénégal

4.1.2.1 Barrage de Diama

Le barrage de Diama est un ouvrage dont la fonction majeure est d'arrêter la remontée de la langue salée qui se propageait en période sèche à plus de 200 km en amont de l'embouchure, empêchant le développement des cultures de contre saison. Après sa réalisation en 1987, cette contrainte majeure a disparu.

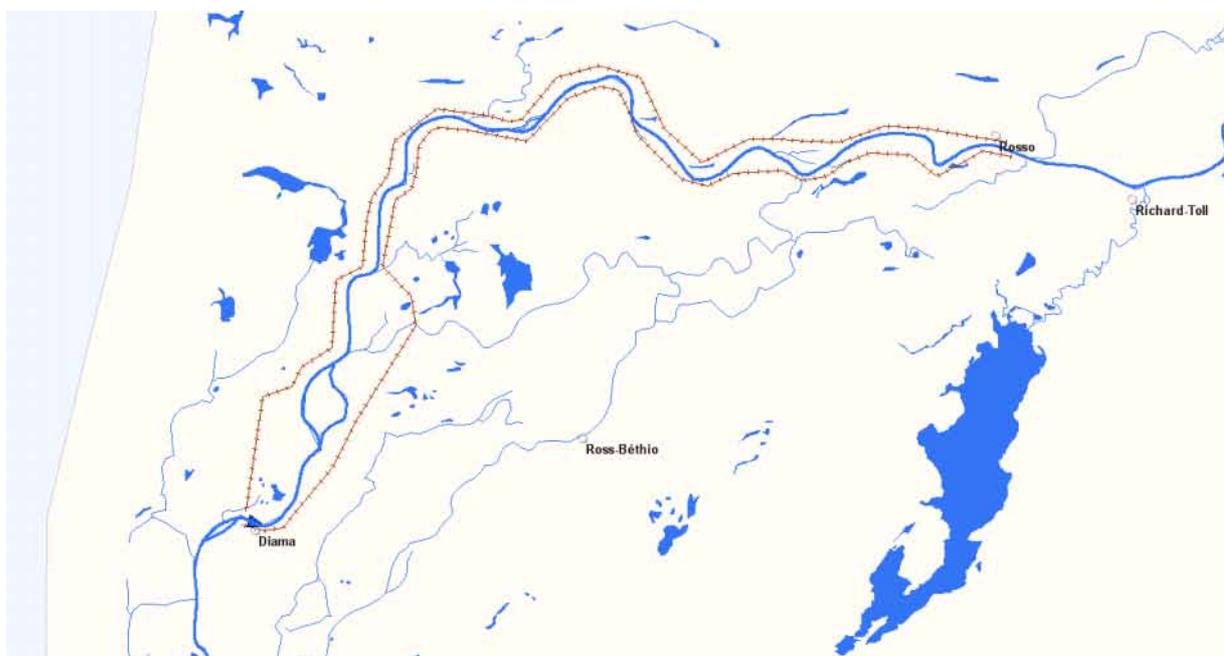
Ce barrage a permis de créer une réserve d'eau à l'amont. L'eau stockée, douce en permanence, permet l'irrigation des périmètres en rives gauche et droite et l'alimentation humaine et animale. A la cote de 2,5 m IGN, la surface potentielle irrigable à l'amont de la retenue est de 120 000 ha. Par ailleurs, le barrage a aussi permis de maîtriser le remplissage de grandes dépressions du delta et de la basse vallée situées en amont (lacs de Guiers au Sénégal, lac de R'Kiz et dépression d'Aftout Es Saheli en Mauritanie). Ces zones humides jouent un rôle essentiel pour l'alimentation en eau potable, la pêche, l'élevage et la faune sauvage.

L'exploitation et la maintenance du barrage (manœuvre des vannes, entretien et inspections périodiques) est confiée à la SOGED (Société de Gestion et d'Exploitation de Diama).

4.1.2.2 Endiguements latéraux

Associés au barrage de Diama (mis en service en Novembre 1985), les endiguements latéraux du fleuve Sénégal de Diama à Rosso, en rive droite et en rive gauche, permettent la fermeture de la retenue de Diama et contrôlent le remplissage et la vidange des systèmes hydrauliques (défluent, marigots, lacs, dépressions, etc.) du delta, situés en amont de la retenue de Diama.

Figure 4.1.D : Localisation des endiguements rive droite et rive gauche de Diama à Rosso (représentés en rouge sur la figure)



Ces endiguements latéraux assurent deux fonctions principales : la protection des populations contre les crues et la maîtrise de l'alimentation en eau des périmètres irrigués et des cuvettes situés dans le delta du fleuve.

Les travaux de construction de l'endiguement rive droite Diama – Rosso ont été réalisés en deux tranches de 1989 à 1995. Ancienne digue existante, l'endiguement rive gauche a été réhabilité en deux tranches de travaux de 1993 à 1995.

Le niveau de protection de ces endiguements correspond à la ligne d'eau de référence équivalente au remous de la crue centennale à Diama augmenté d'une revanche de 0.5 m.

L'endiguement rive droite de Diama à Rosso (77 km environ) côté mauritanien comprend 7 ouvrages de réalimentation gravitaire de marigots et de zones d'épandage des crues du fleuve Sénégal (Gouère, Ibrahima, Dalagona, Dioup, Aftout-Es-Saheli, Cheyal, Lemer). Ces ouvrages sont équipés de vannes.

Figure 4.1.E : Digue en rive gauche en aval immédiat de Rosso



L'endiguement rive gauche de Diama à Rosso (environ 80 km) côté Sénégal comprend 10 ouvrages de réalimentation des marigots et de zones d'épandage des crues (Dieg, Maraye, Tieng, Gorom, Djoudj, Dedi, Caïmans, Diawar, Ronq, N'Thiagar) équipés de vannes et 8 ouvrages de franchissement hydraulique destinés à permettre l'irrigation, directement à partir du fleuve Sénégal, de périmètres hydroagricoles aménagés.

Figure 4.1.F : Exemple d'ouvrage de franchissement hydraulique

La plupart des ouvrages de franchissement sont équipés de stations de pompage pour permettre l'alimentation des axes hydrauliques secondaires lorsque le niveau du fleuve ne permet pas une alimentation gravitaire.

Figure 4.1.G : Exemple d'ouvrage de pompage

L'exploitation et la maintenance de ces ouvrages (manœuvre des vannes, entretien et inspections périodiques) est confiée à la SOGED (Société de Gestion et d'Exploitation de Diama).

4.1.2.3 Ouverture de la langue de Barbarie

La langue de Barbarie est une étroite bande de terre (cordon littoral) qui sépare le fleuve de la mer en aval de Saint-Louis.

Historiquement, la position géographique de l'embouchure du fleuve a varié, sous la double influence des courants côtiers (dérive littorale) qui ont eu tendance à la repousser vers le sud et celle des crues du fleuve, qui ont occasionné des ruptures naturelles du cordon littoral et raccourci ainsi le trajet du fleuve jusqu'à l'océan. Ce phénomène a été abondamment documenté par des publications universitaires : on citera en particulier la thèse de M. Dia⁹, qui recense d'anciennes embouchures du fleuve situées au nord de la ville de St Louis.

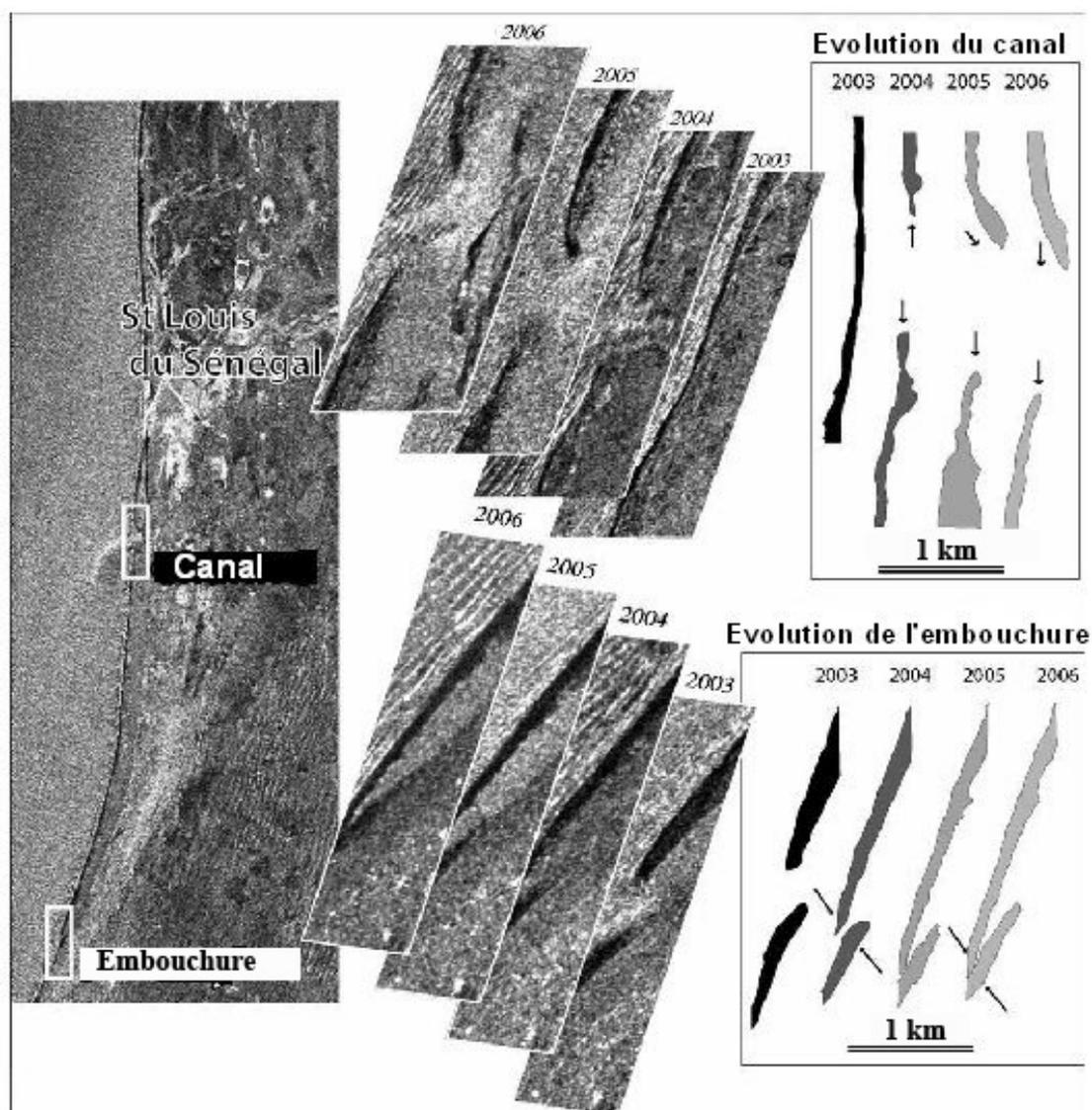
A l'été 2003, après une constante migration vers le sud depuis la fin des années 1970, l'embouchure du fleuve était située environ 30 km au sud de Saint Louis. La faiblesse des sections d'écoulement du bief fluvial situé en aval de St Louis contribuait à maintenir un niveau d'eau élevé dans toute la zone située à l'aval de Diama et favorisait ainsi les inondations de St Louis.

Lors des inondations de Saint Louis en 2003, alors que la crue avait dépassé la cote d'alerte de 20 cm, le creusement d'un canal de délestage dans la Langue de Barbarie a été décidé, à environ 5 kilomètres au sud de Saint Louis. La hauteur du fleuve s'est abaissée significativement en quelques dizaines d'heures et de près d'un mètre en 10 jours : l'inondation a été ainsi effacée. Simultanément, la deuxième embouchure ainsi créée s'est élargie rapidement pour atteindre 600 mètres en moins d'un mois sous la pression des eaux du fleuve. D'après les photos satellites GeoEye, elle atteignait plus de 2 kilomètres de large en novembre 2009.

En parallèle, cet élargissement s'est accompagné de la fermeture de l'ancienne embouchure naturelle, comme le montrent les photos suivantes.

⁹ Ecoulements et inondations dans l'estuaire du fleuve Sénégal : le cas de la ville côtière de Saint-Louis ; Aliou Mamadou Dia ; Thèse de DEA ; Université Cheikh Anta Diop ; 1999-2000

Figure 4.1.H : Evolution comparée du canal de délestage et de l'ancienne embouchure du fleuve Sénégal
[source : Projet CORUS/GESCAN, 2007]



4.1.3 Impact sur le risque d'inondation

4.1.3.1 *Diama*

Barrage « au fil de l'eau », Diama a une capacité de stockage insuffisante pour pouvoir laminer une pointe de crue dans le but de protéger la ville de Saint-Louis. Un abaissement du niveau de la retenue jusqu'à la cote 1,50 m IGN est effectué progressivement (par paliers de 5 cm) en début de période de crue, pour éviter une submersion des endiguements situés en amont d'une part, et éviter d'autre part une dissipation trop importante d'énergie hydraulique dans l'écoulement qui pourrait créer des affouillements à l'aval de l'ouvrage.

4.1.3.2 Endiguements latéraux

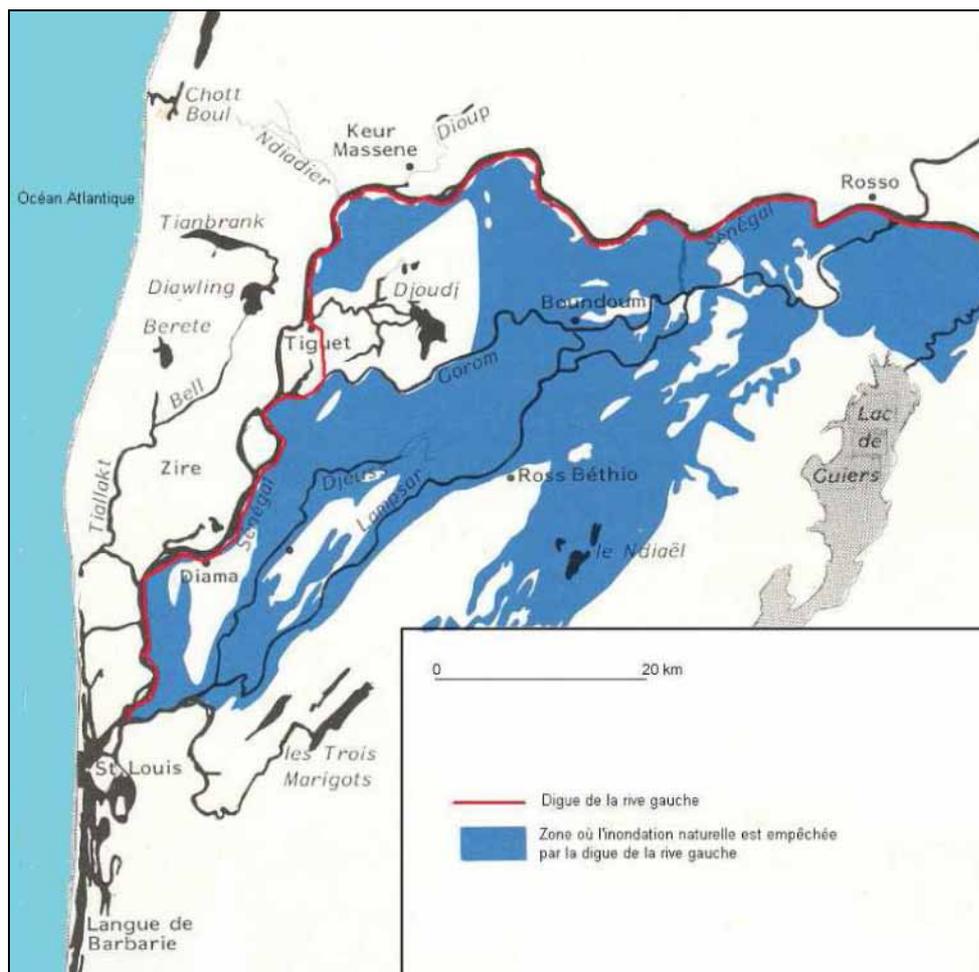
Les endiguements qui longent le fleuve Sénégal en rive droite et rive gauche dans le delta ont pour effet de contrôler et de limiter les transferts d'eau entre le fleuve et son lit majeur : les débits échangés entre le fleuve, les marigots, les cuvettes, les lacs et les vallées sont contrôlés par des ouvrages vannés. De ce fait, les endiguements protègent les agglomérations et périmètres irrigués situés de part et d'autre contre les crues du fleuve.

Cependant, cette « chenalisation » des écoulements modifie les conditions d'écoulement. Cela a pour conséquence, notamment, la rehausse de la ligne d'eau plus en amont. Ce rehaussement avait été évalué par l'étude du Plan Directeur Rive Gauche (en 1991) pour la crue centennale. Ce rehaussement de la ligne d'eau peut atteindre 80 cm (zone de Podor).

D'autre part, l'eau qui ne peut plus se stocker naturellement dans le lit majeur va se déverser plus massivement dans le lit mineur vers l'embouchure.

Ces effets vont donc dans le sens d'une aggravation du risque inondation plus en amont et plus en aval du tronçon endigué (Diama-Rosso).

Figure 4.1.1 : Superficie de l'inondation naturelle en rive gauche qui n'a plus lieu depuis la mise en place des endiguements [source : Lavieren & Wetten, 1990]



4.1.3.3 Ouverture de la langue de Barbarie

Cette ouverture a diminué fortement le risque d'inondation de la ville de St Louis par le fleuve, celle-ci étant maintenant située à moins de 5 kilomètres de l'embouchure.

En contrepartie, l'exposition à l'effet des variations maritimes (marées, surcôtes) est plus sensible.

4.1.4 Impacts sur l'environnement

Le delta, à l'interface entre eaux continentales et côtières, présente de nombreux écosystèmes humides particulièrement originaux. Il est considéré comme l'une des zones les plus importantes d'Afrique de l'Ouest pour les oiseaux d'eau. Ce statut patrimonial particulièrement fort est affirmé par l'existence de nombreuses aires protégées.

On trouve en particulier :

- en rive droite (Mauritanie) : parc national de Diawling et réserve de Chat T Boul, dépression de l'Aftout es Sahéli,
- en rive gauche (Sénégal) : parc national des oiseaux du Djoudj, la réserve de faune de Ndiaël.

Par sa position à l'aval du bassin, le delta subit fortement l'influence des barrages de Diama et Manantali.

Malgré cela, en amont de Diama, l'état de conservation de la plupart des zones humides qui le composent est bon – à l'exception de la dépression du N'Diaël actuellement asséchée – grâce à la gestion artificielle de leur alimentation en eau (simulation de la crue grâce à des ouvrages vannés). Ces zones ne connaissent pas de pénurie d'eau et les problèmes de sur-salinisation, amorcés durant les grandes sécheresses, sont aujourd'hui contrôlés. La différence entre la couverture végétale, les surfaces en eau et la fréquentation animale de ces sites et celles des zones non alimentées artificiellement (Ndiaël par exemple) témoigne de l'intérêt majeur d'une crue artificielle pour ces écosystèmes.

La modification du régime du fleuve, avec la suppression de l'alternance eau douce – eau salée, pose tout de même la question de l'effet à long terme de l'adoucissement de ces écosystèmes. L'une des conséquences déjà visible (évidemment associée à d'autres facteurs) est la prolifération préoccupante d'espèces végétales aquatiques envahissantes, en particulier le typha.

A l'aval du barrage de Diama, les lâchers d'eau douce réguliers concourent également à améliorer l'état des milieux estuariens, dont l'évolution depuis l'ouverture de la brèche dans la Langue de Barbarie doit être suivie de près.

Les principales menaces qui pèsent sur ces écosystèmes sont :

- la prolifération des plantes envahissantes ;
- la progression des périmètres irrigués en périphérie des zones protégées (perte d'habitat, altération de la qualité des eaux...) ;

Les enjeux pour le delta sont :

- La mise en œuvre ou le maintien de la gestion de l'alimentation en eau des zones humides (en amont et en aval de Diama) prenant en compte à la fois les aspects écologiques (restauration des écosystèmes, mais aussi lutte contre l'expansion du typha) et aussi socio-économiques.
- La maîtrise de la prolifération des plantes envahissantes et le développement de sa valorisation. Ce volet passe par des méthodes curatives (faucardage...) mais aussi préventives (actions sur la qualité des eaux, le régime hydraulique...).
- La gestion de la salinité des sols et des eaux.

4.2 LES PROJETS D'AMENAGEMENT

4.2.1 Prolongation des endiguements à l'amont de Rosso

Un projet d'extension des endiguements du fleuve en amont de Rosso jusqu'à Dagana a été étudié par la SOGED pour permettre le relèvement de la cote de gestion de la retenue de Diama jusqu'à 2,50 m IGN, en saison sèche. Ce projet a pour objectif :

- d'optimiser la gestion intégrée des retenues des barrages de Diama et de Manantali par l'augmentation de la capacité de stockage de la retenue de Diama,
- d'améliorer la protection contre les crues et le contrôle de l'alimentation en eau des marigots, des affluents et des défluent dans le delta et la basse vallée du fleuve Sénégal en amont de Rosso,
- de sécuriser davantage la desserte en eau des périmètres hydroagricoles et des centres urbains par l'amélioration des conditions et caractéristiques d'écoulement des eaux dans les axes hydrauliques et la réduction des hauteurs de pompage.

Il est à noter qu'aucune étude d'impact hydraulique sur les conséquences de cet aménagement sur le risque d'inondations n'a été réalisée.

4.2.2 Implantation de nouveaux barrages

Après Manantali et Diama, une autre génération de barrages pourrait voir le jour sur le fleuve Sénégal et ses affluents (Falémé, Bakoye...).

Dans la mesure où ces aménagements créent une retenue d'eau, comme c'est le cas pour le projet de Gourbassi (volume de stockage de 2,1 milliards de m³ d'eau), ils vont contribuer à une meilleure maîtrise des eaux s'écoulant plus à l'aval et qui ne sont pas contrôlées actuellement. Ils joueront donc un rôle important dans la lutte contre les inondations, mais nécessiteront une gestion rigoureuse et couplée à celle de Manantali.

En revanche, les barrages hydroélectriques au fil de l'eau (Félou, Gouina) ne joueront aucun rôle dans la gestion des risques d'inondation car, à vocation exclusive de production d'hydroélectricité, ils ne présentent pas un volume de stockage suffisant pour laminier des crues.

Les aménagements prévus à ce jour sont présentés dans le tableau 4.2.A.

Nom barrages	Cours d'eau	Type de barrage
Félou	Sénégal	Barrage au fil de l'eau
Gouina	Sénégal	Barrage au fil de l'eau
Gourbassi	Falémé	Barrage-réservoir
Koukoutamba	Bafing	Barrage-réservoir
Boureya	Bafing	Barrage-réservoir
Balassa	Bafing	Barrage au fil de l'eau
Badoumbé	Bakoye	Barrage-réservoir
Moussala	Falémé	Barrage-réservoir
Bindougou	Bafing	Barrage-réservoir
Boudofofa	Bakoye	Barrage-réservoir
Marela	Baoulé	Barrage-réservoir

Tableau 4.2.A : Liste des barrages en projet sur le bassin versant du Fleuve Sénégal.

4.2.3 Projets de microcentrales

Plusieurs micro-centrales sont en projet en Guinée. Les différents sites identifiés sont présentés dans le tableau suivant :

Nom de l'ouvrage	Cours d'eau	Superficie BV (km ²)	Hauteur de chute (m)	débit turbiné moyen (m ³ /s)
Diaoya	Bafing	12 800	69.8	138.6
Téné I	Téné	1 600	94	26.9
Téné II	Téné	3 500	46	43.6
Tolo	Bafing	12		
Doukimgagna	Maféwol-Dalabawöl	16		
Dionfo	Dombélé	280	31.5	4.83
Gaya	Dombélé	463	16.6 - 35.5	4.77
Douréko I aval	Samenta-Kioma	225	26.5 - 29.5	3.6
Douréko II	Samenta-Kioma	173	45	1.97
Poukou	Hérikou	48	137	0.77
Biwbaw	Téné	175	180	-
Bindy-Bomboli	Oury	26.1	130	
Ley-Donghora	Donghora	30.6		
Bagata	Kioma	1150	80	
Soula	Kokoun	372	50	6.34
Faghan I	Faghan	160	95	2.9
Faghan II	Faghan	160	50	2.5
Ley-Fita	Ditinn	42		
Niagara	Bafing	2400	54	10.6
Dombélé	Dombélé	280	104.5	2.6
Thianghouy	Thianghouy	65	45	1.36

Tableau 4.2.B : Projets de micro-centrales en Guinée.

4.3 PRELEVEMENTS

4.3.1 L'agriculture irriguée

4.3.1.1 Les potentialités

Le potentiel en terres irrigables dans le bassin du fleuve Sénégal, s'est nettement amélioré avec l'édification des barrages de Diama et de Manantali, qui ont engendré une meilleure maîtrise de la ressource en eau. Jusqu'au début des années 1980, le cumul des superficies projetées pour l'aménagement dans le bassin du fleuve, par les pays membres de l'OMVS, n'atteignait pas 70 000 ha, alors qu'avec les ouvrages, le potentiel irrigable est évalué à 375 000 ha.

A ce jour, la répartition des superficies irrigables entre les pays riverains est la suivante :

- Mali : 10 000 ha ;
- Mauritanie : 125 000 ha ;
- Sénégal : 240 000 ha.

Selon le PARACI-II (FAO, 2009), le potentiel de terre irrigable dans le bassin du fleuve Sénégal pour la Guinée, qui a signé le traité d'adhésion à l'organisation en mars 2006, est estimé à 20 000 ha.

4.3.1.2 Les réalisations (surfaces aménagées)

Malgré ces potentialités, le rythme des aménagements est resté faible, aussi bien avant qu'après la mise en place des barrages de Diama et de Manantali.

Selon le PARACI-II (FAO, 2009), les surfaces aménagées en 2007/2008 sont de 174 000 ha, réparties de la manière suivante :

- Environ 300 ha pour la Guinée ;
- Environ 700 ha au Mali par le PDIAM ;
- Environ 62 000 ha pour la Mauritanie ;
- Environ 111 000 ha pour le Sénégal.

Dans la partie guinéenne du haut bassin, il s'agit principalement de petites exploitations (< 5 ha) faiblement équipées (Source : PNDA 2015, LPNDA : bilan diagnostic 1998-2005).

Dans la partie malienne du haut bassin, le Projet de Développement Rural Intégré à l'Aval du barrage de Manantali (PDIAM) constitue l'une des plus importantes réalisations. Ses objectifs sont les suivants :

- sécuriser la production agricole dans la zone par l'aménagement hydro-agricole de 1562 ha répartis entre les deux (2) grands périmètres suivants, avec maîtrise complète de l'eau :
 - o le Périmètre B 682 ha ;
 - o le Périmètre G/H 880 ha ;

- améliorer le niveau de vie des populations et contribuer au maintien de l'équilibre des écosystèmes.

A ce jour, ces réalisations sont encore partielles (environ 710 ha sont aménagés).

Dans la partie mauritanienne de la basse vallée et du delta, les superficies aménagées sont estimées en 2007 à 61 950 ha (source: MDR/DAR, 2007). Elles seraient réparties entre 46 000 ha dans le Trarza (74%), 8 100 ha dans le Brakna (13%), 7 000 ha dans le Gorgol (11%) et 850 ha dans le Guidimakha (2%). Il s'agit en majorité de périmètres privés.

Dans la partie sénégalaise de la basse vallée et du delta, d'après la base de données de la SAED, les superficies aménagées en 2007-2008 s'élèvent à 111 000 ha, réparties entre les départements de Dagana (65%), Podor (24%), Matam (8%) et Bakel (3%)¹⁰. Il s'agit à 45% de périmètres privés.

4.3.1.3 Les surfaces exploitées

En 2001, le MDRE estimait à plus de 40% la part des superficies aménagées abandonnées en rive droite, et la SAED à plus de 60% les périmètres exploités en rive gauche dans des conditions précaires ou ne présentant pas les conditions minimales d'exploitation (Classification des périmètres irrigués selon leur efficacité, SAED, 2000).

Le tableau suivant montre qu'en 2007/2008, environ 88 000 ha étaient exploités sur les 174 000 ha aménagés sur les deux rives, dont seulement 35 100 ha en contre-saison (hors hivernage).

Les données actualisées pour le Sénégal, transmises par la SAED en 2011, montrent qu'en 2010, la surface exploitable atteint 103 208 ha, soit une nette progression par rapport à 2007.

Type		Guinée (ha)	Mali (ha)	Mauritanie (ha)	Sénégal (ha)	Total (ha)	
Irrigation	Sup. aménagées	Total aménagé	326	710	61 986	110 875	173 897
		dont canne à sucre				11 000	11 000
	Sup. exploitables	Total exploitable	229	632	41 447	88 875	131 183
		dont canne à sucre				11 000	11 000
	Sup. exploitées	Total exploité/an	229	227	17 400	70 000	87 800
		Dont saison sèche	?	?	3 800	31 300	35 100
		dont canne à sucre	0	0	0	7 300	7 300
	Intensité culturale (surface exploitable/surface aménagée)		70 %	89 %	67 %	80 %	75 %

Tableau 4.3.A : Superficies aménagées et exploitées sur l'ensemble de la vallée du fleuve [Sources : SAED 2007/2008 ; SSSI/DPCSE/MAE 2007/2008]

¹⁰ Pourcentages 2002.

4.3.1.4 Besoins en eau actuels

En se fondant sur les consommations en eau unitaires estimées par le POGR à 15 700 m³/ha pour les cultures d'hivernage et à 20 600 m³/ha pour celles de contre-saison, le rapport de phase I du SDAGE (2009) a estimé les besoins actuels en eau d'irrigation dans le bassin du fleuve Sénégal.

Pour les cultures vivrières, ils s'élèvent ainsi à environ 1 450 000 000 m³ :

Pays	Besoins actuels en m ³ (2007-2008)
Guinée	21 000 000
Mali	32 000 000
Mauritanie	290 000 000
Sénégal	1 100 000 000
Totaux	~1 450 000 000

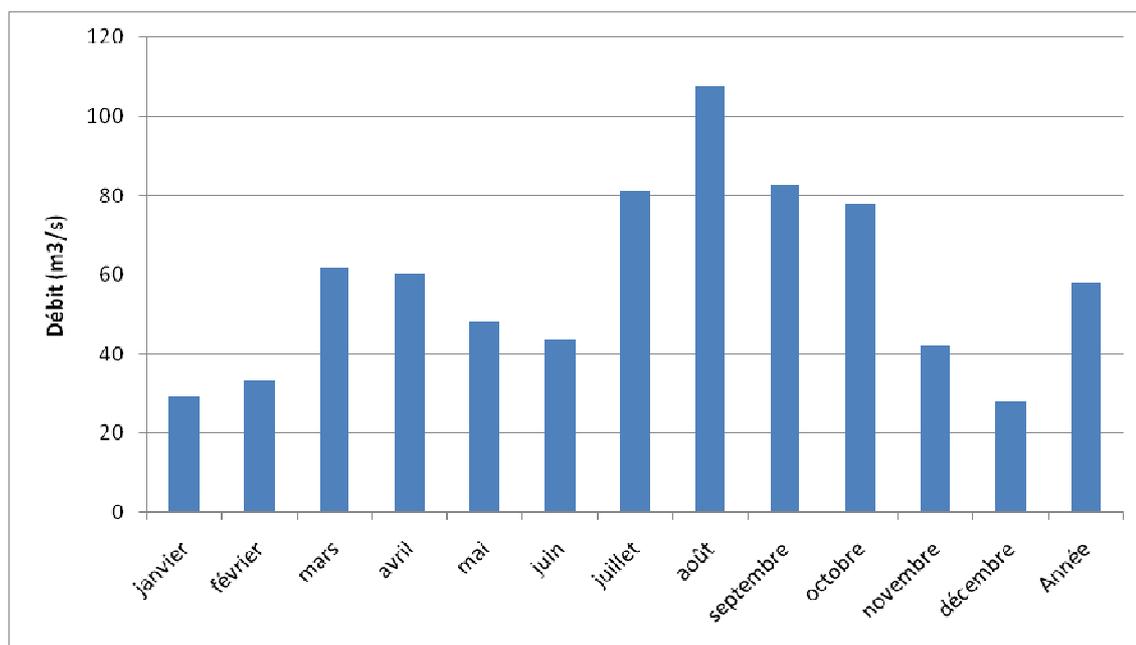
Tableau 4.3.B : Besoins actuels en eau d'irrigation (2007-2008) dans le bassin du fleuve Sénégal (m³)

Il faut ajouter à ces besoins ceux des cultures industrielles (cane à sucre principalement), estimés à 390 000 000 m³ au Sénégal, sur la base d'une consommation unitaire de 45 000 m³/ha.

Les besoins totaux actuels s'élèvent ainsi à 1,8 milliards de m³/an.

Le tableau suivant traduit les volumes de prélèvements actuels en débits moyens mensuels prélevés :

Figure 4.3.A : Débits mensuels prélevés pour l'irrigation sur le fleuve Sénégal



4.3.1.5 Cultures de décrue

Avant la réalisation des barrages de Diama et de Manantali, les paysans de la vallée et du delta du fleuve Sénégal étaient confrontés aux contraintes majeures suivantes :

- des années de bonne pluviométrie caractérisées par des débordements importants du cours d'eau favorisés par l'absence d'endiguements et de contrôle des apports venant de l'amont ;
- des années de pluviométrie médiocre ou faible caractérisées par de faibles débordements qui empêchaient les riverains de s'adonner à la culture traditionnelle de décrue.
- en période d'étiage, le niveau du fleuve Sénégal au voisinage de l'estuaire était proche de 0, entraînant la remontée de la langue salée à 200 km à l'intérieur des terres.

Avec la mise en service des barrages de Diama et de Manantali, les populations riveraines disposent en permanence de quantités suffisantes d'eau pour satisfaire leurs besoins en eau potable et en eau d'irrigation.

Cette mise en service engendre néanmoins d'autres contraintes liées à la restriction des débordements, que les paysans et les pêcheurs ont toujours attendu avec impatience et intérêt car ils leur permettaient, et leur permettent encore, de réaliser en décrue naturelle des cultures et des captures importantes.

La crue artificielle n'a pas les mêmes caractéristiques et les mêmes avantages que ceux qu'offraient les crues naturelles, dans la mesure où elles réduisent la superficie exploitable les années de bonne pluviométrie. L'objectif « raisonnable » retenu actuellement (cf. § 4.1.1) est de garantir annuellement une crue artificielle permettant de cultiver une superficie totale de 50 000 ha sur les deux rives du fleuve Sénégal.

La culture de décrue a conservé une place importante dans l'alimentation des populations riveraines. Elle offre une richesse nutritionnelle dans la diversité de l'alimentation (maïs, sorgho, niébé, patate douce, tomate, bissap, pastèque) et renforce les productions d'hivernage en sa qualité de culture de contre saison pratiquée après le retrait des eaux sur les terres inondables (Walo) du fleuve, des défluent, des mares et des bas-fonds. En décrue, la culture céréalière constitue la principale production avec des rendements excédant rarement une tonne par hectare. Sur les deux rives, l'estimation de la production pourrait être fixée au maximum à 50 000 tonnes de céréales composées principalement de sorgho et de mil. La culture maraîchère y est accessoire.

4.3.1.6 Projections de mise en valeur

Elles s'insèrent dans le cadre des programmes nationaux de développement et de promotion de l'agriculture irriguée :

En Mauritanie

Le Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie (PDIAIM) vise à « la réhabilitation des périmètres dégradés mais encore en activité, et l'extension des périmètres collectifs dont la taille des parcelles familiales est trop petite pour permettre une activité économiquement viable ou même pour satisfaire les besoins d'autoconsommation de la famille ». Ce programme vise, dans un deuxième temps, la diversification à laquelle sont associées des productions à plus haute valeur ajoutée que le riz.

Au Sénégal

Le Plan Directeur de Développement de la Rive gauche (PDRG) constitue depuis 1994 un cadre de référence unique pour les interventions dans la Vallée.

Aujourd'hui, la tendance est à la réhabilitation des aménagements dans le but d'intensifier les productions céréalières, notamment rizicoles et à la diversification des produits à laquelle sont associées des productions à plus haute valeur ajoutée que le riz.

Au Mali

Le Projet de Développement Rural Intégré à l'Aval du barrage de Manantali (PDIAM) constitue le cadre de l'aménagement hydroagricole de la vallée. L'objectif national serait d'atteindre 5 000 ha à moyen terme et 12 000 ha à long terme.

En Guinée

Les objectifs de mise en valeur définis dans le Plan D'action Pour l'Amélioration des Cultures Irriguées (PARACI) sont ambitieux et prévoient d'ici 2025 la mise en valeur de près de 20 000 ha en Guinée.

A l'horizon 2025 et grâce à ces efforts de développement, le PARACI II (FAO, 2009) considère une situation où les surfaces aménagées et exploitables passeraient à environ 255 000 ha sur l'ensemble du bassin :

Superficies	Guinée (ha)	Mali (ha)	Mauritanie (ha)	Sénégal (ha)	Total (ha)
Existant	326	710	61 986	110 875	173 897
Prévisions	19 600	11 800	4 600	45 430	81 430
Total	19 926	12 510	66 586	156 305	255 327

Tableau 4.3.C : Répartition des superficies à irriguer à l'horizon 2025 (FAO, 2009)

Les objectifs de mise en valeur présentés dans le PARACI II portent sur la totalité des surfaces aménagées et misent sur 60 % d'une seconde culture (riz ou maraîchage), c'est-à-dire sur une intensité culturale de 1,6.

Sous ces hypothèses maximalistes, les besoins en eau pour l'irrigation passeraient à environ 6,7 milliards de m³/an en 2025.

4.3.2 AEP

4.3.2.1 Etat des lieux

Le bassin du fleuve Sénégal compte une population estimée environ à 5,6 millions d'habitants en 2008 répartie dans les quatre pays de l'OMVS. Elle est estimée à 6,8 millions en 2015 et devrait atteindre 9,8 millions en 2025.

Le tableau ci-dessous montre l'état des besoins en eau dans la zone du bassin du fleuve Sénégal, sur la base de l'accès « raisonnable » défini par Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD).

	Année 2008	Année 2015	Année 2025
Guinée	7 543 747	9 277 855	18 310 656
Mali	20 215 737	24 526 825	32 327 532
Mauritanie	5 841 876	6 949 439	9 159 697
Sénégal	7 522 562	8 878 194	11 701 878
Bassin du fleuve	41 123 922	49 632 313	71 499 762

Tableau 4.3.D : Besoins en eau en m³/an sur la base des OMD¹¹

Le tableau ci-après présente une estimation des quantités d'eau prélevées en 2008 sur le bassin du fleuve, calculées sur la base des taux d'accès moyen à l'eau potable des différents pays en 2008.

	taux d'accès (en %)	Prélèvement d'eau 2008 en m ³
Guinée	50,36	3 799 031
Mali	68,95	13 938 750
Mauritanie	50,50	2 950 147
Sénégal	78,17	5 880 387
Bassin du Fleuve	62,00	26 568 316

Tableau 4.3.E : Quantité d'eau prélevée en 2008

On constate un volume d'eau global prélevé sur le bassin de l'ordre de 26,5 millions de m³. Plus de 2 millions de personnes n'ont pas encore accès à l'eau potable toujours suivant la base OMD.

Le tableau ci-dessous montre les quantités d'eau prélevées par les sociétés de distribution d'eau¹² qui opèrent surtout en milieu urbain.

Pays	Volume d'eau (m3)	(%) Eaux de surface	(%) Eaux souterraines
Guinée	5 449 450	85	15
Mauritanie	4 908 976	12	88
Mali	4 876 089	89	11
Sénégal	11 916 389	49	51
Bassin Fleuve Sénégal	22 460 904		

Tableau 4.3.F : Volume d'eau prélevée par les sociétés de distribution d'eau (Mali-Mauritanie : 2007 et Guinée-Sénégal 2008)

¹¹ disponibilité d'au moins 20 litres par personne et par jour à un point d'eau situé à moins d'un kilomètre du lieu de résidence de l'individu d'après l'OMS.

¹² Les sociétés de distribution d'eau dans les pays sont : la SEG pour la Guinée ; SNDE et ANEPA pour la Mauritanie, EDM-SA pour le Mali et SDE pour le Sénégal. A noter que pour la Guinée nous avons estimé les prélèvements sur la base de 10 heures de fonctionnement des pompes par jour.

Source : les données proviennent : pour la Mauritanie des activités d'exploitation en 2007 l'ANEPA et de la SNDE ; pour le Mali du rapport d'activités 2007 de EDM-SA ; pour le Sénégal des activités d'exploitation de la SDE en 2008 et pour la Guinée de la collecte réalisée auprès des agents de la SEG.

Les populations du bassin du fleuve Sénégal sont essentiellement alimentées à partir des eaux souterraines. Les rares stations de potabilisation des eaux de surface sont souvent l'œuvre des grandes sociétés de distribution d'eau dans les quatre pays (SEG pour la Guinée, EDM-SA pour le Mali, SNDE pour la Mauritanie et SDE-SONES pour le Sénégal). Ces grandes sociétés interviennent uniquement dans les centres urbains et ne couvrent pas entièrement les pays.

Le Sénégal utilise les eaux du Lac de Guiers provenant du fleuve par le biais de la Taouey à Richard Toll pour renforcer essentiellement l'alimentation en eau des populations de la ville de Dakar. Ainsi, deux stations de traitement sont réalisées, à Nguith depuis 1971, avec une capacité de production de 64 000 m³/j et à Keur Momar Sarr (dans le cadre du Projet eau à Long Terme : PLT)¹³ avec une capacité de production 65 000 m³/j soit une capacité de production totale de 129 000 m³/jour.

4.3.2.2 Perspectives

La Guinée vient de finaliser son projet d'élaboration du programme national d'alimentation en eau potable et assainissement en milieu rural. Ce projet est d'une importance capitale pour l'atteinte des OMD. Il y est prévu entre autres un important programme d'investissement et de rénovation en « Infrastructures d'Eau Potable » concernant principalement les eaux souterraines.

La Mauritanie est en train de finaliser la réalisation du Projet Aftout es Saheli de transfert d'eau du fleuve vers la capitale Nouakchott, avec comme objectifs la satisfaction des besoins en eau à moyen et long terme de la ville de Nouakchott.

Les localités situées le long de l'adduction seront également alimentées. Une partie de la région du Trarza qui se trouve dans le bassin sera concernée. Les productions suivantes sont attendues : 170 000 m³/j à l'horizon 2020 et 225 000 m³/j à l'horizon 2030. La Mauritanie vient également de réaliser 22 stations de potabilisation sur le fleuve Sénégal situées dans les wilayas du Trarza, du Brakna et du Gorgol.

Le développement de l'AEP à partir des eaux de surfaces et en particulier à partir du fleuve, se heurte aux coûts élevés d'investissement et d'exploitation des stations de traitement, auxquels les populations ont du mal à faire face. Les eaux souterraines, généralement de bonne qualité, sont donc exploitées en priorité, surtout en zone rurale.

Les volumes totaux prélevés pour l'eau potable restent faibles, voire négligeables, par rapport à ceux liés à l'agriculture irriguée.

4.3.3 PRELEVEMENTS MINIERS ET INDUSTRIELS

4.3.3.1 Etat des lieux

Les besoins en eau des exploitations minières actuelles sont tirés d'études d'impact sur l'environnement et récapitulés dans le SDAGE (phase 1) :

¹³ Sous-programme IDA-PEPAM : Formulation de la composante « hydraulique », Rapport Provisoire, 2008 ;

Filière	Localisation	Consommations en eau (m3/an)
Or	Sabodala (Sénégal)	2 000 000
Or	Loulo (Mali)	6 000 000
Or	Sadiola (Mali)	6 500 000 à 8 500 000
Or	Yatéla (Mali)	12 à 13 000 000

Tableau 4.3.G : besoins en eau actuels des exploitations minières

Soit au total, 27 à 30 millions de mètres cubes par an au total.

Par ailleurs, le SDAGE évalue les consommations en eau de la Guinée pour l'année 2000 à 14 000 m3.

4.3.3.2 Perspectives

Les besoins en eau des principales filières minières prises en compte à l'horizon 2025 sont récapitulés ci-dessous. Les données sont tirées de la bibliographie et par extrapolation quand elles font défaut :

Filière	Localisation	Besoins en eau (m3/an)
FER	Falémé (Sénégal)	18 250 000
	Didjan Kéniéba (Mali)	18 250 000
	Balé (Mali)	18 250 000
PHOSPHATES	Bofal (Mauritanie)	20 – 60 000
	Matam (Sénégal)	20 – 60 000
PIERRES ORNEMENTALES	Sélinkégny (marbre) (Mali)	4 000
	Kédougou (marbre)	
	Bakel (serpentinites)	
OR	Sabodala (Sénégal)	2 000 000
	Massawa (Sénégal)	2 000 000
	Sadiola (Mali)	7 500 000
	Loulo (Mali)	5 657 000

Tableau 4.3.H : perspectives en termes de besoins en eau des exploitations minières

Au total, ces besoins représentent environ 72 millions de mètres cubes par an.

CARTES THEMATIQUES

DEUXIEME PARTIE

LES DONNEES D'OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES

5 OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES

L'étude se base sur la banque de données hydrométriques en date du 18/10/2010, gérée par l'OMVS avec le logiciel Hydraccess de l'IRD. C'est initialement l'ORSTOM/IRD qui avait élaboré cette banque de données informatisée, en collaboration avec les services hydrologiques nationaux, avant de la remettre à l'OMVS lors du POGR (Programme d'Optimisation de Gestion des Réservoirs) achevé en 2006.

Certaines données complémentaires détenues par l'IRD (voir tableau 5.A) ont été intégrées dans la base de données, ainsi que celles qui ont été transmises par les services suivants :

- SOGEM/EEM-SA : cotes et débits concernant la station de Manantali aval
- SOGED : cotes et débits concernant les stations de Diama amont et Diama aval
- SONADER : cotes concernant la station de Boghe
- DNH de Guinée : cotes et jaugeages concernant plusieurs stations du bassin du Bafing

station	cours d'eau	capteur	nouveau (station ou capteur)	données complémentaires			période transférée	
				début	fin	effectif	début	fin
Crocodile	inconnu	I1	oui	15/06/2001	20/07/2003	705	intégralité	
Cuvette de Gobar	inconnu	I1	non	12/09/2001	28/02/2003	477	30/11/2000	28/02/2003
Cuvette de Tuabou	Tourimé	I1	non	24/07/2001	23/11/2001	245	31/12/2000	23/11/2001
Cuvette de Yelingara	Tourimé	I1	non	29/06/2001	22/11/2001	275	28/06/2001	22/11/2001
Diama aval	Sénégal	I3	oui	24/05/1986	02/03/2009	23310	intégralité	
Diawar aval	inconnu	I1	oui	10/02/2002	16/03/2002	17	intégralité	
Diawdoune	inconnu	I1	oui	02/06/2001	24/03/2004	939	intégralité	
Fadougou drague	Falémé	I1	non	01/11/2001	05/11/2001	175	17/06/2001	05/11/2001
Figo	Ngalenka	I1	non	28/07/2001	20/10/2001	86	18/11/1992	20/10/2001
Foslamantin	inconnu	I1	oui	18/10/2001	02/01/2003	218	intégralité	
Fourdou à Barkedji	Ferlo	I1	oui	01/07/2001	31/10/2002	227	intégralité	
Grand Lac	inconnu	I1	oui	06/08/2000	20/03/2003	152	intégralité	
Guede	Doué	I1	non	01/11/2001	19/02/2004	1701	02/01/1940	19/02/2004
Kaedi	Sénégal	I1	non	04/01/2002	29/02/2004	475	30/04/2001	29/02/2004
Kolé	inconnu	I1	oui	25/08/2001	14/11/2001	82	intégralité	
Moustique 1 à Barkedji	Ferlo	I1	oui	01/07/2001	31/10/2002	342	intégralité	
Moustique 2 à Barkedji	Ferlo	I1	oui	01/07/2001	31/10/2002	341	intégralité	
Moustique 3 à Barkedji	Ferlo	I1	oui	01/07/2001	31/10/2002	341	intégralité	
Ndiaoudoun	N'Galam	I1	oui	26/07/2001	15/03/2003	87	intégralité	
Ndiawara intérieur	Diossorol	I2	non	26/07/2001	18/10/2001	85	16/10/1992	18/10/2001
Ngoui	Doué	I1	non	01/01/2002	31/03/2004	1584	31/12/2001	31/03/2004
Nichoir amont	inconnu	I1	oui	18/10/2001	20/07/2003	495	intégralité	
nichoir aval	inconnu	I1	oui	04/08/2000	20/07/2003	3416	intégralité	
Pont bountbatt	inconnu	I1	oui	06/10/2000	25/05/2003	524	intégralité	
Richard-Toll RN fleuve	Sénégal	I1	non	01/03/2002	31/03/2004	1462	31/12/2001	31/03/2004
Saint-Louis	Sénégal	I2	oui	22/03/1979	01/01/1988	10461	intégralité	
Salde	Sénégal	I1	non	01/01/2002	20/11/2003	1331	31/12/2001	20/11/2003
Sanente	Lac de Guiers	I1	non	01/03/2002	31/03/2004	1282	30/12/2001	31/03/2004
Sénégal Degou Niayas	Sénégal	I1	oui	26/11/2000	24/05/2003	2477	intégralité	

Tableau 5.A : relevés de niveaux complémentaires détenus par l'IRD, ajoutés dans la base de données

Les services concernés n'ont pas communiqué d'information nouvelle sur les historiques d'équipement des stations hydrométriques. Ceux –ci sont donc décrits à partir des éléments fournis par la monographie de 1974 (reproduits en annexe 2C) et de certains détails stockés dans la base de données de l'OMVS.

Enfin, certaines données complémentaires des années 2010, 2011 et début 2012, ont été transmises par l'OMVS en cours de projet. Du fait de leur obtention tardive, elles ne sont prises en compte qu'à la fin du présent chapitre (§5.13), ainsi que dans les chapitres 8 (obtention de séries chronologiques complètes) et 9 (analyse des régimes d'écoulement).

5.1 METHODE

5.1.1 Notations et unités

Sauf mention contraire, les notations et unités suivantes sont utilisées dans toute la suite du texte :

- G (cm j^{-1}) : variation du niveau de plan d'eau par unité de temps, appelé aussi gradient limnimétrique. Au temps T , ce gradient évalué sur n jours, noté G_n , est calculé ainsi :
- $G_n(T) = [(\text{niveau H moyen entre } T \text{ et } T+n) - (\text{niveau H moyen entre } T-n \text{ et } T)] / n$
- H (cm) : niveau de plan d'eau mesuré par rapport à un niveau de référence (zéro d'échelle)
- K (j cm^{-1}) : coefficient de correction de gradient utilisé pour les stations à étalonnage non bijectif
- Q ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) : débit
- Q_0 ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) : débit en régime permanent
- T (j) : temps

5.1.2 Vérification et homogénéisation des données hydrométriques

La description du régime hydrologique, et en particulier de son évolution temporelle, ne peut reposer que sur des séries de données vérifiées et homogènes, jugées opérationnelles. La vérification des séries vise à les expurger d'éventuelles erreurs, par suppression ou correction de certaines données. L'homogénéisation des données vise à en assurer la cohérence d'ensemble, en effectuant certaines corrections si nécessaire. Ces opérations doivent permettre :

- pour décrire le régime des cotes, de disposer pour chaque station de niveaux exprimés autant que possible par rapport à une unique référence (zéro d'échelle) ;
- pour décrire le régime des débits, de traduire les cotes en débits à l'aide d'étalonnages basés sur des résultats de jaugeages qui tiennent compte

correctement d'éventuels changements de niveau de référence des cotes dans la base de données.

On effectue donc un contrôle systématique des cotes contenues dans la banque de données (par superposition graphique de limnigrammes de stations voisines ou de capteurs différents pour une même station) afin de corriger ou éliminer certaines erreurs flagrantes, dont les plus classiques sont :

- Les fautes de frappe effectuées lors de la saisie
- L'absence de code lacune inséré entre deux relevés successifs très décalés en temps
- Les valeurs aberrantes ou inventées

Un contrôle systématique est également effectué sur les résultats de jaugeages contenus dans la base de données, pour vérifier la bonne correspondance des cotes jaugées avec les valeurs relevées aux mêmes dates et contenues dans les chroniques limnimétriques de la base. Ceci permet à la fois de détecter des erreurs de saisie dans les jaugeages ou les cotes et de contrôler l'absence de mauvaise prise en compte du niveau de référence (zéro d'échelle), qui peut parfois se produire quand coexistent pendant une certaine période pour une même station, plusieurs capteurs calés différemment.

Parfois, ces contrôles peuvent suffire pour mettre en évidence des modifications importantes de zéro d'échelle intervenues pour certaines stations. Des contrôles spécifiques complémentaires sont cependant effectués pour s'assurer de la stabilité des niveaux de référence. Comme il est décrit ci-dessous, la méthode utilisée diffère selon que les données se situent ou non dans la période couverte par la monographie de Rochette et al (1974).

5.1.2.1 Données anciennes, antérieures à 1966

Rochette et al (1974) ont décrit dans le détail les variations d'altitude de référence des limnimètres intervenues pour la plupart entre l'origine des stations et 1950. En se basant sur des documents d'archive et sur des analyses comparatives entre niveaux relevés aux différentes stations, ils ont pu donner les valeurs successives de ces altitudes. Ils en ont déduit les corrections à apporter aux relevés bruts de hauteurs d'eau, pour obtenir des hauteurs homogénéisées exprimées, pour chaque station, par rapport à l'altitude de référence (zéro d'échelle) la plus récente.

Il convient donc dans un premier temps de s'assurer de la nature des données limnimétriques contenues dans la base de données de l'OMVS. S'agit-il, pour les données antérieures à 1966 (période prise en compte par Rochette et al (1974)), de hauteurs brutes ou partiellement corrigées pour se référer à un unique zéro d'échelle ?

STATION DE BAKEL ET STATIONS SITUÉES A L'AVAL DE CELLE-CI

Pour la station de Bakel et chaque station ancienne située à l'aval de celle-ci, les cotes antérieures à 1966 et contenues dans la banque de données sont sans nul doute des valeurs homogénéisées, se référant à un unique zéro d'échelle. En effet, leurs valeurs maximales annuelles correspondent bien à celles des cotes homogénéisées indiquées pour ces 19 stations par Rochette et al (1974) (chapitre 9 : hauteurs observées).

STATIONS SITUÉES A L'AMONT DE BAKEL

Pour les stations anciennes situées à l'amont de Bakel, l'homogénéité des cotes est évaluée en utilisant la méthode et les résultats présentés par Bader (1990).

Cette méthode consiste à exploiter les tableaux de débits moyens journaliers antérieurs à 1966 calculés à partir des cotes homogénéisées, qui sont présentés par Rochette et al (1974) (quatrième partie : données numériques). Pour une station donnée, on repère dans ces tableaux deux débits journaliers égaux situés de part et d'autre d'une date de changement de zéro, et on note les cotes correspondantes dans la banque. Il suffit de relever ainsi quelques couples pour pouvoir conclure très simplement, de la façon suivante, pour ces stations dont l'étalonnage est toujours bijectif (à une valeur de cote correspond une unique valeur de débit) :

- Si pour chaque couple de débits égaux, les cotes de la banque sont égales, alors on déduit que celles-ci sont également homogènes, puisque la chaîne de traitements automatiques utilisées par l'ORSTOM pour réaliser la monographie de 1974, calculait les débits journaliers non pas par la méthode des trapèzes utilisée actuellement, mais par traduction simple des cotes dans le cas d'une lecture par jour.
- Si au contraire les cotes de la banque sont inégales (et donc en principe décalées d'une valeur égale au changement de zéro signalé), on déduit que celle-ci correspondent aux cotes originales et n'ont pas été homogénéisées

Contrairement aux stations de la vallée, on constate que les cotes antérieures à 1966 contenues dans la banque de données pour les stations situées à l'amont de Bakel ne sont pas toutes homogénéisées.

5.1.2.2 Données récentes, postérieures à 1965

Les services gestionnaires des stations hydrométriques, sollicités à ce sujet au début du projet, n'ont pas transmis d'information concernant l'installation de nouveaux capteurs, la détermination ou la modification d'altitude de zéro d'échelle qui auraient pu intervenir depuis 1966. Les superpositions graphiques de limnigrammes de stations voisines mentionnées plus haut sont cependant examinées avec le souci de détecter d'éventuelles modifications d'altitudes de zéro d'échelle qui n'auraient pas été signalées. La recherche de ces hétérogénéités est également effectuée par les méthodes suivantes :

- Exploitation des résultats présentés par Bader (1990), basés sur l'analyse du cumul des résidus des régressions établies entre les relevés de cotes de stations voisines.
- Calage du modèle de propagation de Lamagat entre stations successives de l'amont vers l'aval et analyse des erreurs cumulées du modèle, par tranches de hauteur.

5.1.2.3 Base de données hydrométriques opérationnelles

Dans la base de données gérée sous Hydraccess, les données de base sont les relevés instantanés de niveau (couple T,H) et les mesures de débit (triplets T, H, Q). Pour chaque station, les relevés instantanés de niveau sont stockés sous un ou plusieurs capteurs notés

In (où n est le rang du capteur), qui généralement correspondent chacun à un équipement de mesure particulier (limnimètre, limnigraphe,...). Chaque relevé est en outre associé à un code d'origine signalant s'il correspond à une valeur lue sur limnimètre (code L), enregistrée sur limnigraphe (code E) ou reconstituée (code R). Quant à elle, chaque mesure de débit est également associée à un des capteurs In de la station.

Pour chaque station, on crée ici un nouveau capteur intitulé "cotes opérationnelles" et noté I-Op, sous lequel on stocke la série de relevés instantanés la plus complète possible obtenue à partir des données des différents capteurs de la station après leur vérification et éventuelle homogénéisation. Selon les données disponibles, cette série peut être constituée par exemple de relevés quotidiens sur certaines périodes et de données enregistrées à petit pas de temps sur d'autres. Elle peut contenir d'éventuelles données précédemment reconstituées, jugées correctes et donc conservées. Chaque étalonnage (fonction permettant de traduire les niveaux en débit) déterminé lors du projet est également associé pour la cote en entrée et le débit en sortie au capteur I-Op, ainsi qu'au capteur I-1. Conservées dans la base de données, les anciennes versions d'étalonnages sont quant à elles associées aux capteurs I-1 en entrée et I-00 en sortie. En procédant ainsi, on conserve intactes les données brutes de référence obtenues au démarrage ou pendant le déroulement du projet. Les différentes corrections ou suppressions effectuées ne portent que sur les données opérationnelles associées aux capteurs I-Op.

Le caractère complet ou incomplet de la série de niveau stockée sous le capteur I-Op est représenté pour chaque station par un graphique. Celui-ci donne pour chaque année hydrologique, durant l'année entière (de mai à avril) et durant la période de crue (de juillet à novembre), le pourcentage de jours présentant au moins une valeur de cote réellement observée (code L ou E).

Le caractère homogène (dans la quasi-totalité des cas) ou hétérogène de chaque série de cotes opérationnelles est indiqué à la fois dans cet ouvrage et dans la base de données, dans les propriétés du capteur I-Op.

Enfin, des séries de données opérationnelles complétées sont intégrées pour de nombreuses stations dans la base de données, sous un capteur Jcomp. Ces moyennes journalières de cote ou de débit sont basées sur les données opérationnelles des capteurs I-Op correspondant à de réelles observations (code d'origine différent de R), complétées par des valeurs reconstituées dans le cadre du projet (voir chapitre 8).

5.1.3 Etalonnages

5.1.3.1 Stations où les débits peuvent être reliés directement aux niveaux

On considère ici les stations où le niveau n'est pas influencé par un contrôle hydraulique aval variable dans le temps, lié par exemple à des ondes de marée ou des manœuvres d'ouvrage hydraulique. Pour ces stations, le débit peut être relié directement au niveau du plan d'eau par un étalonnage bijectif si la pente moyenne du cours d'eau est suffisante. Dans le cas de pentes très faibles, le débit dépend non seulement du niveau du plan d'eau mais aussi de la pente ou de la vitesse de variation de celui-ci.

Pour les stations ayant fait l'objet de mesures directes de débit, on détermine les étalonnages de façon semi automatique en représentant les relations hauteur-débit par des fonctions paramétrées, dont les paramètres sont ajustés avec d'éventuelles contraintes pour minimiser les erreurs types par rapport aux débits mesurés. Les étalonnages sont ensuite

introduits dans la base de données (sous les capteurs I-Op associés aux données opérationnelles) sous forme de barèmes calculés à partir des fonctions paramétrées, afin de permettre la traduction en débit des séries de niveaux observés instantanés.

ÉTALONNAGES BIJECTIFS

Sauf cas particulier, les relations hauteur-débit sont bijectives pour les stations situées à l'amont de Bakel. On les représente par des fonctions puissance, paramétrées sur plusieurs tronçons distincts du marnage (entre 1 et 3) :

$$Q = f(H) = \begin{cases} D1 + A1 \times (H-C1)^{B1} & \text{si } H \leq H1 \\ D2 + A2 \times (H-C2)^{B2} & \text{si } H1 < H \leq H2 \\ D3 + A3 \times (H-C3)^{B3} & \text{si } H2 < H \end{cases}$$

Les paramètres A_i , B_i , C_i , D_i et H_i sont ajustés de façon à minimiser l'erreur type de la fonction $f(H)$ par rapport aux n débits mesurés $Q(H)$. Ceci revient à maximiser le critère de Nash N ou coefficient de détermination, qui vaut 1 pour un ajustement parfait et 0 pour l'ajustement trivial de la valeur moyenne, et qui est défini par :

$$N = 1 - \left[\left(\sum_{i=1..n} (f(H_i) - Q_i)^2 \right)^{0.5} \times \left(\sum_{i=1..n} (\bar{Q} - Q_i)^2 \right)^{-0.5} \right]^2$$

Dans cette formule, \bar{Q} représente la moyenne des débits mesurés.

Lors de l'ajustement des paramètres à l'aide du solveur d'Excel, certaines de leurs valeurs peuvent être bornées ou même fixées de façon arbitraire, sur la base de l'expérience de l'hydrologue. Les contraintes suivantes sont de surcroît imposées pour assurer la continuité et la dérivabilité de la fonction f en $H1$ et $H2$:

$$A2 = (D1 + A1(H1 - C1)^{B1} - D2) / (H1 - C2)^{B2}$$

$$C2 = H1 - (H1 - C1) \left(B2(D1 + A1(H1 - C1)^{B1} - D2) / (B1 \times A1(H1 - C1)^{B1}) \right)$$

$$A3 = (D2 + A2(H2 - C2)^{B2} - D3) / (H2 - C3)^{B3}$$

$$C3 = H2 - (H2 - C2) \left(B3(D2 + A2(H2 - C2)^{B2} - D3) / (B2 \times A2(H2 - C2)^{B2}) \right)$$

ÉTALONNAGES NON BIJECTIFS, METHODE DU GRADIENT LIMNIMETRIQUE

Entre Bakel et l'embouchure du fleuve, la faiblesse de la pente moyenne du fleuve fait que pour une même cote, le débit est plus fort pendant la montée des eaux que pendant leur baisse. La relation hauteur-débit, alors non bijective, peut dans ce cas être décrite par la méthode du gradient limnimétrique qui s'exprime ainsi en notant $G = dH/dT$ la vitesse de variation de la cote à la station :

$$Q = Q0(H) \sqrt{1 + K(H) \times G}$$

Dans cette formule, la fonction $Q_0(H)$ représente le débit associé à la cote H en régime permanent d'écoulement, que l'on peut paramétrer comme la fonction $f(H)$ utilisée pour les étalonnages bijectifs. La fonction $K(H)$ est quant à elle représentée par un polynôme de H de degré zéro à trois défini sur une certaine plage de valeurs de H , en dehors de laquelle elle est considérée comme constante.

Les paramètres A_i , B_i , C_i , D_i et H_i de la fonction $Q_0(H)$ ainsi que ceux de la fonction $K(H)$ (coefficients du polynôme de H et bornes de l'intervalle sur lequel celui-ci est défini) sont déterminés de façon semi-automatique par itérations successives à l'aide du solveur d'excel, par une méthode proche de celle dite des résidus :

Initialisation du calcul :

- dans un repère H-Q, on trace une fonction $Q_{0_1}(H)$ au milieu du nuage de points mesurés $Q(H)$.

- on trace ensuite dans un repère H-K une fonction $K_1(H)$ au milieu du nuage de points $K_{0_1}(H)$ déterminés par :

$$K_{0_1}(H) = \left(\left(Q(H) / Q_{0_1}(H) \right)^2 - 1 \right) / G$$

Itération de rang i :

- on trace dans un repère H-Q une fonction $Q_{0_i}(H)$ au milieu du nuage de points $Q_i(H)$ déterminés par :

$$Q_i(H) = Q(H) / \sqrt{1 + K_{i-1}(H) \times G}$$

- on trace ensuite une fonction $K_i(H)$ au milieu du nuage de points $K_{0_i}(H)$ déterminés par :

$$K_{0_i}(H) = \left(\left(Q(H) / Q_{0_i}(H) \right)^2 - 1 \right) / G$$

Les itérations sont arrêtées quand on estime que les points $Q_i(H)$ et $K_{0_i}(H)$ sont suffisamment resserrés autour des fonctions respectives $Q_{0_i}(H)$ et $K_i(H)$, qui sont alors retenues pour étalonner la station. En pratique, chaque étape de la méthode consistant à ajuster une courbe au milieu d'un nuage de points est réalisée à l'aide du solveur d'Excel, en optimisant les paramètres de la courbe afin de minimiser la dispersion (écart quadratique moyen) des points autour de celle-ci. Trois itérations sont effectuées en optimisant à chaque fois de façon séparée une fonction $Q_{0_i}(H)$ puis une fonction $K_i(H)$, ce qui permet d'arriver assez près de la solution optimale. Après quoi, l'ensemble des paramètres des fonctions $Q_{0_3}(H)$ et $K_3(H)$ est optimisé lors d'un même calcul du solveur pour minimiser l'erreur type (ou maximiser le critère de Nash) de la série de débits reconstitués par ces fonctions, par rapport à la série des débits mesurés.

Pour pouvoir étalonner une station par la méthode du gradient limnimétrique, il est nécessaire de disposer de mesures de débit effectuées à la fois en période de montée des eaux et d'abaissement des eaux, idéalement sur tout le marnage.

5.1.3.2 Stations implantées aux barrages de Manantali et Diama

Les débits lâchés par les barrages de Manantali et Diama sont calculés à partir de formules d'étalonnages non gérées par le logiciel Hydraccess, qui tiennent compte des niveaux de plans d'eau et de divers réglages de leurs organes d'évacuation. Ils ont donc été directement stockés dans la base de données par l'OMVS, après avoir été calculés à l'aide de logiciels adaptés de l'IRD tels que Progeman et Progediam.

5.2 BASSIN DE LA FALEMÉ

La vérification et l'homogénéisation des niveaux contenus dans la base de données de l'OMVS a entraîné certaines suppressions ou corrections, dont la liste est donnée dans le tableau A-1 de l'annexe 2A pour les stations du bassin de la Falémé.

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour ces stations, dans le paragraphe V.1 de l'annexe 2C.

5.2.1 La Falémé à Moussala

Coordonnées géographiques : 11°18'W, 12°31'N

5.2.1.1 Données

La base de données contient pour Moussala, sous le capteur I1, des cotes observées entre le 01/01/1972 et le 31/12/1992. Ces relevés qui présentent une valeur par jour apparaissent comme des lectures d'échelle jusque fin 1988 et comme des enregistrements limnigraphiques à partir de 1989.

La méthode du cumul des résidus montre nettement que pour une même cote à Gourbassy comprise entre 50 et 550 cm, la cote observée le même jour à Moussala entre 1982 et 1992 est inférieure en moyenne de 14 cm par rapport à ce qu'elle était entre 1972 et 1981. On pourrait donc en conclure que le zéro de l'échelle de Moussala a peut-être été relevé de 14 cm à partir de 1982. Cependant, la même analyse effectuée entre Fadougou et Gourbassy, qui corrobore bien ce résultat entre 1975 et 1986, le contredit en dehors de cette période. Dans le doute, et compte tenu de la relative faiblesse du décalage suspecté, nous supposons donc que l'ensemble des cotes observées à Moussala est homogène et se réfère à un unique zéro d'échelle dont l'altitude n'est pas connue.

La comparaison du limnigramme de Moussala avec ceux des autres stations de la Falémé conduit à faire quelques corrections/suppressions de valeurs peu nombreuses (tableau A-1). En particulier, certaines cotes inférieures à 100 cm du début des années 1970 qui étaient lues sur un élément d'échelle manifestement décalé vers le bas sont corrigées de -8 cm. Hormis l'année 1990, les relevés couvrent très bien la période observée, surtout pendant la crue (fig. 5.2.1.A).

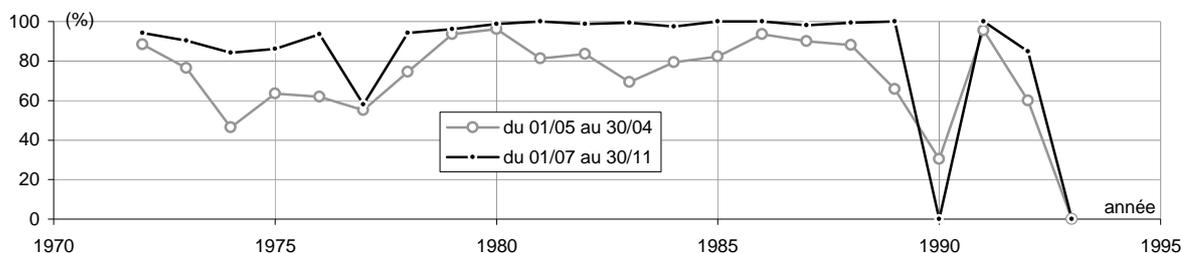


Figure 5.2.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Moussala

On dispose pour Moussala de 62 mesures de débit réalisées de 1968 à 1973, dont la quasi-totalité est antérieure aux relevés de cotes disponibles pour la station. Seuls les trois derniers jaugeages, datant de 1973, peuvent être comparés aux relevés de cotes, avec lesquels ils sont parfaitement cohérents.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	03/05/1968	110	1.4	22	15/08/1969	202	39.4	43	31/10/1970	182	26.7
2	30/05/1968	132	4.6	23	25/08/1969	355	235	44	11/03/1971	90	1.04
3	14/06/1968	120	2	24	26/08/1969	426	350	45	22/07/1971	223	68
4	26/06/1968	131	3	25	28/08/1969	387	267	46	17/08/1971	290	144
5	20/08/1968	116	5.5	26	30/08/1969	338	185	47	28/08/1971	592	592
6	22/08/1968	194	36.5	27	03/09/1969	367	247	48	31/08/1971	472	412
7	28/08/1968	184	27.5	28	16/11/1969	108	6.1	49	01/09/1971	374	266
8	30/08/1968	239	92	29	13/03/1970	126	3.7	50	02/09/1971	314	173
9	01/09/1968	275	120	30	09/04/1970	81	0.7	51	11/09/1971	370	250
10	05/09/1968	322	198	31	22/04/1970	80	0.35	52	13/09/1971	355	207
11	12/09/1968	345	214	32	16/06/1970	105	2.25	53	25/09/1971	322	190
12	14/09/1968	362	227	33	25/07/1970	208	39.2	54	27/09/1971	283	136
13	22/09/1968	252	94	34	26/07/1970	193	34.8	55	28/09/1971	175	22
14	25/09/1968	226	65	35	12/08/1970	260	94	56	02/10/1971	258	93.3
15	30/09/1968	215	55	36	13/08/1970	352	204	57	04/10/1971	240	80
16	16/10/1968	217	57	37	14/08/1970	394	275	58	10/10/1971	217	59
17	18/06/1969	145	8.8	38	17/08/1970	309	173	59	12/10/1971	211	52.7
18	16/07/1969	182	22	39	20/08/1970	388	262	60	10/09/1973	257	90
19	17/07/1969	220	58	40	21/08/1970	473	360	61	13/09/1973	259	91
20	24/07/1969	195	29	41	03/09/1970	370	256	62	17/09/1973	258	96
21	04/08/1969	203	45.2	42	06/09/1970	464	392				

Tableau 5.2.1.A : mesures de débit de la Falémé à Moussala (grisé : éliminé)

5.2.1.2 Tarage

Les jaugeages couvrent une grande partie du marnage observé, avec une plus forte cote jaugée de 592 cm en 1971 et une plus forte cote observée de 700 cm en 1974. Ils permettent d'établir un étalonnage bijectif précis pour la station (tab. 5.2.1.B et fig. 5.2.1.B), fiable jusqu'à la cote 650.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 1.879009E-005 * (H - 57.711)^{2.92658} \quad \text{si } H < 169.020$$

$$Q(H) = 2.093958E-001 * (H - 163.083)^{1.31456} + 16.157 \quad \text{si } 169.020 < H < 416.657$$

$$Q(H) = 1.570273E+000 * (H - 213.470) \quad \text{si } H > 416.657$$

H	0	57	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
Q(H)	0	0.0000	0.0002	0.0063	0.0290	0.0788	0.1657	0.2996	0.4901	0.7470	1.079	1.497	2.009	2.625
H	120	125	130	135	140	145	150	170	190	210	230	250	270	290
Q(H)	3.353	4.203	5.184	6.305	7.574	9.001	10.59	18.82	32.04	49.12	68.73	90.29	113.5	138.1
H	310	330	350	375	400	425	450	475	500	525	550	600	650	700
Q(H)	164.0	191.0	219.0	255.4	293.2	332.2	371.4	410.7	449.9	489.2	528.4	607.0	685.5	764.0

H	H ≤ 169	169 < H ≤ 417	417 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	1.749	8.096	8.788	7.350

Tableau 5.2.1.B : barème d'étalonnage de la station de Moussala, et erreur type du débit calculé Q(H)

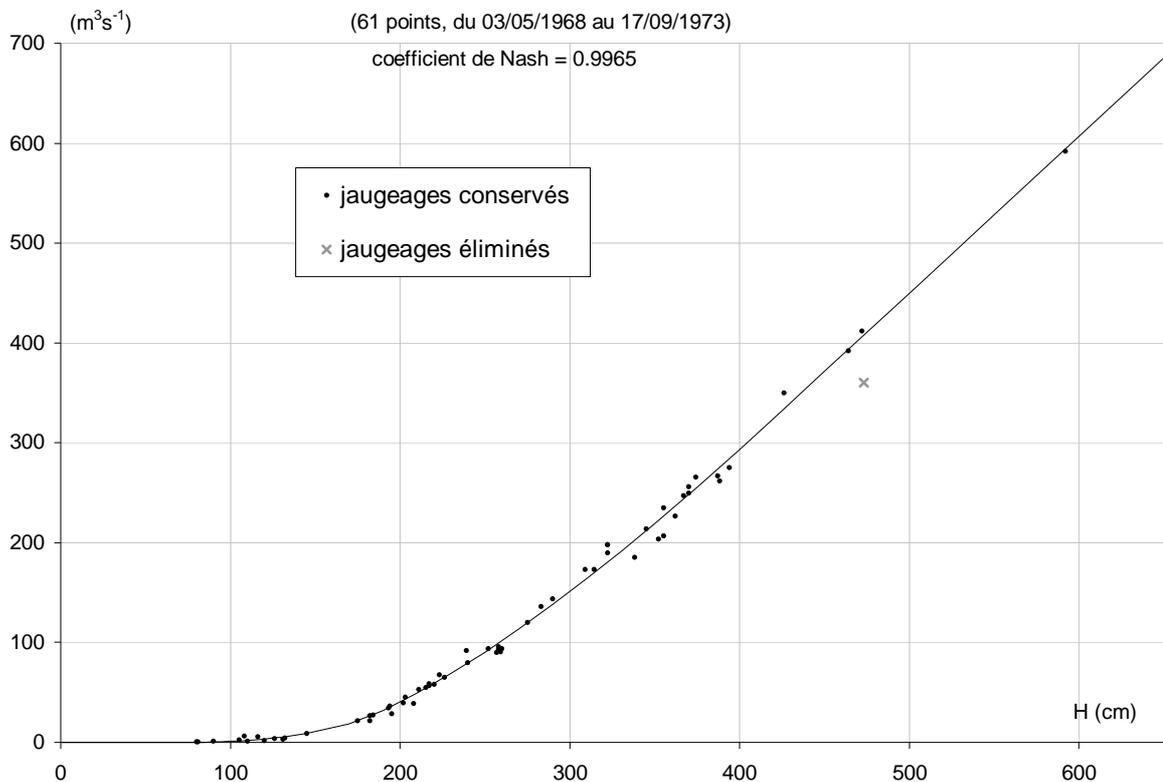


Figure 5.2.1.B : étalonnage de la station de Moussala sur la Falémé

5.2.2 La Falémé à Fadougou drague

Coordonnées géographiques : 11°23'W, 12°31'N

B.V. = 9 300 km²

5.2.2.1 Données

Les niveaux contenus dans la base de données brutes figurent sous un seul capteur (I1). Ce sont des lectures d'échelle qui couvrent les périodes du 27/05/1952 au 30/12/1992 et du 01/06/1999 au 04/11/2001. Les relevés antérieurs à 1966 sont homogènes et se réfèrent au zéro de l'échelle installée le 14/02/1954, situé à l'altitude 119.03 m IGN. Jusqu'en 1992, les relevés suivants ne montrent pas d'hétérogénéité évidente et se réfèrent très probablement au même zéro. Par contre, l'analyse de la correspondance avec les cotes relevées deux jours plus tard à Gourbassy montre qu'à partir de 1999, les relevés de Fadougou drague ne sont pas homogènes avec les relevés antérieurs. Ils sont même constitués de trois séries successives de natures différentes, sur les périodes du 01/06/1999 au 03/07/2000, du 04/07/2000 au 23/07/2001 (simple décalage de 100 cm par rapport aux relevés de Fadougou

village) et du 24/07/2001 au 01/11/2001 (identité avec les relevés de Fadougou village). Ces relevés effectués à partir de 1999 ne sont donc pas conservés pour obtenir la série des cotes opérationnelles, obtenue avec quelques autres suppressions (tableau A-1) et sans aucun recalage des données brutes.

Les cotes opérationnelles, homogènes, couvrent la période du 27/05/1952 au 30/12/1992 avec un relevé par jour, sauf pendant les crues des années 1954 à 1959, 1967 à 1968 et 1971 à 1973 où les relevés sont bi-quotidiens. La figure 5.2.2.A montre que les années observées sont généralement bien couvertes, en particulier en période de crue. Mais on ne dispose malheureusement d'aucun relevé de niveau observé pour plusieurs années hydrologiques (1961, 1962, 1965, 1966, 1982, 1983, et 1990).

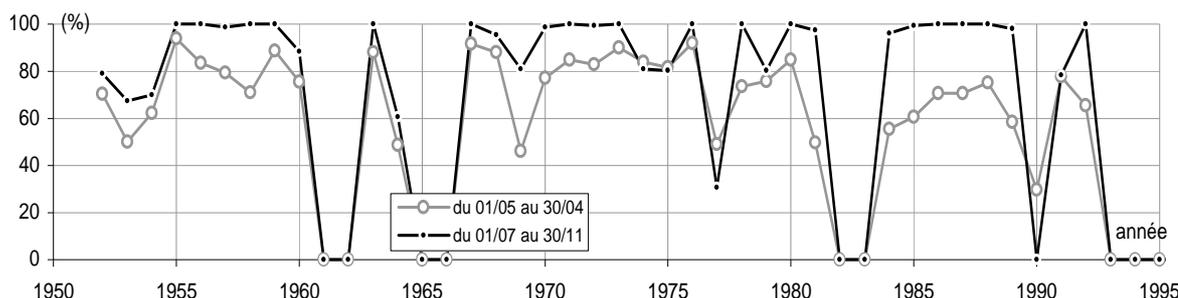


Figure 5.2.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Fadougou drague

Les jaugeages contenus dans la base de données sont cohérents en niveau avec la série des cotes observées et reprennent bien ceux de Rochette et al (1974), à l'exception des jaugeages numérotés 113 à 142. Parmi ceux-ci, les jaugeages n°s 117 à 124, datés du mois de septembre 1956 d'après la monographie, présentaient visiblement une erreur de date d'un mois d'après leur comparaison avec les relevés. C'est peut-être pour cette raison qu'ils n'avaient pas été intégrés dans la base de données. Nous les avons cependant réintégré dans la liste des jaugeages après les avoir datés du mois d'octobre 1956. On dispose finalement de 177 jaugeages dont 141 ont été effectués en 1956 et 1957 et dont le plus récent remonte à l'année 1982 (tableau 5.2.2.A).

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	05/07/1956	106	55	60	20/08/1956	415	441	119	<u>22/10/1956</u>	230	145
2	07/07/1956	116	76	61	21/08/1956	370	404	120	<u>27/10/1956</u>	202	126
3	11/07/1956	140	73	62	21/08/1956	377	379	121	<u>28/10/1956</u>	198	131
4	15/07/1956	176	102	63	21/08/1956	360	319	122	<u>29/10/1956</u>	193	116
5	15/07/1956	194	142	64	22/08/1956	330	303	123	<u>30/10/1956</u>	192	114
6	16/07/1956	180	102	65	23/08/1956	380	422	124	<u>31/10/1956</u>	189	108
7	17/07/1956	220	154	66	23/08/1956	390	420	125	01/11/1956	188	101
8	17/07/1956	232	175	67	24/08/1956	423	485	126	02/11/1956	184	103
9	17/07/1956	242	189	68	25/08/1956	360	383	127	02/11/1956	182	95
10	18/07/1956	232	157	69	25/08/1956	350	380	128	04/11/1956	180	106
11	18/07/1956	255	196	70	26/08/1956	455	533	129	05/11/1956	178	98
12	19/07/1956	308	240	71	26/08/1956	470	553	130	05/11/1956	172	90
13	19/07/1956	329	287	72	26/08/1956	480	566	131	06/11/1956	170	88
14	20/07/1956	285	213	73	26/08/1956	490	591	132	06/11/1956	169	86
15	20/07/1956	280	210	74	26/08/1956	520	693	133	08/11/1956	172	94
16	21/07/1956	235	219	75	26/08/1956	530	641	134	12/11/1956	163	81

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
17	31/07/1956	344	369	76	26/08/1956	540	698	135	15/11/1956	160	90
18	31/07/1956	351	373	77	26/08/1956	550	678	136	19/11/1956	148	70
19	01/08/1956	345	350	78	26/08/1956	555	702	137	20/11/1956	145	69
20	02/08/1956	344	319	79	26/08/1956	561	701	138	24/11/1956	137	60
21	02/08/1956	329	320	80	27/08/1956	565	735	139	26/11/1956	135	74
22	02/08/1956	320	303	81	27/08/1956	571	739	140	28/11/1956	132	60
23	03/08/1956	391	405	82	27/08/1956	600	794	141	28/03/1957	34	5
24	03/08/1956	401	412	83	27/08/1956	610	799	142	09/04/1963	19	1.9
25	05/08/1956	298	223	84	27/08/1956	612	812	143	25/05/1967	14	0.98
26	05/08/1956	286	234	85	27/08/1956	624	837	144	17/04/1968	26	3
27	06/08/1956	255	186	86	27/08/1956	636	831	145	04/05/1968	59	11.7
28	06/08/1956	250	170	87	28/08/1956	620	832	146	31/05/1968	36	5.5
29	06/08/1956	258	211	88	28/08/1956	630	856	147	13/06/1968	25	2.4
30	07/08/1956	303	284	89	28/08/1956	670	957	148	24/08/1968	144	65
31	07/08/1956	308	314	90	28/08/1956	680	925	149	11/09/1968	301	242
32	07/08/1956	313	280	91	28/08/1956	681	1070	150	15/09/1968	366	300
33	07/08/1956	378	427	92	28/08/1956	690	1010	151	04/10/1968	352	314
34	07/08/1956	393	430	93	29/08/1956	730	1060	152	20/10/1968	165	84.5
35	07/08/1956	400	405	94	29/08/1956	725	1040	153	17/06/1969	51	10.1
36	07/08/1956	406	437	95	29/08/1956	723	1050	154	17/07/1969	211	126
37	07/08/1956	412	410	96	29/08/1956	700	925	155	24/07/1969	124	47
38	07/08/1956	418	439	97	30/08/1956	690	941	156	04/08/1969	175	86
39	08/08/1956	412	445	98	30/08/1956	690	986	157	25/08/1969	407	315
40	09/08/1956	412	448	99	31/08/1956	676	955	158	30/08/1969	379	320
41	09/08/1956	414	480	100	31/08/1956	671	888	159	16/09/1969	426	455
42	10/08/1956	425	519	101	01/09/1956	691	1000	160	17/11/1969	162	90
43	10/08/1956	441	505	102	01/09/1956	698	1010	161	17/06/1970	36	6.49
44	10/08/1956	448	530	103	01/09/1956	710	1030	162	27/07/1970	163	70.8
45	10/08/1956	472	528	104	01/09/1956	715	978	163	11/08/1970	292	205
46	10/08/1956	476	531	105	01/09/1956	721	1060	164	07/09/1970	480	563
47	11/08/1956	577	713	106	02/09/1956	758	1180	165	01/11/1970	122	35.7
48	11/08/1956	580	682	107	02/09/1956	755	1090	166	11/03/1971	20	1.7
49	11/08/1956	555	635	108	02/09/1956	750	1050	167	18/08/1971	315	252
50	11/08/1956	545	620	109	10/09/1956	660	868	168	05/09/1971	316	187
51	13/08/1956	512	591	110	10/09/1956	670	956	169	19/09/1971	415	411
52	13/08/1956	501	580	111	11/09/1956	692	1020	170	24/09/1971	372	278
53	13/08/1956	496	585	112	11/09/1956	692	980	171	14/10/1971	172	78.5
54	14/08/1956	535	641	113	12/09/1956	640	863	172	16/10/1971	181	95
55	14/08/1956	540	635	114	12/09/1956	630	796	173	04/01/1972	44	10.7
56	15/08/1956	550	715	115	12/09/1956	620	755	174	29/11/1973	40	6.97
57	15/08/1956	562	681	116	13/09/1956	550	699	175	23/05/1979	12	0.663
58	15/08/1956	580	714	117	<u>16/10/1956</u>	267	205	176	21/03/1981	2	0.025
59	15/08/1956	522	745	118	<u>20/10/1956</u>	236	152	177	23/10/1982	145	55

Tableau 5.2.2.A : mesures de débit de la Falémé à Fadougou (souligné : valeur corrigée)

5.2.2.2 Tarage

Les jaugeages faits à partir d'août 1968 donnent des débits plus faibles qu'avant, sauf pour les plus faibles et pour les 2 plus forts. On soupçonne donc un détarage de moyennes eaux. Malheureusement, il est difficile de déterminer la date du détarage car les jaugeages faits du 28/03/1957 au 13/06/1968 ne concernent que les basses eaux et sont compatibles avec les deux séries.

La régression établie entre cotes moyennes journalières observées à Fadougou drague et Gourbassy semble relativement stable entre 1956 et 1968. En tous cas, son analyse par la

méthode des résidus ne permet pas de dire que pour une même cote à Goubassy, la cote à Fadougou devient plus forte à partir d'une date située durant cette période, ce qui concorderait avec le détarage constaté. Faute d'élément probant et avec assez peu de certitude, on situe donc le détarage de la station de Fadougou drague à la même date que celui qui est constaté de façon plus précise à Goubassy, soit au 01/06/1968.

On détermine finalement deux étalonnages pour cette station : le premier, sur la base des jaugeages effectués entre 1956 et le 31 mai 1968 ; le second, sur la base des jaugeages effectués à partir du 13/06/1968, complétés par les jaugeages antérieurs pour des cotes supérieures à 490 cm, puisque les deux plus forts jaugeages effectués sur la période récente sont compatibles avec l'ancienne série.

L'optimisation des paramètres des deux courbes est réalisée en imposant un tracé identique en hautes eaux pour les deux périodes

Le premier étalonnage (tab. 5.2.2.B, fig. 5.2.2.B) peut être considéré comme fiable jusqu'à la cote 900 cm. Il doit cependant être fortement extrapolé au-delà de la plus forte cote jaugée (758 en 1956) pour permettre de traduire en débit la plus forte cote observée (1088 en 1954). L'étalonnage récent (tab. 5.2.2.C, fig. 5.2.2.C) ne nécessite pas d'extrapolation importante pour traduire la plus forte cote observée (800 en 1974). On peut le considérer seulement comme assez fiable, du fait du manque de jaugeages récents, tout particulièrement en hautes eaux. La fiabilité des deux étalonnages est par ailleurs altérée par la relative incertitude concernant leurs dates respectives de fin et de début de validité.

Paramétrage de l'étalonnage :

- de l'origine de la station au 31/05/1968 :

$$Q(H) = 8.886271E-003 \times (H - 3.000)^{1.81445} \quad \text{si } H < 207.140$$

$$Q(H) = 1.301392E-001 \times (H - 51.798)^{1.38072} \quad \text{si } 207.140 < H < 700.000$$

$$Q(H) = 7.093013E-001 \times (H - 159.578)^{1.15114} \quad \text{si } H > 700.000$$

- depuis le 01/06/1968 :

$$Q(H) = 2.150443E-003 \times (H + 10.000)^{2.00848} \quad \text{si } H < 436.809$$

$$Q(H) = 2.032315E+000 \times (H - 214.348)^{1.00000} \quad \text{si } 436.809 < H < 576.728$$

$$Q(H) = 7.093013E-001 \times (H - 159.578)^{1.15114} \quad \text{si } H > 576.728$$

H	-50	3	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140
Q(H)	0	0.0000	0.3035	1.518	3.514	6.225	9.608	13.64	18.28	23.53	29.37	35.78	50.27	66.94
H	160	180	200	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425	450
Q(H)	85.72	106.5	129.4	154.0	179.9	206.8	234.7	263.6	301.0	339.6	379.6	420.7	463.0	506.3
H	475	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Q(H)	550.7	596.1	689.9	787.3	888.1	992.2	1099	1206	1315	1426	1537	1649	1763	1877

H	H <= 207	207 < H <= 700	700 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	8.850	31.33	37.99	28.46

Tableau 5.2.2.B : barème d'étalonnage de la station de Fadougou drague, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1968, et erreur type du débit calculé Q(H)

H	-100	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Q(H)	0	0.0000	0.2193	0.8823	1.992	3.550	5.557	8.015	10.92	14.28	18.10	22.36	27.08	32.25
H	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350	375	400
Q(H)	43.95	57.47	72.81	89.97	109.0	129.8	152.4	176.8	203.1	231.2	261.2	293.0	335.3	380.4
H	425	450	475	500	525	550	575	600	650	700	750	800	850	900
Q(H)	428.4	478.9	529.7	580.5	631.3	682.2	733.0	784.0	887.3	992.2	1099	1206	1315	1426

H	H ≤ 437	437 < H ≤ 577	577 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	23.34	39.22	38.06	33.90

Tableau 5.2.2.C : barème d'étalonnage de la station de Fadougou drague, valable depuis le 01/06/1968, et erreur type du débit calculé Q(H)

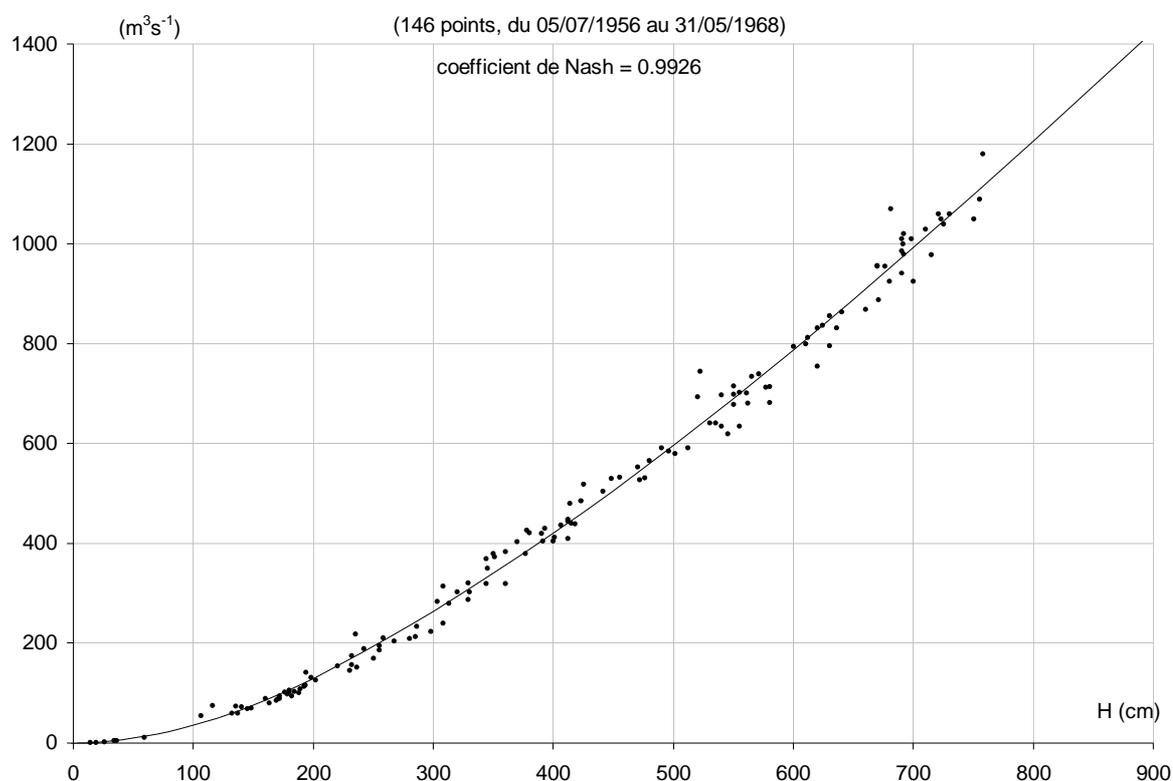


Figure 5.2.2.B : étalonnage de la station de Fadougou drague sur la Falémé, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1968

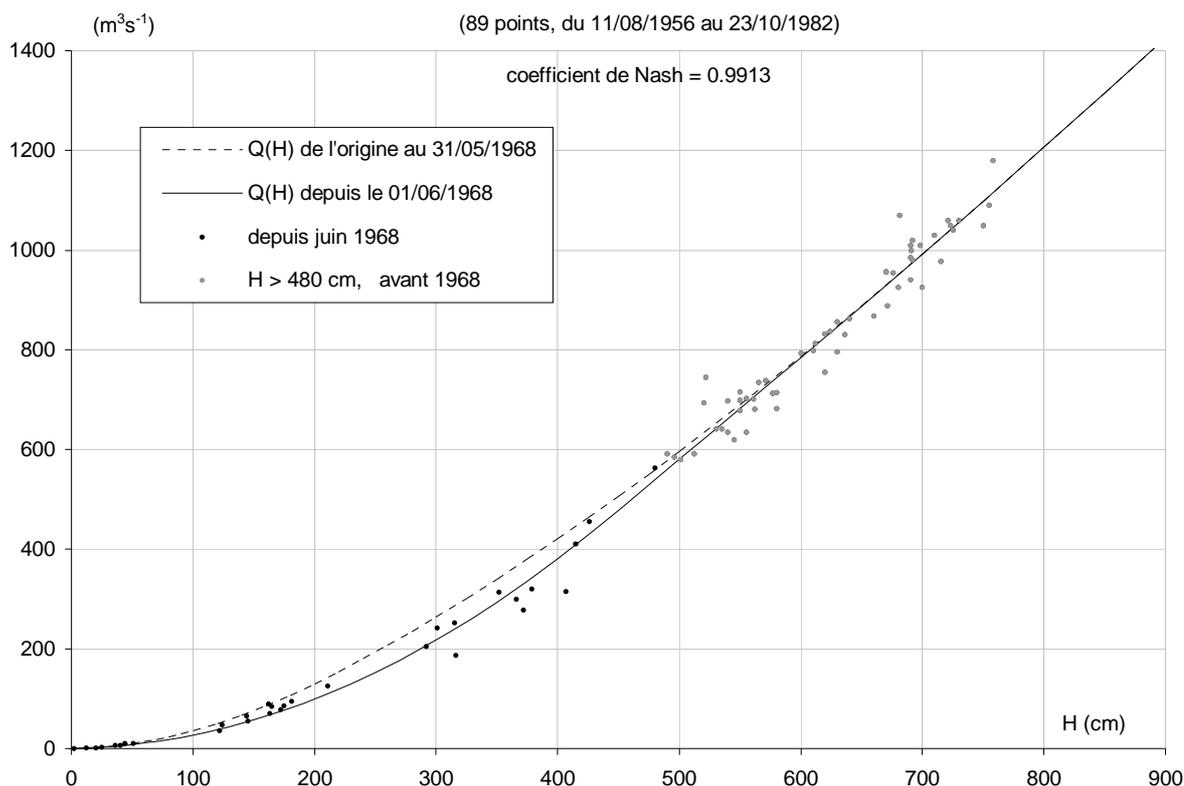


Figure 5.2.2.C : étalonnage de la station de Fadougou drague sur la Falémé, valable depuis le 01/06/1968

5.2.3 La Falémé à Fadougou village

5.2.3.1 *Données*

La base de données dispose pour cette station de relevés de niveau observés depuis le 01/06/1999, tous stockés sous le capteur I1, qui ne montrent aucune hétérogénéité évidente et dont seule une valeur nécessite une correction (tableau A-1). Ce sont des lectures d'échelle effectuées deux fois par jour jusque 2001, puis trois fois par jour à partir de 2004. Comme le montre la figure 5.2.3.A, la série observée présente d'importantes lacunes (aucun relevé du 19/09/2001 au 30/11/2004 et du 12/06/2007 et le 31/01/2008).

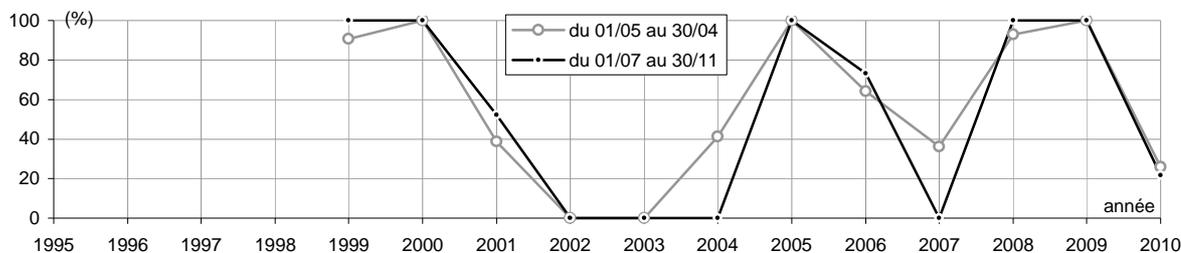


Figure 5.2.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Fadougou village

5.2.3.2 Tarage

La base de données ne dispose d'aucune mesure de débit effectuée à Fadougou depuis le début des observations de l'échelle de Fadougou village. De plus, la série de cotes opérationnelles de cette station ne présente aucune période commune avec celle de la station de Fadougou drague. Il est néanmoins possible d'utiliser l'étalonnage de cette dernière station pour estimer celui de Fadougou village. Il suffit pour cela d'exploiter les régressions linéaires assez étroites existant entre les cotes moyennes journalières observées à Fadougou (Hfd pour Fadougou drague et Hfv pour Fadougou village) et celles qui sont observées le surlendemain à Gourbassy (Hg). On obtient ainsi :

$$H_{fd} = 0.8820 H_g + 3.2361 \quad R^2 = 0.9155 \quad \text{période du 01/06/1968 au 30/12/1992}$$

$$H_{fv} = 0.9489 H_g + 74.461 \quad R^2 = 0.9408 \quad \text{période du 02/06/1999 au 01/08/2010}$$

La combinaison de ces relations donne :

$$H_{fv} = 1.0759 H_{fd} + 70.979$$

Il suffit alors d'utiliser cette relation et l'étalonnage de Fadougou drague (tableau 5.2.2.C) pour estimer l'étalonnage de Fadougou village. Cet étalonnage (Tab. 5.2.3.A) déterminé de façon indirecte n'est que moyennement fiable en dessous de la cote 800 cm et assez peu fiable au-delà. Il devra être confirmé par des mesures de débit.

H	-37	60	71	82	92	103	114	125	136	146	157	168	179	189
Q(H)	0	0.0000	0.2193	0.8823	1.992	3.550	5.557	8.015	10.92	14.28	18.10	22.36	27.08	32.25
H	211	232	254	275	297	318	340	361	383	405	426	448	474	501
Q(H)	43.95	57.47	72.81	89.97	109.0	129.8	152.4	176.8	203.1	231.2	261.2	293.0	335.3	380.4
H	528	555	582	609	636	663	690	717	770	824	878	932	985	1104
Q(H)	428.4	478.9	529.7	580.5	631.3	682.2	733.0	784.0	887.3	992.2	1099	1206	1315	1559

Tableau 5.2.3.A : étalonnage de la station de Fadougou village, déduit de celui de Fadougou drague et des correspondances entre le niveau à ces stations et celui de la station de Gourbassy

5.2.4 La Falémé à Gourbassy

Coordonnées géographiques : 11°38' W ; 13°24' N

B.V. = 17 100 km²

5.2.4.1 Données

La base de données brutes contient des relevés de niveau stockés sous les capteurs I1 (du 01/01/1954 au 11/10/2010) et I2 (du 08/12/1988 au 19/12/2000). Sous le capteur I1 figurent essentiellement des lectures d'échelle (code L), mais aussi des enregistrements limnigraphiques (code E) entre 1988 et 1994, ainsi que des données reconstituées (code R) dont les valeurs apparaissent globalement satisfaisantes en première analyse. Sous le capteur I2 figurent des enregistrements limnigraphiques qui sont soit identiques à ceux du capteur I1 (de décembre 1988 à février 1992), soit parfaitement compatibles avec les lectures d'échelle de I1 (de juillet 1998 à décembre 2000). Les premières analyses

permettent de déduire que l'ensemble des relevés de niveau est homogène et se réfère à un unique zéro, dont l'altitude n'est pas connue.

La série de relevés opérationnels est obtenue après quelques corrections ou suppressions qui concernent essentiellement des valeurs reconstituées (tab. A-1). Elle correspond à la combinaison suivante des relevés des capteurs I1 et I2 :

- I1 : du 01/01/1954 12:00 au 29/06/1998 18:00; du 09/05/1999 17:00 au 03/06/1999 08:00 ; du 09/10/1999 18:00 au 19/10/1999 08:00 ; du 21/04/2000 08:00 au 09/10/2000 18:00 ; du 19/12/2000 08:00 au 11/10/2010 12:00
- I2 : du 30/06/1998 07:30 au 09/05/1999 14:00; du 05/06/1999 14:30 au 09/10/1999 13:30 ; du 19/10/1999 12:00 au 20/04/2000 20:30 ; du 10/10/2000 01:00 au 19/12/2000 02:30

Les niveaux réellement observés à Gourbassy (codes L et E) couvrent la période 1954-2010 de façon assez satisfaisante, avec assez peu de lacunes (fig. 5.2.4.A). Les enregistrements limnigraphiques dont on dispose de juillet 1988 à février 1992 et de juillet 1998 à décembre 2000, présentent une grande fréquence de relevés allant parfois jusqu'à un point par demi-heure. En dehors de ces périodes, la fréquence des relevés est d'un point par jour entre 1954 et 1988 (deux points par jour pendant les crues de 1961, 1965 à 1968 et 1970 à 1973), deux points par jour de 1992 à 1997 et de 2001 à mars 2003 puis trois points par jour depuis avril 2003.

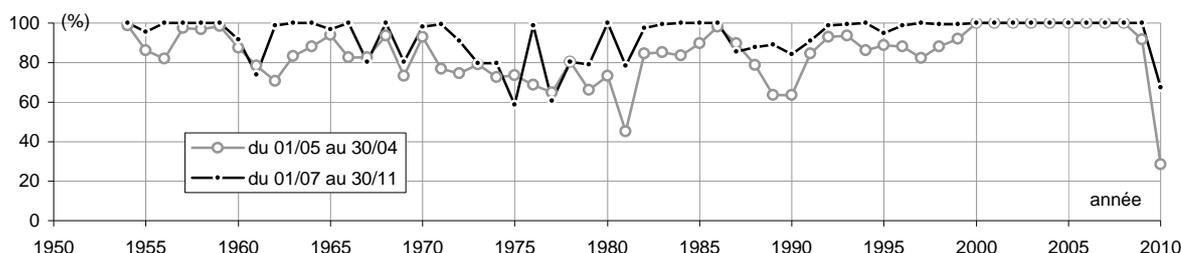


Figure 5.2.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Gourbassy

Les jaugeages contenus dans la base de données sont cohérents en niveau avec la série des cotes observées et reprennent bien ceux de Rochette et al (1974) et du POGR (2000b), à l'exception des jaugeages de rangs 60 et 73 qui avaient été saisis avec un débit erroné pour le premier et oublié pour le second. Les corrections nécessaires ont été effectuées pour obtenir la liste donnée dans le tableau 5.2.4.A. Sur les 171 mesures de débit faites à Gourbassy, 130 concernent l'année 1957. Aucune mesure n'a été faite de 1971 à 1985 et de 1987 à 1998.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	18/06/1957	174	98	59	04/08/1957	405	545	117	14/09/1957	651	1230
2	18/06/1957	191	131	60	04/08/1957	410	567	118	14/09/1957	665	1290
3	19/06/1957	216	160	61	05/08/1957	430	600	119	14/09/1957	672	1330
4	19/06/1957	210	156	62	05/08/1957	435	612	120	14/09/1957	680	1330
5	19/06/1957	200	134	63	06/08/1957	441	585	121	14/09/1957	687	1370
6	20/06/1957	192	111	64	06/08/1957	441	597	122	15/09/1957	689	1300
7	20/06/1957	190	108	65	07/08/1957	450	610	123	15/09/1957	680	1290
8	21/06/1957	169	92	66	07/08/1957	452	620	124	16/09/1957	654	1200

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
9	21/06/1957	167	86	67	08/08/1957	420	583	125	16/09/1957	650	1200
10	22/06/1957	150	71	68	08/08/1957	428	617	126	25/09/1957	385	462
11	22/06/1957	145	71	69	09/08/1957	436	622	127	26/09/1957	365	420
12	24/06/1957	139	47	70	10/08/1957	420	595	128	27/09/1957	353	395
13	25/06/1957	131	49	71	12/08/1957	336	380	129	28/09/1957	333	350
14	26/06/1957	131	51	72	13/08/1957	388	535	130	30/09/1957	330	355
15	27/06/1957	130	46	73	13/08/1957	403	532	131	12/04/1963	14	0.9
16	28/06/1957	118	42	74	13/08/1957	420	592	132	23/05/1967	9	0.34
17	29/06/1957	108	26	75	14/08/1957	460	655	133	26/04/1968	23	2.3
18	02/07/1957	90	22	76	14/08/1957	463	619	134	12/05/1968	63	9.6
19	03/07/1957	108	35	77	14/08/1957	470	700	135	17/06/1968	53	8.5
20	05/07/1957	166	95	78	14/08/1957	473	750	136	29/06/1970	18	1.65
21	05/07/1957	170	103	79	15/08/1957	509	815	137	11/07/1986	46	4.68
22	06/07/1957	175	100	80	15/08/1957	512	831	138	13/07/1986	60	14.6
23	07/07/1957	192	124	81	15/08/1957	527	890	139	18/07/1986	109	30.2
24	08/07/1957	179	104	82	15/08/1957	532	910	140	21/07/1986	94	19.2
25	10/07/1957	230	179	83	15/08/1957	540	947	141	23/07/1986	152	79.3
26	10/07/1957	235	185	84	16/08/1957	600	1110	142	24/07/1986	184	95.8
27	11/07/1957	253	197	85	16/08/1957	605	1090	143	25/07/1986	172	82.9
28	11/07/1957	245	192	86	17/08/1957	625	1140	144	28/07/1986	130	44.8
29	12/07/1957	225	153	87	17/08/1957	620	1150	145	30/07/1986	138	55.1
30	12/07/1957	220	158	88	17/08/1957	618	1160	146	06/08/1986	148	68.7
31	13/07/1957	215	147	89	17/08/1957	615	1150	147	08/08/1986	179	93.4
32	13/07/1957	210	152	90	18/08/1957	594	1080	148	17/08/1986	121	30.8
33	14/07/1957	230	169	91	18/08/1957	590	1050	149	24/08/1986	163	64.1
34	14/07/1957	220	148	92	18/08/1957	577	1030	150	30/08/1986	247	176
35	15/07/1957	194	113	93	19/08/1957	570	1010	151	31/08/1986	240	165
36	15/07/1957	185	103	94	19/08/1957	565	944	152	01/09/1986	253	192
37	17/07/1957	184	110	95	20/08/1957	539	850	153	03/09/1986	231	159
38	17/07/1957	180	106	96	20/08/1957	525	890	154	04/09/1986	483	686
39	18/07/1957	175	105	97	21/08/1957	521	925	155	06/09/1986	497	720
40	18/07/1957	175	100	98	21/08/1957	520	905	156	08/09/1986	452	558
41	21/07/1957	266	221	99	22/08/1957	533	855	157	09/09/1986	400	440
42	21/07/1957	274	240	100	24/08/1957	495	742	158	10/09/1986	330	306
43	21/07/1957	280	220	101	28/08/1957	384	483	159	13/09/1986	314	296
44	21/07/1957	284	208	102	02/09/1957	373	450	160	16/09/1986	285	244
45	22/07/1957	225	150	103	03/09/1957	390	534	161	17/09/1986	272	224
46	22/07/1957	215	148	104	03/09/1957	400	527	162	20/09/1986	277	253
47	31/07/1957	265	228	105	04/09/1957	420	577	163	27/09/1986	225	151
48	31/07/1957	265	225	106	04/09/1957	425	602	164	27/09/1986	268	221
49	01/08/1957	257	211	107	04/09/1957	440	603	165	28/09/1986	309	296
50	01/08/1957	250	189	108	05/09/1957	475	690	166	27/08/1999	555	915
51	02/08/1957	289	278	109	05/09/1957	479	711	167	28/08/1999	612	1048
52	02/08/1957	290	275	110	06/09/1957	450	603	168	19/10/1999	359	398
53	03/08/1957	323	340	111	11/09/1957	594	1110	169	10/11/1999	172	81.7
54	03/08/1957	327	332	112	11/09/1957	630	1170	170	30/08/2000	455	615
55	04/08/1957	370	459	113	12/09/1957	610	1090	171	30/08/2000	458	638
56	04/08/1957	377	470	114	14/09/1957	635	1260	172	07/09/2000	275.5	230
57	04/08/1957	383	497	115	14/09/1957	641	1240				
58	04/08/1957	391	525	116	14/09/1957	645	1220				

Tableau 5.2.4.A : mesures de débit de la Falémé à Gourbassy (gras : mesure ADCP ; souligné : valeur corrigée)

5.2.4.2 Tarage

Les jaugeages faits à partir de 1986 donnent des débits plus faibles que ceux de l'année 1957, sauf en basses eaux. Entre ces deux dates n'ont été faits que des jaugeages de très

basses eaux, compatibles avec les deux séries. On peut donc soupçonner qu'un détarage de la station est intervenu entre 1958 et 1985 pour les moyennes et hautes eaux, à une date qu'il est impossible de déterminer précisément à partir des seules mesures de débit.

L'analyse des relations entre les relevés de niveau de Gourbassy (entre 100 et 500 cm) et ceux de Kidira et de Fadougou drague montre que pour un même niveau à Kidira (respectivement Fadougou), celui de Gourbassy devient plus fort à partir de 1967 (respectivement 1968). Ces deux modifications de relation vont dans le sens du détarage constaté à Gourbassy (pour un même débit, le niveau devient plus fort). Même si cela ne constitue pas une preuve certaine, et faute d'élément plus probant, ces indices nous conduisent à fixer la date du détarage de la station de Gourbassy au 01/06/1968.

On notera que les débits mesurés à la station en 1999 et 2000 par technique ADCP sont cohérents avec les mesures faites au moulinet depuis 1968.

Le premier (resp. second) étalonnage (tab. 5.2.4.B et fig. 5.2.4.B (resp. tab. 5.2.4.C et fig. 5.2.4.C)) doit être extrapolé d'environ 250 cm (resp. 200 cm) au dessus de la plus forte cote jaugée (689 cm en 1957 (resp. 612 cm en 1999)) pour permettre de traduire en débit la plus forte cote observée (936 cm en 1964 (resp. 809 cm en 1974)). Le premier étalonnage peut être considéré comme fiable jusqu'à la cote 800 cm et le second comme assez fiable jusqu'à la cote 700 cm. Il faut cependant garder à l'esprit que leur date respective de fin et de début de validité est connue avec une certaine imprécision.

Paramétrage de l'étalonnage :

- de l'origine de la station au 31/05/1968 :

$$Q(H) = 1.947666E-003 \times (H + 3.715)^{2.05294} \quad \text{si } H < 98.334$$

$$Q(H) = 1.773099E-001 \times (H - 89.653)^{1.35754} + 22.578 \quad \text{si } 98.334 < H < 250.000$$

$$Q(H) = 6.730372E-001 \times (H - 235.768)^{1.22116} + 180.000 \quad \text{si } H > 250.000$$

- depuis le 01/06/1968

$$Q(H) = 5.207901E-003 \times (H + 0.695)^{1.80945} \quad \text{si } H < 76.463$$

$$Q(H) = 3.824922E-002 \times (H - 61.883)^{1.61182} + 10.672 \quad \text{si } 76.463 < H < 385.750$$

$$Q(H) = 1.149277E+000 \times (H - 365.272)^{1.15475} + 398.600 \quad \text{si } H > 385.750$$

H	-50	-4	-3	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Q(H)	0	0	0.0010	0.0288	0.4208	1.295	2.667	4.546	6.939	9.852	13.29	17.26	21.75	26.81
H	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	325	350	375	400
Q(H)	40.81	58.82	79.65	102.7	127.7	154.4	182.6	213.0	248.8	288.5	342.2	399.2	459.2	521.6
H	425	450	475	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
Q(H)	586.1	652.5	720.7	790.5	934.4	1083	1237	1395	1557	1722	1890	2062	2236	2413

H	H <= 98	98 < H <= 250	250 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.6547	7.060	27.92	23.04

Tableau 5.2.4.B : barème d'étalonnage de la station de Gourbassy, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1968, et erreur type du débit calculé Q(H)

H	-100	-1	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Q(H)	0	0	0.0027	0.3792	1.252	2.555	4.256	6.334	8.774	11.56	14.75	18.95	24.20	37.36

H	140	160	180	200	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425
Q(H)	53.66	72.75	94.39	118.4	144.6	173.0	203.4	235.7	269.8	315.1	363.0	413.6	467.7	527.9
H	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	750	800	850
Q(H)	592.2	659.5	729.3	801.1	874.7	949.9	1026	1104	1183	1263	1344	1509	1678	1849

H	H <= 76	76 < H <= 386	386 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	3.412	8.524	22.16	12.41

Tableau 5.2.4.C : barème d'étalonnage de la station de Gourbassy, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1968, et erreur type du débit calculé Q(H)

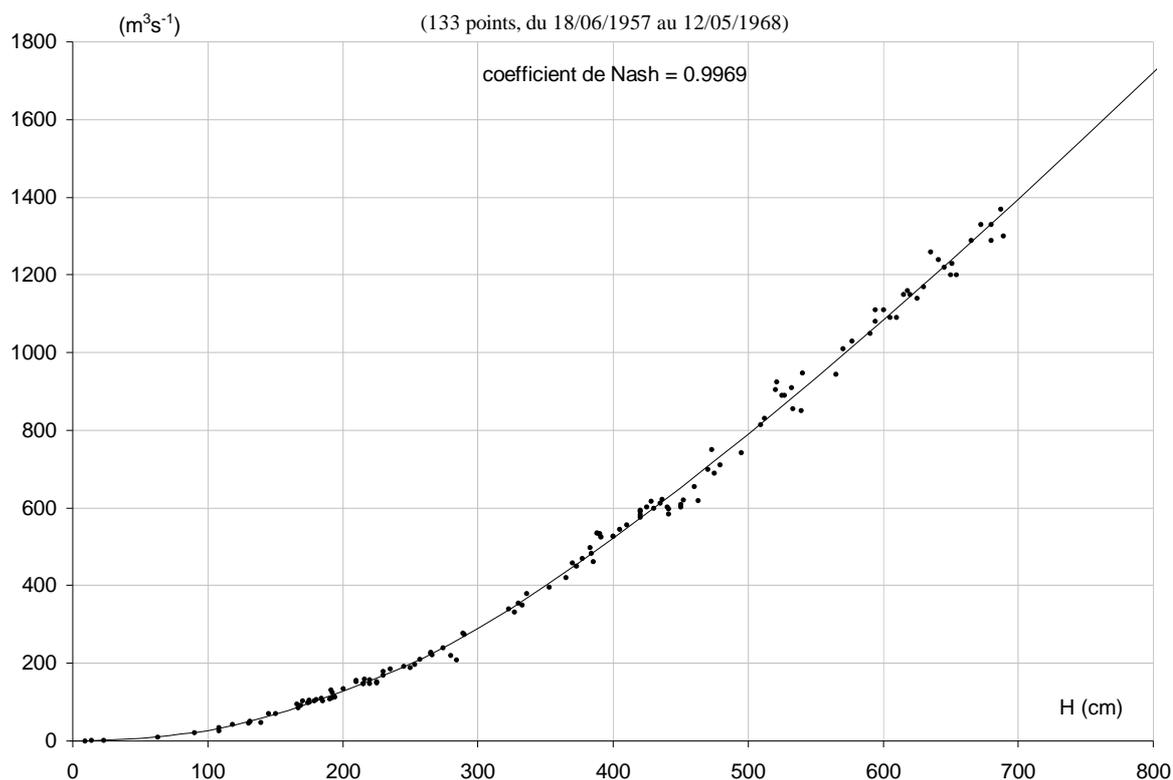


Figure 5.2.4.B : étalonnage de la station de Gourbassy, valable depuis l'origine jusqu'au 31/05/1968

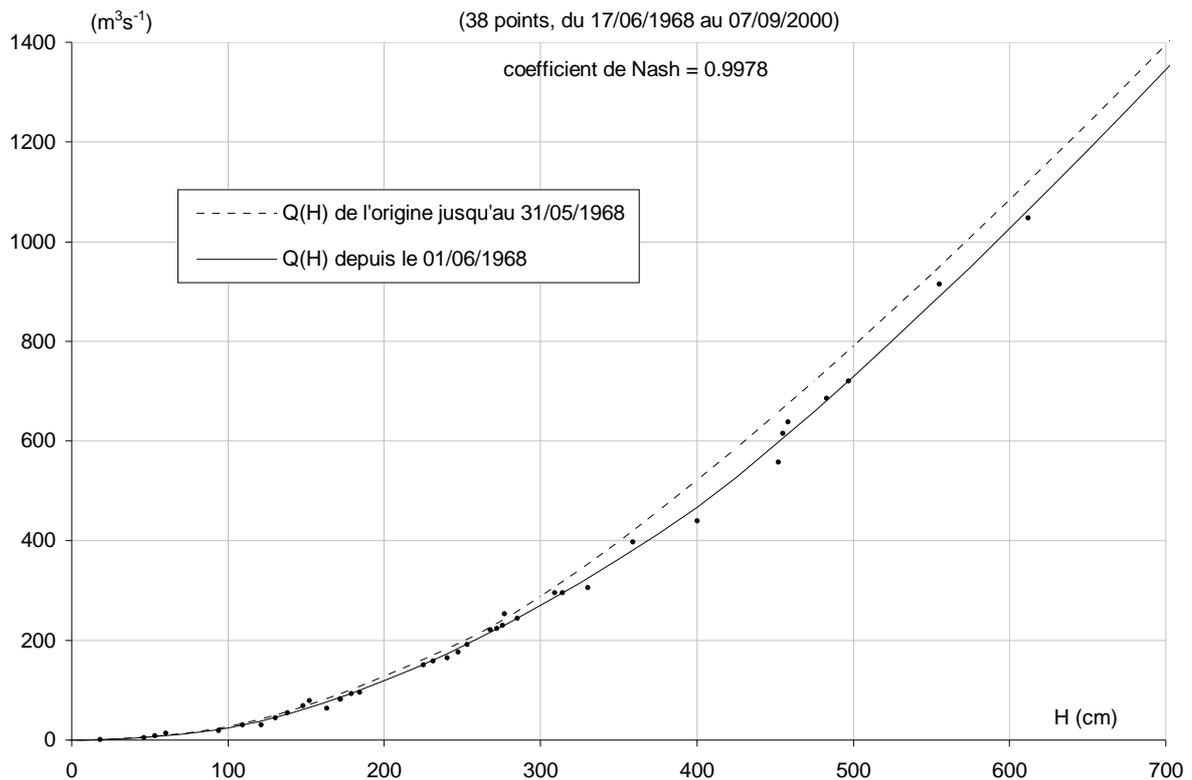


Figure 5.2.4.C : étalonnage de la station de Gourbassy sur la Falémé, valable depuis le 01/06/1968

5.2.5 La Falémé à Kidira

Coordonnées géographiques : 12°13'W, 14°27'N

B.V. = 28 900 km²

5.2.5.1 Données

La base de données contient pour Kidira des relevés de niveau stockés sous le capteur I1, couvrant la période du 01/06/1930 au 11/10/2010. Ces données correspondent à des lectures d'échelle, complétées par des séquences d'enregistrements limnigraphiques (code d'origine : E). Répartis entre le 01/07/1985 et le 31/01/1995, ces derniers concernent surtout les périodes du 26/06/1990 au 01/10/1993 et du 01/10/1994 au 28/12/1994, qu'ils couvrent intégralement.

Les niveaux contenus dans la base correspondent aux données brutes de la station déjà analysées par Bader (1990), qui avait conclu à leur hétérogénéité. On aboutit à une conclusion analogue mais plus précise (par utilisation d'une régression polynômiale de degré 2 au lieu de 1), en analysant la relation suivante établie entre les cotes moyennes journalières H_k de Kidira et celles H_b de Bakel du jour suivant, sur la période 1930-1986 :

$$H_k = 3.38E-04 \times H_b^2 + 3.24E-01 \times H_b + 26.8 \quad R^2 = 0.9352 \quad N=11250$$

Le tracé des erreurs cumulées de cette relation en fonction du temps (méthode du cumul des résidus) montre que pour une même cote à Bakel, la cote à Kidira est moins élevée en

moyenne de 92 cm sur la période 1930-1932 et de 18 cm sur la période 1933-1946, que sur la période 1950-1986. A 2 cm près, ces résultats confirment les décalages de 90 cm et 20 cm de zéro d'échelle indiqués pour les mêmes périodes avec certaines réserves par Rochette et al (1974), sur la base de résultats de nivellement et de correspondances avec les données de la station de Kayes. Les corrections nécessaires sont donc effectuées ici sur les relevés antérieurs à 1950 (tab. A-1), afin que la série de niveaux opérationnels soit homogène et se réfère à un unique zéro d'échelle, situé à l'altitude 19.605 m IGN. On ne tient pas compte du fait qu'une dénivelée non négligeable pourrait exister d'après Rochette et al (1974) entre les plans d'eau successivement contrôlés à Kidira, ce qui ferait théoriquement varier la correspondance entre les relevés effectués aux différentes échelles.

Comme pour d'autres stations du bassin du Sénégal, la base de données contient pour celle de Kidira des relevés isolés de basses eaux (31 décembre et 2 janvier) antérieurs à l'année 1950, qui ne correspondent probablement pas à de réelles lectures d'échelles mais plutôt à des valeurs reconstituées pour des raisons calculatoires. Rochette et al (1974) signalent en effet l'interruption des lectures de novembre à juillet pour ces années à la station. Ces points isolés ne sont donc pas conservés dans la série vérifiée homogénéisée.

Avant 1951, les relevés ne concernent que la période de crue (fig. 5.2.5.A). Ils couvrent ensuite l'année entière, de façon parfaite depuis 2001. Leur fréquence est d'un point par jour jusqu'en 1969, avec de fréquentes interruptions de deux ou trois jours en étiage avant 1960. Celle-ci passe ensuite à deux points par jour, en période de crue à partir de 1970 puis en permanence à partir de 2000. Depuis avril 2003, elle est de trois points par jour.

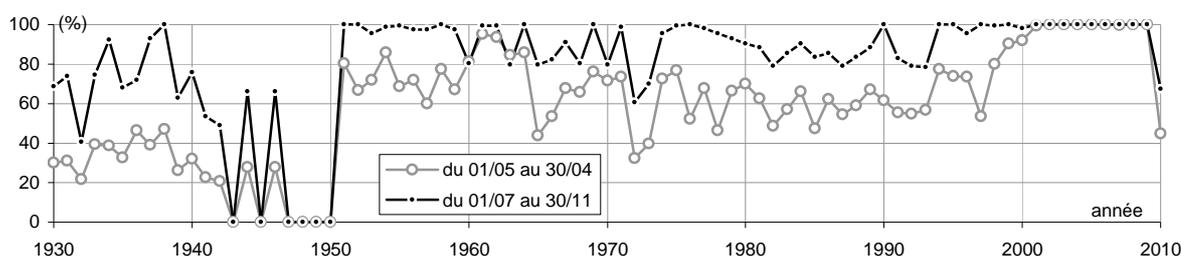


Figure 5.2.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Kidira

Il y a en tout 385 jaugeages stockés dans la base de données pour la station de Kidira, auxquels il faut ajouter celui du 22/08/1998 mentionné par le POGR (1999c) et dont la saisie avait été omise (tab. 5.2.5.A). Parmi ces jaugeages, les 217 réalisés en 1937 et 1938, ainsi que celui du 23/09/1952, ne figurent pas dans la liste publiée par Rochette et al (1974). Sept jaugeages réalisés en 1952, 1954, 1968, 1979, 1981 et 1991 présentent des cotes discordantes avec les relevés de la station. Ils sont cependant conservés pour tarer la station.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	14/07/1937	220	183	130	02/09/1938	610	1170	259	25/09/1954	640	820
2	15/07/1937	240	160	131	03/09/1938	630	1270	260	25/09/1954	635	788
3	16/07/1937	210	154	132	05/09/1938	820	1920	261	26/09/1954	632	729
4	17/07/1937	260	225	133	06/09/1938	870	2280	262	28/09/1954	545	481
5	19/07/1937	270	277	134	07/09/1938	850	2050	263	07/02/1962	86	6.8
6	20/07/1937	260	235	135	08/09/1938	770	1390	264	30/08/1963	583	746
7	21/07/1937	250	193	136	12/09/1938	750	1260	265	31/08/1963	634	874
8	22/07/1937	260	236	137	13/09/1938	890	2340	266	30/11/1963	149	45.8

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
9	23/07/1937	270	224	138	14/09/1938	930	2490	267	14/02/1965	99	11.7
10	27/07/1937	270	219	139	15/09/1938	960	2890	268	27/05/1968	72	3
11	31/07/1937	240	218	140	16/09/1938	940	2620	269	27/07/1968	232	136
12	02/08/1937	170	141	141	19/09/1938	700	1330	270	28/07/1968	205	100
13	03/08/1937	180	161	142	20/09/1938	645	910	271	11/08/1968	217	115
14	04/08/1937	190	137	143	21/09/1938	635	820	272	12/08/1968	299	230
15	05/08/1937	160	123	144	22/09/1938	530	725	273	13/08/1968	212	105
16	06/08/1937	250	216	145	24/09/1938	510	740	274	03/09/1968	353	335
17	09/08/1937	290	223	146	26/09/1938	470	590	275	15/09/1968	503	610
18	10/08/1937	350	376	147	27/09/1938	515	585	276	17/09/1968	588	745
19	11/08/1937	400	465	148	29/09/1938	530	745	277	19/09/1968	473	500
20	12/08/1937	410	482	149	30/09/1938	560	850	278	07/10/1968	356	325
21	13/08/1937	380	405	150	01/10/1938	600	1130	279	23/11/1968	132	35
22	16/08/1937	400	471	151	02/10/1938	610	1080	280	24/02/1969	71	2.9
23	17/08/1937	500	893	152	03/10/1938	630	1280	281	14/07/1969	248	166
24	18/08/1937	490	607	153	04/10/1938	670	935	282	15/07/1969	294	270
25	20/08/1937	470	628	154	05/10/1938	680	965	283	23/07/1969	332	289
26	21/08/1937	460	570	155	06/10/1938	620	835	284	26/07/1969	260	183
27	23/08/1937	530	657	156	08/10/1938	530	680	285	29/07/1969	290	225
28	24/08/1937	520	676	157	10/10/1938	410	485	286	04/08/1969	366	315
29	25/08/1937	550	748	158	11/10/1938	400	450	287	06/08/1969	277	194
30	26/08/1937	620	979	159	12/10/1938	390	415	288	09/08/1969	229	134
31	27/08/1937	630	1130	160	14/10/1938	395	440	289	11/08/1969	534	618
32	30/08/1937	560	841	161	15/10/1938	385	435	290	13/08/1969	410	393
33	31/08/1937	540	666	162	17/10/1938	350	340	291	22/08/1969	546	649
34	01/09/1937	630	988	163	18/10/1938	340	335	292	24/08/1969	508	587
35	02/09/1937	660	1130	164	20/10/1938	315	310	293	28/08/1969	605	816
36	03/09/1937	680	1160	165	21/10/1938	280	290	294	03/09/1969	531	597
37	04/09/1937	700	1240	166	22/10/1938	270	260	295	11/09/1969	624	777
38	06/09/1937	720	1250	167	24/10/1938	260	230	296	16/09/1969	590	723
39	07/09/1937	700	1200	168	25/10/1938	255	205	297	27/09/1969	418	378
40	08/09/1937	660	1130	169	26/10/1938	245	215	298	29/09/1969	384	310
41	09/09/1937	660	1130	170	27/10/1938	275	255	299	07/10/1969	476	501
42	10/09/1937	690	1270	171	28/10/1938	470	660	300	09/10/1969	493	488
43	11/09/1937	710	1340	172	29/10/1938	510	715	301	31/10/1969	533	574
44	13/09/1937	705	1290	173	31/10/1938	600	980	302	03/11/1969	364	288
45	14/09/1937	780	1580	174	01/11/1938	565	800	303	18/11/1969	201	93
46	15/09/1937	820	1690	175	02/11/1938	545	840	304	03/12/1969	161	56
47	16/09/1937	800	1540	176	04/11/1938	475	625	305	23/12/1969	136	32
48	17/09/1937	730	1300	177	05/11/1938	500	731	306	14/12/1973	80	5.7
49	18/09/1937	630	960	178	07/11/1938	495	672	307	13/01/1974	78	2.2
50	20/09/1937	510	765	179	08/11/1938	460	575	308	25/07/1974	366	342
51	21/09/1937	505	700	180	09/11/1938	450	510	309	25/07/1974	346	285
52	22/09/1937	540	710	181	10/11/1938	445	480	310	10/08/1974	485	587
53	23/09/1937	590	860	182	12/11/1938	440	425	311	11/08/1974	474	565
54	24/09/1937	550	805	183	14/11/1938	415	405	312	06/09/1974	548	685
55	25/09/1937	715	1180	184	16/11/1938	370	391	313	10/09/1974	525	660
56	27/09/1937	500	649	185	17/11/1938	345	341	314	16/09/1974	435	480
57	28/09/1937	525	685	186	18/11/1938	335	313	315	23/09/1974	447	517
58	29/09/1937	545	758	187	19/11/1938	325	286	316	04/08/1975	415	446
59	30/09/1937	515	680	188	21/11/1938	325	286	317	13/08/1975	291	241
60	01/10/1937	480	545	189	22/11/1938	305	266	318	20/08/1975	248	179
61	02/10/1937	440	520	190	23/11/1938	285	237	319	27/08/1975	310	270
62	04/10/1937	360	390	191	25/11/1938	270	208	320	03/09/1975	798	1470
63	05/10/1937	330	340	192	29/11/1938	245	200	321	03/09/1975	809	1480
64	06/10/1937	320	335	193	30/11/1938	225	168	322	04/09/1975	821	1460
65	07/10/1937	310	320	194	01/12/1938	215	133	323	15/09/1975	517	650

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
66	08/10/1937	305	315	195	02/12/1938	205	109	324	12/10/1975	265	197
67	11/10/1937	415	520	196	03/12/1938	200	115	325	09/11/1975	155	55
68	12/10/1937	410	515	197	05/12/1938	195	115	326	16/01/1976	87	7.05
69	13/10/1937	395	480	198	06/12/1938	190	95	327	17/03/1976	55	0.201
70	14/10/1937	375	425	199	07/12/1938	185	95	328	21/10/1976	194	101
71	15/10/1937	345	360	200	09/12/1938	178	85	329	07/11/1977	143	45.5
72	16/10/1937	315	320	201	10/12/1938	175	80	330	05/01/1978	81	5.93
73	18/10/1937	305	310	202	12/12/1938	170	75	331	11/02/1978	63	0.314
74	19/10/1937	295	295	203	13/12/1938	165	65	332	27/03/1979	52	
75	20/10/1937	285	275	204	14/12/1938	160	63	333	11/11/1979	90	8.36
76	21/10/1937	280	270	205	15/12/1938	155	58	334	01/12/1979	106	20
77	22/10/1937	275	260	206	16/12/1938	145	50	335	06/08/1980	338	297
78	23/10/1937	270	240	207	17/12/1938	135	48	336	13/08/1980	562	809
79	25/10/1937	265	235	208	19/12/1938	125	55	337	07/02/1981	63	0.039
80	27/10/1937	260	240	209	20/12/1938	120	47	338	07/12/1981	132	36.3
81	28/10/1937	250	215	210	22/12/1938	110	40	339	17/12/1981	87	8.98
82	29/10/1937	245	200	211	23/12/1938	100	50	340	24/07/1982	181	91.6
83	30/10/1937	230	190	212	24/12/1938	95	47	341	03/08/1982	200	109
84	01/11/1937	225	190	213	26/12/1938	80	35	342	08/09/1982	335	296
85	03/11/1937	215	175	214	27/12/1938	70	30	343	13/10/1982	278	208
86	04/11/1937	210	160	215	28/12/1938	65	26	344	15/12/1982	91	10.3
87	05/11/1937	205	145	216	29/12/1938	60	31	345	30/01/1983	67	1.42
88	06/11/1937	200	145	217	30/12/1938	55	30	346	05/09/1983	210	102
89	01/07/1938	160	97	218	08/10/1950	534	654	347	10/10/1983	148	53.3
90	02/07/1938	175	116	219	09/10/1950	517	599	348	06/08/1984	221	125
91	03/07/1938	150	67	220	25/10/1950	368	354	349	18/09/1984	176	80
92	05/07/1938	140	72	221	22/08/1951	480	611	350	10/11/1984	92	10.3
93	06/07/1938	130	67	222	23/08/1951	578	799	351	20/12/1984	66	2.31
94	07/07/1938	170	103	223	29/09/1951	392	378	352	27/07/1986	177	75
95	09/07/1938	205	117	224	30/09/1951	428	477	353	04/08/1986	177	80
96	11/07/1938	260	175	225	14/10/1951	770	1110	354	14/09/1986	448	385
97	16/07/1938	210	136	226	15/10/1951	710	1010	355	21/08/1989	644	999
98	18/07/1938	180	95	227	16/10/1951	677	1070	356	23/08/1989	435	465
99	19/07/1938	280	273	228	03/11/1951	475	515	357	26/08/1989	531	690
100	20/07/1938	265	254	229	01/04/1952	71	2.7	358	28/08/1989	573	798
101	25/07/1938	250	276	230	10/08/1952	337	276	359	30/08/1989	592	834
102	26/07/1938	200	165	231	11/08/1952	352	356	360	02/09/1989	587	836
103	27/07/1938	190	150	232	01/09/1952	286	188	361	15/09/1989	452	519
104	28/07/1938	185	137	233	06/09/1952	335	245	362	18/12/1989	87	7.87
105	30/07/1938	195	163	234	09/09/1952	387	329	363	26/09/1990	247	166
106	01/08/1938	165	99	235	10/09/1952	448	457	364	29/09/1990	233	147
107	02/08/1938	215	180	236	15/09/1952	472	525	365	03/10/1990	215	125
108	03/08/1938	230	202	237	16/09/1952	550	733	366	06/10/1990	198	106
109	04/08/1938	300	335	238	19/09/1952	515	628	367	10/10/1990	264	189
110	05/08/1938	290	306	239	20/09/1952	591	710	368	08/11/1990	124	28.3
111	06/08/1938	310	336	240	21/09/1952	674	948	369	10/11/1990	117	26.3
112	08/08/1938	430	576	241	22/09/1952	705	1070	370	30/11/1991	175	74.8
113	09/08/1938	360	428	242	23/09/1952	725	1110	371	29/08/1992	179	69.6
114	10/08/1938	330	378	243	23/09/1952	762	1320	372	31/08/1992	219	128
115	11/08/1938	320	370	244	24/09/1952	791	1340	373	02/09/1992	269	200
116	12/08/1938	350	442	245	25/09/1952	722	905	374	04/09/1992	317	301
117	13/08/1938	295	286	246	26/09/1952	865	1580	375	25/10/1992	124	28.6
118	15/08/1938	305	359	247	27/09/1952	950	1930	376	19/08/1993	200	107
119	16/08/1938	285	283	248	20/10/1952	626	777	377	21/08/1993	204	116
120	18/08/1938	380	549	249	18/11/1952	209	198	378	02/12/1993	92	9.63
121	19/08/1938	540	813	250	22/09/1954	554	495	379	22/08/1998	428	408
122	20/08/1938	520	757	251	22/09/1954	585	565	380	24/09/1998	604	708

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
123	22/08/1938	480	722	252	23/09/1954	575	663	381	27/08/1999	835	1140
124	23/08/1938	490	740	253	23/09/1954	575	638	382	28/08/1999	796	1130
125	24/08/1938	500	811	254	24/09/1954	590	673	383	07/09/1999	627	746
126	25/08/1938	505	844	255	24/09/1954	600	604	384	20/10/1999	451	429
127	30/08/1938	590	1060	256	24/09/1954	605	740	385	11/11/1999	210	95.5
128	31/08/1938	580	1010	257	25/09/1954	634	810	386	16/02/2001	72	1.151
129	01/09/1938	570	985	258	25/09/1954	638	850				

Tableau 5.2.5.A : mesures de débit de la Falémé à Kidira (gras : mesure ADCP ; italique : cote discordante avec les cotes observées ; gris : éliminé). ATTENTION : les cotes indiquées ici pour les jaugeages de 1937 et 1938, homogénéisées, sont corrigées de + 20 cm par rapport aux cotes jaugées brutes.

5.2.5.2 Tarage

Malgré la proximité de la confluence avec le Sénégal (50 km), on peut affirmer que le remous de celle-ci n'influence probablement jamais le niveau de la Falémé à Kidira. Il suffit pour s'en convaincre de comparer le niveau moyen journalier du plan d'eau observé à la station depuis 1950, à celui du Sénégal à la confluence, estimé par interpolation linéaire entre Bakel et Ambidedi (série complétée à partir des observations de Kayes). On constate (fig. 5.2.5.B) que la pente moyenne de ligne d'eau sur ce tronçon varie la plupart du temps entre 4 et 15 cm/km, les valeurs les plus faibles étant généralement observées pendant les moyennes eaux. Sauf pendant quelques jours en 1958, cette pente dépasse toujours 5 cm/km pendant les hautes eaux ($H > 700$ cm) et 7 cm/km en très hautes eaux ($H > 900$ cm). Ces valeurs de pente relativement fortes montrent que le niveau à Kidira n'est probablement jamais influencé par le remous de la confluence. Il est donc possible d'étalonner la station.

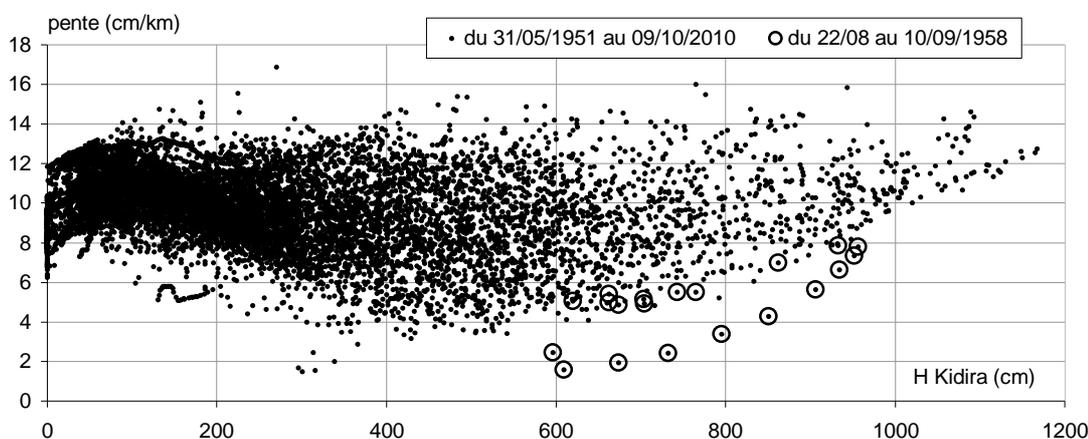


Figure 5.2.5.B : pente moyenne de ligne d'eau entre Kidira et la confluence Sénégal/Falémé, en fonction de la cote observée à l'échelle de Kidira

Les jaugeages réalisés en 1937 et 1938 donnent, pour une même cote H homogénéisée, des débits très dispersés mais globalement plus forts que les jaugeages ultérieurs, surtout en hautes eaux pour lesquelles les plus forts débits jaugés semblent même anormalement élevés. En effet, la traduction des cotes observées à partir d'un étalonnage basé sur ces mesures produit des débits qui, au dessus de 1500 m³/s et additionnés à ceux de Kayes de la veille, dépassent systématiquement et de façon importante ceux de la station de Bakel. On fait donc ici l'hypothèse que les sept plus forts débits mesurés entre le 5 et le 16/09/1938,

surestimant pour une raison inconnue le débit réel de la Falémé, doivent être exclus de l'analyse. Après élimination des mesures de plus basses eaux ($H \leq 100$ cm), trop décalées, on obtient finalement un étalonnage (tab. 5.2.5.B, fig. 5.2.5.C) qui doit être fortement extrapolé au-delà de la plus forte cote jaugée (820 cm) pour permettre de traduire la plus forte cote homogénéisée observée (990 cm en 1934). Cet étalonnage assez imprécis peut être considéré comme fiable jusqu'à la cote 820 cm et assez peu fiable au-delà. L'absence de débit mesuré entre décembre 1938 et octobre 1950, ainsi que l'absence de niveau relevé à la station entre novembre 1946 (ancienne échelle) et mai 1951 (nouvelle échelle), ne permettent pas de déterminer précisément sa date de fin de validité, que nous fixons arbitrairement au 30/06/1947.

La méthode du cumul des résidus met en évidence trois périodes distinctes pour les débits jaugés après 1950. Par rapport à un étalonnage moyen basé sur tout l'effectif, ceux-ci sont globalement inférieurs du 08/10/1950 au 13/01/1974, puis supérieurs du 25/07/1974 au 02/12/1993 et enfin inférieurs à partir du 22/08/1998. Ceci conduit donc à définir trois étalonnages successifs (tab. 5.2.5.C, 5.2.5.D et 5.2.5.E, fig. 5.2.5.D, 5.2.5.E et 5.2.5.F). La méthode du cumul des résidus montre par ailleurs que pour une même cote à Gourbassy, celle de Kidira devient plus petite à partir de 1975 environ, puis plus grande à partir de 1995 environ. Ces modifications vont dans le même sens que les détarages constatés. Faute d'autres éléments, on en déduit les dates de début de validité des étalonnages successifs : 01/07/1947, 01/05/1974 et 01/05/1995.

Pour les trois étalonnages récents, les cotes maximales jaugées valent respectivement 950 cm en 1952, 821 cm en 1975 et 835 cm en 1999, alors que les cotes maximales observées valent 1170 cm en 1961, 1010 cm en 1974 et 896 cm en 1999. On peut considérer ces étalonnages comme fiables jusqu'à la cote 1050 entre 1947 et 1974, jusqu'à la cote 900 cm entre 1974 et 1995 et sur tout le marnage depuis 1995.

On remarquera que le dernier étalonnage est basé sur des jaugeages en nombre certes limité, mais assez idéalement répartis, bien alignés et de surcroît réalisés par deux techniques de mesure différentes (ADCP et moulinet). Les deux plus forts débits mesurés les 27 et 28/08/1999 paraissent étonnamment faibles, mais avec une pente moyenne de ligne d'eau d'environ 10 cm/km entre Kidira et la confluence avec le Sénégal, il est exclu que leurs cotes soient influencées par le remous du fleuve Sénégal. Il semble donc qu'on peut accorder autant de confiance au dernier étalonnage de la station qu'aux précédents, mais il conviendrait tout de même de le confirmer par de nouvelles mesures.

Les détarages intervenus à Kidira en 1947, 1974 et 1995 sont très importants. Comme ils sont inexplicables, on pourrait douter de leur existence réelle et les mettre sur le compte de problèmes de mesure (choix de la section jaugée, nombre de verticales de mesures, étalonnage de matériel etc.). Pour lever ce doute, on peut analyser la relation entre les débits journaliers Q_k de Kidira calculés à partir des étalonnages déterminés ici, avec ceux (Q_g) de la veille à Gourbassy (station également détarée, en 1968). Sur la période 1954-2010, on obtient la relation moyenne suivante :

$$Q_k = 1.67E-04Q_g^2 + 1.12Q_g + 1.07$$

$$R^2 = 0.935$$

$$N = 19755$$

Par rapport à cette relation, les débits de Kidira sont en moyenne : plus faibles de 3.6 m³/s entre 1954 et 1974 ; plus forts de 4.7 m³/s entre 1974 et 1995 ; plus faibles de 1.5 m³/s entre 1995 et 2010. Ces écarts sont extrêmement faibles et sans commune mesure avec les différences de débit constatées entre étalonnages successifs (fig. 5.2.5.F). La quasi stabilité

entre 1954 et 2010 de la relation moyenne entre débits journaliers de Gourbassy et Kidira corrobore les détarages déterminés en 1974 et 1995 à partir des jaugeages.

Paramétrage de l'étalonnage :

- de l'origine de la station au 30/06/1947 :
 - $Q(H) = 2.061059E-002 * (H - 26.716)^{1.70781}$ si $H < 152.614$
 - $Q(H) = 5.002953E-002 * (H - 38.008)^{1.55463}$ si $152.614 < H < 625.000$
 - $Q(H) = 8.877843E-007 * (H + 376.144)^{3.00000} + 117.086$ si $H > 625.000$
- du 01/07/1947 au 30/04/1974 :
 - $Q(H) = 1.126984E-002 * (H - 51.975)^{1.81442}$ si $H < 188.846$
 - $Q(H) = 2.220533E-001 * (H - 91.009)^{1.29697}$ si $188.846 < H < 496.628$
 - $Q(H) = 1.224707E-006 * (H + 186.307)^{3.00000} + 145.827$ si $H > 496.628$
- du 01/05/1974 au 30/04/1995 :
 - $Q(H) = 2.426903E-002 * (H - 55.386)^{1.68295}$ si $H < 126.475$
 - $Q(H) = 4.225396E-002 * (H - 59.864)^{1.57696} + 0.001$ si $126.475 < H < 650.000$
 - $Q(H) = 9.349714E-007 * (H + 321.071)^{3.00000} + 133.659$ si $H > 650.000$
- depuis le 01/05/1995 :
 - $Q(H) = 2.720881E-002 * (H - 63.799)^{1.64335}$ si $H < 182.100$
 - $Q(H) = 2.169352E-001 * (H - 125.733)^{1.30408} + 27.729$ si $182.100 < H < 700.000$
 - $Q(H) = 7.299935E-007 * (H + 244.266)^{3.00000} + 272.997$ si $H > 700.000$

H	-50	26	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
Q0(H)	0	0	0.1571	1.708	4.454	8.200	12.84	18.31	24.57	31.56	47.66	66.41	87.64	111.0
H	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525
Q0(H)	136.2	170.2	206.9	246.1	287.6	331.4	377.3	425.3	475.4	527.4	581.3	637.1	694.6	753.9
H	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	825	875	925	1000
Q0(H)	814.9	877.6	942.0	1008	1076	1148	1224	1302	1385	1471	1656	1856	2073	2431

H	H <= 153	153 < H <= 625	625 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	10.52	54.25	116.19	65.08

Tableau 5.2.5.B : barème d'étalonnage de la station de Kidira, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 30/06/1947, et erreur type du débit calculé Q(H). Attention : les valeurs de H correspondent ici à la cote homogénéisée, corrigée de +20 cm par rapport à la cote brute.

H	-100	51	55	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200
Q0(H)	0	0	0.0840	0.4931	2.141	4.768	8.295	12.67	17.86	23.83	38.04	55.15	75.06	97.47
H	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525
Q0(H)	121.3	146.2	172.2	199.0	226.8	262.6	299.5	337.5	376.6	416.5	457.4	499.2	541.7	586.6
H	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
Q0(H)	634.7	741.2	862.2	998.5	1151	1321	1509	1716	1943	2190	2460	2752	3068	3409

H	H <= 189	189 < H <= 497	497 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	1.462	29.74	71.83	53.30

Tableau 5.2.5.C : barème d'étalonnage de la station de Kidira, valable du 01/07/1947 au 30/04/1974, et erreur type du débit calculé Q(H).

H	-100	55	60	70	80	90	100	110	120	130	140	160	180	200
Q0(H)	0	0	0.3181	2.215	5.325	9.452	14.49	20.36	27.02	34.42	42.48	60.36	80.43	102.5
H	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525
Q0(H)	126.6	152.4	179.9	209.0	239.7	280.3	323.1	368.0	415.1	464.3	515.4	568.4	623.3	680.0
H	550	575	600	625	650	675	700	750	800	850	900	950	1000	1050
Q0(H)	738.6	798.8	860.8	924.5	989.8	1058	1129	1282	1451	1635	1836	2054	2289	2543

H	H <= 126	126 < H <= 650	650 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.9728	14.04	41.23	14.63

Tableau 5.2.5.D : barème d'étalonnage de la station de Kidira, valable du 01/05/1974 au 30/04/1995, et erreur type du débit calculé Q(H).

H	-100	63	65	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180
Q0(H)	0	0	0.0367	0.5457	2.645	5.828	9.913	14.80	20.42	26.73	33.68	41.25	49.40	67.39
H	200	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425	450	475	500
Q0(H)	87.43	109.2	132.4	157.0	182.6	209.3	244.0	280.0	317.3	355.8	395.3	435.8	477.3	519.7
H	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	800	850	900	1010
Q0(H)	563.0	607.1	652.1	697.7	744.2	791.3	839.1	887.6	937.7	990.5	1104	1230	1367	1713

H	H <= 182	182 < H <= 700	700 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.2871	5.531	43.66	22.26

Tableau 5.2.5.E : barème d'étalonnage de la station de Kidira, valable depuis le 01/05/1995, et erreur type du débit calculé Q(H).

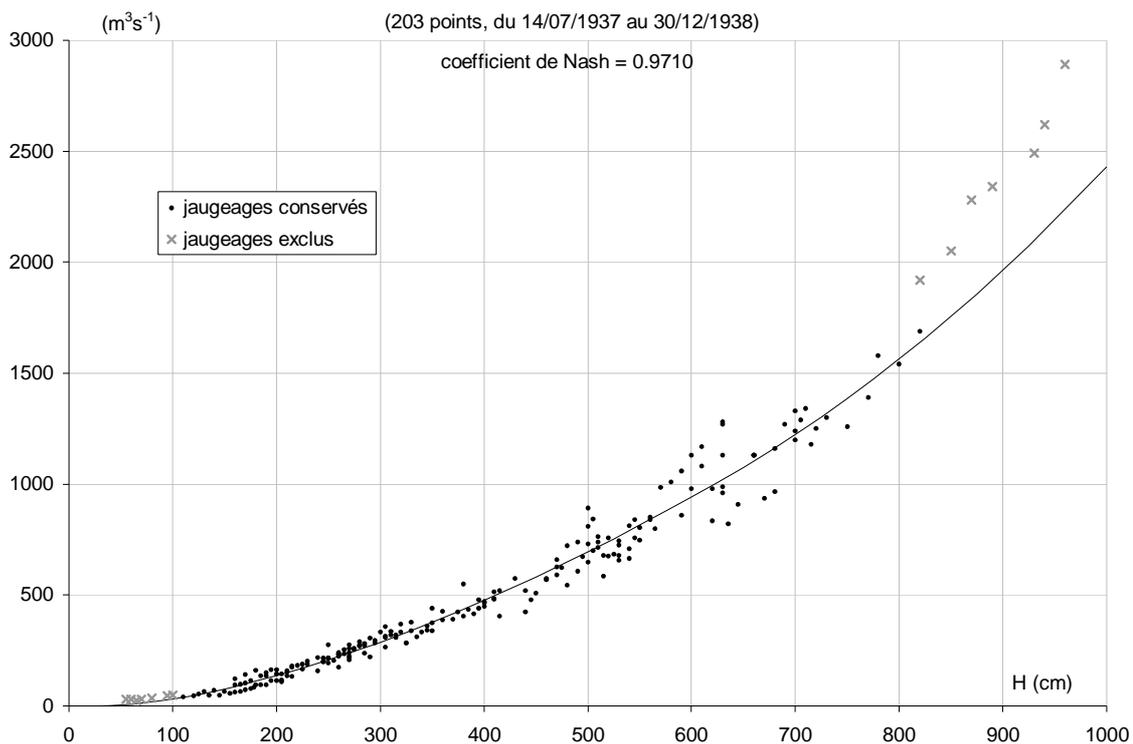


Figure 5.2.5.C : étalonnage de la station de Kidira, valable depuis l'origine jusqu'au 30/06/1947. Attention : H représente ici la cote homogénéisée, supérieure de 20 cm à la cote brute.

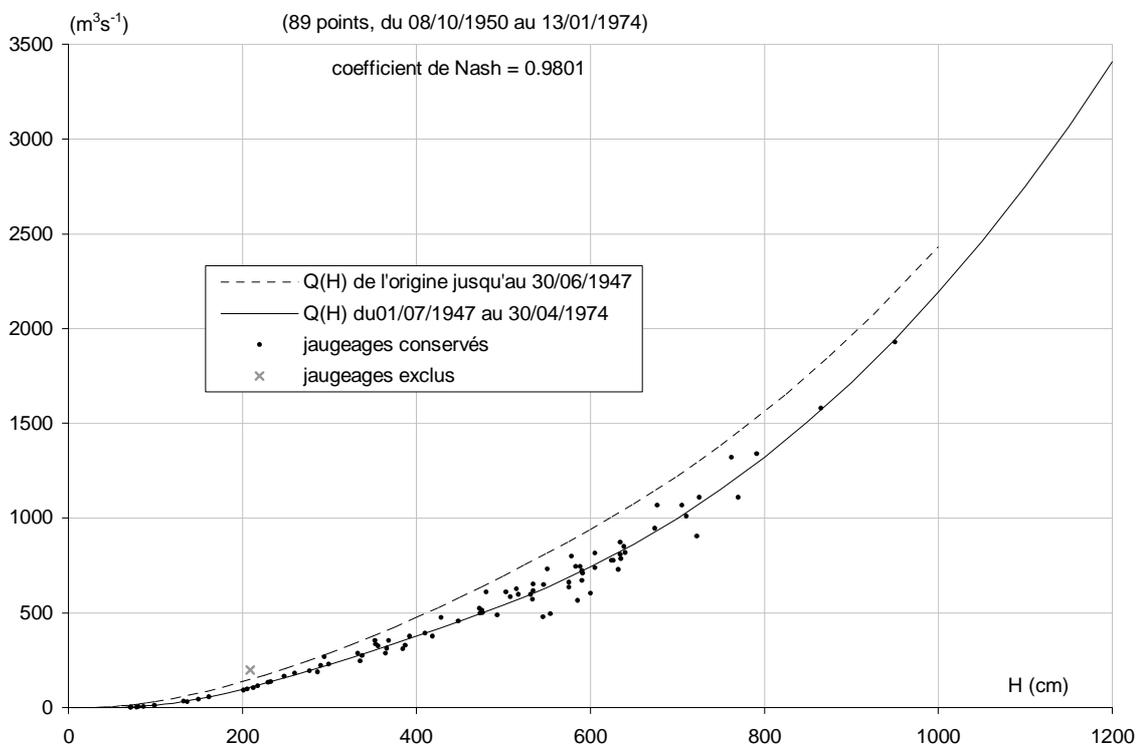


Figure 5.2.5.D : étalonnage de la station de Kidira, valable du 01/07/1947 au 30/04/1974

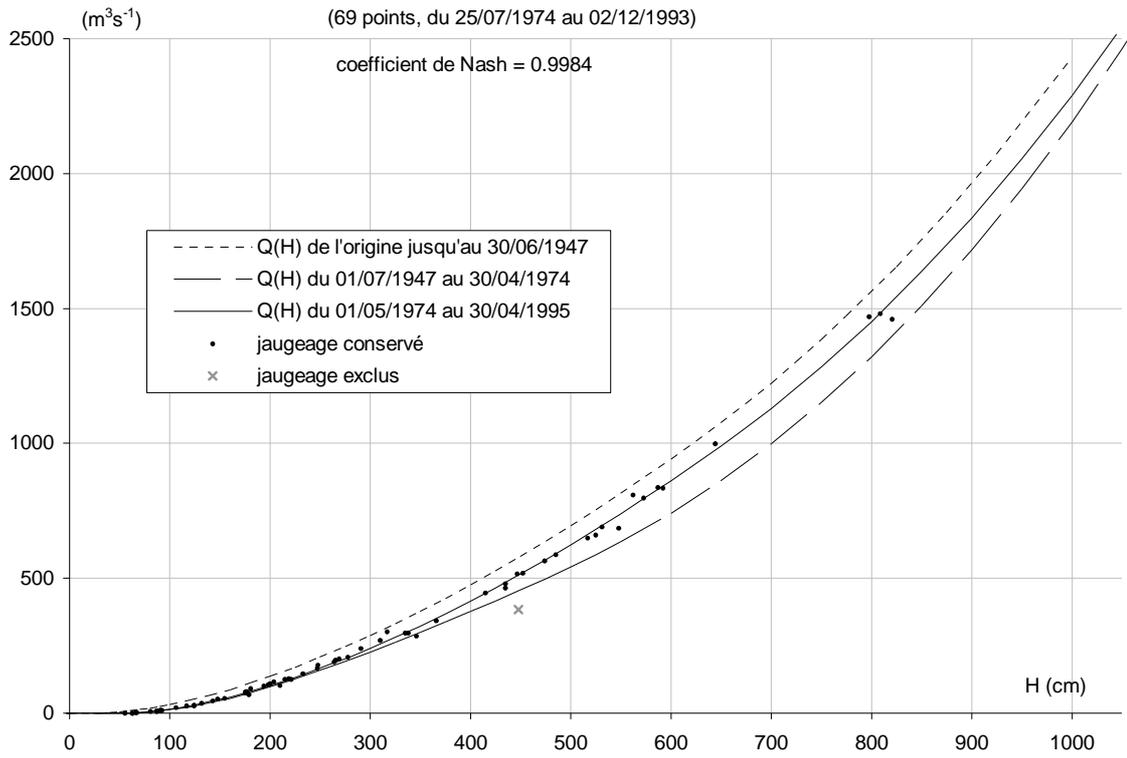


Figure 5.2.5.E : étalonnage de la station de Kidira, valable du 01/05/1974 au 30/04/1995

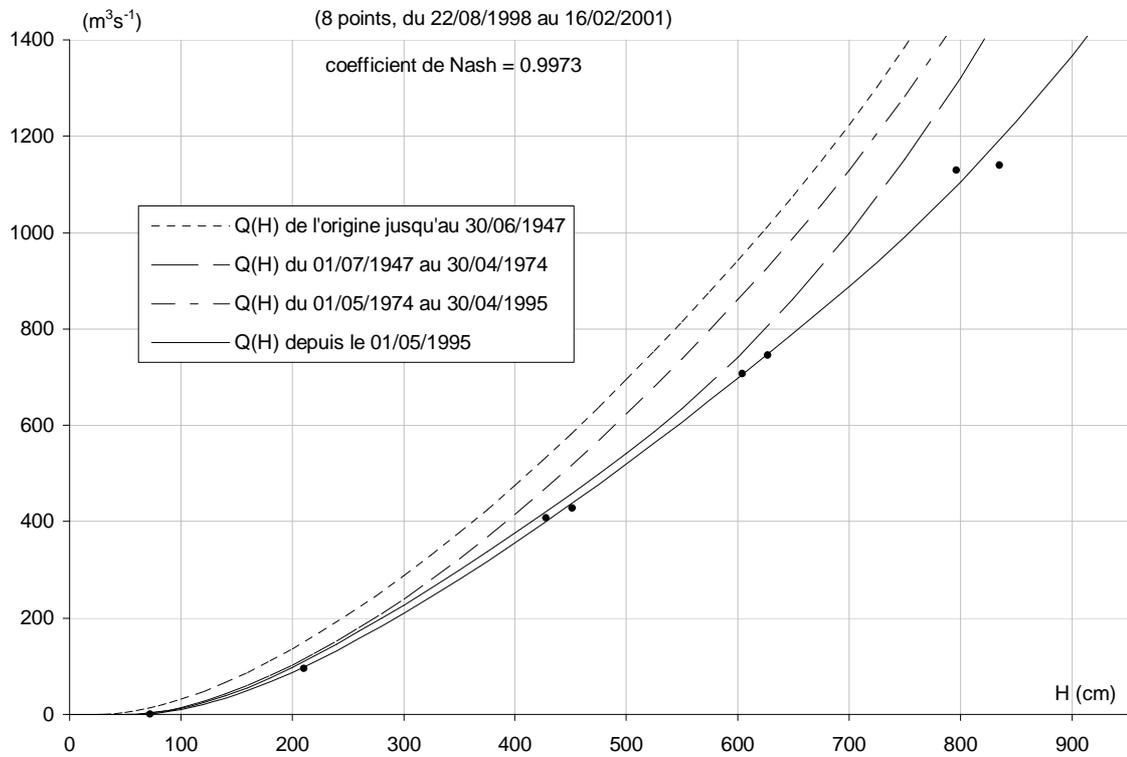


Figure 5.2.5.F : étalonnage de la station de Kidira, valable depuis le 01/05/1995

5.2.6 Autres stations sur le bassin de la Falémé

La station de **Sinthiou Fissa** (14°23'46.10"N 12°23'0.90"O) est installée sur une retenue collinaire formée par une digue barrant un affluent de rive gauche de la Falémé. Elle se situe à 25 km en amont de la confluence des deux cours d'eau, elle-même située à 12 km en amont de Kidira. Les seules données disponibles pour cette station sont des lectures d'échelle bi-quotidiennes couvrant parfaitement la période du 23/06/2000 au 24/11/2000.

5.3 BASSIN DU BAFING

La vérification et l'homogénéisation des niveaux contenus dans la base de données de l'OMVS pour le bassin du Bafing a entraîné certaines suppressions ou corrections, dont la liste est donnée dans l'annexe 2A : tableau A-2 pour les stations situées en Guinée ; tableau A-3 pour les stations situées au Mali.

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour ces stations, dans le paragraphe V.2 de l'annexe 2C.

5.3.1 Le Téné à Bebele

Coordonnées géographiques : 11°49'W, 11°01'N

B.V. = 3 470 km²

5.3.1.1 *Données*

Les niveaux relevés à cette station correspondent à deux séries : base de données de l'OMVS pour la période du 02/08/1970 au 30/11/1991 (lectures d'échelle, sauf pour l'année 1974 : enregistrements limnigraphiques); données transmises par la DNH de Guinée pour le 01/12/1991 et la période du 15/05/2007 au 16/10/2007. Comparés aux cotes observées à Daka Saidou, en particulier en basses eaux, ces relevés ne montrent pas d'hétérogénéité flagrante et semblent tous se référer à un unique zéro d'échelle.

La comparaison avec les cotes relevées aux stations voisines et à l'aval conduit à supprimer deux séquences de données douteuses entre 1975 et 1977 (tab. A-2). Les cotes restantes couvrent diversement les années observées, avec de nombreuses années sans aucune observation, en particulier de 1983 à 1990 et de 1992 à 2006.

La fréquence des relevés est d'un point par jour de 1970 à 1991 (deux points par jour pendant la pointe de crue de 1970) et de deux points par jour depuis 2007.

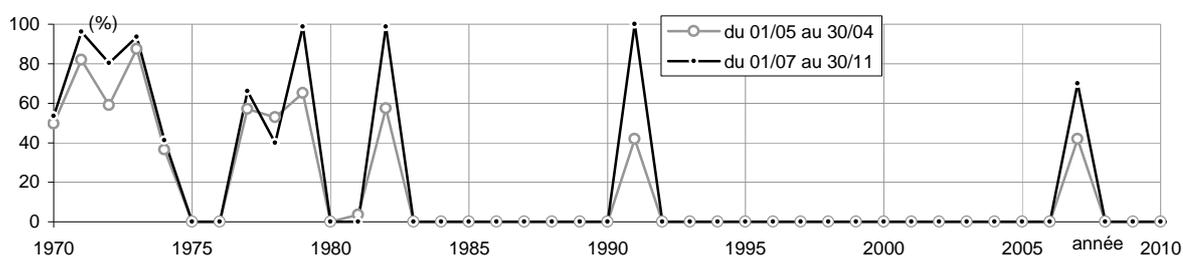


Figure 5.3.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Bebele

La base de données contient les résultats de 17 jaugeages réalisés à Bebele, dont 16 en 1970 et un en 1985. (tab. 5.3.1.A). Les cotes jaugées concordent avec les cotes observées sur la période commune (à partir du 13./08/1970), sauf celle du 26/08/1970, manifestement surestimée de 100 cm et corrigée ici.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	07/07/1970	61	7.4	7	23/07/1970	181	107	13	25/08/1970	262	221
2	11/07/1970	89	29.2	8	25/07/1970	192	127	14	26/08/1970	<u>239</u>	182
3	12/07/1970	113	45.2	9	30/07/1970	218	155	15	27/08/1970	283	256
4	16/07/1970	126	52.9	10	13/08/1970	331	308	16	31/08/1970	390	402
5	20/07/1970	139	70.7	11	19/08/1970	373	373	17	06/05/1985	1	0.891
6	21/07/1970	151	76	12	20/08/1970	349	320				

Tableau 5.3.1.A : mesures de débit du Tené à Bebele (souligné : valeur corrigée par rapport à la base de données)

5.3.1.2 Tarage

Les 17 jaugeages, qui couvrent presque la totalité du marnage observé (cote maximale jaugée : 390 cm en 1970 ; cote maximale observée : 421 cm en 1990), permettent de tracer un unique étalonnage (tab. 5.3.1.B, fig 5.3.1.B). Celui-ci est très précis (erreur type de 5.88 m³s⁻¹), mais basé malheureusement sur des mesures qui datent presque toutes de plus de trente ans.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 1.159263E-003 * H^{2.23005} \quad \text{si } H < 93.091$$

$$Q(H) = 2.475386E-002 * (H - 23.691)^{1.66252} \quad \text{si } 93.091 < H < 206.037$$

$$Q(H) = 6.854002E-001 * (H - 84.220)^{1.11065} \quad \text{si } H > 206.037$$

H	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80
Q(H)	0	0.0420	0.1969	0.4863	0.9237	1.519	2.282	3.218	4.334	5.635	7.128	10.70	15.10	20.33
H	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
Q(H)	26.44	33.38	40.96	49.15	57.92	67.26	77.15	87.57	98.50	109.9	121.9	134.3	147.2	160.2
H	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
Q(H)	186.7	213.5	240.6	268.0	295.8	323.8	352.0	380.5	409.2	438.0	467.1	496.4	525.8	555.4

H	H <= 93	93 < H <= 206	206 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	2.953	2.989	7.969	5.880

Tableau 5.3.1.B : barème d'étalonnage de la station de Bebele, valable depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé Q(H).

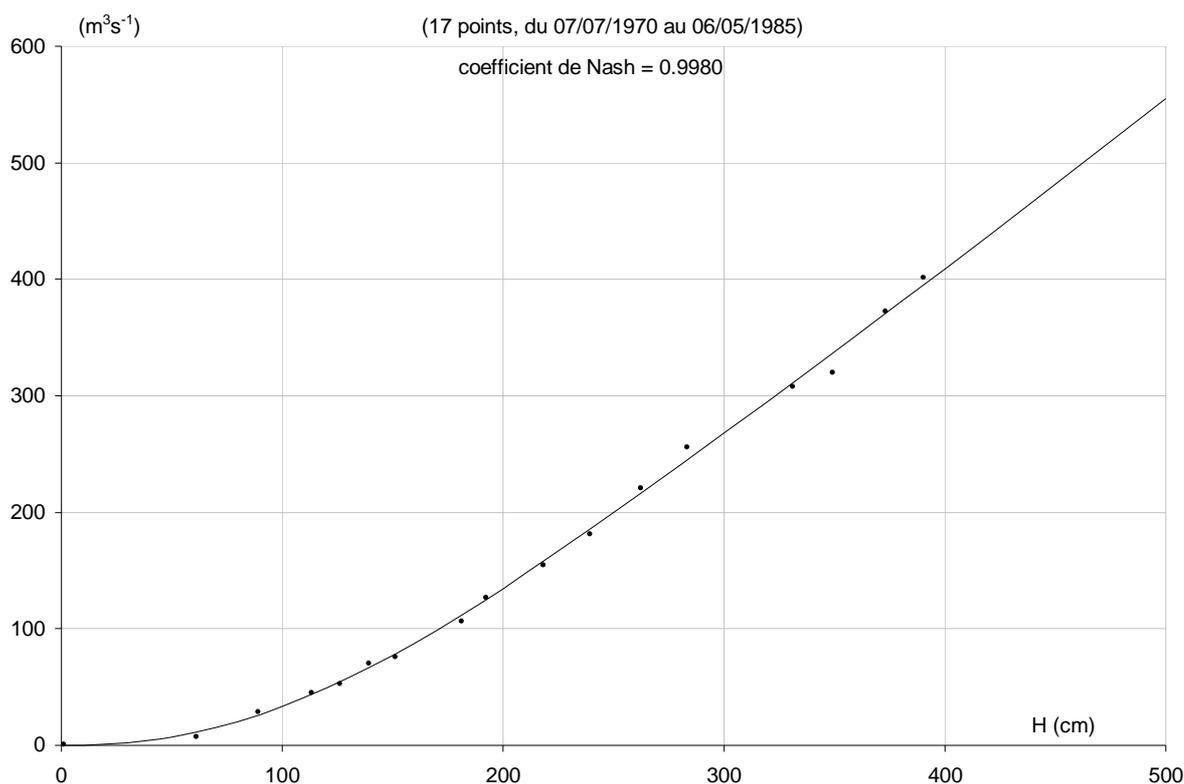


Figure 5.3.1.B : étalonnage de la station de Bebele, valable depuis l'origine de la station

5.3.2 Le Kioma à Teliko

Coordonnées géographiques : 11°53'W, 11°22'N

B.V. = 360 km²

5.3.2.1 *Données*

Les relevés de niveau disponibles pour Teliko proviennent de la banque de données de l'OMVS pour la période du 01/11/1969 au 31/10/1991 (enregistrements limnigraphiques jusqu'en 1990 et lectures d'échelle en 1991) et des données transmises par la DNH de Guinée pour le mois de novembre 2007. Les cotes de 2007 présentent des valeurs très faibles, qui ne sont jamais atteintes par les cotes anciennes, même en fin d'étiage des années les plus déficitaires (milieu des années 80). Alors que rien ne laisse soupçonner de changement de zéro d'échelle entre 1969 et 1991, il n'est donc pas impossible que la station ait changé de configuration entre 1991 et 2007.

La comparaison des cotes avec celles des stations voisines, en particulier Doureko, conduit à supprimer les niveaux de crue de 1971, jugés douteux (tab. A-2). La fréquence habituelle est de deux relevés par jour depuis l'origine de la station. Ceux-ci couvrent assez bien la période observée, hormis les années hydrologiques 1971, 1981, 1987 à 1990 et surtout 1992 à 2006, sans aucune donnée (fig. 5.3.2.A).

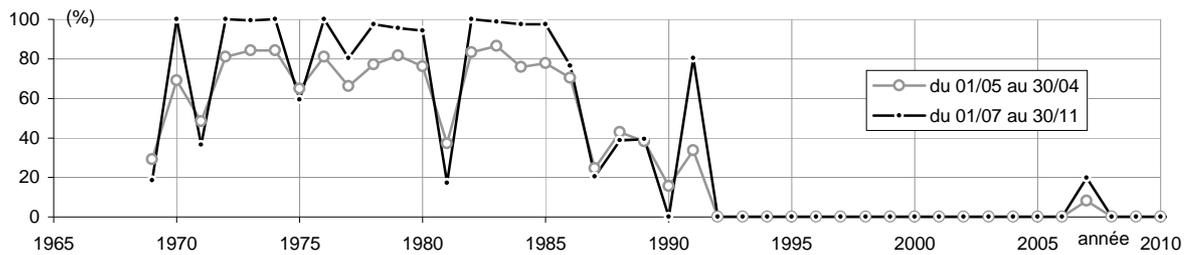


Figure 5.3.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Teliko

La base de données contient pour cette station 56 résultats de jaugeages portant sur les années 1955 à 1990, complétés par les résultats transmis par la DNH de Guinée pour deux mesures réalisées en 2007 et 2010. Seules les cotes jaugées à partir de 1974 peuvent être comparées aux cotes observées à la station, avec lesquelles elles s'accordent parfaitement. Les nombreuses mesures de débit réalisées en 1955 montrent que la station était exploitée dès cette année, alors qu'aucun relevé de cote antérieur à 1969 ne figure malheureusement dans la base de données.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	13/05/1955	108	7	21	04/07/1969	186	10.9	41	28/06/1983	110	1.58
2	15/05/1955	129	8	22	11/07/1969	149	7.99	42	29/09/1983	480	29.4
3	01/06/1955	170	10	23	15/07/1969	120	5.22	43	19/10/1983	133	5.62
4	08/06/1955	174	12	24	17/07/1969	191	10.6	44	23/10/1983	175	7.81
5	30/06/1955	262	17	25	02/08/1969	648	55.7	45	16/12/1983	70	2.78
6	02/07/1955	271	16	26	08/08/1969	474	39.3	46	21/01/1984	59	1.1
7	15/07/1955	308	21	27	16/08/1969	264	16.7	47	31/12/1984	62	1.3
8	28/07/1955	328	22	28	26/08/1969	431	26.6	48	07/05/1985	20	0.054
9	08/08/1955	373	30	29	30/08/1969	641	52.8	49	30/07/1985	370	24.3
10	10/08/1955	376	24	30	10/09/1969	533	36.6	50	18/12/1985	70	2.18
11	05/09/1955	428	29	31	21/09/1969	298	19.8	51	13/08/1986	260	11.3
12	15/09/1955	465	31	32	29/09/1969	385	28.4	52	19/03/1987	40	0.72
13	10/10/1955	561	36	33	30/09/1969	356	23.6	53	14/09/1987	350	35.5
14	15/11/1955	581	43	34	18/05/1974	44	0.306	54	27/11/1987	81	6.4
15	20/11/1955	592	45	35	22/05/1974	45	0.354	55	08/03/1990	44	1.98
16	05/12/1955	710	68	36	17/11/1979	97	2.18	56	03/07/1990	84	3.71
17	25/05/1969	47	0.356	37	25/11/1981	77	2.48	57	24/10/2007	145	5.55
18	15/06/1969	82	1.78	38	23/09/1982	171	7.6	58	06/01/2010	46	1.94
19	25/06/1969	204	11.2	39	03/12/1982	74	1.8				
20	30/06/1969	105	4.11	40	25/12/1982	66	1.51				

Tableau 5.3.2.A : mesures de débit du Kioma à Teliko (grisé : éliminé)

5.3.2.2 Tarage

Un unique étalonnage bijectif (tab. 5.3.2.B, fig. 5.3.2.B) est déterminé à partir de l'ensemble des jaugeages. La dispersion importante des points Q(H) autour de cette courbe apparaît assez aléatoire et ne laisse pas soupçonner de détarage confirmant le changement de configuration de station envisagé ci-dessus. Faute d'autres éléments, on considère donc ici la série de cotes opérationnelles de la station comme homogène.

L'étalonnage est basé sur des mesures très dispersées dans le temps et couvrant presque tout le marnage (cote maximale jaugée : 710 cm en 1955 ; cote maximale observée : 752 cm en 1976). Il peut être considéré comme fiable sur tout le marnage.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 1.064781E-002 * (H - 15.000)^{1.33276} \quad \text{si } H < 182.137$$

$$Q(H) = 7.794180E-002 * (H - 182.136)^{1.00000} + 9.774 \quad \text{si } 182.137 < H < 500.000$$

$$Q(H) = 1.343340E-005 * (H - 324.707)^{2.50000} + 29.084 \quad \text{si } H > 500.000$$

H	0	14	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	145	170
Q(H)	0	0.0000	0.0000	0.0910	0.2291	0.3933	0.7769	1.217	1.701	2.776	3.969	5.260	6.993	8.840
H	195	220	245	270	295	320	345	370	395	420	440	460	480	500
Q(H)	10.78	12.73	14.67	16.62	18.57	20.52	22.47	24.42	26.37	28.31	29.87	31.43	32.99	34.55
H	510	520	530	540	560	580	600	620	640	660	685	710	735	760
Q(H)	35.36	36.24	37.20	38.22	40.49	43.07	45.98	49.21	52.80	56.74	62.18	68.23	74.89	82.19

H	H <= 182	182 < H <= 500	500 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	1.390	2.554	1.857	1.931

Tableau 5.3.2.B : barème d'étalonnage de la station de Teliko, valable depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé Q(H).

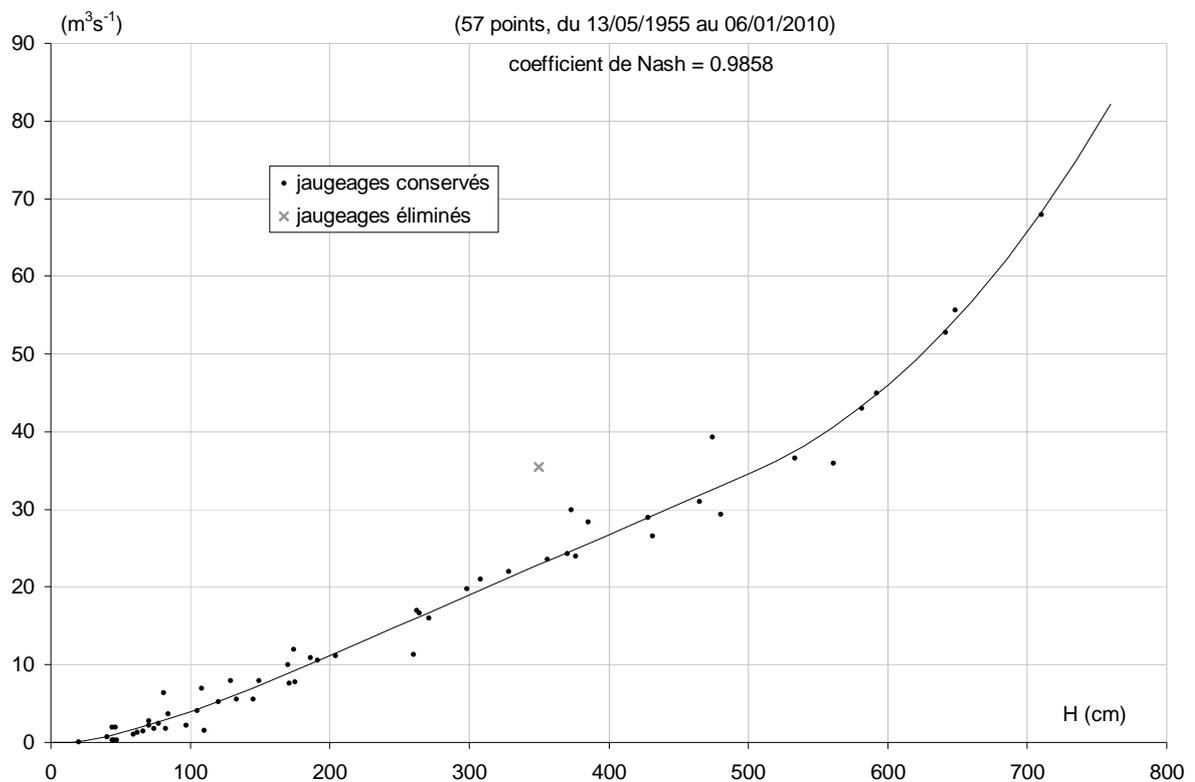


Figure 5.3.2.B : étalonnage de la station de Teliko, valable depuis son origine

5.3.3 Le Kioma à Salouma

Coordonnées géographiques : 11°42'W, 11°17'N

B.V. = 775 km²

5.3.3.1 Données

La base de données contient pour cette station des cotes qui vont du 01/11/1969 au 30/09/1991, présentées comme des enregistrements limnigraphiques jusqu'en 1990 et comme des lectures d'échelle par la suite. Ces relevés sont complétés par ceux qui ont été transmis par la DNH de Guinée pour la période du 14/05/2007 au 31/12/2007. Les informations disponibles ne permettent pas d'affirmer que les cotes relevées en 2007, après 16 ans d'interruption, se réfèrent au même zéro d'échelle que celles des années 1969 à 1991. Mais au vu de la superposition des limnigrammes de Salouma et Daka Saidou, l'absence de modification de ce zéro entre 1969 et 2007 paraît plausible, et nous considérons donc ici les cotes relevées à la station comme homogènes.

Hormis ceux du mois d'octobre 1984, douteux et supprimés ici, les relevés de niveau de Salouma paraissent de bonne qualité et ne nécessitent que très peu de corrections/suppressions (tab. A-2). Ils couvrent assez bien la période observée (fig. 5.3.3.A), sauf pour les années hydrologiques 1975, 1977, 1983, 1986, 1990 et surtout 1992 à 2006, sans aucune donnée. Leur fréquence habituelle est de deux points par jour depuis 1969.

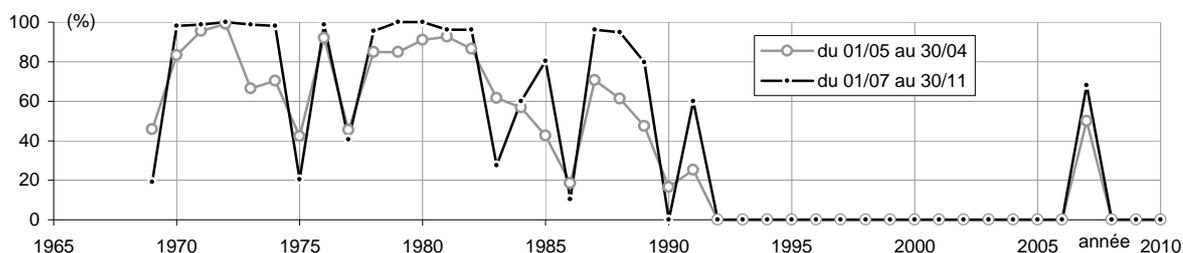


Figure 5.3.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Salouma

On dispose par ailleurs pour cette station de 50 résultats de jaugeage dans la base de données. Comme pour la station voisine de Téliko, un nombre important de ces mesures concerne l'année 1955 alors qu'aucun relevé de niveau n'est disponible avant 1969. Sur la période commune, les cotes jaugées concordent avec les cotes observées, sauf celle du 02/07/1990. Ce jaugeage est néanmoins conservé.

Enfin, le jaugeage du 01/08/1985 qui figure dans la banque de données sous le capteur I0 est considéré ici comme faisant partie de la même série de mesures que les autres jaugeages, stockés sous le capteur I1.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	13/05/1955	20	1.3	18	15/11/1955	509	36	35	18/09/1969	521	32.7
2	16/05/1955	30	2.3	19	30/11/1955	623	53	36	05/05/1977	40	1.52
3	30/05/1955	38	1.4	20	06/12/1955	680	80	37	25/12/1982	98	1.99
4	05/06/1955	58	2.4	21	19/02/1969	18	0.268	38	19/10/1983	254	10.9
5	15/06/1955	145	6.2	22	08/06/1969	124	3.1	39	22/10/1983	282	11.2
6	20/06/1955	160	8.1	23	16/06/1969	110	2.71	40	16/12/1983	134	3.22
7	30/06/1955	175	8.5	24	18/06/1969	98	2.16	41	21/01/1984	85	2.31
8	10/07/1955	220	11	25	28/06/1969	278	13.7	42	28/12/1984	79	2.17
9	16/07/1955	309	16	26	02/07/1969	431	26.2	43	01/08/1985	492	26.5
10	25/07/1955	323	19	27	11/07/1969	345	17.3	44	12/12/1985	23	3.47
11	01/08/1955	363	20	28	15/07/1969	286	13.6	45	13/08/1986	582	19.1
12	30/08/1955	368	22	29	18/07/1969	425	25.4	46	19/03/1987	28	0.5
13	01/09/1955	377	22	30	01/08/1969	606	45.9	47	15/09/1987	582	67.1
14	15/09/1955	388	22	31	03/08/1969	721	98	48	25/11/1987	136	3.98
15	10/10/1955	422	28	32	07/08/1969	652	52.4	49	06/03/1990	18	1.5
16	21/10/1955	427	32	33	14/08/1969	574	42.3	50	02/07/1990	136	4.91
17	05/11/1955	444	32	34	24/08/1969	723	99.7				

Tableau 5.3.3.A : mesures de débit du Kioma à Salouma (grisé : éliminé ; italique : discordance avec cote observée)

5.3.3.2 Tarage

Pour une même cote, les débits jaugés en 1955 sont légèrement supérieurs aux débits jaugés en 1969. Comme on ne dispose que des cotes relevées à partir de 1969, ils ne sont pas utilisés pour étalonner la station.

Les trente jaugeages restants permettent d'établir, après suppression de quatre d'entre eux, un unique étalonnage bijectif (tab. 5.3.3.B, fig. 5.3.3.B) qui peut être considéré comme fiable pour les cotes inférieures à 750 cm. Cet étalonnage doit être extrapolé d'environ 130 cm au-delà de la plus forte cote jaugée (723 cm en 1969) pour permettre de traduire la plus forte cote observée (864 cm en 1985). L'extrapolation est faite de façon linéaire au dessus de la cote 725 cm.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 7.865387E-004 * (H + 15.000)^{1.70328} \quad \text{si } H < 318.834$$

$$Q(H) = 7.975646E-002 * (H - 318.828) + 15.631 \quad \text{si } 318.834 < H < 501.049$$

$$Q(H) = 1.776690E-006 * (H - 378.723)^{3.00000} + 26.913 \quad \text{si } 501.049 < H \leq 725.000$$

$$Q(H) = 1.006832E+002 + 0.63912 * (H - 725.000) \quad \text{si } H > 725.000$$

H	-50	-15	-10	0	10	20	30	50	70	90	110	135	160	185
Q(H)	0	0.0000	0.0122	0.0792	0.1891	0.3355	0.5148	0.9630	1.521	2.180	2.933	4.001	5.203	6.532
H	210	235	260	285	310	360	410	460	510	535	560	570	580	590
Q(H)	7.983	9.552	11.24	13.03	14.93	18.91	22.90	26.89	30.93	33.69	37.50	39.35	41.40	43.67
H	600	610	630	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900
Q(H)	46.16	48.89	55.10	62.38	73.12	85.83	100.7	116.7	132.6	148.6	164.6	180.6	196.6	212.5

H	H <= 319	319 < H <= 501	501 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.702	1.814	1.320	1.079

Tableau 5.3.3.B : barème d'étalonnage de la station de Salouma, valable depuis 1969, et erreur type du débit calculé Q(H).

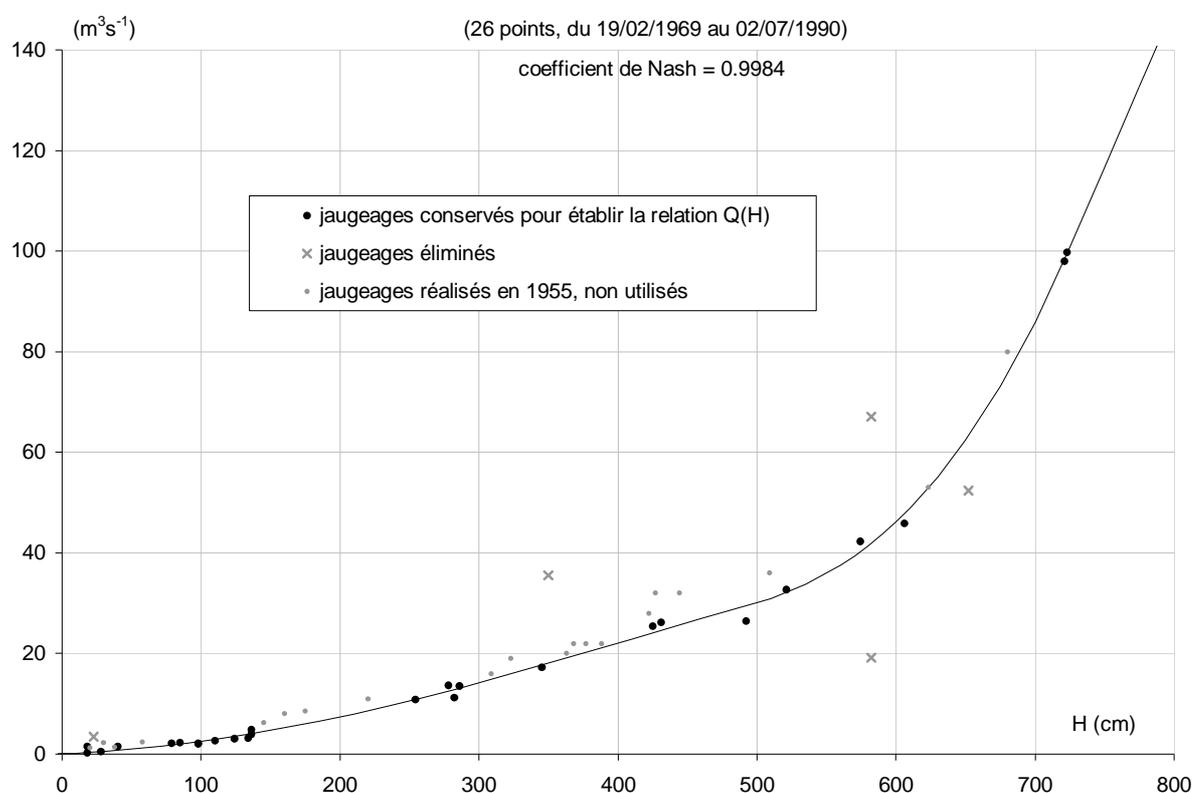


Figure 5.3.3.B : étalonnage de la station de Salouma, valable depuis 1969

5.3.4 Le Kioma à Trokoto

Coordonnées géographiques : 11°41'W, 11°15'N

B.V. = 1 050 km²

5.3.4.1 Données

La base de données contient pour cette station des relevés de niveau couvrant la période du 01/11/1969 au 30/06/1990, tous présentés comme des enregistrements limnigraphiques. Leur comparaison avec les cotes des stations voisines conduit à effectuer certaines corrections/suppressions (tab. A-2), mais ne montre pas d'hétérogénéité flagrante. Les relevés de Trokoto se réfèrent donc tous probablement à un unique zéro d'échelle. Les données conservées présentent d'assez nombreuses lacunes mais paraissent d'assez bonne qualité. Elles couvrent bien la période de crue pour plus d'une année sur deux (fig. 5.3.4.A). Leur fréquence varie entre un et le plus souvent deux points par jour, surtout en période de crue.

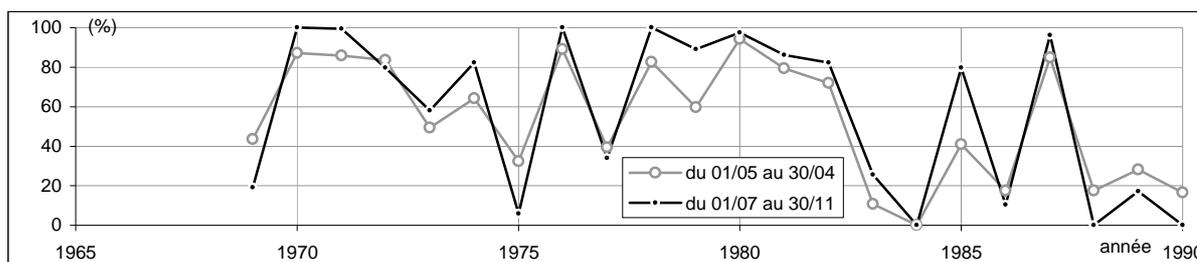


Figure 5.3.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Trokoto

On ne dispose d'aucune mesure de débit réalisée à Trokoto.

5.3.5 Le Samenta à Doureko

Coordonnées géographiques : 11°42'W, 11°18'N

B.V. = 225 km²

5.3.5.1 Données

On dispose pour cette station, dans la base de données, de relevés de niveau pour la période du 01/11/1969 au 30/11/1991, présentés comme enregistrements limnigraphiques de 1969 à 1990 et comme lectures d'échelle en 1991. Ces observations paraissent de bonne qualité dans l'ensemble, malgré des limnigrammes présentant à partir de 1986 un nombre étonnamment faible de pointes de crue pour un si petit bassin versant. Seuls les relevés d'août à octobre 1989, très douteux, sont supprimés ici (tab. A-2).

Tous les relevés, qui tendent vers la cote 0 cm lors de chaque étiage vers mars/avril, se réfèrent très vraisemblablement à un unique zéro d'échelle. Hormis les années hydrologiques 1985 et 1989, ils couvrent très bien la période observée (fig. 5.3.5.A), avec deux valeurs par jour la plupart du temps.

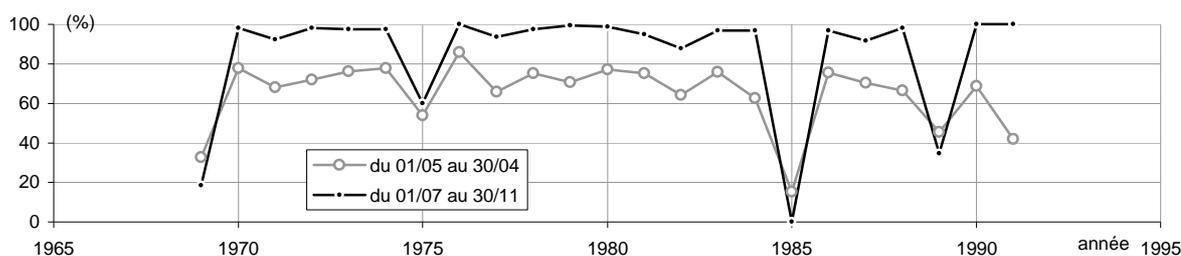


Figure 5.3.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Doureko

La base de données contient par ailleurs les résultats de 47 jaugeages réalisés à Doureko (tab. 5.3.5.B), dont 18 en 1955 et 29 entre 1969 et 1990. Comme à Teliko et Salouma, la station de Doureko était donc déjà exploitée en 1955, alors qu'on ne dispose malheureusement pour elle d'aucun relevé de cote avant 1969.

Seules les cotes jaugées à partir de 1977 peuvent être comparées aux cotes observées, avec lesquelles elles s'accordent parfaitement à trois exceptions près, en 1983, 1984 et 1987.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	07/07/1955	90	3.7	17	20/09/1955	476	21	33	18/11/1979	37	1.52
2	17/07/1955	100	4.2	18	30/09/1955	520	34	34	25/11/1981	45	1.75
3	18/07/1955	101	4	19	31/05/1969	12	0.218	35	03/12/1982	30	0.77
4	20/07/1955	112	4.2	20	17/06/1969	27	0.677	36	25/12/1982	21	0.849
5	21/07/1955	118	4.5	21	05/07/1969	95	4.38	37	26/06/1983	117	15.7
6	24/07/1955	125	6	22	16/07/1969	103	5.38	38	22/10/1983	81	2.34
7	30/07/1955	140	6	23	15/08/1969	168	9.44	39	21/01/1984	38	0.61
8	05/08/1955	165	8	24	17/08/1969	158	9.68	40	28/12/1984	20	0.646
9	15/08/1955	176	8	25	23/08/1969	319	15.9	41	01/08/1985	110	3.95
10	23/08/1955	306	11	26	29/08/1969	270	12.3	42	11/08/1986	176	7.29
11	30/08/1955	319	13	27	08/09/1969	371	21.1	43	19/03/1987	4	0.16
12	02/09/1955	341	14	28	09/09/1969	432	37.5	44	15/09/1987	208	15.6
13	05/09/1955	360	21	29	03/10/1969	299	18	45	25/11/1987	39	1.7
14	06/09/1955	364	20	30	04/10/1969	208	11.7	46	06/03/1990	10	0.5
15	10/09/1955	386	21	31	05/05/1977	9	0.873	47	02/07/1990	36	1.08
16	15/09/1955	400	25	32	22/06/1978	30	0.768				

Tableau 5.3.5.A : mesures de débit du Samenta à Doureko (grisé : éliminé ; italique : discordance avec cote observée)

5.3.5.2 Tarage

Les points Q(H) des jaugeages de 1955, globalement très inférieurs à ceux des jaugeages ultérieurs en hautes eaux, ne sont pas utilisés pour tarer la station. Après suppression de trois jaugeages en 1977, 1983 et 1987 (dont deux discordants avec les cotes observées à la station), un unique étalonnage bijectif est déterminé à partir des 26 jaugeages restants de la période 1969-1990 (tab. 5.3.5.B, fig. 5.3.5.B). La grande dispersion des points Q(H) conservés rend cet étalonnage assez incertain. Celui-ci peut-être considéré comme moyennement fiable pour les cotes inférieures à 300 cm et assez peu fiable entre 300 et 450 cm. Il nécessite une extrapolation d'environ 170 cm au-delà de la plus forte cote jaugée (432 cm en 1969) pour permettre de traduire la plus forte cote observée (600 cm en 1970 et

1983). Au dessus de la cote 450 cm, cette extrapolation est faite de façon linéaire et l'étalonnage est peu fiable.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 2.246707E-003 * (H + 14.054)^{1.59022} \quad \text{si } H < 99.425$$

$$Q(H) = 5.803622E-002 * (H - 97.260)^{1.00282} + 4.036 \quad \text{si } 99.425 < H < 250.000$$

$$Q(H) = 1.326545E-005 * (H - 103.128)^{2.50000} + 9.559 \quad \text{si } 250.000 < H \leq 450.000$$

$$Q(H) = 3.928574E+001 + 0.21425 * (H - 450.000) \quad \text{si } H > 450.000$$

H	-50	-14	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Q(H)	0	0.0000	0.0208	0.1502	0.3531	0.6138	0.9244	1.280	1.676	2.111	2.582	3.088	3.626	4.196
H	120	140	160	180	200	220	230	240	250	260	270	280	300	320
Q(H)	5.368	6.543	7.720	8.898	10.08	11.26	11.85	12.44	13.03	13.65	14.33	15.08	16.77	18.75
H	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
Q(H)	21.01	23.59	26.48	29.70	33.27	37.19	41.43	45.71	50.00	54.28	58.57	62.85	67.14	71.42

H	H <= 99	99 < H <= 250	250 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.3468	2.277	2.584	1.627

Tableau 5.3.5.B : barème d'étalonnage de la station de Doureko, valable depuis 1969, et erreur type du débit calculé Q(H).

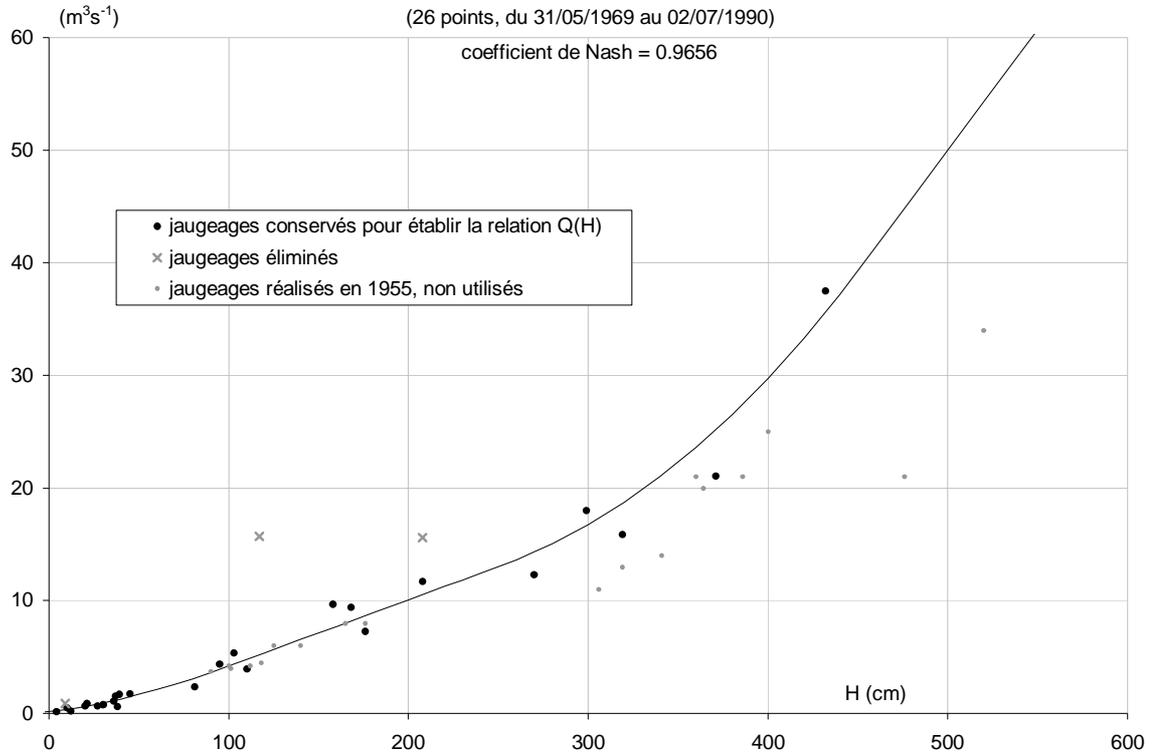


Figure 5.3.5.B : étalonnage de la station de Doureko, valable depuis 1969

5.3.6 Le Bafing au pont km17 Mamou Labé

Coordonnées géographiques : 12°09'W, 10°29'N

B.V. = 18 km²

5.3.6.1 Données

La base de données contient pour cette station des lectures d'échelle de bonne qualité, couvrant très bien deux courtes périodes, du 01/01/1967 au 31/07/1969 et du 07/05/1983 au 29/02/1984 (fig. 5.3.6.A). La fréquence des relevés est généralement de deux points par jour en 1967 et 1968 et d'un point par jour ensuite.

Nous ne disposons d'aucune information permettant d'assurer que la configuration de la station n'a pas été modifiée entre les deux séquences de données. Mais la tendance vers des cotes comparables en étiage permet de supposer que toutes les lectures sont faites sur la même échelle, sans modification du zéro.

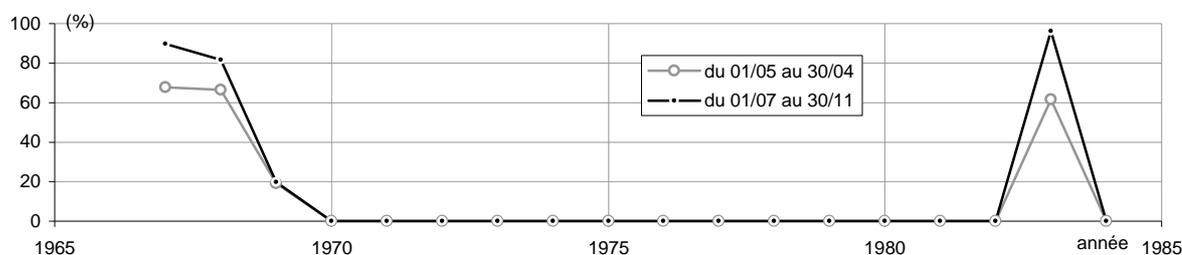


Figure 5.3.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station du pont km 17 Mamou Labé

Le débit du Bafing a été mesuré à 19 reprises au pont km17, entre 1954 et 1992 (tab. 5.3.6.A). Le début d'exploitation de cette station est donc bien antérieur aux relevés de niveau disponibles pour celle-ci dans la base de données.

Sur la période commune, les cotes jaugées s'accordent avec les cotes observées, hormis celle du 29/08/1983.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	11/11/1954	1.5	0	8	28/01/1967	7	0.052	15	20/11/1983	20	0.363
2	11/11/1954	20	0.663	9	12/06/1967	14	0.172	16	23/11/1983	16	0.299
3	11/11/1954	46	1.76	10	22/09/1967	48	0.988	17	26/12/1983	10	0.12
4	11/11/1954	56	3.06	11	25/10/1967	36	0.509	18	15/05/1984	6	0.049
5	11/11/1954	36	0.865	12	08/12/1967	18	0.183	19	28/11/1992	24	0.127
6	11/11/1954	41	1.47	13	29/08/1983	30	1				
7	11/11/1954	38	1.23	14	02/09/1983	25	0.61				

Tableau 5.3.6.A : mesures de débit du Bafing à la station du pont km 17 Mamou Labé (grisé : éliminé ; italique : discordance avec cote observée)

5.3.6.2 Tarage

L'étalonnage bijectif, incertain et peu précis (tab. 5.3.6.B, fig. 5.3.6.B), est basé sur tous les jaugeages sauf un. Il doit être extrapolé de plus de 40 cm au-delà de la plus forte cote jaugeée (56 cm en 1954) pour permettre de traduire la plus forte cote observée (100 cm en 1983). L'extrapolation est faite de façon linéaire au-delà de la cote 60 cm.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 5.558090E-003 * (H - 2.000)^{1.44878} \quad \text{si } H < 30.927$$

$$Q(H) = 2.515653E-005 * (H - 8.949)^3 + 0.461 \quad \text{si } 30.927 < H < 60.000$$

$$Q(H) = 3.807862E+000 + 0.19669 * (H - 60.000) \quad \text{si } H > 60.000$$

H	-50	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Q(H)	0	0.0000	0.0152	0.0414	0.0745	0.1131	0.1562	0.2034	0.2543	0.3086	0.3661	0.4264	0.4896	0.5553
H	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	49	52	55	58
Q(H)	0.6236	0.6943	0.7689	0.8563	0.9587	1.078	1.214	1.369	1.544	1.740	2.077	2.468	2.918	3.430
H	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100
Q(H)	4.005	4.595	5.185	5.775	6.365	6.955	7.545	8.135	8.725	9.315	9.905	10.50	11.09	11.68

H	H <= 31	31 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.1683	0.211	0.184

Tableau 5.3.6.B : barème d'étalonnage de la station du pont km 17, Mamou Labé, valable depuis 1954, et erreur type du débit calculé Q(H).

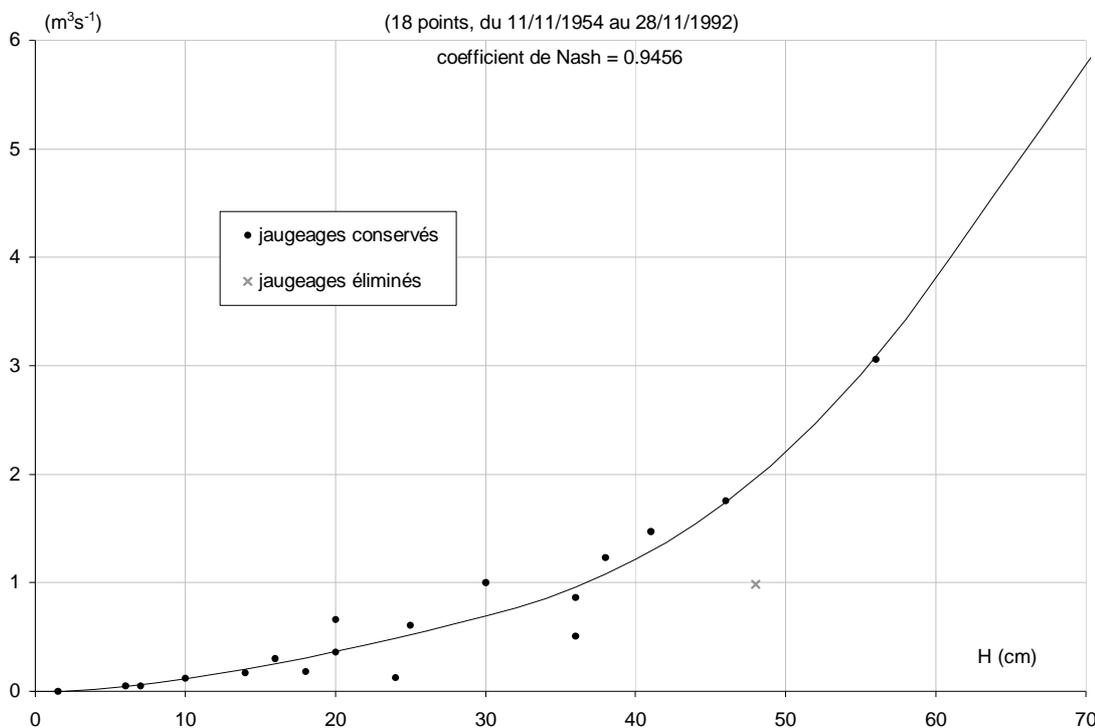


Figure 5.3.6.B : étalonnage de la station du pont km17, Mamou Labé, valable depuis 1954

5.3.7 Le Bafing à Sokotoro

Coordonnées géographiques : 11°45'W, 10°39'N

B.V. = 1 750 km²

5.3.7.1 Données

La base de données de l'OMVS contient deux stations identifiées respectivement Sokotoro1 et Sokotoro2. Alors que la première ne contient aucun relevé de niveau, la seconde en contient pour la période du 01/01/1968 au 01/12/1989. Ceux-ci sont présentés comme des enregistrements limnigraphiques, hormis pour les années 1971 et 1972 et les mois de novembre et décembre 1981, où ils apparaissent comme des lectures d'échelle. Ces données sont complétées par les relevés transmis par la DNH de Guinée pour la période du 01/01/1993 au 31/12/2009.

Pour obtenir une série opérationnelle, de nombreuses corrections/suppressions sont effectuées sur ces cotes (tab. A-2), surtout entre 1968 et 1983. En particulier, les relevés de l'année 1975, aberrants au premier abord, correspondent manifestement à des enregistrements limnigraphiques mensuels dépouillés chacun avec une erreur de sens chronologique. Les corrections nécessaires, effectuées ici, permettent de récupérer un limnigramme complet et apparemment correct pour cette année.

Les données conservées couvrent de façon variable la période observée (fig. 5.3.7.A), avec certaines années hydrologiques quasiment sans lacune et d'autres sans aucune donnée (1970, 1983, 1988, 1990 à 1992 et 1994 à 1997). La fréquence habituelle des relevés est de deux points par jour de 1968 à 1972, d'un point par jour de 1972 à 1989 et de deux points par jour de 1992 à 2009.

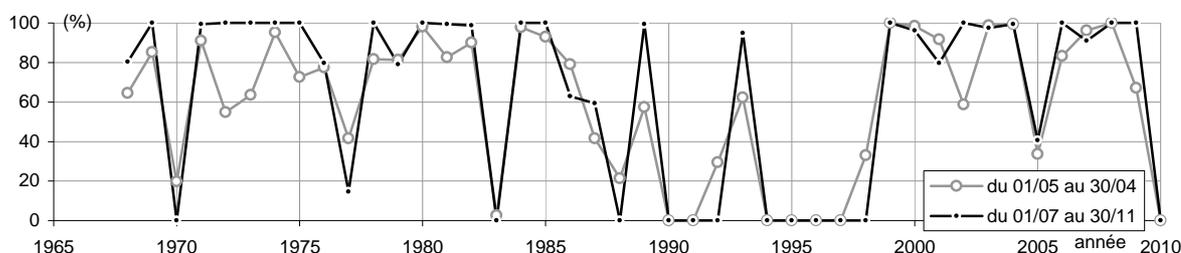


Figure 5.3.7.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Sokotoro

La superposition des limnigrammes avec les stations voisines montre que les cotes conservées de Sokotoro sont très certainement hétérogènes de part et d'autre du 31/12/1970. Pour une même cote à Daka Saidou, celle de Sokotoro paraît en effet globalement plus faible avant qu'après cette date (fig. 5.3.7.B). Le décalage entre les deux séries varie par ailleurs en fonction du niveau. Ainsi, en moyenne, un niveau de 60, 180 ou 280 cm postérieur à 1970 à Sokotoro, correspond approximativement à la même cote à Daka Saidou qu'une cote antérieure moins élevée respectivement de 30, 50 et 100 cm.

Conclusion : les relevés de niveau opérationnels de Sokotoro se répartissent en deux séries successives de valeurs (années 1968 à 1970 ; années 1971 à 2009), lues sur deux échelles distinctes contrôlant très probablement des plans d'eau différents.

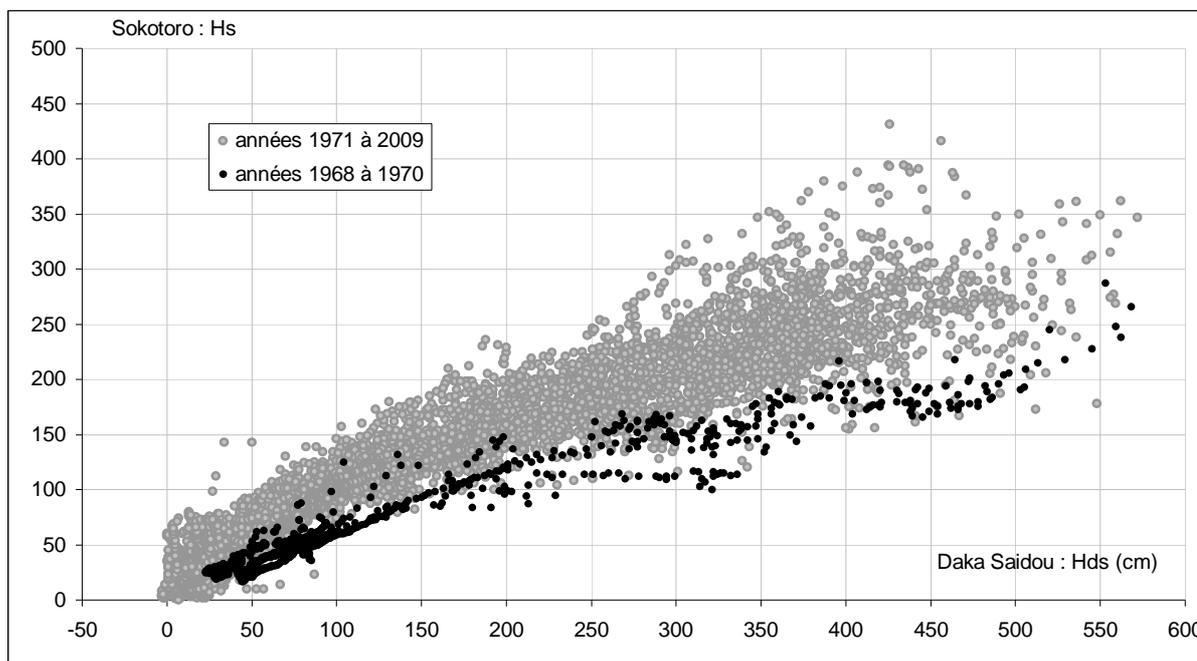


Figure 5.3.7.B : relation entre les cotes moyennes journalières Hds observée à Daka saidou et Hs observée le même jour à Sokotero

La base de données contient par ailleurs deux séries de résultats de jaugeages réalisés à Sokotero, stockées respectivement sous les stations Sokotero1 (19 mesures entre le 13/06/1967 et le 28/09/1971) et Sokotero2 (41 mesures entre le 10/06/1971 et le 07/12/1993). Ces deux séries possèdent en commun 18 jaugeages qui présentent du 10/06/1971 au 28/09/1971, pour les mêmes dates et les mêmes débits, des cotes H1 et H2 différentes. Pour cette partie commune, les cotes H1 sont inférieures à H2, avec un décalage variable comparable à celui qui est décrit plus haut entre les relevés de cote de Sokotero2 situés de part et d'autre du 31/12/1970.

Ceci confirme que deux implantations de station différentes ont bien été exploitées à Sokotero. Alors que les relevés de cote disponibles ne concernent que la première échelle de 1968 à 1970 et que la deuxième à partir de 1971, on dispose de 19 jaugeages avec une cote H1 lue sur la première échelle et de 41 avec une cote lue sur la seconde, parmi lesquels 18 figurent avec une cote lue simultanément aux deux échelles, en 1971 (tab. 5.3.7.A).

Seules les cotes jaugées H2 peuvent être comparées aux cotes observées, auxquelles elles correspondent parfaitement hormis celle du 17/06/1986.

N°	date	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (m ³ /s)
1	13/06/1967	78		18.2	15	25/08/1971	182	314	161	29	26/12/1983		72	11
2	10/06/1971	30	55	1.37	16	03/09/1971	156	249	109	30	15/05/1984		42	1.33
3	12/06/1971	29	57	2.21	17	07/09/1971	146	225	90.3	31	05/08/1985		205	70.8
4	02/07/1971	110	161	46.6	18	13/09/1971	149	238	100	32	05/08/1985		205	70.8
5	04/07/1971	98	140	35.7	19	28/09/1971	142	208	81.4	33	17/06/1986		146	34.2
6	07/07/1971	83	116	22.9	20	06/07/1979		96	10.9	34	27/09/1986		178	53.7
7	21/07/1971	120	177	58.1	21	08/05/1980		56	2.1	35	26/11/1986		98	11.8
8	05/08/1971	144	233	89.2	22	25/11/1981		105	14.5	36	14/07/1987		107	13.1
9	06/08/1971	158	253	112	23	11/04/1983		30	1.04	37	18/06/1988		60	1.38
10	11/08/1971	168	279	127	24	29/08/1983		280	142	38	23/11/1988		120	3.95
11	12/08/1971	178	299	145	25	01/09/1983		272	125	39	24/11/1988		110	3.48
12	14/08/1971	195	337	173	26	20/11/1983		251	110	40	12/04/1989		21	0.425
13	22/08/1971	164	271	121	27	23/11/1983		249	108	41	07/08/1993		178	53.5
14	23/08/1971	160	261	114	28	25/11/1983		235	90.8	42	07/12/1993		85	8.5

Tableau 5.3.7.A : mesures de débit effectuées à Sokotoro, avec H1 et H2 désignant les cotes lues respectivement sur l'ancienne et la nouvelle échelle exploitée depuis 1971 (grisé : éliminé)

5.3.7.2 Tarage

Chacune des deux échelles exploitées à Sokotoro peut être étalonnée très précisément grâce aux jaugeages réalisés. Chaque étalonnage (tab. 5.3.7.B et 5.3.7.C, fig. 5.3.7.C et 5.3.7.D), bijectif, doit être extrapolé d'environ 100 cm au dessus de la plus forte cote jaugée (respectivement 195 cm et 337 cm en 1971) pour permettre la traduction de la plus forte cote observée (respectivement 295 cm en 1969 et 438 cm en 2009).

Les deux étalonnages sont fiables pour les cotes inférieures à 220 et 360 cm respectivement, et moyennement fiables au-delà de ces valeurs.

Paramétrage de l'étalonnage :

- du 01/01/1967 au 31/12/1970 :

$$Q(H) = 3.667480E-004 * (H - 0.006)^{2.50000} \quad \text{si } H < 94.991$$

$$Q(H) = 3.786896E-003 * (H - 16.243)^{2.07264} \quad \text{si } 94.991 < H < 139.930$$

$$Q(H) = 1.413247E+000 * (H - 139.710)^{1.04787} + 81.920 \quad \text{si } H > 139.930$$

- depuis le 01/01/1971 :

$$Q(H) = 3.814904E-003 * (H + 7.341)^{1.39685} \quad \text{si } H < 40.775$$

$$Q(H) = 1.845910E-003 * (H - 35.419)^{2.10438} + 0.791 \quad \text{si } 40.775 < H < 107.897$$

$$Q(H) = 1.869518E-001 * (H - 92.438)^{1.23556} + 10.446 \quad \text{si } 107.897 < H$$

H	-50	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Q(H)	0	0.0000	0.0204	0.1158	0.3193	0.6556	1.145	1.807	2.657	3.710	4.980	6.481	8.226	10.22
H	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160
Q(H)	12.49	15.03	17.86	20.99	24.43	28.18	32.26	36.65	46.30	57.12	69.12	82.31	98.18	115.0
H	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
Q(H)	132.3	149.9	167.7	185.6	203.7	221.9	240.2	258.6	277.1	295.7	314.4	333.1	351.9	370.8

H	H <= 95	95 < H <= 140	140 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.8314	0.7687	2.998	2.432

Tableau 5.3.7.B : barème d'étalonnage de la station de Sokotoro pour l'ancienne échelle exploitée de l'origine de la station au 31/12/1970, et erreur type du débit calculé Q(H)

H	-50	-8	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Q(H)	0	0.0000	0.0125	0.0618	0.1276	0.2053	0.2924	0.3877	0.4902	0.5992	0.7142	0.8347	1.005	1.310
H	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
Q(H)	2.349	3.986	6.244	9.139	12.69	16.89	21.70	26.94	32.53	38.40	44.52	50.86	57.39	64.10
H	200	210	230	250	270	290	310	330	350	370	390	410	430	450
Q(H)	70.97	78.00	92.47	107.5	122.9	138.7	155.0	171.6	188.5	205.7	223.2	241.1	259.1	277.5

H	H <= 41	41 < H <= 108	108 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.3119	0.9158	3.662	3.066

Tableau 5.3.7.C : barème d'étalonnage de la station de Sokotoro pour la nouvelle échelle exploitée depuis 1971, et erreur type du débit calculé Q(H).

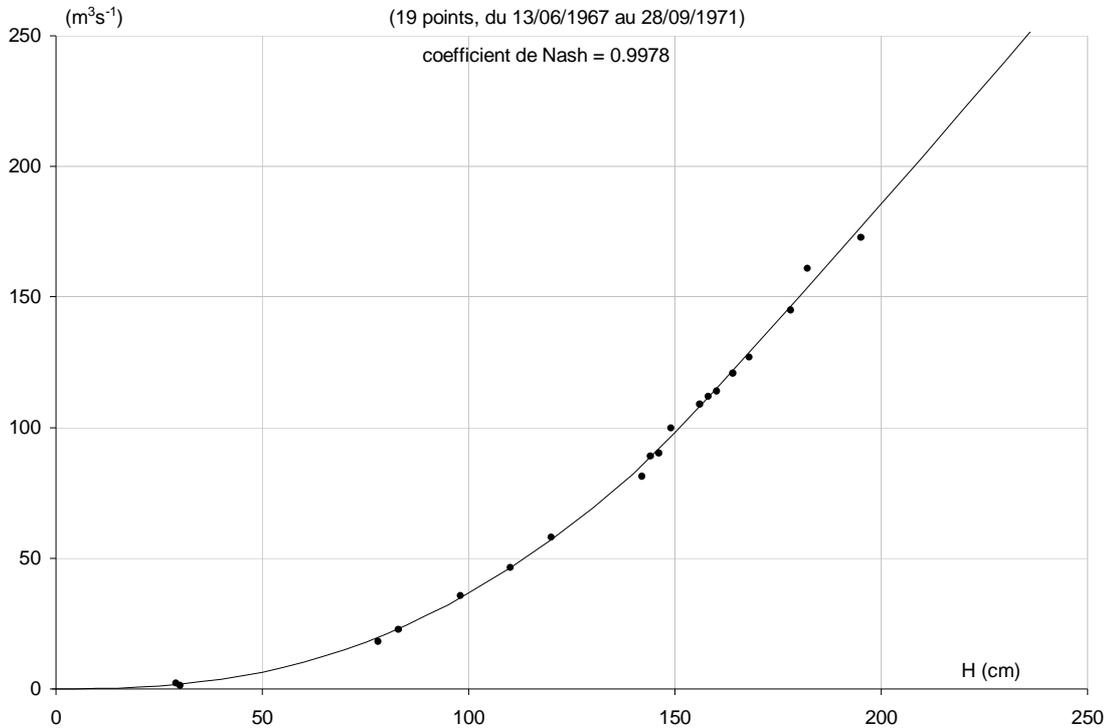


Figure 5.3.7.C : étalonnage de la station de Sokotoro pour l'ancienne échelle exploitée de l'origine de la station au 31/12/1970

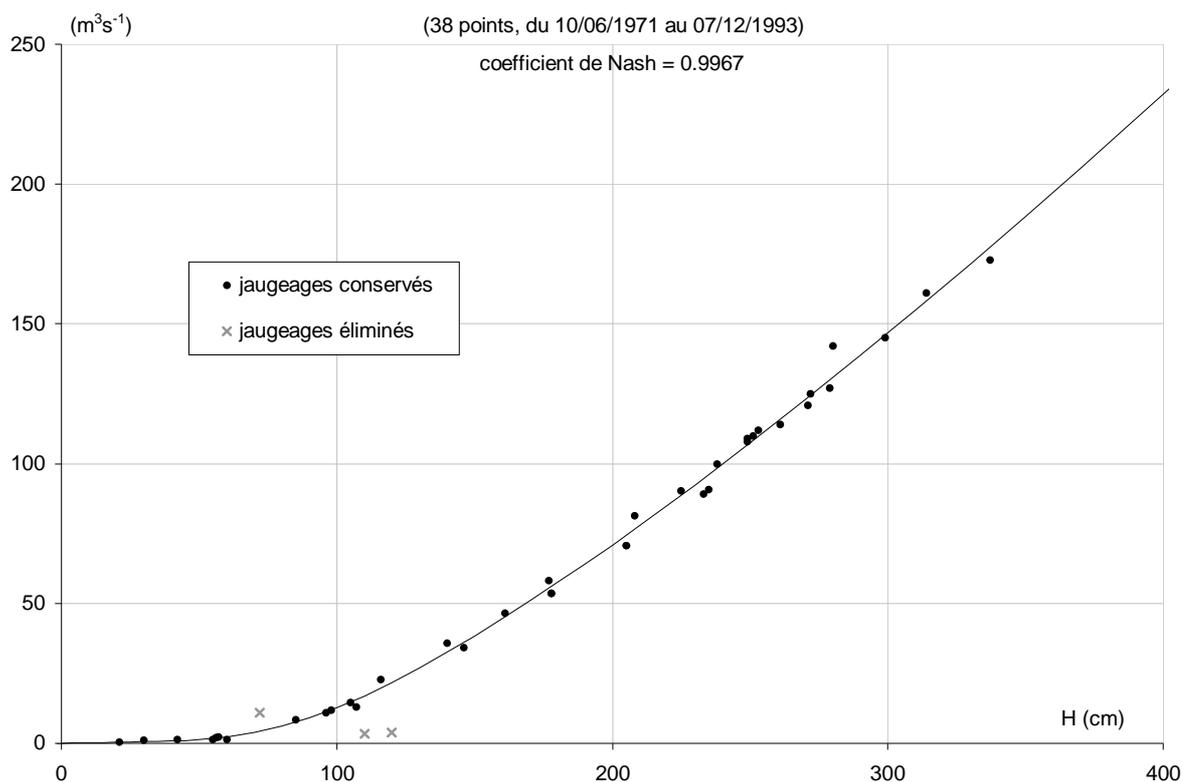


Figure 5.3.7.D : étalonnage de la station de Sokotoro pour la nouvelle échelle exploitée depuis 1971

5.3.8 Le Bafing à Balabori

Coordonnées géographiques : 11°22'W, 11°18'N

B.V.= 11 600 km² (valeur trouvée dans la base de données : 11730 km²)

5.3.8.1 *Données*

La base de données de l'OMVS contient des relevés de niveau pour cette station, stockés sous deux identifiants de station différents : Balabori (du 10/07/1969 au 27/02/1987) et 1172600106 (du 10/07/1969 au 31/12/2009). Dans les deux cas, les relevés apparaissent comme des enregistrements limnigraphiques jusqu'au 31/12/1971 et comme des lectures d'échelle par la suite.

Sur les périodes communes (qui recouvrent la majeure partie de la série stockée sous l'identifiant Balabori), les deux séries contiennent des valeurs identiques, sauf quelques cas isolés. Elles sont combinées comme indiqué ci-dessous pour élaborer une série la plus complète possible :

- Balabori : du 10/07/1969 07:00 au 30/03/1974 12:01 ; du 01/08/1974 12:00 au 05/08/1979 12:00 ; du 05/03/1980 12:00 au 27/02/1987 12:00 ;
- 1172600106 : le 01/08/1974 00:00 ; du 06/08/1979 12:00 au 01/03/1980 12:00 ; du 01/03/1987 12:00 au 01/08/1989 00:00 ; du 01/08/2007 08:00 au 31/12/2009 18:00

Enfin, les données transmises par la DNH de Guinée sont utilisées pour compléter la série du 16/05/2007 18:00 au 31/07/2007 18:00. Très peu de corrections/suppression sont effectuées sur les relevés, la plupart pour des fautes de frappe (tab. A-2). De 1969 à 2009, seule une dizaine d'années hydrologiques sont couvertes de façon satisfaisante par les données (fig. 5.3.8.A).

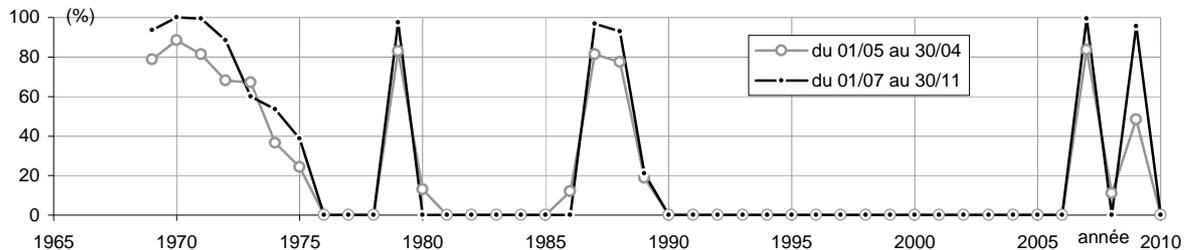


Figure 5.3.8.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Balabori

La superposition des son limnigramme avec celui de Daka Saidou montre que la station de Balabori a changé de configuration entre le 01/08/1989 et le 16/05/2007, période pour laquelle on ne dispose d'aucun relevé de niveau. Pour une même cote moyenne journalière Hds à Daka Saidou, celle de Balabori relevée la veille, Hb, est en effet nettement moins élevée depuis 2007 que sur la période 1969-1989. Le décalage moyen entre les deux périodes peut être estimé par la méthode du cumul des résidus appliquée à la relation entre Hds et Hb, qui par chance est quasi-parfaitement linéaire sur tout le marnage (fig. 5.3.8.B.1). Il s'élève à 73 cm et cette valeur paraît constante sur tout le marnage (fig. 5.3.8.B.2 et 5.3.8.B.3). On peut donc en déduire que les niveaux relevés à Balabori depuis 2007 sont lus sur une échelle installée soit sur le même plan d'eau que l'ancienne, mais avec un zéro situé à une altitude plus élevée de 73 cm, soit sur un plan d'eau variant comme celui de l'ancienne échelle. Dans les deux cas, les jaugeages concernant l'ancienne échelle restent exploitables pour étalonner la nouvelle.

Conclusion : les relevés de niveau opérationnels de Balabori, stockés sous le capteur I-Op dans la base de données, se répartissent en deux séries successives de valeurs (années 1969 à 1989 ; années 2007 à 2009), lues sur deux échelles distinctes mais probablement implantées sur le même plan d'eau, et dont la plus récente a un zéro plus élevé que l'ancienne d'environ 73 cm

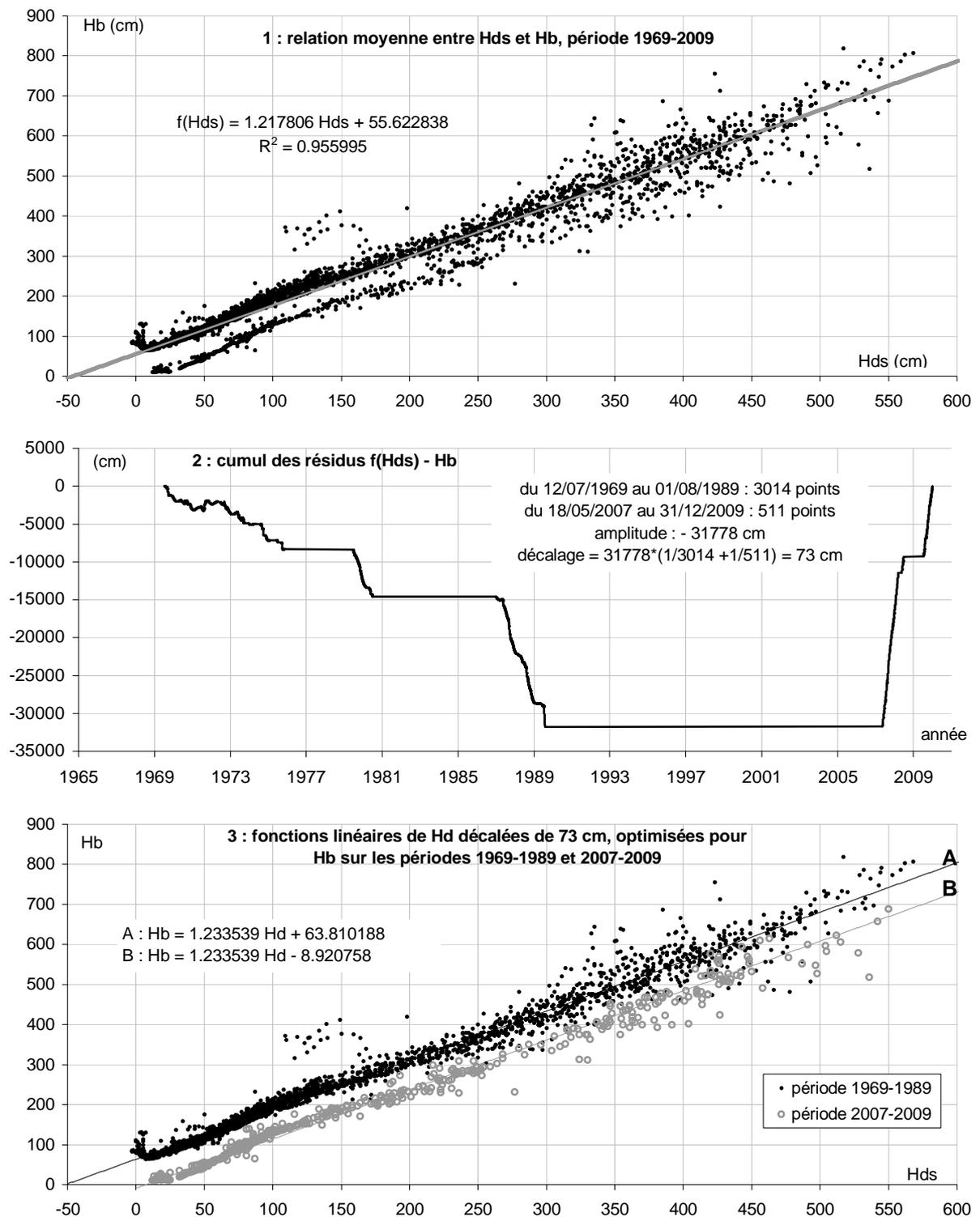


Figure 5.3.8.B : relation entre la cote moyenne journalière Hds du Bafing à Daka Saidou et celle de la veille, Hb, à Balabori.

Les 27 résultats de jaugeage disponibles (tab. 5.3.8.A) figurent dans la base de données sous la station identifiée Balabori. Pour ces mesures réalisées entre 1969 et 1989, les cotes jaugeées correspondent parfaitement aux cotes observées, sauf pour celle du 10/04/1989.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	10/07/1969	310	221	10	19/08/1969	508.5	527	19	07/02/1983	96	9.52
2	12/07/1969	273.5	168	11	24/08/1969	740.5	1020	20	12/02/1983	90	6.55
3	13/07/1969	258.5	149	12	25/08/1969	684.5	891	21	10/03/1983	80	6.69
4	20/07/1969	423	394	13	27/10/1969	660	832	22	07/05/1985	65	0.496
5	21/07/1969	389.5	340	14	28/10/1969	610	734	23	15/08/1986	405	232
6	22/07/1969	369.5	313	15	26/11/1969	268	161	24	16/06/1988	93	7.88
7	27/07/1969	339	266	16	14/12/1969	221	104	25	14/08/1988	458	403
8	02/08/1969	475	467	17	28/12/1969	198	73.3	26	16/08/1988	532	534
9	03/08/1969	441.5	421	18	04/03/1970	124	17.1	27	10/04/1989	70	4.14

Tableau 5.3.8.A : mesures de débit effectuées à Balabori (gris : éliminé ; italique : discordance entre cote jaugée et cote observée)

5.3.8.2 Tarage

Les points jaugés Q(H) s'alignent parfaitement, à l'exception des trois seules mesures de moyennes et hautes eaux postérieures à 1969. Celles-ci pourraient signaler un éventuel détarage de la station, mais leur effectif très faible et leur mauvais alignement empêchent le tracé d'un nouvel étalonnage, que seules des mesures complémentaires permettraient de déterminer. Ces trois mesures sont donc éliminées et l'étalonnage bijectif déterminé à partir des mesures conservées est considéré pour le moment comme unique et valide depuis le début de la station jusqu'en 1989.

Cet étalonnage (tab. 5.3.8.B, fig. 5.3.8.C) est basé sur des mesures couvrant une grande partie du marnage (cote maximale jaugée : 740.5 cm en 1969 ; cote maximale observée : 860 cm en 1974), mais réalisées seulement en 1969 pour les moyennes et hautes eaux. Il est très précis et peut être considéré comme fiable pour les cotes inférieures à 800 cm.

De l'étalonnage précédent, on déduit l'étalonnage valide depuis 2007 par simple translation de 73 cm sur les cotes (fig. 5.3.8.C)

Paramétrage de l'étalonnage :

- du 01/01/1969 au 31/12/1989 :

$$Q(H) = 1.181320E-005 * (H - 0.793)^{2.95964} \quad \text{si } H < 202.599$$

$$Q(H) = 8.287907E-001 * (H - 191.001)^{1.09600} + 66.205 \quad \text{si } 202.599 < H < 425.798$$

$$Q(H) = 2.714538E-003 * (H + 52.697)^{1.92116} + 12.765 \quad \text{si } H > 425.798$$

H	-50	0	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	65	85
Q(H)	0	0.0000	0.0000	0.0008	0.0084	0.0304	0.0743	0.1474	0.2569	0.4100	0.6140	0.8759	2.643	5.898
H	105	125	145	165	185	205	225	250	275	300	325	350	375	400
Q(H)	11.08	18.63	28.99	42.57	59.82	81.15	105.7	138.5	172.7	207.9	243.9	280.6	317.8	355.5
H	425	450	475	500	525	550	575	600	625	675	725	775	825	875
Q(H)	393.6	432.8	473.9	516.8	561.5	608.0	656.4	706.5	758.5	867.7	984.2	1108	1238	1376

H	H <= 203	203 < H <= 426	426 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	1.170	2.388	4.340	2.844

Tableau 5.3.8.B : barème d'étalonnage de la station de Balabori pour l'ancienne échelle, de l'origine de la station au 31/12/1989, et erreur type du débit calculé Q(H)

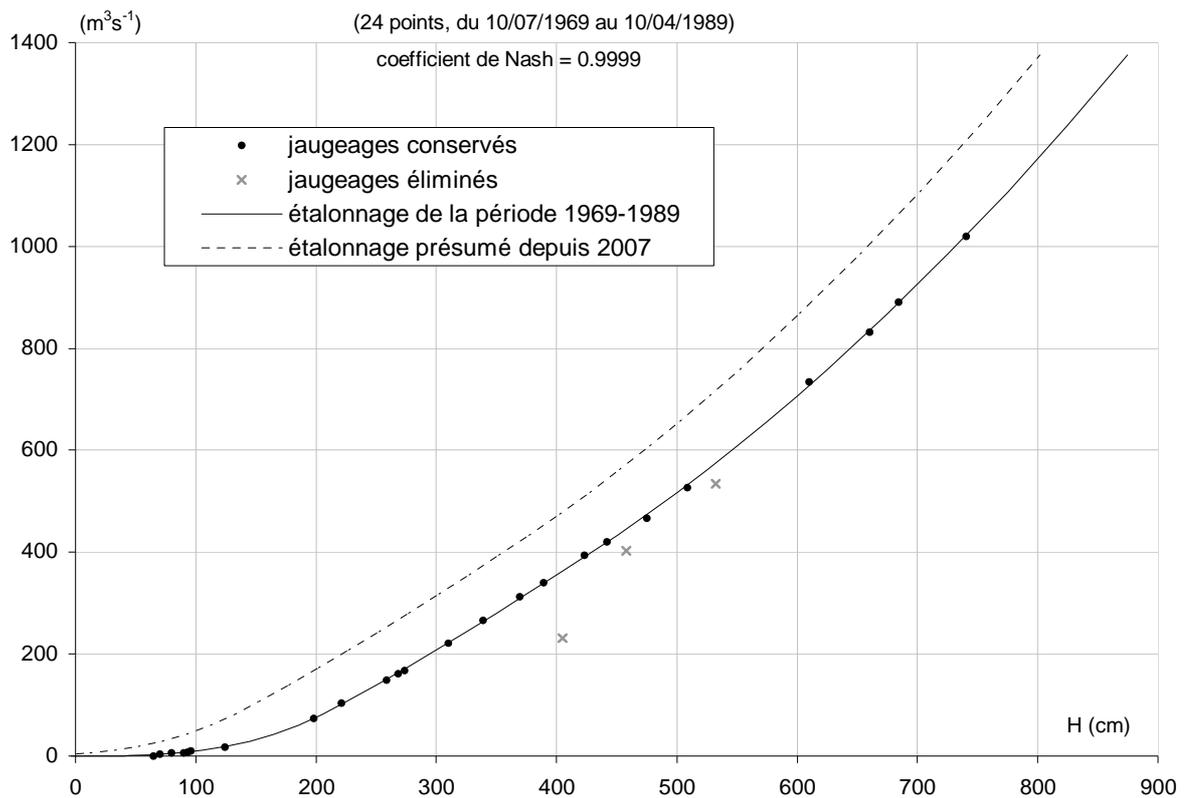


Figure 5.3.8.C : étalonnage de la station de Balabori pour l'ancienne échelle, de l'origine de la station au 31/12/1989

5.3.9 Le Bafing à Boureya

Coordonnées géographiques : 10°44'W, 11°45'N

B.V. = 14 800 km²

5.3.9.1 Données

La base de données contient pour cette station des relevés de niveau stockés sous le capteur I1, pour les périodes du 18/04/1969 au 01/01/1974 et du 09/07/2009 au 21/06/2010 (enregistrements limnigraphiques en 1969 et 1970 et lectures d'échelle ensuite). On dispose également des niveaux transmis par la DNH de Guinée, pour les périodes du 01/11/1970 au 01/01/1974 et du 01/04/2007 au 30/09/2010. Sur leurs périodes communes, les deux séries présentent des valeurs concordantes.

La superposition du limnigramme de la station avec ceux de Balabori et Daka Saidou permet de détecter facilement certaines séquences de niveau douteux pour Boureya, éliminés ici (tab. A-2).

On combine finalement les relevés du capteur I1 du 18/04/1969 au 25/04/1973 avec ceux de la DNH du 01/04/2007 au 30/09/2010 pour obtenir une série opérationnelle la plus complète possible, stockée sous le capteur I-Op. Cette série, qui ne couvre assez bien que les années hydrologiques 1970, 2007, 2009 et 2010 (fig. 5.3.9.A), présente donc une lacune

d'observation de plus de 30 ans, de 1974 à 2006. D'un point par jour de 1969 à 1973 (deux pendant la crue de 1970), la fréquence des relevés passe ensuite à deux points par jour à partir de 2007, puis trois points par jour à partir de 2009.

Les niveaux relevés à Boureya sont liés à ceux de Daka Saidou par une relation assez étroite, qui semble stable sur l'ensemble de la période observée. Il est donc probable qu'ils se réfèrent tous à une même échelle, dont l'altitude du zéro n'a pas (ou très peu) varié entre 1969 et 2010.

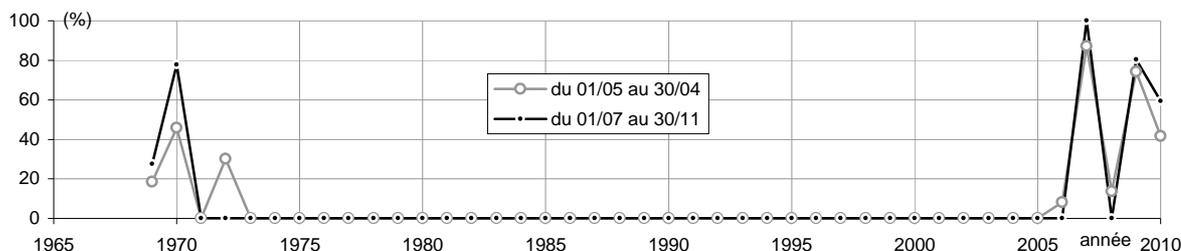


Figure 5.3.9.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Boureya

La base de données dispose par ailleurs pour la station de 29 résultats de jaugeages, tous réalisés en 1970 (tab. 5.3.9.A). Toutes les cotes jaugées s'accordent très bien avec les cotes observées, sauf celle du 30/08/1970, légèrement décalée.

N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	N°	date	H (cm)	Q (m³/s)
1	23/05/1970	19	10	11	24/07/1970	201	309	21	01/09/1970	483	1280
2	09/06/1970	58	45	12	26/07/1970	254	469	22	02/09/1970	496	1300
3	16/06/1970	72	61	13	27/07/1970	229	401	23	14/09/1970	390	928
4	17/06/1970	79	62	14	18/08/1970	420	1030	24	23/09/1970	304	639
5	07/07/1970	63	48	15	20/08/1970	440	1120	25	25/09/1970	280	558
6	12/07/1970	93	93	16	23/08/1970	404	995	26	26/09/1970	266	517
7	13/07/1970	106	105	17	24/08/1970	374	903	27	29/09/1970	252	498
8	17/07/1970	147	138	18	25/08/1970	352	806	28	05/10/1970	229	389
9	20/07/1970	135	97	19	30/08/1970	452	1170	29	12/10/1970	198	317
10	22/07/1970	162	195	20	31/08/1970	442	1080				

Tableau 5.3.9.A : mesures de débit effectuées à Boureya (gris : éliminé ; italique : discordance entre cote jaugée et cote observée)

5.3.9.2 Tarage

Les points jaugés Q(H) s'alignent parfaitement et permettent d'établir un unique étalonnage bijectif, assez précis (tab. 5.3.9.B, fig. 5.3.9.B). Celui-ci peut être considéré comme fiable sur l'ensemble du marnage.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 5.357485E-003 * (H + 10.000)^{2.04680} \quad \text{si } H < 199.591$$

$$Q(H) = 2.943337E+000 * (H - 199.172)^{1.02370} + 301.033 \quad \text{si } 199.591 < H < 413.146$$

$$Q(H) = 5.119060E-001 * (H - 150.544)^{1.29467} + 322.204 \quad \text{si } H > 413.146$$

H	-50	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Q(H)	0	0.0000	0.1444	0.5967	1.368	2.466	3.893	5.654	7.751	10.19	12.96	16.08	19.55	23.36
H	55	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	170	190	210
Q(H)	27.52	32.03	42.09	53.57	66.46	80.78	96.52	113.7	132.3	152.4	173.9	221.3	274.6	334.8
H	230	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550
Q(H)	399.5	465.2	548.3	632.1	716.4	801.0	886.0	971.3	1057	1145	1235	1327	1421	1517

H	H ≤ 200	200 < H ≤ 413	413 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	20.96	11.37	19.42	17.27

Tableau 5.3.9.B : barème d'étalonnage de la station de Boureya et erreur type du débit calculé Q(H)

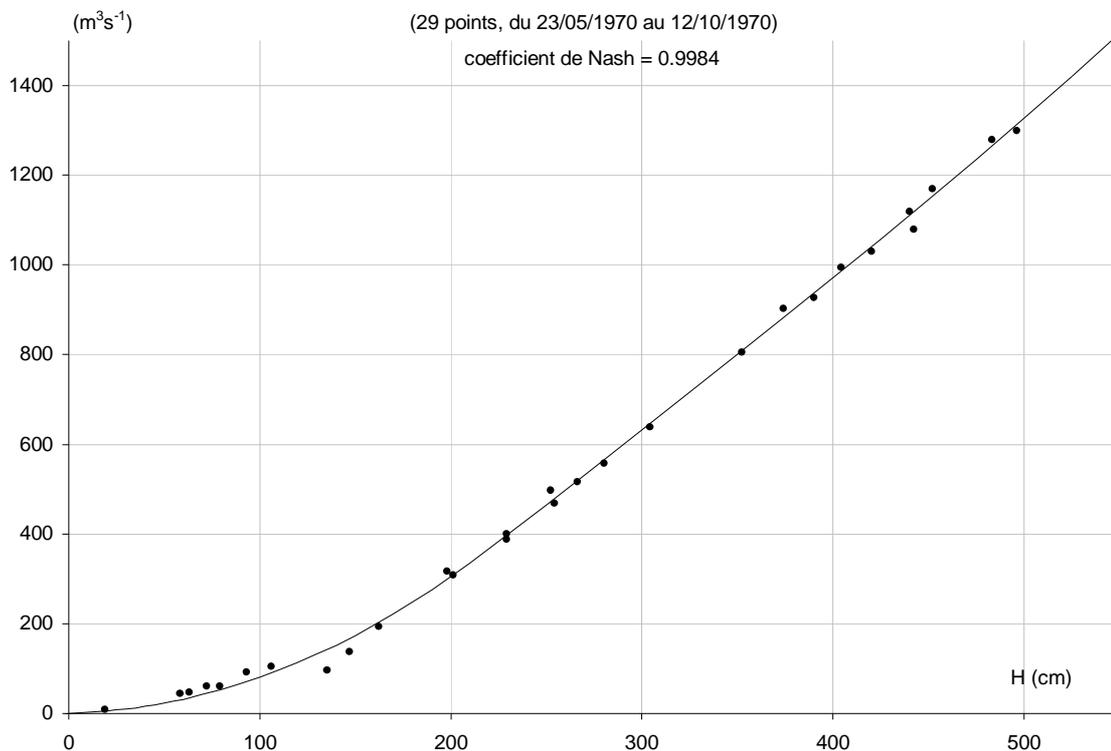


Figure 5.3.9.B : étalonnage de la station de Boureya, valable depuis l'origine de la station.

5.3.10 Le Bafing à Daka Saidou

Coordonnées géographiques : 10°37' W ; 11°57' N

B.V. = 15 700 km²

5.3.10.1 Données

La base de données contient pour Daka Saidou des relevés de niveau allant du 27/05/1952 au 11/10/2010, tous stockés sous le capteur I1. Ces relevés correspondent pour la plupart à des lectures d'échelle, mais aussi à des enregistrements limnigraphiques (en 1986 et surtout

de 1990 à 1994), ainsi qu'à certaines valeurs reconstituées (entre 1954 et 1994) qui apparaissent globalement bien calculées, en première analyse.

L'ensemble des cotes est homogène et se réfère à un zéro situé à l'altitude 307.42 m.

La vérification des relevés n'appelle que quelques corrections de fautes de frappe et la suppression de certaines valeurs jugées mal reconstituées en 1963 (Tab. A-3)

Hormis les années hydrologiques 1961 et 1989, la période observée est bien couverte par les relevés, surtout pendant les crues (fig. 5.3.10.A). Avant 1989, la fréquence des relevés est d'un point par jour, sauf pendant les périodes de crue des années 1965 à 1973 où elle est de deux points par jour. Elle passe à deux points par jour à partir de 1989, puis à trois points par jour à partir d'avril 2003.

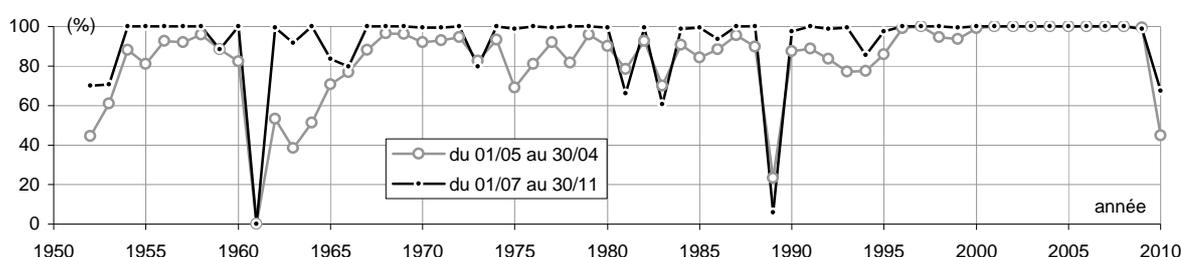


Figure 5.3.10.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Daka Saidou

La base de données dispose de 51 mesures de débit (tab. 5.3.10.A) effectuées à Daka Saidou, qui reprennent bien celles de Rochette et al (1974). Parmi ces mesures, 36 concernent l'année 1955 et une seule (de basses eaux) est effectuée entre 1956 et 1967. Aucune mesure n'est faite de 1972 à 1979 et la plus récente date de 1983. Seuls deux jaugeages, effectués en 1969, sont discordants en cote avec la série des niveaux observés. L'un est éliminé, l'autre conservé.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	27/04/1955	70	34.6	18	02/09/1955	444	957	35	20/11/1955	190	250
2	29/04/1955	73	43.5	19	03/09/1955	420	994	36	26/11/1955	171	221
3	02/05/1955	72	36	20	05/09/1955	398	831	37	10/04/1963	20	8.9
4	25/07/1955	280	455	21	11/09/1955	451	965	38	23/04/1968	39	13.3
5	27/07/1955	348	646	22	12/09/1955	453	946	39	08/05/1968	55	26.3
6	28/07/1955	478	1100	23	15/09/1955	416	856	40	28/05/1968	73	49
7	29/07/1955	651	2120	24	10/10/1955	391	797	41	03/07/1968	95	70
8	02/08/1955	602	1570	25	15/10/1955	330	653	42	31/07/1968	355	632
9	03/08/1955	584	1600	26	16/10/1955	321	666	43	06/06/1969	50	25
10	06/08/1955	553	1380	27	18/10/1955	305	527	44	16/06/1969	23	4
11	08/08/1955	448	1020	28	26/10/1955	290	489	45	10/07/1969	203	270
12	09/08/1955	422	931	29	02/11/1955	285	469	46	22/07/1969	124	47
13	10/08/1955	408	838	30	08/11/1955	264	427	47	15/06/1971	42	9.5
14	18/08/1955	507	1160	31	10/11/1955	250	394	48	29/05/1980	32	8.3
15	23/08/1955	475	1090	32	12/11/1955	234	367	49	19/03/1981	30	7.23
16	25/08/1955	488	1110	33	14/11/1955	220	318	50	21/05/1982	18	3.99
17	27/08/1955	463	1030	34	17/11/1955	203	279	51	21/04/1983	10	2.12

Tableau 5.3.10.A : mesures de débit du Bafing à Daka Saidou (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote)

5.3.10.2 Tarage

Les débits mesurés permettent de tracer une unique courbe d'étalonnage (tab. 5.3.10.B et fig. 5.3.10.B), sans ambiguïté jusqu'à la cote 500 cm. La disposition des seuls quatre points situés au-delà de cette cote nous force à reconnaître une certaine incertitude du tracé pour les hautes eaux. L'étalonnage peut donc être considéré comme fiable jusqu'à la cote 300 cm, assez fiable entre 300 et 550 cm et assez peu fiable au-delà de 550 cm. Il nécessite une extrapolation d'environ 120 cm au dessus de la plus forte cote jaugée (651 cm en 1955) pour traduire en débit la plus forte cote observée (770 cm en 1958). L'absence de mesure de débit depuis presque 30 ans est par ailleurs un point négatif qui ne permet pas de garantir la validité actuelle de l'étalonnage.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 8.423345E-004 \times (H + 14.789)^{2.41956} \quad \text{si } H < 78.710$$

$$Q(H) = 1.154158E-001 \times (H - 20.975)^{1.49406} \quad \text{si } 78.710 < H < 459.619$$

$$Q(H) = 5.892280E-006 \times (H - 15.704)^{3.00000} + 507.251 \quad \text{si } H > 459.619$$

H	-50	-15	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Q(H)	0	0	0.0373	0.5704	1.990	4.519	8.329	13.56	20.35	28.80	39.01	51.09	64.54	79.00
H	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
Q(H)	110.7	145.7	183.7	224.6	268.1	314.0	362.3	412.9	465.5	520.2	576.9	635.5	696.0	758.2
H	400	425	450	475	500	525	550	575	600	650	700	750	800	850
Q(H)	822.2	904.5	989.4	1078	1177	1286	1406	1538	1683	2011	2395	2840	3350	3929

H	H <= 79	79 < H <= 460	460 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	3.471	34.27	58.21	35.32

Tableau 5.3.10.B : barème d'étalonnage de la station de Daka Saidou, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

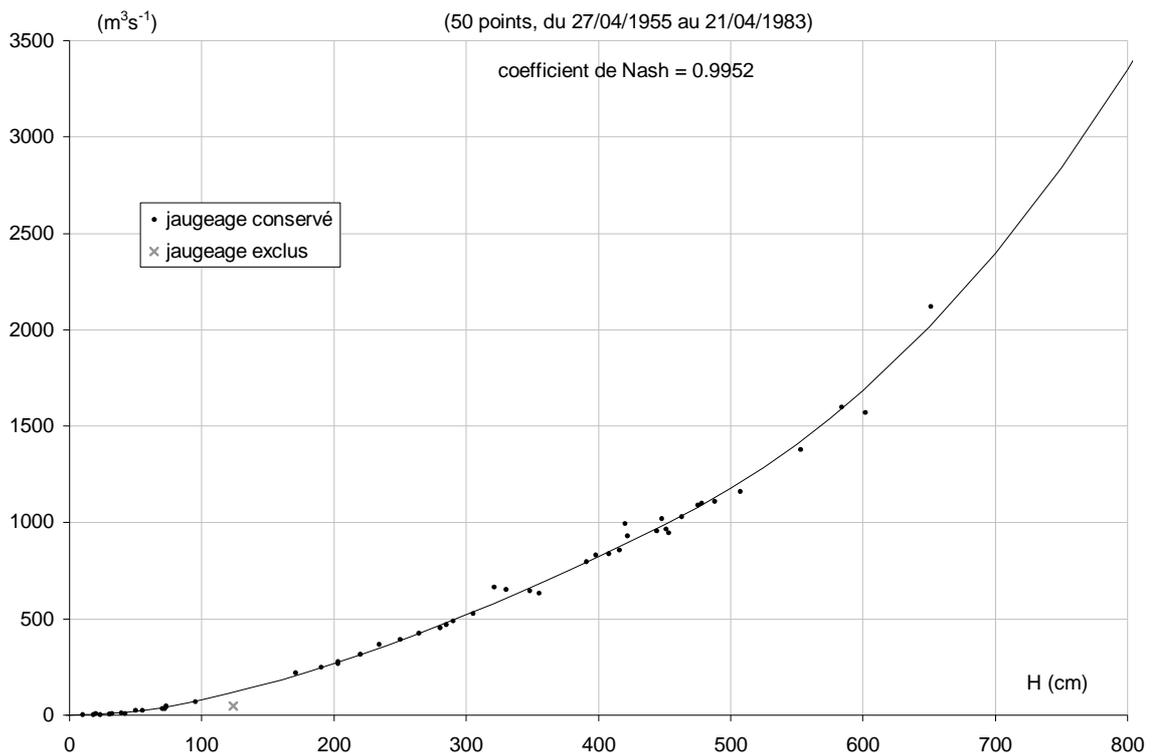


Figure 5.3.10.B : étalonage de la station de Dakka Saidou sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station

5.3.11 Le Bafing à Bafing Makana

Coordonnées géographiques : 10°17' W ; 12°33'N

B.V. = 22 000 km² (valeur trouvée dans la base de données : 21 000 km²)

5.3.11.1 *Données*

La base de données contient pour Bafing Makana des relevés de niveau stockés sous les capteurs I1 (du 01/01/1961 au 11/10/2010) et I2 (du 25/05/1990 au 24/07/1992). Le capteur I1 contient majoritairement des lectures d'échelle mais aussi des enregistrements limnigraphiques (entre 1986 et 1994), ainsi que d'assez nombreuses valeurs reconstituées (entre 1961 et 1993). En première analyse, ces dernières peuvent être considérées pour la plupart comme correctement calculées. Le capteur I2 contient des enregistrements limnigraphiques dont les valeurs, systématiquement inférieures à celles des relevés de I1, présentent par rapport à ces dernières un décalage plus fort en basses eaux qu'en hautes eaux. Seuls les relevés du capteur I1 sont donc utilisés ici.

En première analyse, aucune hétérogénéité n'apparaît dans les relevés, qui se réfèrent tous à un unique zéro d'échelle dont l'altitude n'est pas connue. Leur comparaison avec les relevés des stations voisines (Daka Saidou et Soukoutali) conduit à corriger quelques valeurs et à en supprimer de nombreuses (Tab. A-3), dont certaines valeurs reconstituées. Quelques cotes observées retrouvées dans les fichiers de l'IRD sont réintroduites dans la base à la place de valeurs reconstituées (01/1963 à 31/01/1963, 02/01/1965 à 07/01/1965 et 17/01 à 03/02/1966).

La couverture de la période observée par les relevés est assez faible de 1960 à 1965, assez bonne de 1966 à 1976, très faible de 1977 à 1984 et excellente depuis 1985 (fig. 5.3.11.A). La fréquence des relevés qui est généralement de 2 points par jour de 1960 à 1972 passe ensuite à un point par jour jusqu'en 1988, puis deux points par jour jusqu'en 2002 et enfin trois points par jour à partir de 2003.

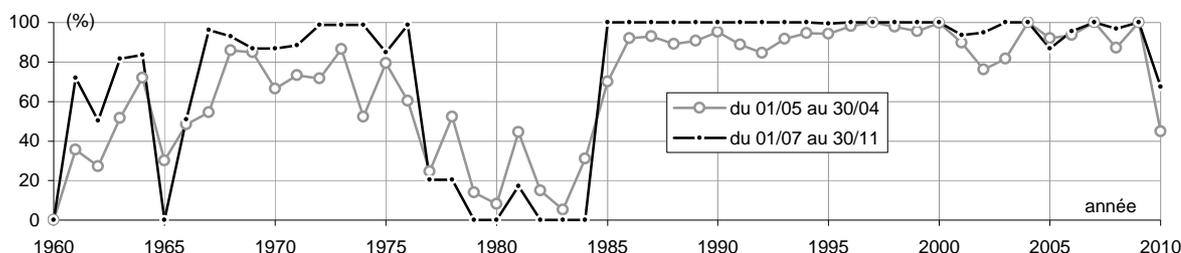


Figure 5.3.11.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Bafing Makana

Dans la base de données ne figurent que 34 jaugeages (tab. 5.3.11.A), tous effectués en 1972 et 1973. Trois de ces jaugeages sont incompatibles en cote avec la série des niveaux observés. Ils sont néanmoins conservés.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	21/06/1972	236	144	13	30/07/1972	588	493	25	02/09/1972	688	754
2	22/06/1972	265	164	14	31/07/1972	641	602	26	03/09/1972	768	1220
3	24/06/1972	298	198	15	03/08/1972	606	505	27	03/09/1972	783	1250
4	10/07/1972	337	220	16	10/08/1972	604	502	28	04/09/1972	797	1460
5	11/07/1972	462	323	17	14/08/1972	612	541	29	05/09/1972	761	1170
6	11/07/1972	402	257	18	14/08/1972	620	546	30	06/09/1972	737	1010
7	12/07/1972	375	247	19	17/08/1972	653	611	31	10/09/1972	718	850
8	13/07/1972	512	391	20	18/08/1972	671	676	32	23/09/1972	680	660
9	14/07/1972	493	379	21	19/08/1972	703	811	33	04/04/1973	10	5
10	17/07/1972	569	464	22	23/08/1972	633	568	34	11/04/1973	21.5	8.6
11	19/07/1972	531	409	23	28/08/1972	696	805				
12	23/07/1972	431	286	24	30/08/1972	712	851				

Tableau 5.3.11.A : mesures de débit du Bafing à Bafing Makana (italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote)

5.3.11.2 Tarage

Les débits mesurés permettent de tracer une unique courbe d'étalonnage (tab. 5.3.11.B et fig. 5.3.11.B), qui doit être extrapolée d'environ 1 mètre au dessus de la plus forte cote jaugée (797 en 1972) pour la traduction en débit de la plus forte cote observée (903 en 2010).

La faible dispersion des points confère à cet étalonnage une grande fiabilité jusqu'à la cote 850 cm. Mais sa période de validité est très incertaine, car il est basé sur des mesures de débit qui ne couvrent que 2 des 50 années d'existence de la station, et dont la plus récente remonte à presque 40 ans.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 3.619858E-001 \times (H - 0.000)^{1.09940} \quad \text{si } H < 364.199$$

$$Q(H) = 3.973205E-002 \times (H - 282.672)^{1.55628} + 199.467 \quad \text{si } 364.199 < H < 617.965$$

$$Q(H) = 1.356591E-002 \times (H - 572.579)^{2.05647} + 503.184 \quad \text{si } H > 617.965$$

H	-50	0	5	10	20	30	40	50	70	90	110	130	150	175
Q(H)	0	0.0000	2.124	4.551	9.751	15.23	20.89	26.70	38.65	50.95	63.53	76.34	89.35	105.8
H	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525
Q(H)	122.6	139.5	156.7	174.0	191.4	209.1	226.8	244.9	265.5	288.6	314.2	341.9	371.8	403.6
H	550	575	600	625	650	675	700	725	750	800	850	900	950	1000
Q(H)	437.3	472.8	510.1	549.8	607.1	688.0	792.8	921.8	1075	1456	1938	2520	3205	3992

H	H <= 364	364 < H <= 618	618 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	3.914	9.281	26.32	18.95

Tableau 5.3.11.B : barème d'étalonnage de la station de Bafing Makana, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

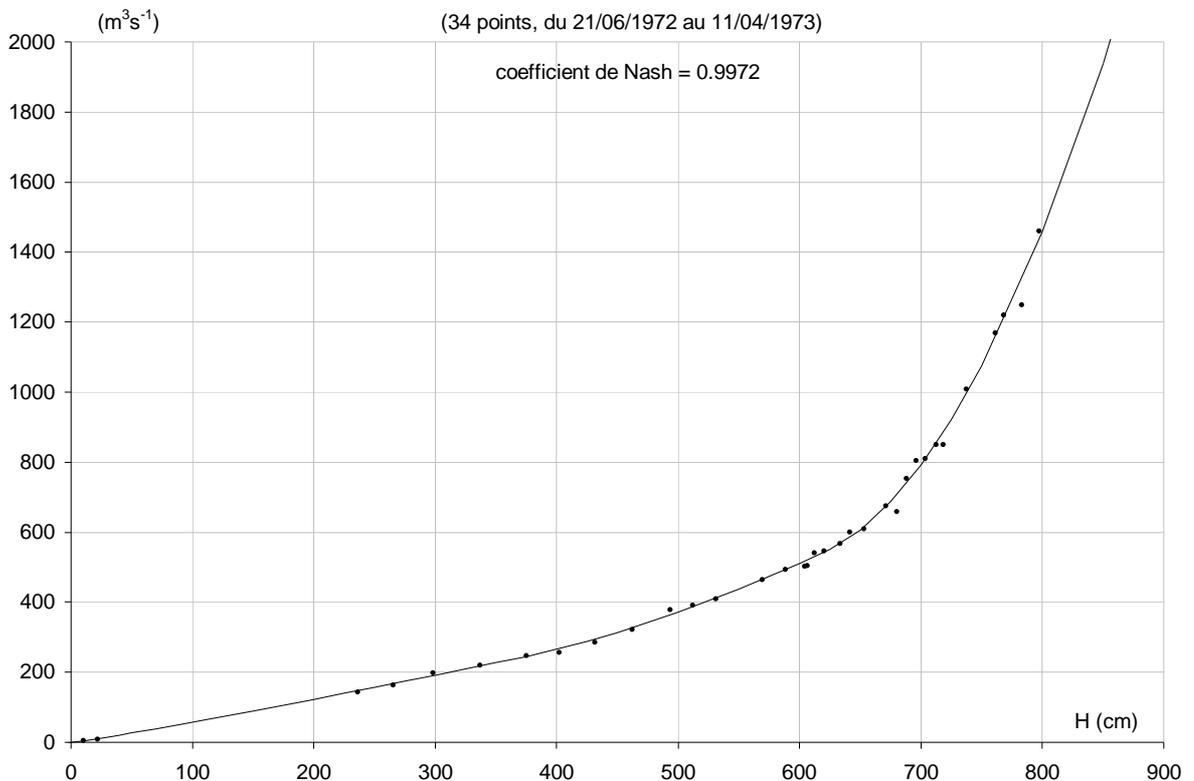


Figure 5.3.11.B : étalonnage de la station de Bafing Makana sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station

5.3.12 Le Bafing à Soukoutali

Coordonnées géographiques : 10°25' W ; 13°12' N

B.V. = 27 800 km²

5.3.12.1 Données

La base de données de l'OMVS contient des relevés de niveau couvrant la période du 02/01/1972 au 31/12/1983 pour Soukoutali, sous le capteur I1. A part trois relevés affectés en 1982 et 1983 d'un code d'origine E (probablement par erreur), tous correspondent à des lectures d'échelle.

Des relevés supplémentaires, issus de la base de données de l'ORSTOM utilisée par Bader (1990), sont par ailleurs disponibles à l'IRD pour les périodes du 01/06/1967 au 01/01/1972 et du 31/05/1975 au 31/08/1975. Ils sont ajoutés aux données de l'OMVS.

L'ensemble de ces données, qui sont homogènes et ne nécessitent quasiment aucune correction /suppression (tab. A-3), couvre bien la période observée, hormis l'année hydrologique 1977 (fig. 5.3.12.A). La fréquence des relevés est d'un point par jour.



Figure 5.3.12.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Soukoutali

Les 30 jaugeages réalisés à Soukoutali en 1967 et 1972 (tab. 5.3.12.A) sont parfaitement cohérents avec la série des niveaux observés.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	06/07/1967	231	198	11	02/08/1967	486	1130	21	10/10/1967	609	1590
2	08/07/1967	231	183	12	26/08/1967	660	1830	22	12/10/1967	580	1500
3	09/07/1967	233	190	13	27/08/1967	715	2140	23	13/10/1967	554	1320
4	13/07/1967	250	251	14	29/08/1967	641	1680	24	14/10/1967	530	1240
5	20/07/1967	262	270	15	05/09/1967	696	2060	25	15/10/1967	501	1150
6	22/07/1967	331	506	16	09/09/1967	679	1910	26	16/10/1967	480	1040
7	23/07/1967	387	715	17	17/09/1967	751	2350	27	17/10/1967	461	925
8	26/07/1967	400	756	18	18/09/1967	750	2300	28	21/10/1967	437	835
9	27/07/1967	430	880	19	19/09/1967	661	1800	29	09/06/1972	110	18.3
10	01/08/1967	442	880	20	01/10/1967	632	1750	30	14/06/1972	202	149

Tableau 5.3.12.A : mesures de débit du Bafing à Soukoutali

5.3.12.2 Tarage

Les jaugeages couvrent presque tout le marnage de la station (plus forte cote jaugée : 751 en 1967 ; plus forte cote observée : 794 en 1974). Ils permettent de tracer très précisément un unique étalonnage (tab. 5.3.12.B et fig. 5.3.12.B). Il faut cependant signaler que certaines analyses menées plus bas permettent d'envisager la possibilité d'une légère surestimation des débits à Soukoutali, que ceux-ci soient calculés à partir de la cote à la station (cf § 8.2.2.2) ou reconstitués à partir des débits observés à Bafing Makana (cf § 8.2.2.4). Ceci pourrait éventuellement s'expliquer par un léger biais de l'étalonnage présenté ici.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$\begin{aligned}
 Q(H) &= 3.855051E-003 * (H - 55.721)^{2.09694} && \text{si } H < 293.388 \\
 Q(H) &= 9.607252E-001 * (H - 156.259)^{1.20989} && \text{si } 293.388 < H < 516.365 \\
 Q(H) &= 1.600337E-003 * (H + 108.668)^{2.10000} && \text{si } H > 516.365
 \end{aligned}$$

H	-50	55	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
Q(H)	0	0.0000	0.0813	1.017	3.096	6.381	10.91	16.73	23.85	32.29	42.09	53.24	65.78	79.70
H	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	425	450
Q(H)	95.03	129.9	170.6	217.1	269.4	327.7	391.8	458.7	527.3	597.5	669.2	742.2	835.3	930.2
H	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
Q(H)	1027	1125	1225	1329	1437	1549	1666	1788	1914	2044	2179	2319	2463	2611

H	H <= 293	293 < H <= 516	516 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	9.228	31.93	32.82	28.75

Tableau 5.3.12.B : barème d'étalonnage de la station de Soukoutali, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

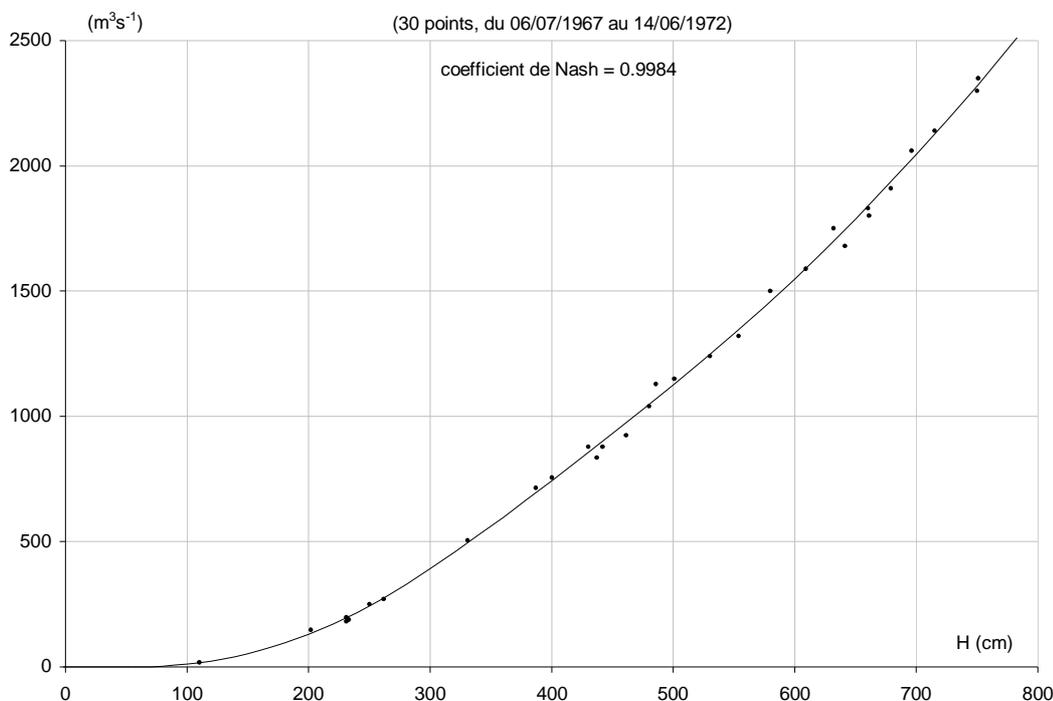


Figure 5.3.12.B : étalonnage de la station de Soukoutali sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station

5.3.13 Le Bafing à Manantali amont

Coordonnées géographiques : 10°25' W ; 13°12' N

B.V. = 27 800 km²

5.3.13.1 *Données*

La banque de données contient les niveaux IGN du plan d'eau relevés une fois par jour à Manantali amont entre le 19/07/1987 et le 12/10/2010, stockés sous le capteur I1. Entre le 15/06/2001 et le 14/09/2010, on dispose par ailleurs de relevés plus fréquents, transmis par la SOGEM/EEM-SA qui les exploite avec le logiciel PROGEMAN (produit par l'IRD lors du POGR, pour l'aide à la gestion en temps réel du barrage).

Après quelques corrections/suppressions peu nombreuses effectuées sur les relevés (tab. A-3), la série de niveau opérationnelle est obtenue en combinant ainsi les deux séries :

- Avant le 15/06/2001 : capteur I1
- A partir du 15/06/2001 : relevés de la SOGEM/EEM-SA, complétés par ceux du capteur I1 uniquement pour les jours sans aucune donnée SOGEM/EEM-SA.

Il existe quelques lacunes d'observation avant l'année hydrologique 1996 (fig. 5.3.13.A), mais celles-ci n'ont généralement aucune gravité du fait de l'évolution lente et régulière du niveau. La lacune la plus importante concerne le mois de juillet 1994, dont les relevés douteux, éliminés, sont aisément reconstitués ici par bilan de volume, à partir des débits observés à Bafing Makana et Manantali aval.

La fréquence des relevés est d'un point par jour, sauf de 2001 à 2004 où elle atteint ou dépasse fréquemment deux points par jour. Entre mars 2002 et mai 2003, on dispose d'un relevé par heure.

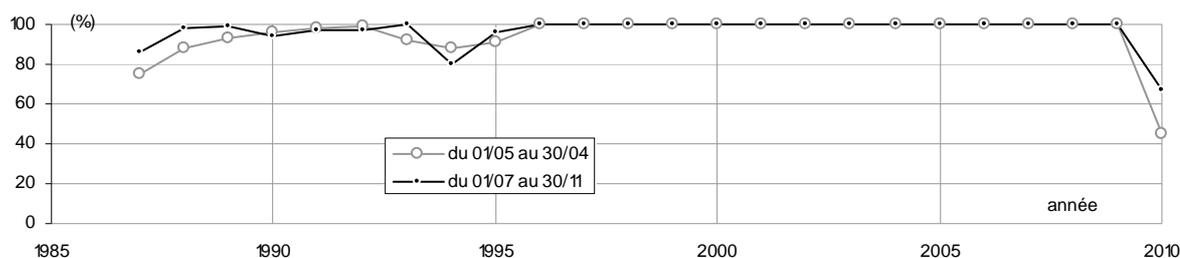


Figure 5.3.13.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Manantali amont

La superficie du plan d'eau dans le réservoir a été mesurée de façon très précise grâce à six images satellitaires exploitées lors du POGR. Réalisées pour des niveaux compris entre 173.97 et 208.31m IGN, ces images couvrent une grande partie de la tranche d'exploitation de l'ouvrage, dont le niveau maximal de sécurité est fixé à 210.50 m IGN.

N°	date	H (m)	S (km ²)	N°	date	H (m)	S (km ²)
1	13/06/1988	173.97	131.3566	4	12/02/1999	204.92	438.4342
2	26/10/1988	188.48	293.0511	5	15/03/2000	205.27	441.7243
3	10/02/1997	193.22	343.5892	6	20/10/2001	208.31	464.3675

Tableau 5.3.13.A : mesures de superficie du plan d'eau à Manantali, réalisées par imagerie satellitaire

5.3.13.2 Relations de cubature du réservoir

La superficie S s'exprime en fonction du niveau H par un polynôme de degré 3, qui recoupe parfaitement les points mesurés (Figure 5.3.13.B). L'intégration de ce polynôme donne la relation entre niveau et volume du réservoir. Ces deux relations sont prolongées vers le bas jusqu'à la cote 170 m. Leur extrapolation par polynôme pour des niveaux inférieurs est effectuée en considérant un volume nul pour la cote 150 (valeur anciennement retenue), et en imposant la dérivabilité de la relation V(H) pour tout le marnage.

Paramétrage des relations de cubature (H en m IGN, S en km², V en km³) :

$$S(H) = -8.2002E-002 * H^2 + 4.1038E001 * H - 4527 \quad \text{si } H > 170$$

$$S(H) = -6.8316E-003 * (H-150)^2 + 3.9268 * (H-150) \quad \text{si } H < 170$$

$$V = -2.7334E-005 * H^3 + 2.0519E-002 * H^2 - 4.527 * H + 311.65 \quad \text{si } H > 170$$

$$V = -2.2772E-006 * (H-150)^3 + 1.9634E-003 * (H-150)^2 \quad \text{si } H < 170$$

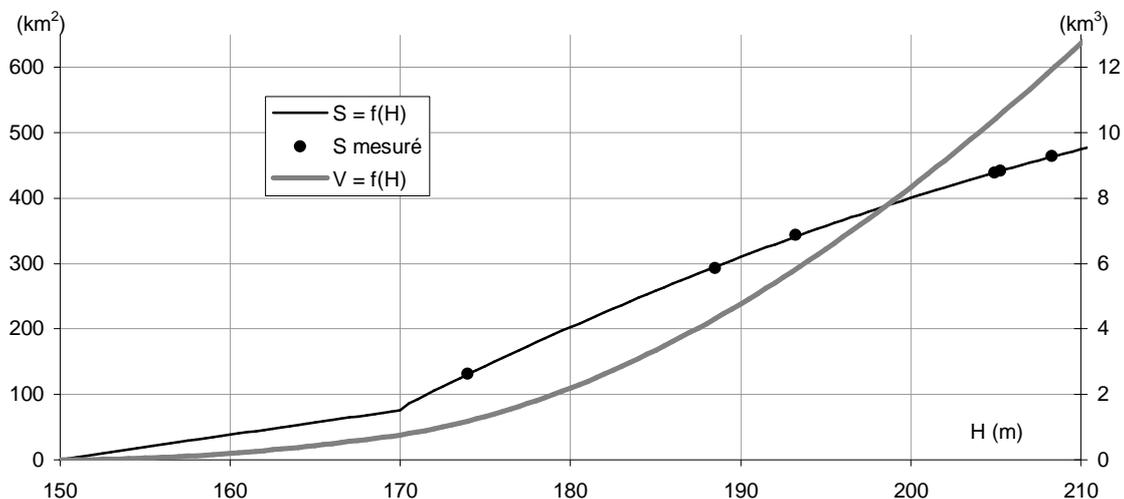


Figure 5.3.13.B : relations niveau/surface/volume du réservoir de Manantali

5.3.14 Le Bafing à Manantali aval

Coordonnées géographiques : 10°25' W ; 13°12' N

B.V. = 27 800 km²

5.3.14.1 Données : niveau observé

La base de données de l'OMVS contient sous le capteur I1 des relevés de niveau effectués à Manantali aval du 01/01/1986 au 30/06/2007. Ceux-ci correspondent à des lectures d'échelle, complétées par des valeurs reconstituées réparties entre 1986 et 1993 ainsi qu'en 1999. Les valeurs antérieures à l'année 1988 sont aberrantes et inexploitables.

On dispose par ailleurs de relevés transmis par la SOGEM/EEM-SA, couvrant la période du 25/06/1986 au 30/11/2010. Ceux-ci sont affectés d'un code d'origine E (enregistrements limnigraphiques) jusqu'au 10/03/1997 puis L (lectures d'échelle) par la suite. Sur les périodes communes, ils sont cohérents avec les relevés de la base de données de l'OMVS (sauf en 1986 et 1987). Tous ces relevés se réfèrent au limnimètre de la DNH, et non pas au limnimètre installé en 1998 par l'IRD en amont du pont routier pour étalonner les vannes du barrage (M. Maïga Chogaïbou, SOGEM/EEM-SA, communication personnelle).

Les relevés de Manantali aval de l'année 1988, quasiment identiques pour la SOGEM/EEM-SA et l'OMVS, sont anormalement élevés par rapport aux relevés ultérieurs. Ainsi, pour un même niveau à Dibia le lendemain, celui de Manantali aval est plus élevé en moyenne de 303 cm en 1988 que les années suivantes. Alors qu'entre le 21/12/1988 et le 05/01/1989, le débit total lâché du barrage demeure constant et égal à 7 m³/s, le niveau relevé à la station passe brutalement de 350 cm le 31/12/1988 à 27 cm le 01/01/1989.

Toujours en comparaison avec les débits lâchés du barrage et les niveaux mesurés à Dibia, les relevés de Manantali aval antérieurs à 1988 (fournis par la SOGEM/EEM-SA) sont également plus élevés que les relevés postérieurs à 1988, mais néanmoins inférieurs à ceux de 1988. Alors que le débit lâché reste constant et égal à 60 m³/s du 08/12/1987 au 05/01/1988, la cote mesurée passe de 160 cm le 14/12/1987 à 415 cm le 01/01/1988.

Les niveaux relevés à Manantali aval se réfèrent donc manifestement à des zéros d'échelle dont l'altitude a varié à deux reprises. Afin de les référencer tous au zéro le plus récent, on leur applique une correction de -73 cm avant 1988 et -328 cm en 1988. Ces valeurs, à confirmer à partir de dossiers de station s'ils existent, sont déduites des sauts de niveau constatés le 01/01/1988 et le 01/01/1989, en l'absence de variation du débit lâché par le barrage. Elles sont corroborées plus loin de façon indirecte, dans la partie consacrée au contrôle des étalonnages des vannes du barrage.

Ces corrections, ainsi que quelques corrections/suppressions isolées (tab. A-3), donnent une série de niveau opérationnelle homogénéisée basée sur les données de la SOGEM/EEM-SA, complétées par celles de l'OMVS pour de multiples valeurs isolées et des séquences plus ou moins longues (principalement : intégralité des années 1990 et 1993 à 1996).

Les relevés couvrent très bien la période observée, de 1986 à 2010. Les seules lacunes d'observation importantes se situent en 1993 et 2003. Les autres lacunes, antérieures à 1993 (fig. 5.3.14.A), sont pour la plupart peu gênantes, car situées pour la plupart en périodes de lâchures constantes. D'un point par jour jusqu'en 1996, la fréquence des relevés passe à deux points par jour à partir de janvier 1997, puis trois points par jour à partir de décembre 1997 (sauf septembre 2003 à février 2004 : un point par jour).

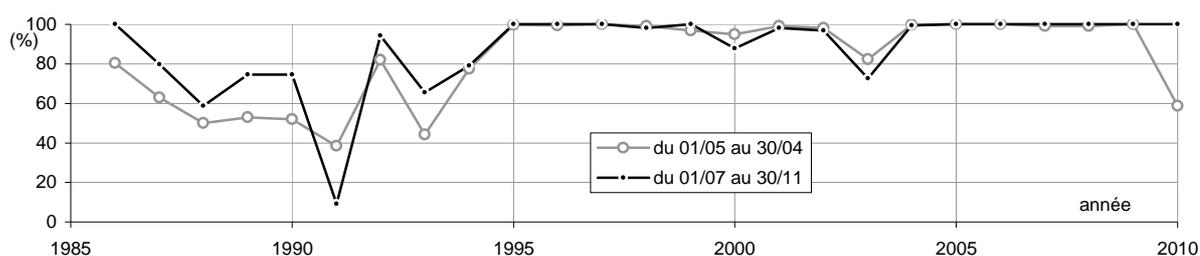


Figure 5.3.14.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Manantali aval

5.3.14.2 Données : débit mesuré à l'aval immédiat du barrage

La base de données contient les résultats de 24 jaugeages réalisés à l'aval immédiat du barrage de Manantali. Ces mesures, effectuées dans le cadre du POGR entre 1998 et 2001, étaient surtout destinées à contrôler l'étalonnage théorique des vannes de vidange de l'ouvrage.

Il a été constaté (POGR, 1999a) qu'après modification de l'ouverture des vannes, le niveau Hv relevé à l'échelle DNH de Manantali aval peut évoluer pendant plusieurs heures avant de se stabiliser à une nouvelle valeur. Certains jaugeages ont de ce fait été réalisés sur des laps de temps pendant lesquels ce niveau a considérablement varié, ce qui rend leur interprétation assez délicate. Pour palier ce problème, une nouvelle échelle a été installée plus près du barrage afin d'y mesurer un niveau Hm se stabilisant beaucoup plus vite. Malheureusement, cette échelle n'a apparemment été lue que pendant 8 mesures de débit réalisées en 1998 et n'a pas été suivie depuis.

Dans la base de données, les cotes indiquées en début et fin de jaugeage correspondent à Hv jusqu'au 20/09/1998, Hm ensuite et enfin Hv à partir du 17/02/1999. Les résultats de jaugeage donnés dans le tableau 5.3.14.A sont vérifiés à partir des rapports du POGR (1999a), où l'on constate une confusion entre Hm et Hv pour le 01/10/1998, corrigée ici. Toutes les cotes Hv jaugées sont conformes aux relevés de la station, sauf pour les quatre jaugeages réalisés entre le 26 et le 28/09/1998.

N°	Début du jaugeage		Fin du jaugeage			date moyenne	cote moyenne			
	date	Hv (cm)	Hm (cm)	date	Hv (cm)		Hm (cm)	Hv (cm)	Hm (cm)	Q (m ³ /s)
1	08/09/1998 08:35	505		08/09/1998 12:27	403	08/09/1998 10:31	454		1150	-633
2	08/09/1998 15:40	370		08/09/1998 18:27	365	08/09/1998 17:03	367.5		888	-43
3	09/09/1998 12:12	125		09/09/1998 16:12	85	09/09/1998 14:12	105		34.3	-240
4	10/09/1998 09:00	70		10/09/1998 11:56	72	10/09/1998 10:28	71		30.3	16
5	11/09/1998 15:00	74		11/09/1998 18:40	76	11/09/1998 16:50	75		31.5	13
6	12/09/1998 09:46	52		12/09/1998 11:52	63	12/09/1998 10:49	57.5		33.9	126
7	14/09/1998 09:10	43		14/09/1998 12:19	60	14/09/1998 10:44	51.5		28.9	130
8	14/09/1998 15:02	66		14/09/1998 18:05	71	14/09/1998 16:33	68.5		31.1	39
9	15/09/1998 15:19	62		15/09/1998 17:35	71	15/09/1998 16:27	66.5		26	95
10	16/09/1998 15:15	65		16/09/1998 17:20	70	16/09/1998 16:17	67.5		26.4	58
11	18/09/1998 15:30	69		18/09/1998 18:15	72	18/09/1998 16:52	70.5		27.3	26
12	19/09/1998 15:25	74		19/09/1998 17:55	75	19/09/1998 16:40	74.5		26.3	10
13	20/09/1998 15:57	70		20/09/1998 18:15	72	20/09/1998 17:06	71		29.5	21
14	23/09/1998 09:50	45	14	23/09/1998 12:10	64	23/09/1998 11:00	54.5	14.5	25.6	195
15	26/09/1998 08:10	56	52	26/09/1998 10:35	108	26/09/1998 09:22	82	53.5	84.8	516
16	27/09/1998 08:25	89	73	27/09/1998 11:40	145	27/09/1998 10:02	117	78	139	414

N°	Début du jaugeage			Fin du jaugeage			cote moyenne				
	date	Hv (cm)	Hm (cm)	date	Hv (cm)	Hm (cm)	date moyenne	Hv (cm)	Hm (cm)	Q (m ³ /s)	G (cm/j)
17	28/09/1998 09:20	115	83	28/09/1998 11:18	152	91	28/09/1998 10:19	133.5	87	153	452
18	28/09/1998 11:25	153	91	28/09/1998 13:20	157	93	28/09/1998 12:22	155	92	162	50
19	29/09/1998 09:50	165	104	29/09/1998 12:15	179	113	29/09/1998 11:02	172	108.5	210	139
20	30/09/1998 10:00	185	122	30/09/1998 12:10	197	130	30/09/1998 11:05	191	126	247	133
21	01/10/1998 09:20	200	141	01/10/1998 11:29	<u>213</u>	<u>149</u>	01/10/1998 10:24	206.5	145	311	145
22	17/02/1999 10:00	157					17/02/1999 10:00	157		137	0
23	06/06/2000 09:00	210					06/06/2000 09:00	210		281	0
24	15/03/2001 17:50	150					15/03/2001 17:50	150		126	0

Tableau 5.3.14.A : mesures de débit du Bafing à Manantali aval (Hv : cote à l'échelle DNH située à l'aval du pont routier ; Hm : cote à l'échelle IRD/POGR installée à l'amont du pont ; G : vitesse de variation de Hv (gradient limnimétrique) pendant la durée du jaugeage ; italique : cote jaugée incompatible avec cote observée ; gras : mesure ADCP ; grisé : éliminé ; souligné : valeur corrigée par rapport à la base de données)

5.3.14.3 Données : débits lâchés du barrage

L'essentiel du débit lâché par le barrage de Manantali transite par ses vannes de surface, ses vannes de demi-fond et son usine de production hydroélectrique. La turbine annexe produisant l'énergie consommée par l'ouvrage ne lâche que des débits négligeables.

Le gestionnaire peut à tout moment calculer le débit lâché, grâce à des étalonnages basés soit sur les équations de l'hydraulique, soit sur des résultats obtenus sur modèles réduits :

- Pour l'usine de production hydroélectrique, le débit est calculé sous Excel à partir de la puissance produite mesurée en temps réel, du niveau de plan d'eau amont, des pertes de charge estimées en conduite et des caractéristiques des turbines, en particulier leur colline de rendement. Les caractéristiques utilisées, présentées dans l'étude de VA TECH HYDRO de janvier 2003, sont inchangées depuis le démarrage de la production en 2001 (M Maiga Chogaibou, SOGEM/EEM-SA, communication personnelle).
- Pour les vannes de surface, le débit est calculé en fonction de l'ouverture de celles-ci (pourcentage d'ouverture maximale) et du niveau de plan d'eau amont, à partir de deux étalonnages utilisés successivement. Le premier, décrit dans la notice de la première version du logiciel PROGEMAN (POGR, 2001a), est conforme à la modélisation préconisée dans un extrait de document daté du 04/03/1992 et intitulé "Calcul des débits – vannes de demi-fond et vannes de surface" (auteur probable : société Rhein Ruhr Ingenieur Gesellschaft, Dortmund), transmis en 2000 par M. Abdou Dieme (SOGEM/EEM-SA). Il est utilisé jusqu'en mai 2001. Le second étalonnage, décrit dans la notice de la version finale du logiciel PROGEMAN (POGR, 2002), ne diffère du premier que pour les écoulements en charge. Il est établi par l'IRD sur la base des résultats de modèle réduit transmis en 2002 par la société RRI. Ce second étalonnage est utilisé depuis juin 2001.
- Pour les vannes de demi-fond, le débit est calculé en fonction de la hauteur d'ouverture de celles-ci et du niveau de plan d'eau amont, à partir d'un étalonnage inchangé depuis la construction du barrage. Cet étalonnage, décrit dans la notice du logiciel PROGEMAN (POGR, 2001a, 2002) est conforme à la modélisation préconisée dans le document du 04/03/1992 mentionné ci-dessus pour les vannes de surface.

En pratique, le gestionnaire saisit dans le logiciel PROGEMAN les débits turbinés instantanés, calculés par ailleurs, ainsi que chaque changement de réglage concernant les vannes de surface ou de demi-fond. Ce logiciel d'aide à la gestion en temps réel du barrage interprète l'évolution de ces réglages sous forme de marches d'escalier, pour en déduire le débit lâché instantané des vannes en fonction du niveau, à chaque date de niveau saisi ainsi que juste avant et juste après chaque nouveau réglage. Avant 2000 ou 2001 (début d'utilisation de PROGEMAN par le gestionnaire du barrage), les débits lâchés sont calculés selon toute vraisemblance à partir des étalonnages de vannes mentionnés plus haut, probablement à l'aide d'un tableur numérique.

La base de données du logiciel PROGEMAN transmise par la SOGEM/EEM-SA, contient les débits instantanés et moyens journaliers de chaque organe d'évacuation, du 16/06/2001 au 14/09/2010. Ces débits sont ici recalculés avec PROGEMAN, après correction ou suppression des quelques valeurs fausses de niveau amont signalées dans le tableau A-3. La base de données de l'OMVS contient quant-à elle les valeurs moyennes journalières du débit total lâché par le barrage, du 18/08/1987 au 11/10/2010. A quelques détails près, celles-ci sont tout à fait cohérentes sur la période commune avec la série de la SOGEM/EEM-SA, qu'elles permettent de compléter du 18/08/1987 au 15/06/2001 et du 15/09/2010 au 11/10/2010.

Le débit moyen journalier lâché par le barrage est donc connu, sans aucune lacune, du 18/08/1987 au 11/10/2010, ainsi que sa répartition entre les différentes vannes et les turbines à partir du 16/06/2001. Par ailleurs, on sait que les débits antérieurs à l'installation des turbines sont exclusivement lâchés par les vannes de demi-fond quand le niveau de plan d'eau est inférieur à 202.00m dans le réservoir (seuil d'écoulement des vannes de surface). Enfin, les débits turbinés instantanés sont décrits très précisément depuis le début de la production d'énergie (25/01/2002), avec une valeur toutes les heures depuis le 18/03/2002 (sauf du 15/02/2007 au 13/03/2007 et du 01/02/2008 au 22/04/2008 : 3 valeurs par jour).

5.3.14.4 Tarage

Les variations rapides de niveau H_v observées pendant les jaugeages influencent manifestement les débits mesurés. Bien que les jaugeages effectués soient beaucoup moins nombreux en période d'abaissement qu'en période de rehaussement des eaux, il est possible d'utiliser la méthode du gradient limnimétrique pour établir la relation $Q_0(H)$ du régime permanent, grâce aux valeurs très variées du gradient G observées pendant ces mesures.

On remarque (fig. 5.3.14.B) la cohérence parfaite des débits mesurés par ADCP avec les débits mesurés au moulinet, qui s'alignent tous très bien sur la courbe $Q_0(H_v)$.

L'étalonnage (tab. 5.3.14.B) peut être considéré comme fiable entre les cotes 50 et 450 cm, mais il doit être fortement extrapolé au-delà de la plus forte cote jaugée (454 cm en 1998) pour permettre de traduire la plus forte cote observée (706 cm en 2000). Cette extrapolation est effectuée de façon linéaire à partir de la cote 460 cm. Malgré son excellente précision (erreur type de $6.2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ sur les débits mesurés), il faut utiliser cet étalonnage avec une certaine prudence pour les raisons suivantes :

- La cote H_v varie de plus de 50 cm, et même une fois 100 cm, pendant le déroulement de certains jaugeages. Une telle variation n'est peut-être pas linéaire dans le temps, et il n'est pas certain que la moyenne des cotes observées au début et à la fin de chacun de ces jaugeages soit la plus représentative du débit alors

mesuré. L'étalonnage est donc établi à partir de couples Hv,Q entachés parfois d'une incertitude importante sur Hv.

- Parmi les jaugeages exploités, seuls deux sur 29 sont réalisés en phase d'abaissement des eaux.

Enfin, il est conseillé d'utiliser seulement la relation $Q_0(H_v)$ du régime permanent pour traduire en débit les cotes observées à Manantali aval. L'absence de correction liée au gradient n'entraîne alors, au rythme des modifications d'ouverture des organes d'évacuation du barrage, que des erreurs passant rapidement du positif au négatif, qui s'annulent globalement en l'espace de quelques jours. Pour calculer plus précisément le débit instantané en tenant compte de la correction de gradient, il faudrait disposer de relevés de niveau beaucoup plus fréquents que trois valeurs par jour. Il conviendrait également, pour un tel calcul, de limiter le facteur de correction $(1+K(H_v) \times G)^{0.5}$ dans une gamme compatible avec celle des valeurs observées lors des jaugeages (entre 0.89 et 2.14).

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q_0(H_v) = 1.950E-003 * (H_v + 25.507)^{2.08633} \quad \text{si } H_v \leq 47.9$$

$$Q_0(H_v) = 1.737E-005 * (H_v + 43.222)^{3.00000} + 2.084 \quad \text{si } 47.9 < H_v \leq 203.6$$

$$Q_0(H) = 4.065E-001 * (H - 90.141)^{1.36820} + 0.015 \quad \text{si } 203.6 < H \leq 460.0$$

$$Q_0(H) = 1.326E+003 + 4.90630 * (H - 460.0) \quad \text{si } 460.0 < H$$

$$K(H_v) = 1.274E-007 * H_v^2 - 7.884E-005 * H_v + 1.254E-002 \quad \text{pour } H_v \text{ situé entre 52 et 309}$$

H	-100	-23	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Q0(H)	0	0	0.0685	0.5942	1.678	3.347	5.616	8.500	12.01	16.16	21.19	27.30	34.59	43.16
H	100	110	120	130	140	150	170	190	210	230	250	270	290	310
Q0(H)	53.13	64.58	77.64	92.39	109.0	127.4	170.5	222.5	283.9	350.6	420.9	494.6	571.4	651.0
H	330	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	625	675	725
Q0(H)	733.4	818.3	927.9	1041	1158	1277	1400	1523	1645	1768	1891	2136	2381	2626

H	-100	52	55	60	65	70	75	80	85	105	125	145	165	185
K(H)	0.0088	0.0088	0.0086	0.0083	0.0079	0.0076	0.0073	0.0070	0.0068	0.0057	0.0047	0.0038	0.0030	0.0023
H	205	225	245	265	285	305	309	725						
K(H)	0.0017	0.0012	0.0009	0.0006	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003						

Hv	Hv <= 48	48 < Hv <= 204	204 < Hv	ensemble
erreur type de Q(Hv,G0)		6.60	3.72	6.20

Tableau 5.3.14.B : barèmes d'étalonnage de la station de Manantali aval, valables depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H_v, G) = Q_0(H_v) \times (1 + K(H_v) \times G)^{0.5}$

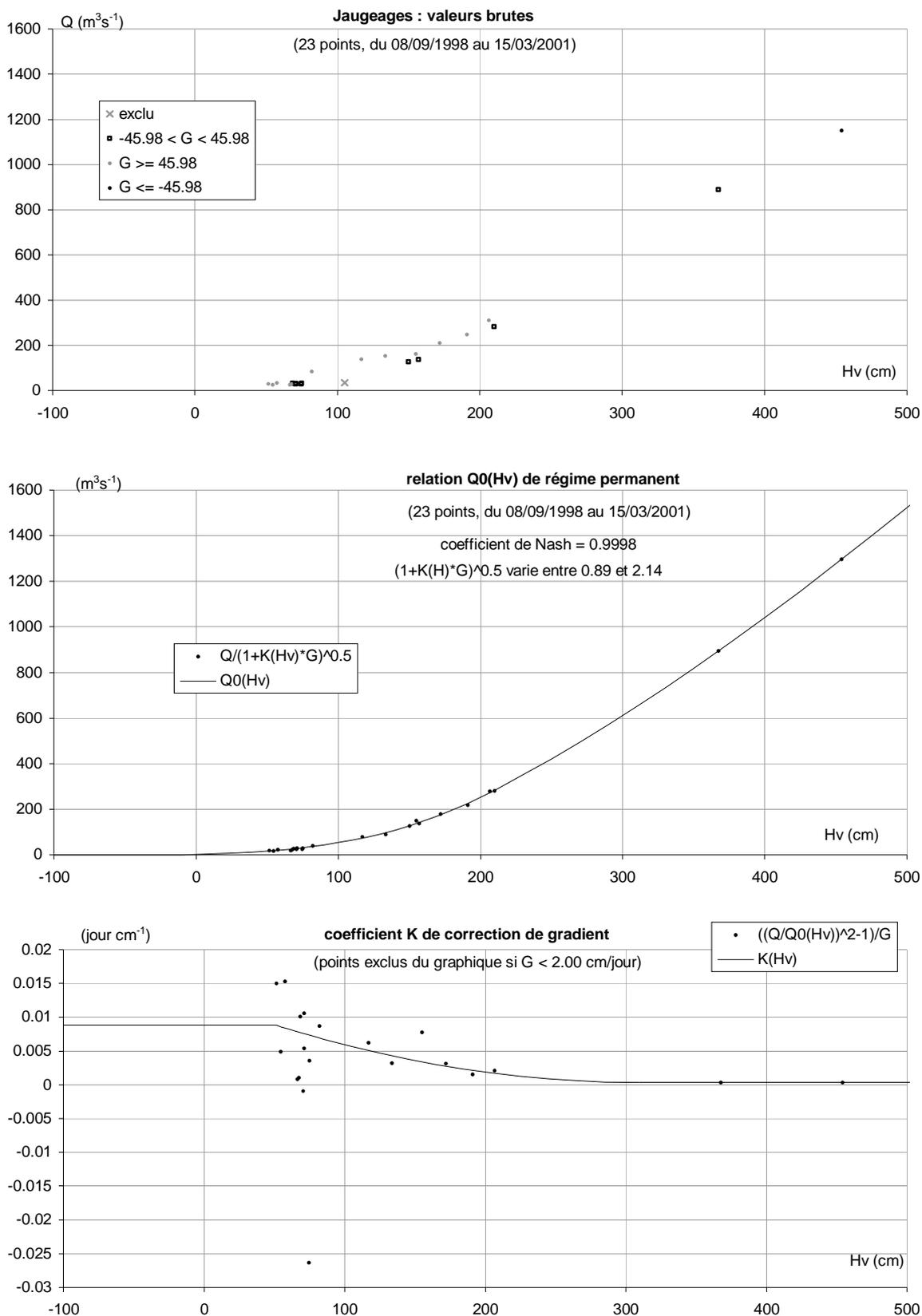


Figure 5.3.14.B : étalonnage de la station de Manantali aval sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station

5.3.14.5 Contrôle des étalonnages des vannes et turbines

Les débits moyens journaliers lâchés du barrage de Manantali, évalués par le gestionnaire à partir des étalonnages des vannes et turbines, peuvent être classés selon les organes d'évacuation utilisés :

- Vannes de surface et/ou de demi-fond exclusivement
- Vannes de surface exclusivement
- Vannes de demi-fond exclusivement
- Turbines exclusivement
- Turbines et vannes

Pour chacune des quatre premières catégories, la figure 5.3.14.C représente la relation observée en moyennes journalières entre la cote à l'échelle de Manantali aval et le débit lâché, comparée à la relation $Q_0(H)$ de régime permanent établie plus haut à partir des jaugeages réalisés entre 1998 et 2001. Les points caractérisant cette relation sont très dispersés, probablement à cause de l'évolution particulière du niveau à l'échelle (variations brutales après chaque manœuvre au barrage, suivies de lentes stabilisations), que la fréquence des relevés (1 point par jour jusque 1996, 2 en 1997 et 3 ensuite) ne permet pas de représenter avec suffisamment de précision. Malgré cela, on constate nettement ce qui suit :

- Sur toute la période 1987-2001, les débits lâchés par les vannes de demi-fond s'accordent très bien avec la relation $Q_0(H)$ en dessous de $1500 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Au-delà de cette valeur, ils sont dans l'ensemble plutôt inférieurs à $Q_0(H)$. L'étalonnage basé sur les jaugeages et celui des vannes de demi-fond paraissent donc se confirmer mutuellement, de façon globale. En outre, ceci corrobore les corrections apportées aux relevés de 1988 et 1989 lors de l'homogénéisation des cotes de Manantali aval.
- Dans la gamme des valeurs observées en 2001 et 2002 (100 à $500 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), les débits lâchés par les vannes de surface sont presque tous inférieurs à $Q_0(H)$, de l'ordre de $50 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ environ. Il se pourrait donc que l'étalonnage de ces vannes sous-estime leur débit, mais ce constat est basé sur des observations peu nombreuses.
- En moyenne, les débits turbinés depuis 2002 sont assez nettement supérieurs à $Q_0(H)$, d'environ $25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Il se pourrait donc que l'étalonnage des turbines surestime leur débit.

Pour être complet, il faut signaler que certaines analyses présentées plus bas permettent d'envisager la possibilité d'une légère sous-estimation globale des débits lâchés par le barrage, estimés à partir des étalonnages d'organes d'évacuation (cf § 8.2.2 : reconstitution du débit naturel à Kayes depuis juillet 1987).

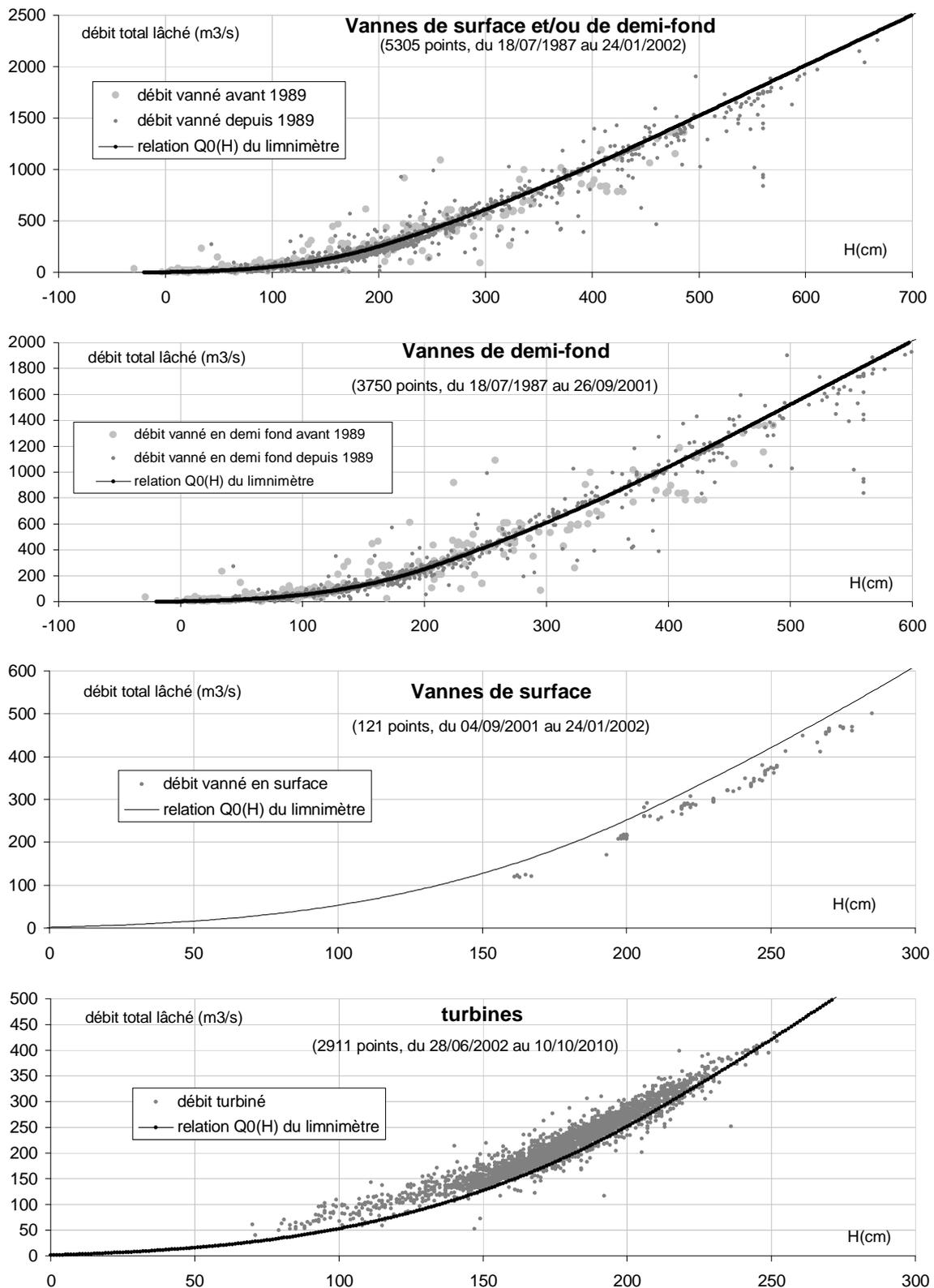


Figure 5.3.14.C : relation en valeurs moyennes journalières, entre la cote homogénéisée à l'échelle de Manantali aval et le débit lâché par le barrage, pour chaque organe d'évacuation. Comparaison avec la relation Q0(H) du régime permanent établie à partir des jaugeages réalisés à l'aval immédiat de l'ouvrage.

Conclusion : En dessous de 500 m³/s, les étalonnages des différentes vannes et des turbines donnent des débits distincts pour une même cote à l'aval du barrage. Cette apparente anomalie pourrait n'être due qu'à un simple détarage de la station de Manantali aval, car elle est constatée à partir d'observations réalisées à des périodes différentes pour les différents organes. Mais en l'absence de détarage et d'après l'étalonnage Q0(H) établi à partir des jaugeages (avec les réserves formulées plus haut à son sujet), il se pourrait que les débits lâchés, globalement corrects pour les vannes de demi-fond, soient sous-estimés pour les vannes de surface et surestimés pour les turbines. La comparaison des débits lâchés en période d'étiage avec ceux de Kayes ne nous ayant pas permis de conclure, il serait souhaitable de mener une campagne de jaugeages à l'aval immédiat du barrage pour confirmer les étalonnages, en prenant soin de la stabilité du débit et de la cote pendant chaque mesure.

5.3.15 Le Bafing à Dibia

Coordonnées géographiques : 10°48' W ; 13°14' N

B.V. = 33 500 km²

5.3.15.1 *Données*

Les relevés de niveau contenus dans la base de données couvrent la période du 01/05/1956 au 31/12/1992 pour le capteur I1 et du 23/05/1990 au 24/07/1990 pour le capteur I2. Ceux de I1 sont des lectures d'échelle jusqu'au 31/12/1988 et des enregistrements limnigraphiques par la suite, complétés par de nombreuses séquences de valeurs reconstituées entre 1956 et 1986, qui semblent a priori bien calculées. Les relevés de I2 sont des enregistrements limnigraphiques ne couvrant qu'une partie de l'année 1990, pour laquelle on ne dispose d'aucune autre donnée. A part deux séquences de valeurs douteuses en 1986 et 1989 (tab. A-3), l'ensemble des relevés de I1 et I2 est conservé pour constituer la série opérationnelle.

Les niveaux réellement observés à Dibia couvrent diversement les années de la période observée (fig. 5.3.15.A). Excepté en 1990, où les enregistrements limnigraphiques de mai à juillet sont très fréquents (jusqu'à 36 points par jour), les relevés sont faits une fois par jour de façon générale et deux fois par jour en période de crue avant 1973.

La comparaison avec les niveaux observés aux stations voisines ne fait apparaître aucune hétérogénéité dans les relevés de Dibia, qui selon toute vraisemblance se réfèrent à un unique zéro d'échelle. On remarque que ces relevés sont cohérents avec la série homogénéisée obtenue par Bader (1990), qui avait appliqué une correction de +100 cm aux données brutes de la station sur les séquences du 01/04/1967 au 18/07/1968 et du 01/05/1969 au 28/02/1973.

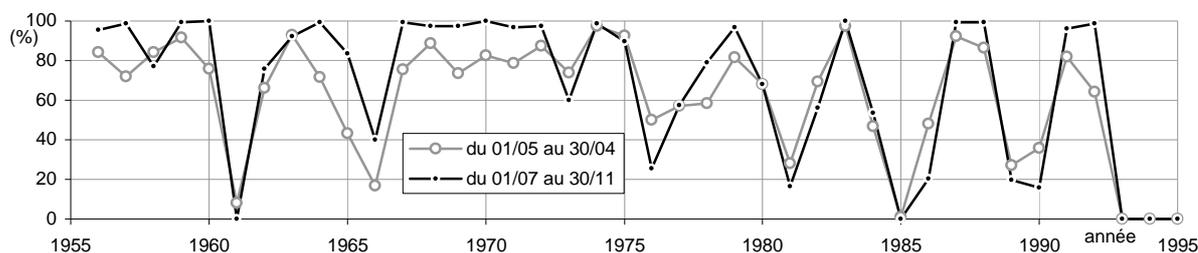


Figure 5.3.15.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Dibia

La base de données contient les résultats de 76 jaugeages réalisés à Dibia entre 1963 et 1979 (tab. 5.3.15.A). La date du jaugeage de rang 2 (19/02/1968) est corrigée ici d'après la date indiquée par Rochette (1974) pour cette mesure : 19/02/1965. Par ailleurs, les cotes jaugées contenues dans la base pour les années 1963 à 1971, qui sont inférieures d'un mètre aux cotes opérationnelles homogènes de la station, sont corrigées ici de +100 cm. Après quoi, seul le jaugeage du 21/09/1970, néanmoins conservé, présente une cote incompatible avec la série opérationnelle.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	08/04/1963	<u>106</u>	13.8	27	05/10/1970	<u>415</u>	668	53	08/10/1971	<u>365</u>	538
2	<u>19/02/1965</u>	<u>140</u>	40	28	07/10/1970	<u>384</u>	576	54	10/10/1971	<u>342</u>	500
3	17/04/1968	115	17	29	09/10/1970	<u>367</u>	565	55	11/10/1971	<u>331</u>	470
4	11/06/1968	162	75	30	13/10/1970	<u>340</u>	461	56	12/10/1971	<u>323</u>	420
5	30/12/1968	<u>166</u>	103	31	30/07/1971	<u>298</u>	331	57	19/10/1971	<u>309</u>	399
6	12/07/1970	<u>145</u>	60	32	02/08/1971	<u>441</u>	856	58	22/10/1971	<u>289</u>	361
7	17/07/1970	<u>213</u>	192	33	03/08/1971	<u>559</u>	1210	59	24/10/1971	<u>283</u>	349
8	21/07/1970	<u>236</u>	203	34	04/08/1971	<u>534</u>	1110	60	26/10/1971	<u>271</u>	316
9	24/07/1970	<u>267</u>	309	35	06/08/1971	<u>518</u>	1030	61	29/10/1971	<u>259</u>	301
10	25/07/1970	<u>301</u>	377	36	12/08/1971	<u>627</u>	1500	62	29/09/1979	334	437
11	27/07/1970	<u>335</u>	488	37	12/08/1971	<u>654</u>	1590	63	30/09/1979	367	540
12	28/07/1970	<u>389</u>	600	38	13/08/1971	<u>714</u>	1870	64	05/10/1979	324	383
13	30/07/1970	<u>350</u>	491	39	20/08/1971	<u>525</u>	1150	65	16/10/1979	273	267
14	02/08/1970	<u>463</u>	905	40	21/08/1971	<u>767</u>	2150	66	17/10/1979	295	361
15	02/08/1970	<u>488</u>	926	41	21/08/1971	<u>827</u>	2480	67	18/10/1979	311	361
16	03/08/1970	<u>556</u>	1170	42	22/08/1971	<u>916</u>	3040	68	27/10/1979	281	303
17	04/08/1970	<u>511</u>	1000	43	23/08/1971	<u>809</u>	2300	69	28/10/1979	274	277
18	13/08/1970	<u>595</u>	1330	44	13/09/1971	<u>576</u>	1210	70	30/10/1979	262	254
19	13/08/1970	<u>633</u>	1500	45	14/09/1971	<u>548</u>	1120	71	02/11/1979	249	235
20	14/08/1970	<u>702</u>	1760	46	19/09/1971	<u>603</u>	1360	72	03/11/1979	246	222
21	15/08/1970	<u>658</u>	1530	47	26/09/1971	<u>496</u>	921	73	04/11/1979	254	229
22	21/08/1970	<u>750</u>	1950	48	27/09/1971	<u>477</u>	815	74	05/11/1979	278	289
23	17/09/1970	<u>604</u>	1340	49	28/09/1971	<u>456</u>	822	75	07/11/1979	276	278
24	19/09/1970	<u>640</u>	1480	50	03/10/1971	<u>416</u>	692	76	14/11/1979	228	191
25	21/09/1970	<u>548</u>	1130	51	05/10/1971	<u>385</u>	552				
26	30/09/1970	<u>452</u>	759	52	07/10/1971	<u>375</u>	567				

Tableau 5.3.15.A : mesures de débit du Bafing à Dibia (italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; souligné : valeur corrigée par rapport à la base de données ; grisé : jaugeage exclu)

5.3.15.2 Tarage

Le bon alignement de l'ensemble des points Q(H) corrobore la correction de +100 cm effectuée sur les cotes jaugées de 1963 à 1971. A priori, il permet le tracé d'un unique étalonnage, qui doit être extrapolé d'environ 130 cm au-delà de la plus forte cote jaugée (916 cm) pour couvrir l'ensemble du marnage observé à la station (33 à 1049 cm).

L'examen détaillé des jaugeages montre que pour une même cote, les débits mesurés en basses eaux en 1979 sont globalement inférieurs à ceux des années 1968 à 1971. Par ailleurs, les jaugeages publiés par Rochette et al (1974) pour la station toute proche de Deguerre, ainsi que la relation moyenne établie par ces auteurs entre les cotes de Dibia et Deguerre, permettent d'ajouter quatre jaugeages fictifs de basses eaux pour la station de Dibia : 327 cm et 415 m³/s le 29/07/1951 ; 342 cm et 457 m³/s le 29/11/1951 ; 279 cm et 266 m³/s le 15/12/1951 ; 218 cm et 147 m³/s le 15/01/1952. Or il se trouve que ces quatre jaugeages sont parfaitement compatibles avec les jaugeages de basses eaux réalisés à Dibia en 1979. Comme par ailleurs l'analyse de la propagation des débits entre Bafing Makana et Dibia ne laisse présumer aucun détarage à la station de Dibia, on décide ici d'écarter huit débits de basses eaux mesurés entre 1968 et 1971, jugés trop élevés, pour définir un unique étalonnage pour Dibia (tab. 5.3.15.B et fig. 5.3.15.B). La chronique de débit obtenue avec cet étalonnage, additionnée aux débits du Bakoye à Oualia, est quasiment confondue en basses eaux avec celle du Sénégal à Galougo, ce qui justifie le choix des jaugeages exclus de l'analyse.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 3.103631E-003 * (H - 64.839)^{2.15000} \quad \text{si } H < 218.906$$

$$Q(H) = 4.124474E-001 * (H - 125.150)^{1.30836} \quad \text{si } 218.906 < H < 400.000$$

$$Q(H) = 1.176993E-001 * (H - 88.629)^{1.49666} + 6.187 \quad \text{si } 400.000 < H < 641.738$$

$$Q(H) = 4.693302E-003 * (H - 271.210)^{2.02399} + 762.683 \quad \text{si } H > 641.738$$

H	60	65	70	75	80	85	90	100	110	120	130	140	150	160
Q(H)	0	0.0001	0.1058	0.454	1.073	1.980	3.188	6.545	11.210	17.234	24.658	33.52	43.84	55.66
H	180	200	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425	450	475
Q(H)	83.88	118.36	159.2	204.5	252.3	302.4	354.5	422.2	492.6	565.4	640.6	718.3	799.0	882.5
H	500	525	550	575	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050
Q(H)	968.7	1058	1149	1243	1339	1539	1761	2010	2288	2594	2929	3291	3683	4102

H	H ≤ 219	219 < H ≤ 400	400 < H ≤ 642	642 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	5.680	19.541	39.21	38.67	29.78

Tableau 5.3.15.B : barème d'étalonnage de la station de Dibia, valable depuis l'origine de la station au 31/05/1979, et erreur type du débit calculé Q(H)

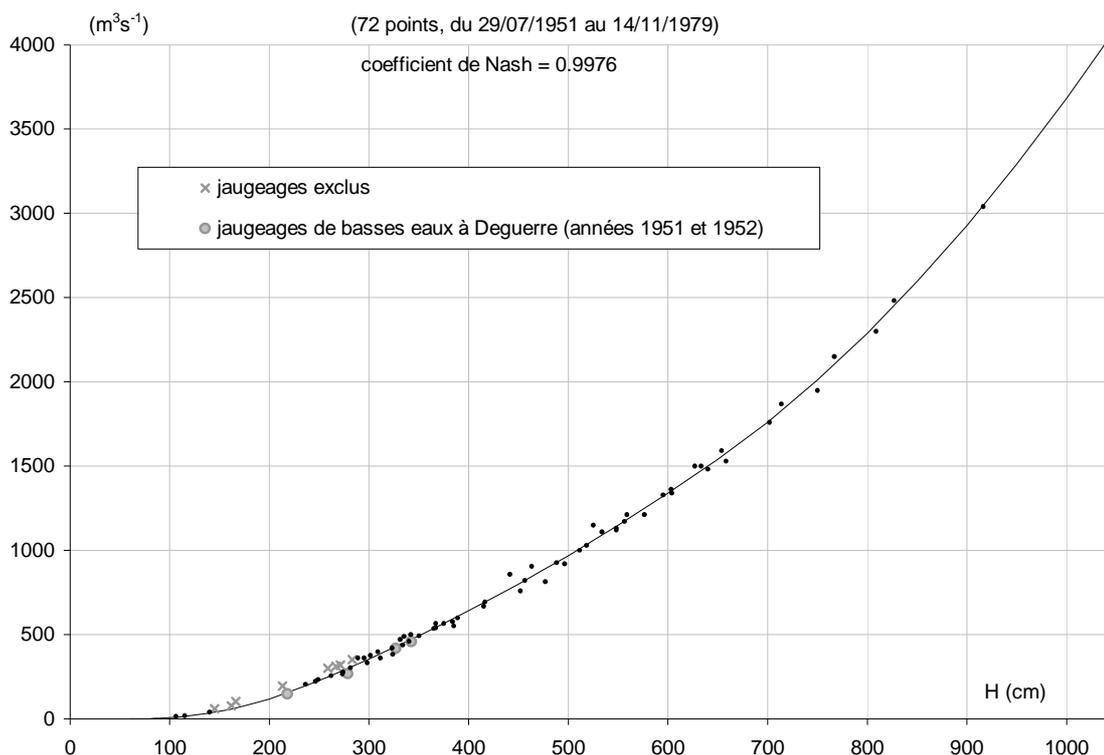


Figure 5.3.15.B : étalonnage de la station de Dibia sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station

5.3.16 Le Bafing à Deguerre

Coordonnées géographiques : 10°50' W ; 13°39' N

B.V. = 37 900 km²

5.3.16.1 Données

Les seuls relevés de niveau disponibles dans la base de données pour cette station concernent les années 1951 à 1953 et 1956, couvertes partiellement par des lectures d'échelle effectuées une fois par jour (fig. 5.3.16.A). Toutes se réfèrent à une unique échelle dont l'altitude du zéro se situe vers 94 m IGN, d'après les deux nivellements mentionnés par Rochette et al (1974) : 93.93 en 1956 et 94.17 m en 1965.

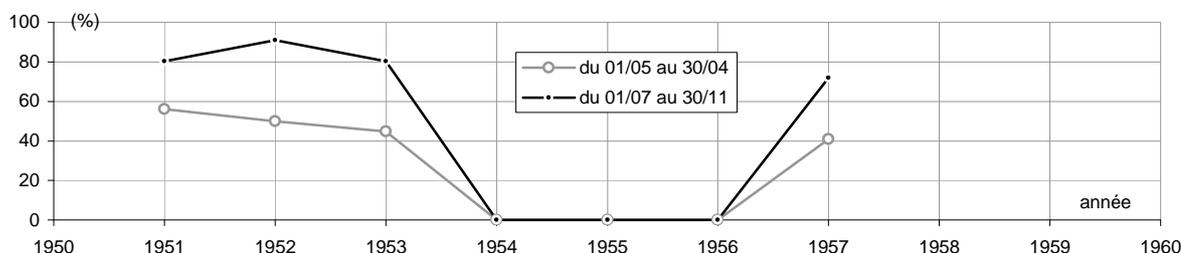


Figure 5.3.16.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Deguerre

Vingt mesures de débit réalisées en 1951 (tab. 5.3.16.A), non saisies dans la base de données, sont décrites par Rochette et al (1974).

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	26/07/1951	180	502	8	03/10/1951	508	3580	15	09/11/1951	313	1451
2	29/07/1951	161	415	9	05/10/1951	551	4150	16	14/11/1951	249	941
3	03/08/1951	200	598	10	07/10/1951	428	2580	17	22/11/1951	200	613
4	04/09/1951	308	1396	11	08/10/1951	402	2238	18	29/11/1951	169	457
5	07/09/1951	350	1715	12	10/10/1951	368	1936	19	15/12/1951	134	266
6	22/09/1951	314	1509	13	26/10/1951	340	1638	20	15/01/1952	102	147
7	01/10/1951	353	1838	14	29/10/1951	353	1756				

Tableau 5.3.16.A : mesures de débit du Bafing à Deguere

5.3.16.2 Tarage

Les points H(Q) des jaugeages s'alignent très bien sur une unique courbe d'étalonnage (tab. 5.3.16.B et fig. 5.3.16.B), fiable pour l'ensemble des moyennes et hautes eaux (cote maximale jaugée et observée = 551cm et 567 cm respectivement, en 1951). Cet étalonnage est moins fiable en basses eaux (H < 100 cm).

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 6.888385E-001 * (H - 49.749)^{1.35378} \quad \text{si } H < 191.806$$

$$Q(H) = 3.152444E+000 * (H - 181.795)^{1.16581} + 518.796 \quad \text{si } 191.806 < H < 369.853$$

$$Q(H) = 6.170639E+000 * (H - 363.990)^{1.12923} + 1885.977 \quad \text{si } H > 369.853$$

H	0	49	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
Q(H)	0	0.0000	0.1062	6.504	16.09	27.55	40.44	54.51	69.62	85.63	102.5	120.1	138.4	157.3
H	110	115	125	135	145	155	165	175	195	215	235	255	275	295
Q(H)	176.9	197.1	239.1	283.0	328.9	376.5	425.7	476.5	582.7	705.9	843.0	989.1	1142	1301
H	315	335	355	375	395	415	435	455	475	500	525	550	575	600
Q(H)	1464	1631	1802	1979	2184	2409	2646	2892	3145	3469	3802	4141	4486	4837

H	H ≤ 192	192 < H ≤ 370	370 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	8.571	30.86	15.09	24.24

Tableau 5.3.16.B : barème d'étalonnage de la station de Deguere, et erreur type du débit calculé Q(H)

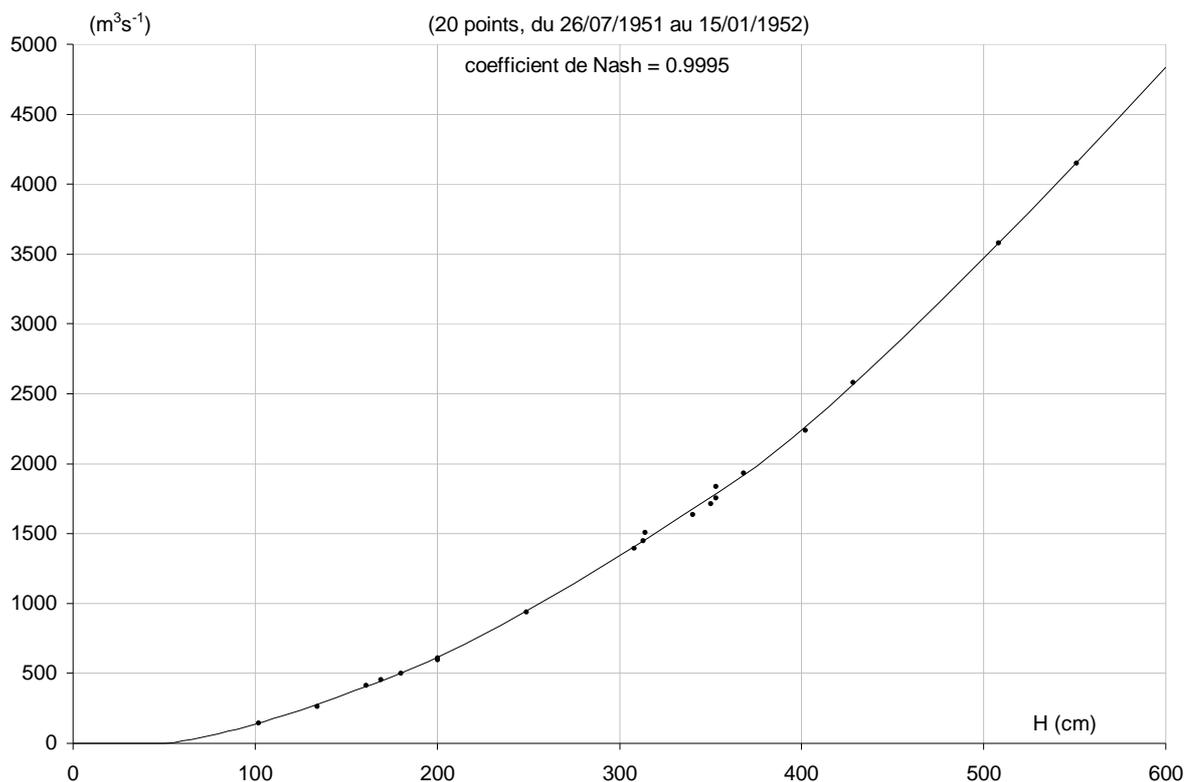


Figure 5.3.16.B : étalonnage de la station de Deguere sur le Bafing, valable depuis l'origine de la station

5.3.17 Le Bafing à Mahina

Coordonnées géographiques : 10°51' W ; 13°45' N

B.V. = 38 400 km²

5.3.17.1 *Données*

Les relevés de niveau disponibles pour la station de Mahina vont du 17/01/1956 au 30/12/2009. Ce sont des lectures d'échelle complétées par quelques plages de valeurs reconstituées en 1957 et 1958. Leur vérification fait apparaître quelques séquences de relevés douteux, supprimés ici (tab. A-3).

La comparaison avec les cotes observées aux stations voisines ne montre pas d'hétérogénéité dans les niveaux relevés à Mahina. Ceux-ci se réfèrent tous probablement à une unique échelle, dont le zéro se situe à l'altitude 89.55 m depuis 1954.

La base de données, qui ne contient aucun relevé pour les années 1971 à 1973, est complétée ici pour la période du 02/04/1973 au 31/12/1973 à partir de cotes moyennes journalières observées disponibles à l'IRD. Finalement, la couverture des années hydrologiques par les relevés est variable de 1956 à 1970, nulle en 1971 et 1972 et bonne depuis 1973. La fréquence des observations est d'un point par jour jusqu'en 1994 et de deux points par jour ensuite.

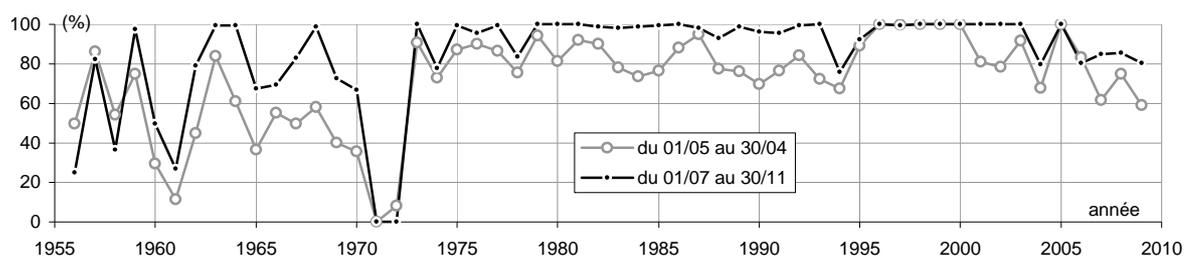


Figure 5.3.17.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Mahina

La base de données contient par ailleurs 90 résultats de jaugeages réalisés en 1937 et 1938 à Mahina, pour des cotes situées entre 55 et 380 cm et des débits compris entre 90 et 1620 m^3s^{-1} (tab. 5.3.17.A). Les cotes jaugées se réfèrent selon toute vraisemblance à l'ancienne échelle de la station, dont le zéro était situé à l'altitude 90.142 m IGN. Il suffirait donc a priori de les corriger de +59 cm pour les référencer à l'échelle actuelle. Ceci est malheureusement inutile car il est impossible d'utiliser ces données pour étalonner la station, compte tenu de la grande dispersion des points $Q(H)$ provoquée par le remous du Bakoye (fig. 5.3.17.B). Ces jaugeages permettent par contre de suivre avec une certaine précision l'évolution du débit du Bafing en période de crue en 1937 et 1938.

N°	date	H (cm)	Q (m^3/s)	N°	date	H (cm)	Q (m^3/s)	N°	date	H (cm)	Q (m^3/s)
1	28/07/1937	60	245	31	06/10/1937	160	422	61	02/09/1938	310	1050
2	29/07/1937	80		32	07/10/1937	170	510	62	03/09/1938	320	1260
3	30/07/1937	90	200	33	08/10/1937	175	500	63	05/09/1938	320	1340
4	03/08/1937	110	210	34	09/10/1937	175	485	64	06/09/1938	300	1030
5	04/08/1937	100	240	35	11/10/1937	170	490	65	07/09/1938	270	1090
6	05/08/1937	120	220	36	06/07/1938	55	90	66	09/09/1938	300	1060
7	07/08/1937	160	355	37	07/07/1938	60	97	67	10/09/1938	340	1370
8	09/08/1937	220	700	38	13/07/1938	90	115	68	13/09/1938	350	1590
9	10/08/1937	200	535	39	15/07/1938	75	115	69	14/09/1938	380	1620
10	11/08/1937	180	280	40	16/07/1938	80	120	70	15/09/1938	360	1510
11	19/08/1937	210	655	41	21/07/1938	85	120	71	16/09/1938	330	1360
12	23/08/1937	210	590	42	23/07/1938	90	175	72	17/09/1938	300	1120
13	25/08/1937	230	775	43	25/07/1938	120	210	73	18/09/1938	320	1180
14	26/08/1937	250	870	44	27/07/1938	125	215	74	02/10/1938	230	526
15	28/08/1937	240	800	45	29/07/1938	130	220	75	04/10/1938	220	631
16	01/09/1937	270	1190	46	30/07/1938	140	320	76	05/10/1938	200	605
17	03/09/1937	280	1250	47	01/08/1938	150	320	77	06/10/1938	200	429
18	08/09/1937	250	1050	48	02/08/1938	150	300	78	07/10/1938	200	372
19	13/09/1937	260	1110	49	04/08/1938	180	435	79	08/10/1938	190	399
20	14/09/1937	240	755	50	05/08/1938	190	470	80	10/10/1938	180	551
21	17/09/1937	230	800	51	16/08/1938	220	635	81	11/10/1938	180	517
22	21/09/1937	210	660	52	17/08/1938	230	640	82	12/10/1938	180	540
23	25/09/1937	220	785	53	18/08/1938	260	975	83	13/10/1938	175	408
24	27/09/1937	230	686	54	19/08/1938	260	810	84	14/10/1938	160	330
25	28/09/1937	210	646	55	22/08/1938	250	700	85	15/10/1938	160	340
26	29/09/1937	200	676	56	23/08/1938	230	645	86	17/10/1938	150	284
27	30/09/1937	190	631	57	24/08/1938	210	715	87	18/10/1938	140	279
28	01/10/1937	185	565	58	25/08/1938	210	670	88	19/10/1938	140	366
29	02/10/1937	180	509	59	27/08/1938	220	625	89	20/10/1938	130	275
30	04/10/1937	165	390	60	01/09/1938	300	1130	90	21/10/1938	130	268

Tableau 5.3.17.A : mesures de débit du Bafing à Mahina (H : cote probablement référencée à l'ancienne échelle)

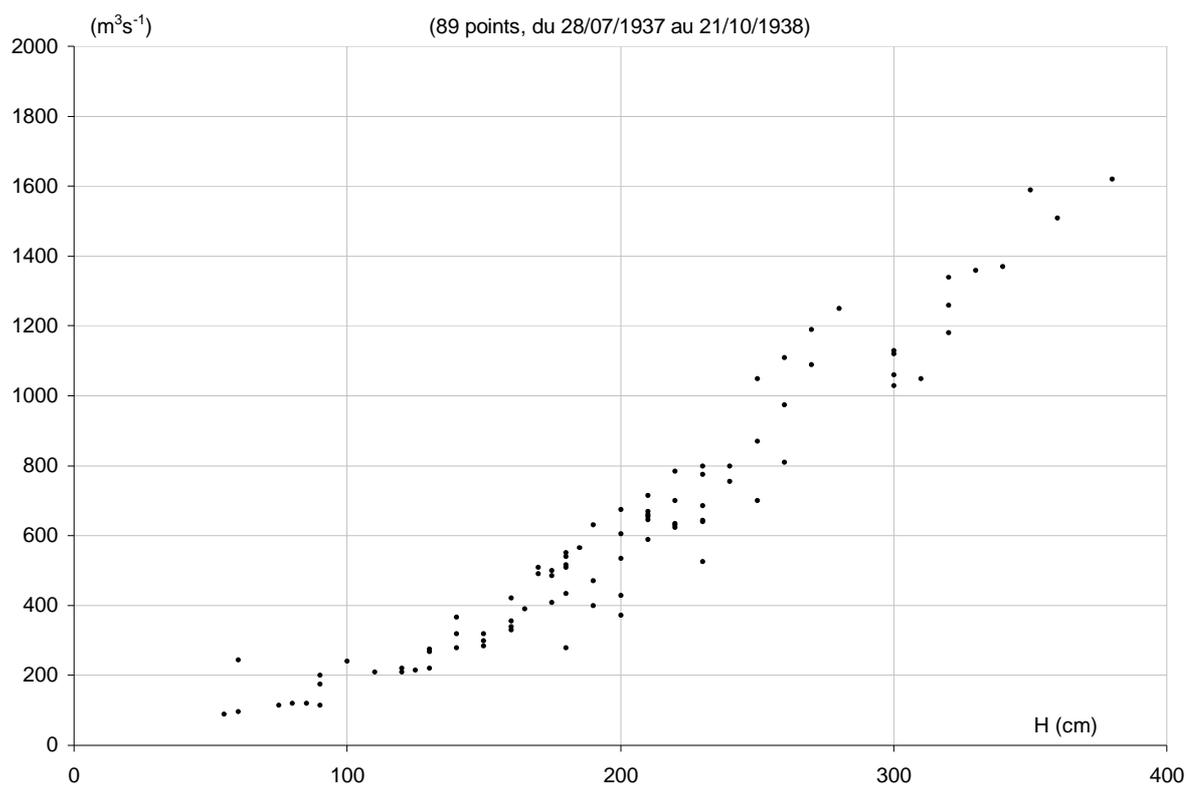


Figure 5.3.17.B : relation entre cote H à l'échelle de Mahina et débit mesuré à cette station

5.4 BASSIN DU BAKOYE

La vérification et l'homogénéisation des niveaux contenus dans la base de données de l'OMVS pour le bassin du Bakoye a entraîné certaines suppressions ou corrections, dont la liste est donnée dans le tableau A-4 de l'annexe 2A.

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour les stations du bassin du Bakoye, dans le paragraphe V.3 de l'annexe 2C.

5.4.1 Le Baoulé à Baoulé gare

Coordonnées géographiques : 08°38' W ; 12°53' N

5.4.1.1 *Données*

Les cotes disponibles pour cette station sous le capteur I1, du 01/01/1980 au 30/09/1992, apparaissent toutes comme des enregistrements limnigraphiques (code origine E). Leur comparaison avec les cotes des autres stations du Baoulé ne montre pas d'hétérogénéité évidente. Le zéro de l'échelle de Baoulé gare est donc probablement resté inchangé pendant toute la durée des observations. Quelques séquences de données douteuse sont supprimées, en particulier en 1981 (tab. A-4).

Les données couvrent diversement la période 1980-1992, avec certaines années hydrologiques sans observation (fig. 5.4.1.A). La fréquence des relevés est d'une valeur par jour.

Aucune mesure de débit ne figure dans la base de données pour cette station.

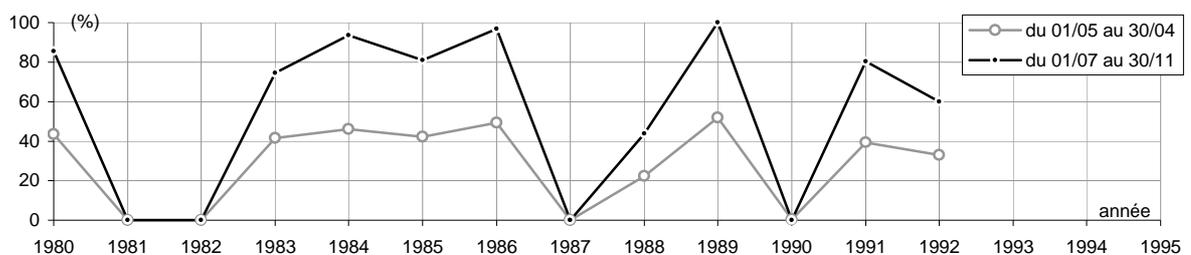


Figure 5.4.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Baoulé gare

5.4.2 Le Baoulé à Missira

Coordonnées géographiques : 08°29' W ; 13°45' N

5.4.2.1 *Données*

La base de données contient pour cette station des relevés de niveau pour la période du 23/06/1978 au 31/12/1992. D'après leurs codes d'origine, ce sont soit des lectures d'échelle, soit des enregistrements limnigraphiques (novembre et décembre 1986 ; de janvier 1989 jusqu'à la fin des observations). Leur fréquence est d'une valeur par jour.

Les relevés se composent de deux séries successives bien distinctes. Ainsi, le niveau d'étiage du mois de mars qui descend couramment en dessous de la cote -100 cm jusqu'en 1982, demeure supérieur à 0 cm à partir de 1983. Sur l'ensemble du marnage, la cote Hm de Missira peut être reliée de façon moyenne à la cote Ho de Oualia par une fonction du type $Hm = A - B \cdot \exp(C - Ho/D)$. L'analyse du cumul des résidus de cette relation montre que pour une même cote à Oualia, la cote à Missira est inférieure en moyenne de 119 cm sur les années 1978 à 1982, par rapport à celle des années 1983 à 1992. La netteté et l'importance du décalage entre les deux séries montre que le zéro de l'échelle de Missira a très probablement été rehaussé d'environ 119 cm entre novembre 1982 et mai 1983 (période sans donnée). On corrige donc ici de +119 cm les cotes antérieures à 1983, afin d'obtenir une série homogénéisée. Ces cotes opérationnelles, après suppression de quelques relevés douteux en 1989, couvrent très variablement la période observée, avec seulement six crues parfaitement suivies (fig. 5.4.2.A).

Aucune mesure de débit ne figure dans la base de données pour cette station.

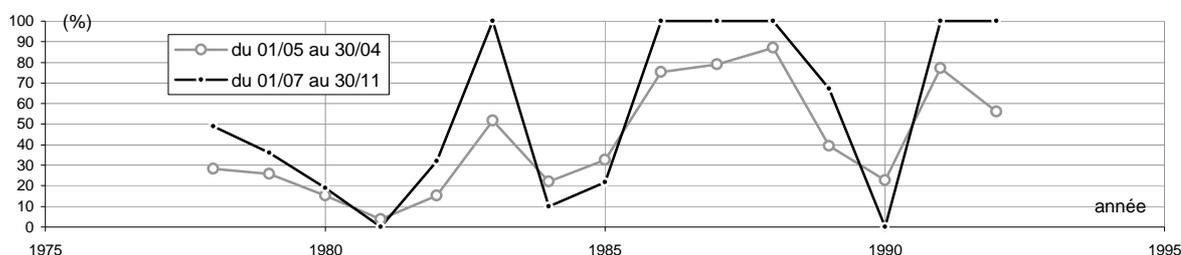


Figure 5.4.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Missira

5.4.3 Le Baoulé à Siramakana

Coordonnées géographiques : 09°53' W ; 13°35' N

B.V. = 59500 km² (valeur trouvée dans la base de données : 58 400 km²)

5.4.3.1 *Données*

Les cotes disponibles pour cette station vont du 05/01/1972 au 30/12/1992. D'après leurs codes d'origine, ce sont soit des lectures d'échelle, soit des enregistrements limnigraphiques (années 1980 à 1986 et 1988 à 1992). Après vérification, aucune correction/suppression n'est appliquée à ces relevés, qui paraissent homogènes.

Hormis les années hydrologiques 1976, 1982 et 1990, les relevés couvrent très bien la période observée (fig. 5.4.3.A), à la fréquence d'une valeur par jour.



Figure 5.4.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d’au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Siramakana

Par ailleurs, on dispose des résultats de sept mesures de débit réalisées à Siramakana en 1967 et 1968 (tab. 5.4.3.A).

N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	N°	date	H (cm)	Q (m³/s)
1	07/07/1967	144	12.1	4	05/08/1968	257	159	7	11/09/1968	341	279
2	03/08/1967	299	272	5	17/08/1968	244	148				
3	14/06/1968	98	0.37	6	20/08/1968	231	120				

Tableau 5.4.3.A : mesures de débit du Baoulé à Siramakana

5.4.3.2 Tarage

Faute de période de recouvrement, on ne peut affirmer que les cotes jaugées en 1967 et 1968 se réfèrent bien au même zéro d’échelle que les cotes observées à partir de 1972, comprises entre 0 et 478 cm. C’est donc sous réserve qu’on établit l’étalonnage (tab. 5.4.3.B et fig. 5.4.3.B), moyennement fiable jusqu’à la cote 275 cm et très incertain au-delà.

Paramétrage de l’étalonnage :

$$Q(H) = 2.982198E-005 * (H - 70.000)^{3.00000} \quad \text{si } H < 150.000$$

$$Q(H) = 3.105416E-001 * (H - 147.091)^{1.31588} + 14.003 \quad \text{si } 150.000 < H < 260.000$$

$$Q(H) = 1.818646E+000 * (H - 166.495) \quad \text{si } H > 260.000$$

H	0	70	72	74	76	78	80	85	90	95	100	105	110	115
Q(H)	0	0.0000	0.0002	0.0019	0.0064	0.0153	0.0298	0.1006	0.2386	0.4660	0.8052	1.279	1.909	2.718
H	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	180	190	200
Q(H)	3.728	4.962	6.442	8.190	10.23	12.58	15.27	18.72	23.00	27.84	33.13	44.82	57.69	71.56
H	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	350	400	450	500
Q(H)	86.28	101.8	117.9	134.7	152.1	170.1	188.2	206.4	224.6	242.8	333.7	424.7	515.6	606.5

H	H <= 150	150 < H <= 260	260 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.2016	4.911	34.89	18.92

Tableau 5.4.3.B : barème d’étalonnage de la station de Siramakana, valable depuis l’origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

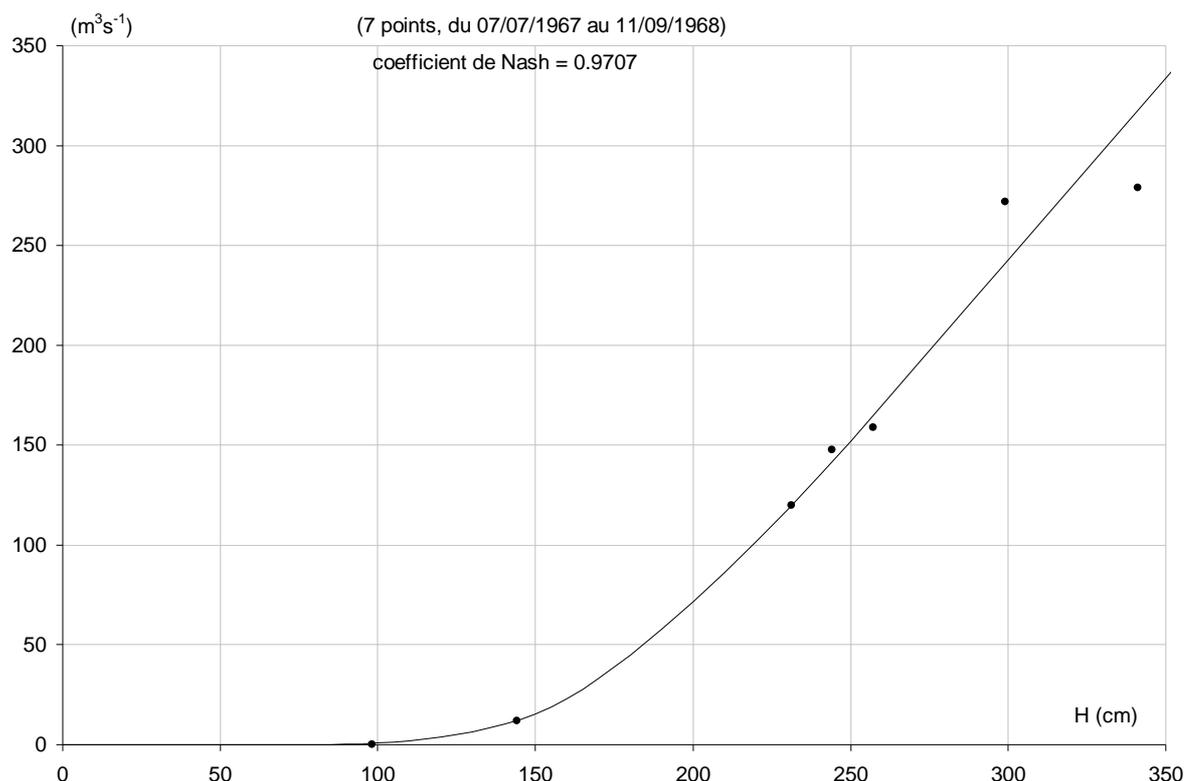


Figure 5.4.3.B : étalonnage de la station de Siramakana sur le Baoulé, valable depuis l'origine de la station

5.4.4 Le Bakoye à Diangola

Coordonnées géographiques : 09°29' W ; 12°48' N

B.V. = 12 100 km²

5.4.4.1 *Données*

On dispose pour cette station de relevés de niveau stockés sous deux capteurs différents dans la base de données. Couvrant la période du 01/06/1973 au 12/10/2010, les relevés du capteur I1 sont majoritairement des lectures d'échelle, complétées par quelques plages d'enregistrements limnigraphiques en 1984, 1989 et de 1991 à 1993. Les relevés du capteur I2 sont des enregistrements limnigraphiques de haute fréquence, répartis entre le 26/04/1999 et le 15/08/2000.

La comparaison des limnigrammes de Diangola avec ceux de Toukoto et Oualia conduit supprimer certaines plages de données douteuses pour le capteur I1 de Diangola, en particulier de mi-1974 à fin 1979 (tab. A-4). On remarque également que les relevés des années 1983 à 1988 sont anormalement élevés, avec une variation brutale de -100 cm se produisant à la fin de cette plage entre le 28/12/1988 et le 03/01/1989. L'analyse du cumul des résidus de la relation entre cotes moyennes journalières de Toukoto et Diangola (polynôme du 4ème degré), indique par ailleurs que pour une même cote à Toukoto, celle de Diangola est en moyenne plus élevée de 102 cm de 1983 à 1988, par rapport aux valeurs observées les autres années. Il est donc hautement probable que les cotes lues à Diangola sur la période 1983-1988 se réfèrent à un zéro d'échelle abaissé de 100 cm par rapport à

celui des autres années. Afin d'obtenir une série homogénéisée, on corrige donc ici ces cotes de -100 cm.

La série de cotes vérifiées homogénéisées est obtenue en combinant ainsi les relevés des deux capteurs :

- I1 : du 01/06/1973 00:00 au 31/07/1992 12:00 ; du 06/02/2000 07:00 au 04/06/2000 07:00 ; du 16/08/2000 07:00 au 12/10/2010 08:00
- I2 : du 26/04/1999 16:55 au 06/02/2000 05:03 ; du 04/06/2000 15:31 au 15/08/2000 21:01

Ces relevés opérationnels couvrent de façon variable les années 1973 à 1998 (fig. 5.4.4.A), avec deux séquences de 6 années hydrologiques successives sans aucune donnée (1975 à 1980 et 1993 à 1998). La couverture est parfaite depuis 1999.

La fréquence des relevés est d'un point par jour de 1973 à 1992, de deux points par jour de février à mai 2000 et d'août 2000 à mars 2003, et enfin de trois points par jour par la suite. Pour les enregistrements limnigraphiques de 1999 et 2000, la fréquence varie entre 2 et 22 points par jour.

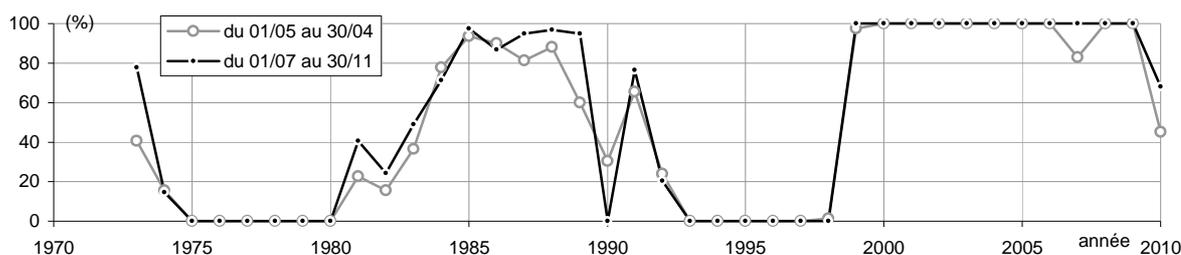


Figure 5.4.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Diangola

La base de données ne contient aucune mesure de débit pour la station de Diangola.

5.4.5 Le Bakoye à Toukoto

Coordonnées géographiques : 09°53' W ; 13°27' N

B.V. = 16 500 km²

5.4.5.1 Données

La base de données contient pour cette station, sous le capteur I1, des relevés de niveau pour la période du 06/06/1904 au 31/12/1992. D'après leurs codes d'origine, ceux-ci correspondent à des lectures d'échelle de 1904 à 1988 puis à des enregistrements limnigraphiques à partir de 1989. Quelques valeurs reconstituées figurent dans la base pour août et décembre 1956.

D'après Rochette et al (1974), les données antérieures à 1954 (hormis celles de 1952) peuvent être considérées comme inexploitable car elles contiennent bon nombre de valeurs aberrantes et, bien que les différentes échelles successivement exploitées pour cette station aient probablement contrôlé le même plan d'eau, leurs altitudes de référence respectives

sont malheureusement très mal connues. On peut tenter cependant d'homogénéiser ces relevés de niveau grâce à leur comparaison avec ceux de Kayes.

La superposition des limnigrammes des deux stations permet dans un premier temps de repérer des cotes aberrantes pour Toukoto, qui sont éliminées ici (tab. A-4). La régression linéaire établie ensuite sur la période 1904-1986 entre les cotes moyennes journalières des deux stations permet, malgré la grande dispersion des points, de distinguer nettement par la méthode du cumul des résidus des périodes successives pendant lesquelles le niveau de référence de l'échelle de Toukoto n'a probablement pas varié. Pour homogénéiser l'ensemble des relevés avec ceux des périodes de 1954 à 1962 et de juin 1972 à 1986, l'analyse montre qu'il est nécessaire de leur appliquer les corrections suivantes : -144 cm de 1904 à 1911 ; +40 cm de 1912 à 1914 ; -64 cm de 1915 à 1920 ; +29 cm de 1922 à 1936 ; -30 cm de 1937 à 1953. Les cotes de 1963 à mai 1972, pour lesquelles une correction de -12 cm paraît nécessaire (-7 cm d'après la comparaison avec Oualia), sont simplement corrigées de -10 cm conformément au décrochage brutal constaté le 31/12/1962 sur le limnigramme. La série des niveaux homogénéisés se réfère donc au zéro de l'échelle exploitée à partir de juin 1972. Elle doit être utilisée avec une certaine prudence, compte tenu des nombreuses corrections qui ont été effectuées sur les cotes brutes pour l'obtenir.

Les relevés de niveau homogénéisés conservés couvrent les années antérieures à 1954 seulement pendant les crues, et de façon très inégale. Une dizaine d'années hydrologiques (1906, années 1920 et années 1940) sont sans aucune observation. Bien qu'encore inégales, les observations faites depuis 1954 sont plus complètes (fig. 5.4.5.A). La fréquence des relevés est ordinairement d'un point par jour. Elle passe à deux points par jour en période de crue, de temps en temps avant 1954 et de façon quasi systématique entre 1960 et 1973.

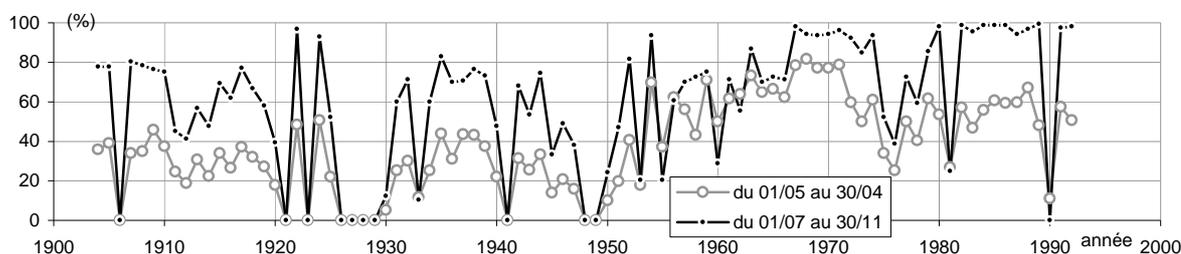


Figure 5.4.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Toukoto

On dispose dans la base de données de 52 mesures de débit réalisées à Toukoto entre 1955 et 1979, pour la plupart en 1955 et 1968. Les jaugeages datés du 13/09/1955 (H=221 ; Q=542) et du 14/03/1963 (H=25 ; Q=0.66) dans cette base sont datés respectivement du 14/09/1955 et du 14/04/1963 par Rochette et al (1974). Ces auteurs mentionnent par ailleurs deux jaugeages qui ne figurent pas dans la base, pour les 13/09/1955 (H=229 ; Q=568) et 12/11/1955 (H=100 ; Q=84). Les corrections et ajouts nécessaires sont donc effectués ici pour obtenir une série de 54 jaugeages incluant correctement ceux de la monographie hydrologique de 1974. Toutes les cotes jaugées sont parfaitement cohérentes avec les cotes brutes observées. Les cotes jaugées sont donc corrigées ici de -10 cm sur la période du 14/04/1963 au 25/10/1968, afin de les homogénéiser avec la série des cotes observées homogénéisées (tab. 5.4.5.A).

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	01/09/1955	185	405	19	20/09/1955	178	343	37	04/08/1968	145	370

2	02/09/1955	198	456	20	21/09/1955	180	367	38	06/08/1968	112	175
3	03/09/1955	193	423	21	22/09/1955	183	384	39	07/08/1968	107	186
4	04/09/1955	195	366	22	23/09/1955	190	375	40	09/08/1968	114	215
5	05/09/1955	188	334	23	24/09/1955	170	332	41	10/08/1968	126	231
6	06/09/1955	192	349	24	05/10/1955	162	354	42	27/08/1968	136	202
7	07/09/1955	185	319	25	12/10/1955	142	256	43	28/08/1968	162	363
8	08/09/1955	190	462	26	26/10/1955	119	149	44	02/09/1968	150	307
9	09/09/1955	193	427	27	12/11/1955	100	84	45	11/09/1968	197	465
10	11/09/1955	215	590	28	06/12/1955	82	44.6	46	12/09/1968	216	533
11	12/09/1955	223	530	29	20/12/1955	74	39.3	47	18/09/1968	189	452
12	13/09/1955	229	568	30	14/04/1963	15	0.66	48	19/09/1968	172	394
13	14/09/1955	221	542	31	22/02/1965	42	8.6	49	26/09/1968	130	234
14	15/09/1955	218	488	32	30/05/1967	16	0.7	50	30/09/1968	120	226
15	16/09/1955	210	413	33	04/08/1967	130	300	51	19/10/1968	99	139
16	17/09/1955	219	382	34	14/09/1967	259	768	52	25/10/1968	86	101
17	18/09/1955	210	363	35	19/04/1968	27	2.9	53	21/08/1978	89	66.2
18	19/09/1955	190	356	36	14/06/1968	30	4	54	10/10/1979	74	36.7

Tableau 5.4.5.A : mesures de débit du Bakoye à Toukoto (grisé : points éliminés ; souligné : valeur corrigée).
ATTENTION : les cotes indiquées ici pour les jaugeages réalisés entre le 14/04/1963 et le 25/10/1968, homogénéisées, sont corrigées de - 10 cm par rapport aux cotes jaugées brutes.

5.4.5.2 Tarage

A quelques exceptions près, à une même cote correspond un débit plus faible en 1955 qu'après cette date. Cependant, la grande dispersion des points Q(H) nous incite à ne déterminer qu'un unique étalonnage basé sur l'ensemble des mesures et valable pour toute la durée de la station. Après élimination des 10 points les plus éloignés de la relation moyenne, dont 8 pour l'année 1955, les 44 jaugeages conservés permettent de tracer un étalonnage bi-univoque assez imprécis (tab. 5.4.5.B, fig. 5.4.5.B). Cet étalonnage est peu fiable pour les cotes supérieures à 300 cm (cote maximale jaugée = 259 cm en 1967 ; cote maximale observée = 399 cm en 1935). Il est moyennement fiable en dessous de cette valeur, compte tenu du nombre important de jaugeages éliminés.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 1.100000E-003 * (H - 5.000)^{2.54330} \quad \text{si } H < 80.000$$

$$Q(H) = 1.648504E+000 * (H - 77.087)^{1.14187} + 59.013 \quad \text{si } 80.000 < H < 150.000$$

$$Q(H) = 2.725968E-001 * (H - 32.324)^{1.45434} \quad \text{si } H > 150.000$$

H	-50	5	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Q(H)	0	0.0000	0.0011	0.0659	0.3843	1.078	2.240	3.952	6.283	9.299	13.06	17.62	23.03	29.35
H	65	70	75	80	85	90	95	100	105	115	125	135	145	155
Q(H)	36.62	44.89	54.20	64.60	76.51	89.61	103.5	117.9	132.8	163.7	195.8	228.8	262.7	297.4
H	165	175	185	195	205	215	225	250	275	300	325	350	375	400
Q(H)	333.3	370.4	408.7	448.3	488.9	530.6	573.4	684.7	802.0	924.9	1053	1186	1325	1467

H	H <= 80	80 < H <= 150	150 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	7.695	31.83	31.53	29.18

Tableau 5.4.5.B : barème d'étalonnage de la station de Toukoto, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

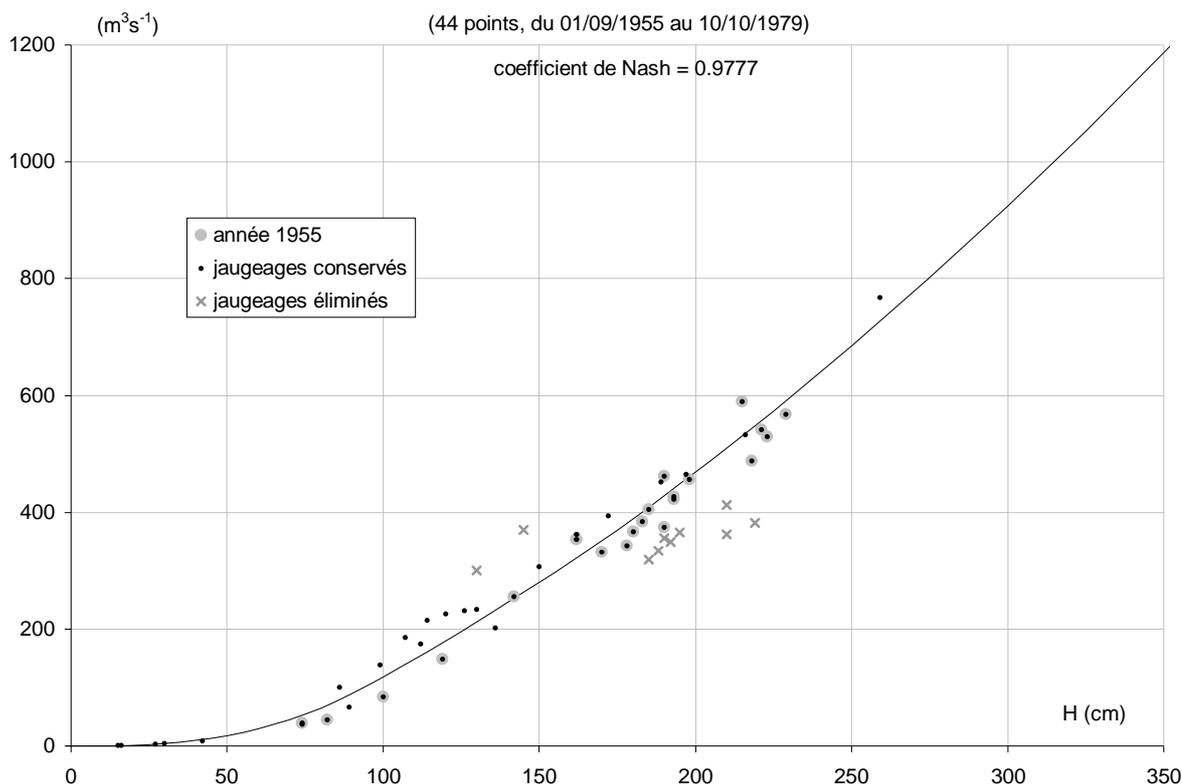


Figure 5.4.5.B : étalonage de la station de Toukoto sur le Bakoye, valable depuis l'origine de la station

5.4.6 Le Bakoye à Oualia

Coordonnées géographiques : 10°23' W ; 13°36' N

B.V. = 84 700 km²

5.4.6.1 *Données*

Les relevés de niveau effectués à Oualia sont stockés dans la base de données sous les capteurs I1 (du 01/06/1954 au 11/10/2010) et I2 (du 02/02/1989 au 25/08/2000). Sous I1, les relevés correspondent essentiellement à des lectures d'échelle, mais aussi à des enregistrements limnigraphiques (intégralité des valeurs de 1980 à 1986 et ensuite sur de nombreuses périodes jusqu'en 1999). Ils contiennent également de nombreuses valeurs reconstituées de 1956 à 1980, visiblement bien calculées. Les relevés stockés sous I2 sont tous des enregistrements limnigraphiques.

En première analyse, il ressort que les relevés de niveau de Oualia se réfèrent tous à un unique zéro d'échelle, dont l'altitude est située à 108.16 m IGN. Très peu de corrections/suppressions (tab.A-4) sont effectuées pour obtenir une série opérationnelle qui combine ainsi les relevés des capteurs I1 et I2 :

- I1 : du 01/06/1954 00:00 au 31/12/1981 12:01 ; du 02/01/1983 12:00 au 22/06/1989 14:59 ; du 01/09/1989 08:00 au 04/07/1991 02:59 ; du 28/03/1992 08:00 au 05/07/1999 08:00 ; du 20/09/1999 08:00 au 05/08/2000 08:00 ; du 26/08/2000 08:00 au 11/10/2010 08:00

- I2 : du 22/06/1989 15:00 au 29/08/1989 04:00 ; du 04/07/1991 03:00 au 26/03/1992 12:30 ; du 05/07/1999 14:00 au 19/09/1999 18:30 ; du 05/08/2000 14:00 au 25/08/2000 23:56

Hormis les années hydrologiques 1961, 1974 et 1982, la couverture de la période observée par les relevés est assez bonne jusqu'en 2001 et excellente depuis 2002 (fig. 5.4.6.A). La fréquence des relevés est d'un point par jour jusqu'en 1987 (deux pendant les crues des années 1965 à 1968 et 1970 à 1973). Elle passe ensuite à deux points par jour à partir de juin 1988 puis trois points par jour à partir d'avril 2003. Grace aux enregistrements limnigraphiques, la fréquence des relevés est très élevée pendant les crues de 1989, 1991, 1999 et 2000, pouvant aller jusqu'à un point par demi heure.

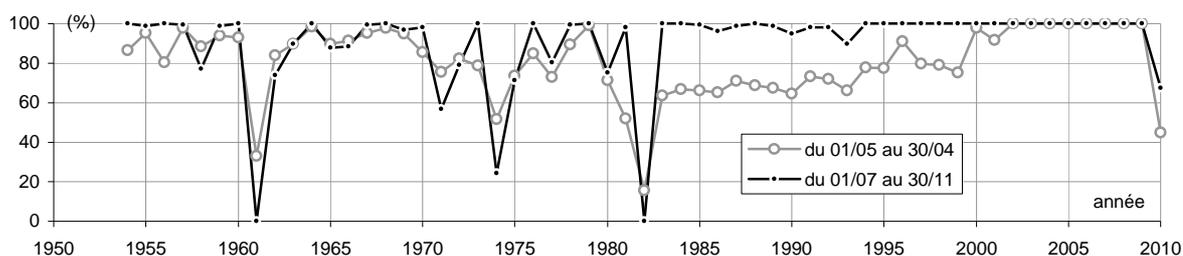


Figure 5.4.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Oualia

La base de données contient 119 jaugeages effectués à Oualia entre 1954 et 1984 (tab. 5.4.6.A). Ces mesures reprennent bien les 64 jaugeages de Rochette et al (1974), sauf celui du 01/09/1956 (cote jugée aberrante), mais en intégrant toutefois un jaugeage supplémentaire (10/06/1962). Un seul jaugeage, exclu de l'analyse, est discordant en cote avec la série des niveaux observés à la station.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	16/10/1954	331	310	41	27/09/1956	572	911	81	18/09/1980	270	204
2	18/10/1954	319	285	42	28/09/1956	554	854	82	11/11/1980	428	462
3	19/10/1954	312	278	43	28/09/1956	545	834	83	27/10/1981	104	13
4	20/10/1954	303	212	44	29/09/1956	525	824	84	28/10/1981	108	16.8
5	20/10/1954	305	244	45	30/09/1956	518	775	85	30/10/1981	99	15.9
6	21/10/1954	299	243	46	04/10/1956	490	718	86	03/11/1981	94	10.9
7	22/10/1954	292	262	47	14/10/1956	482	692	87	05/11/1981	88	8.64
8	23/10/1954	287	235	48	14/10/1956	476	667	88	07/11/1981	85	8.46
9	25/10/1954	274	216	49	15/10/1956	462	638	89	09/11/1981	82	9.25
10	26/10/1954	270	208	50	18/10/1956	405	503	90	10/11/1981	80	8.34
11	28/10/1954	258	205	51	19/10/1956	382	455	91	12/11/1981	78	5.8
12	29/10/1954	251	195	52	20/10/1956	368	435	92	14/11/1981	75	4.99
13	08/11/1954	217	139	53	22/10/1956	335	372	93	21/08/1984	258	197
14	10/11/1954	211	127	54	23/10/1956	328	312	94	22/08/1984	229	166
15	15/11/1954	193	105	55	24/10/1956	321	325	95	23/08/1984	211	146
16	10/08/1956	262	218	56	26/10/1956	298	167	96	24/08/1984	187	106
17	11/08/1956	253	210	57	03/11/1956	238	131	97	25/08/1984	168	82.5
18	12/08/1956	260	222	58	04/11/1956	233	133	98	27/08/1984	163	76.4
19	13/08/1956	345	377	59	05/11/1956	226	104	99	31/08/1984	166	77
20	14/08/1956	371	439	60	09/11/1956	214	121	100	01/09/1984	150	56.7
21	14/08/1956	399	470	61	10/11/1956	208	96	101	02/09/1984	143	53
22	16/08/1956	456	597	62	10/06/1962	101	15.7	102	03/09/1984	178	97.9
23	18/08/1956	364	389	63	14/04/1963	47	0.29	103	04/09/1984	156	67.6
24	18/08/1956	358	387	64	21/02/1965	90	11.1	104	10/09/1984	151	60.3

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
25	19/08/1956	438	552	65	31/05/1967	55	0.8	105	14/09/1984	160	73.2
26	20/08/1956	350	386	66	12/07/1967	180	104	106	18/09/1984	168	82
27	23/08/1956	561	803	67	06/08/1967	384	515	107	03/10/1984	101	16.7
28	26/08/1956	565	785	68	16/09/1967	708	1350	108	05/10/1984	109	23.9
29	28/08/1956	538	771	69	21/04/1968	76	5	109	06/10/1984	181	98
30	29/08/1956	610	954	70	13/06/1968	72	4.2	110	10/10/1984	185	105
31	30/08/1956	646	1030	71	21/03/1970	73	4.27	111	12/10/1984	191	111
32	31/08/1956	723	1330	72	19/08/1978	252	179	112	12/10/1984	197	120
33	02/09/1956	796	1590	73	07/10/1979	158	68.1	113	13/10/1984	199	120
34	03/09/1956	672	1130	74	08/10/1979	152	60.5	114	19/10/1984	138	45.3
35	07/09/1956	784	1560	75	03/09/1980	399	426	115	20/10/1984	131	39.2
36	09/09/1956	686	1200	76	11/09/1980	428	462	116	21/10/1984	126	35.1
37	11/09/1956	642	1100	77	12/09/1980	388	389	117	22/10/1984	121	32.2
38	15/09/1956	585	936	78	13/09/1980	330	295	118	23/10/1984	118	28.8
39	19/09/1956	591	973	79	15/09/1980	288	233	119	24/10/1984	114	27.8
40	23/09/1956	580	947	80	16/09/1980	281	214				

Tableau 5.4.6.A : mesures de débit du Bakoye à Qualia (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote)

5.4.6.2 Tarage

L'ensemble des jaugeages conduit à définir un unique étalonnage (tab. 5.4.6.B et fig. 5.4.6.B), qu'il faut malheureusement extrapoler de 300 cm au-delà de la plus forte cote jaugée (796 en 1956) pour traduire la plus forte cote observée (1096 en 1964) en débit. Cet étalonnage peut être considéré comme assez fiable jusqu'à la cote 850 cm. Mais sa validité actuelle ne peut être complètement garantie, du fait de l'absence de mesure de débit réalisée à la station depuis presque 30 ans.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 2.960645E-004 \times (H - 40.000)^{2.66095} \quad \text{si } H < 103.032$$

$$Q(H) = 2.451186E-001 \times (H - 73.034)^{1.26638} \quad \text{si } 103.032 < H < 196.814$$

$$Q(H) = 1.625071E-001 \times (H - 149.120)^{1.41056} + 71.628 \quad \text{si } H > 196.814$$

H	-50	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	220
Q(H)	0	0	0.1356	0.8577	2.523	5.425	9.823	15.96	32.10	50.30	70.04	91.03	113.1	137.9
H	240	260	280	300	320	340	360	380	400	425	450	475	500	525
Q(H)	165.7	196.2	229.0	263.9	300.8	339.6	380.0	422.0	465.6	522.1	580.7	641.4	704.0	768.5
H	550	575	600	625	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Q(H)	834.7	902.7	972.3	1044	1116	1266	1422	1583	1750	1921	2097	2278	2463	2652

H	H ≤ 103	103 < H ≤ 197	197 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	1.357	4.848	33.48	26.80

Tableau 5.4.6.B : barème d'étalonnage de la station de Qualia, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

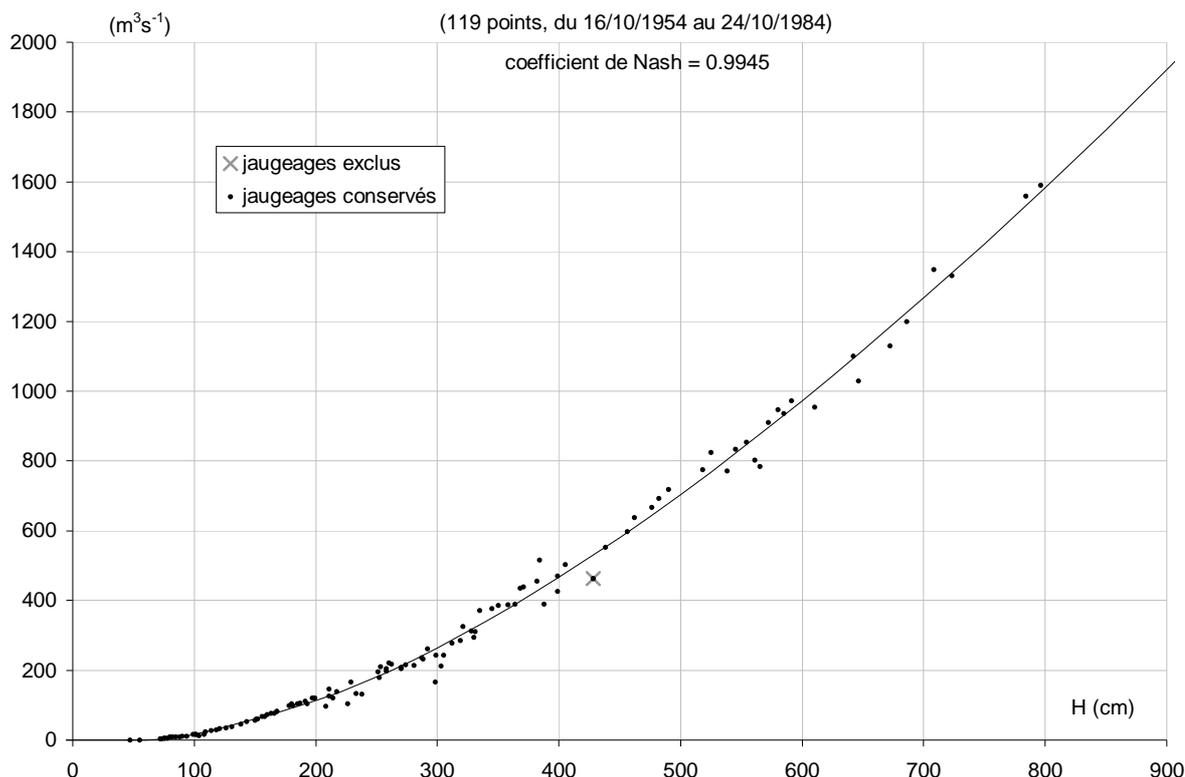


Figure 5.4.6.B : étalonage de la station de Oualia sur le Bakoye, valable depuis l'origine de la station

5.4.7 Le Bakoye à Kale

Coordonnées géographiques : 10°39' W ; 13°43' N

B.V. = 85 600 km²

5.4.7.1 *Données*

La base de données contient pour cette station des relevés de niveau stockés sous le capteur I1, pour la période du 03/06/1951 au 04/01/1960. Tous apparaissent comme des lectures d'échelle (code d'origine L), mais d'après l'historique de la station, les valeurs antérieures à 1955 correspondent vraisemblablement à des enregistrements limnigraphiques.

En comparant les niveaux et débits mesurés à Kale et Toukoto, Rochette et al (1974) soupçonnent que les niveaux relevés à Kale avant 1955 se réfèrent à un zéro d'échelle situé environ 16 cm plus haut que les niveaux relevés par la suite. L'analyse montre que les niveaux de Kale stockés dans la base de données correspondent à des valeurs brutes, n'ayant subi aucune correction pour corriger ce décalage. Ces niveaux peuvent être reliés de façon linéaire aux cotes observées à Kayes au dessus de 150 cm. L'analyse de cette relation par la méthode du cumul des résidus confirme que pour une même cote à Kayes, le niveau relevé le même jour à Kale est moins élevé avant 1955 qu'à partir de cette date, en moyenne de 26 cm.

On applique donc ici une correction de +16 cm aux cotes de Kale antérieures à 1955 contenues dans la base de données, afin d'obtenir une série homogénéisée se référant à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude 101,90 m IGN. Avec une valeur par jour, cette série ne couvre bien que les années hydrologiques 1951 et 1952. Les années 1956, 1957 et 1959 sont couvertes avec de nombreuses lacunes.

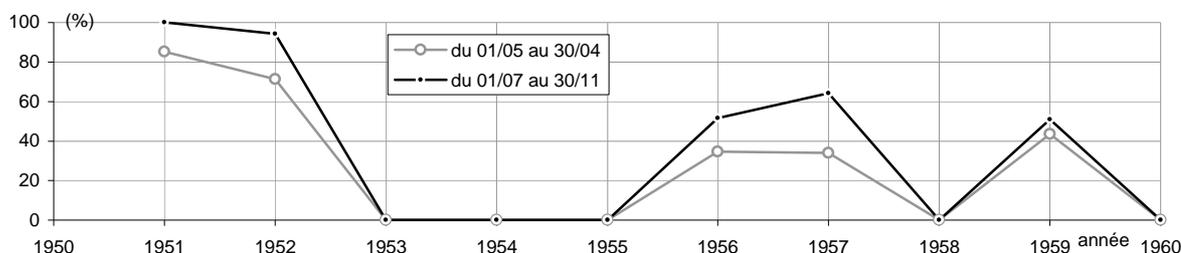


Figure 5.4.7.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Kale

La base de données contient 36 résultats de jaugeages réalisés à Kale, correspondant parfaitement à ceux qu'indiquent Rochette et al (1974). A part deux jaugeages réalisés en 1963 et 1965, tous datent de l'année 1951. Les cotes jaugées s'accordent très bien avec les cotes observées, hormis celle du 10/08/1951 (H jaugé = 240 cm ; H observé brut = 202 cm). Manifestement, la cote jaugée est affectée d'une erreur de frappe que l'on corrige ici en remplaçant 240 cm par 204 cm. Enfin, une correction de +16 cm est appliquée ici à toutes les cotes jaugées de l'année 1951 afin de les rendre homogènes avec la série des cotes observées homogénéisées.

N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	N°	date	H (cm)	Q (m³/s)
1	01/08/1951	150	69	13	13/09/1951	242	397	25	06/11/1951	217	282
2	06/08/1951	201	207	14	14/09/1951	238	390	26	08/11/1951	214	283
3	09/08/1951	206	225	15	20/09/1951	260	515	27	10/11/1951	209	254
4	10/08/1951	<u>220</u>	332	16	21/09/1951	245	437	28	16/11/1951	199	209
5	15/08/1951	192	169	17	23/09/1951	232	382	29	21/11/1951	184	157
6	17/08/1951	193	178	18	27/09/1951	223	338	30	24/11/1951	177	133
7	21/08/1951	234	366	19	29/09/1951	234	383	31	28/11/1951	169	114
8	22/08/1951	234	362	20	30/09/1951	234	389	32	30/11/1951	165	107
9	24/08/1951	208	249	21	02/10/1951	268	590	33	10/12/1951	149	64
10	25/08/1951	212	261	22	09/10/1951	240	428	34	16/12/1951	146	49
11	30/08/1951	226	302	23	11/10/1951	244	430	35	13/04/1963	62	0.16
12	06/09/1951	252	450	24	15/10/1951	249	456	36	20/02/1965	101	9.2

Tableau 5.4.7.A : mesures de débit du Bakoye à Kale (souligné : valeur corrigée). ATTENTION : les cotes indiquées ici pour les jaugeages réalisés en 1951, homogénéisées, sont corrigées de + 16 cm par rapport aux cotes jaugées brutes.

5.4.7.2 Tarage

Les 36 jaugeages définissent un unique étalonnage bijectif, valable pour toute la durée de la station (Tab. 5.4.7.B et fig. 5.4.7.B). Cet étalonnage assez précis peut être considéré comme fiable pour les cotes inférieures à 300 cm, mais pas au-delà (cote maximale jaugée : 268 cm en 1961 ; cote maximale observée : 422 cm en 1952).

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 1.519910E-004 * (H - 50.000)^{2.80045} \quad \text{si } H < 110.000$$

$$Q(H) = 6.428052E-004 * (H - 66.673)^{2.59371} + 3.195 \quad \text{si } 110.000 < H < 200.000$$

$$Q(H) = 2.106698E-002 * (H - 96.358)^{1.98582} \quad \text{si } H > 200.000$$

H	0	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
Q(H)	0	0.0000	0.0138	0.0960	0.2988	0.6688	1.249	2.082	3.206	4.659	6.480	8.704	11.37	14.50
H	115	120	125	130	135	140	145	150	160	170	180	190	200	210
Q(H)	18.21	22.57	27.64	33.46	40.05	47.46	55.72	64.86	85.93	110.9	140.1	173.7	211.9	254.4
H	220	230	240	250	260	270	280	290	300	325	350	375	400	425
Q(H)	300.8	351.0	405.1	463.0	524.8	590.4	659.9	733.1	810.2	1020	1253	1510	1791	2096

H	H <= 110	110 < H <= 200	200 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	0.000	6.43	15.09	12.78

Tableau 5.4.7.B : barème d'étalonnage de la station de Kale, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

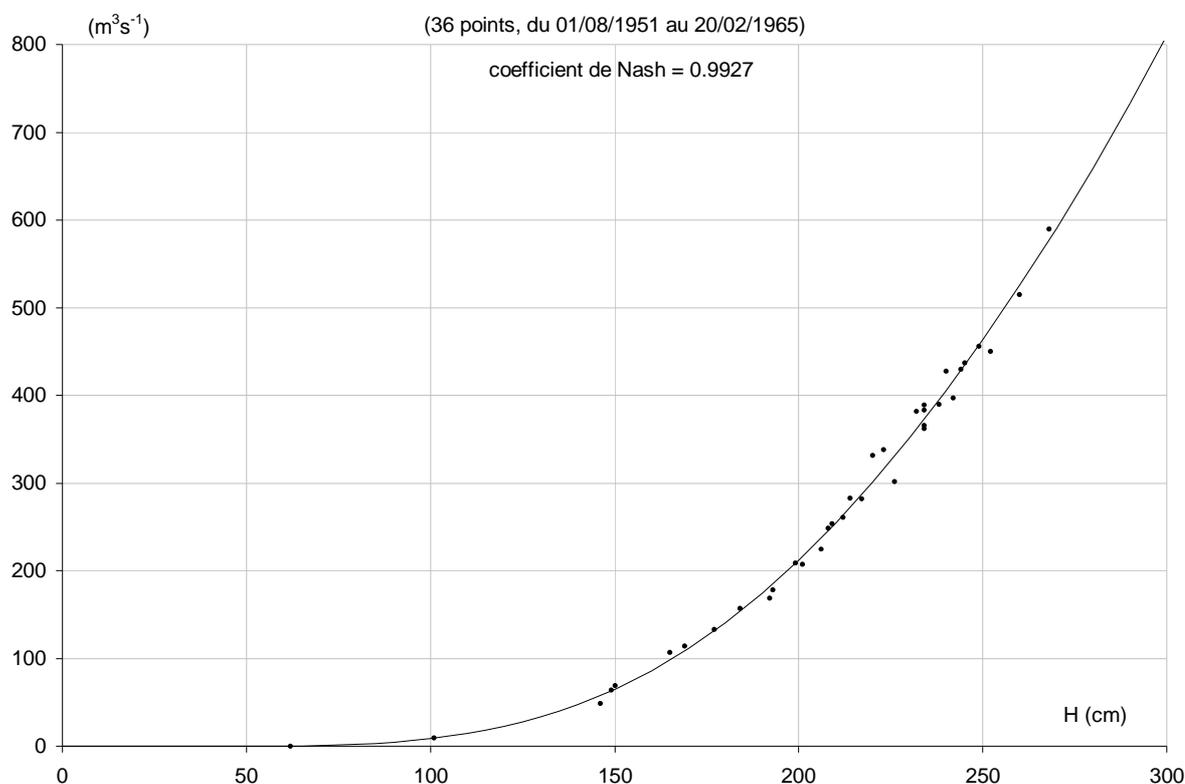


Figure 5.4.7.B : étalonnage de la station de Kale sur le Bakoye, valable depuis l'origine de la station

5.5 SENEGAL MOYEN DE BAFOULABE A AMBIDEDI

Les corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau contenus dans la banque de données pour les stations du Sénégal moyen entre Bafoulabé et Ambidedi sont indiquées dans le tableau A-5 de l'annexe 2A.

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour ces stations, dans le paragraphe V.4 de l'annexe 2C.

5.5.1 Le Sénégal à Bafoulabé

Coordonnées géographiques : 10°50' W ; 13°49' N

B.V. = 124 700 km²

5.5.1.1 Données

Les relevés de cote disponibles pour cette station, stockés sous le capteur I1 dans la banque de données, concernent la période du 18/06/1904 au 19/07/1967. D'après leurs codes d'origine, ils correspondent tous à des lectures d'échelle. Leur comparaison avec les relevés de Galougo, Gouina et Kayes montre qu'ils contiennent de nombreuses valeurs douteuses, couvrant des périodes plus ou moins longues. De nombreuses corrections/suppressions sont donc effectués sur les relevés de Bafoulabé (tab. A-5).

Par ailleurs les cotes moyennes journalières de Bafoulabé (Hb) et celles de Kayes du lendemain (Hk, homogènes) peuvent être reliées de façon linéaire pour $H_k > 300$ cm. L'analyse de cette relation par la méthode du cumul des résidus montre très clairement que les cotes de Bafoulabé sont en moyenne (pour une même cote à Kayes) moins élevées de 15 cm sur la période 1904-1919 et de 68 cm sur la période 1920-1951, par rapport à celles de la période 1952-1965. Ces décalages, qui montrent l'hétérogénéité de la série de Bafoulabé, sont assez proches de ceux (-10 cm de 1904 à 1919, -61 cm de 1921 à 1950 et -50 cm de 1951 à 1952) qu'on peut déduire des altitudes successives de zéro d'échelle indiquées par Rochette et al (1974).

On corrige donc ici les cotes contenues dans la base de données de +10 cm sur la période 1904-1919 et de +61 cm sur la période 1920-1951 pour obtenir une série vérifiée homogénéisée, se référant à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude 88,79 m. Ces relevés couvrent assez bien la période de crue sur toute la période observée, hormis les années 1920, 1946, 1949, 1961, 1962, 1966 et 1967 (fig. 5.5.1.A). Seules les années hydrologiques 1953 à 1959 et 1963 sont assez bien observées pendant l'étiage. La fréquence habituelle des observations est d'un point par jour. Elle passe à deux points par jour en période de crue de 1963 à 1965. Les nombreuses observations biquotidiennes stockées dans base à 00H00 et 12H00 pour les années antérieures à 1932 sont toutes des points doubles (même cote). Elles correspondent probablement à des artefacts produits par les traitements successifs de la base, et non pas à de réelles lectures d'échelle biquotidiennes.

On ne dispose d'aucun résultat de jaugeage pour la station de Bafoulabé.

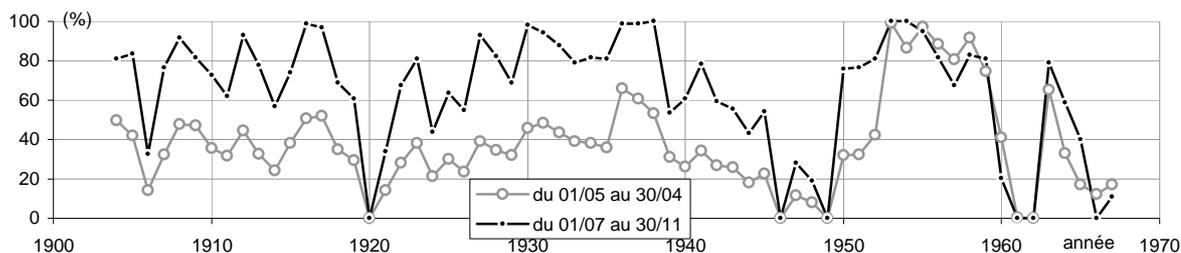


Figure 5.5.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Bafoulabé

5.5.2 Le Sénégal à Galougo

Coordonnées géographiques : 11°03' W ; 13°51' N

B.V. = 128 400 km²

5.5.2.1 Données

Les relevés de niveaux contenus dans la base de données pour Galougo sont stockés sous le capteur I1 et couvrent la période du 01/01/1951 au 31/12/2009. D'après leur code d'origine, ce sont des lectures d'échelle complétées entre 1958 et 1991 par quelques séquences de valeurs reconstituées, surtout en 1961, 1977 et 1985. Leur comparaison avec les cotes relevées aux stations voisines conduit à leur appliquer certaines corrections/suppressions, essentiellement pour les années 2000 (tab. A-5).

Les cotes Hg conservées pour Galougo peuvent être reliées à celles qui sont relevées le même jour à Kayes (Hk) et à Gouina (Hgo). La relation entre Hg et Hk, linéaire pour Hk compris entre 100 et 600 cm de 1951 à mai 1998, semble indiquer par la méthode du cumul des résidus que pour une même valeur de Hk, celle de Hg devient légèrement inférieure à partir de 1991 (décalage moyen de 8 cm). Par contre la relation entre Hg et Hgo, linéaire pour Hgo supérieur à 300 cm entre 1955 et 2009, apparaît remarquablement stable sur toute la période. Cette stabilité de la relation entre Hg et Hgo et le faible décalage constaté sur la relation entre Hg et Hk, permettent de penser que le zéro de référence de l'échelle de Galougo n'a probablement pas varié pendant toute la durée des observations. Il se situe d'après Rochette et al (1974) à l'altitude 69,23 m IGN.

Les relevés, quotidiens jusqu'en 1999 et biquotidiens depuis 2000, couvrent très bien l'ensemble de la période observée à la fois en période de crue et pendant l'étiage (fig. 5.5.2.A).

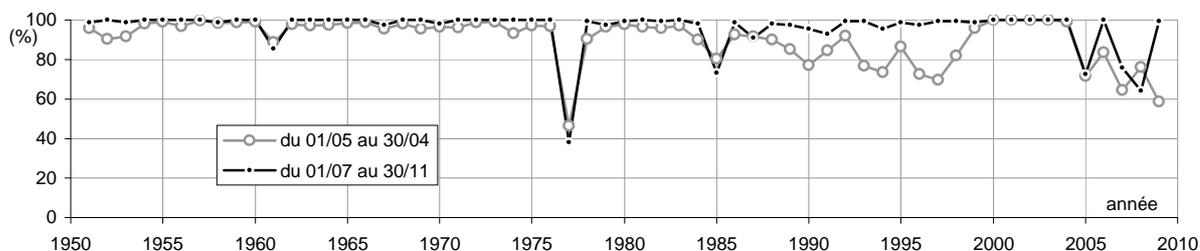


Figure 5.5.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Galougo

La base de données contient les résultats de 24 jaugeages effectués à Galougo entre 1962 et 1981 (Tab. 5.5.2.A). Ceux-ci reprennent bien l'unique jaugeage décrit par Rochette et al (1974), effectué en 1965. Les cotes jaugées sont en excellent accord avec les cotes observées, à l'exception de trois jaugeages effectués en 1968, dont un est éliminé. Comme pour la station de Kayes à la même date, le jaugeage daté du 11/11/1968 à 11H11 à Galougo présente une cote jaugée en désaccord avec les cotes observées mais peut néanmoins être conservé pour étalonner la station, vu son bon alignement avec les autres points H,Q.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	15/06/1962	120	60	9	08/08/1967	643	2750	17	11/11/1968	197	234
2	17/02/1965	109	63.6	10	18/09/1967	824	4430	18	11/11/1968	281	560
3	12/10/1966	759	3650	11	19/07/1968	381.5	676	19	16/08/1978	355	803
4	23/10/1966	515	1860	12	20/07/1968	269	517	20	17/08/1978	355	825
5	25/10/1966	482	1570	13	03/08/1968	414	1160	21	02/10/1979	292.5	612
6	27/10/1966	451	1450	14	07/08/1968	480	1550	22	03/10/1979	283	580
7	02/06/1967	66	17.5	15	31/08/1968	370	948	23	04/10/1979	275	529
8	14/07/1967	218	346	16	10/10/1968	364	893	24	31/03/1981	38	7.18

Tableau 5.5.2.A : mesures de débit du Sénégal à Galougo (italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; grisé : jaugeage éliminé)

5.5.2.2 Tarage

Les 23 jaugeages conservés permettent de déterminer un unique étalonnage bijectif (tab. 5.5.2.B, fig 5.5.2.B). Celui-ci est relativement précis et peut être considéré comme fiable jusqu'à la cote 900 cm. Au-delà, il est assez peu fiable (cote maximale jaugée = 824 cm en 1967 ; cote maximale observée = 1160 cm en 1958).

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 1.903838E-004 * (H + 10.677)^{2.62733} \quad \text{si } H < 127.770$$

$$Q(H) = 9.725043E-001 * (H - 124.785)^{1.22599} + 76.725 \quad \text{si } 127.770 < H < 293.627$$

$$Q(H) = 1.715021E-001 * (H - 173.414)^{1.55475} + 306.238 \quad \text{si } H > 293.627$$

H	-50	-11	-10	-5	0	10	20	30	40	50	70	90	110	130
Q(H)	0	0.0000	0.0001	0.0182	0.0959	0.5443	1.535	3.221	5.738	9.209	19.47	34.83	56.07	84.09
H	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475
Q(H)	127.6	195.1	270.9	352.8	439.5	530.2	624.6	727.6	840.5	962.6	1093	1232	1379	1534
H	525	575	625	675	725	775	825	875	925	975	1025	1075	1125	1175
Q(H)	1865	2223	2606	3014	3445	3899	4373	4869	5384	5919	6473	7045	7635	8242

H	H <= 128	128 < H <= 294	294 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	6.399	16.19	49.05	36.63

Tableau 5.5.2.B : barème d'étalonnage de la station de Galougo, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

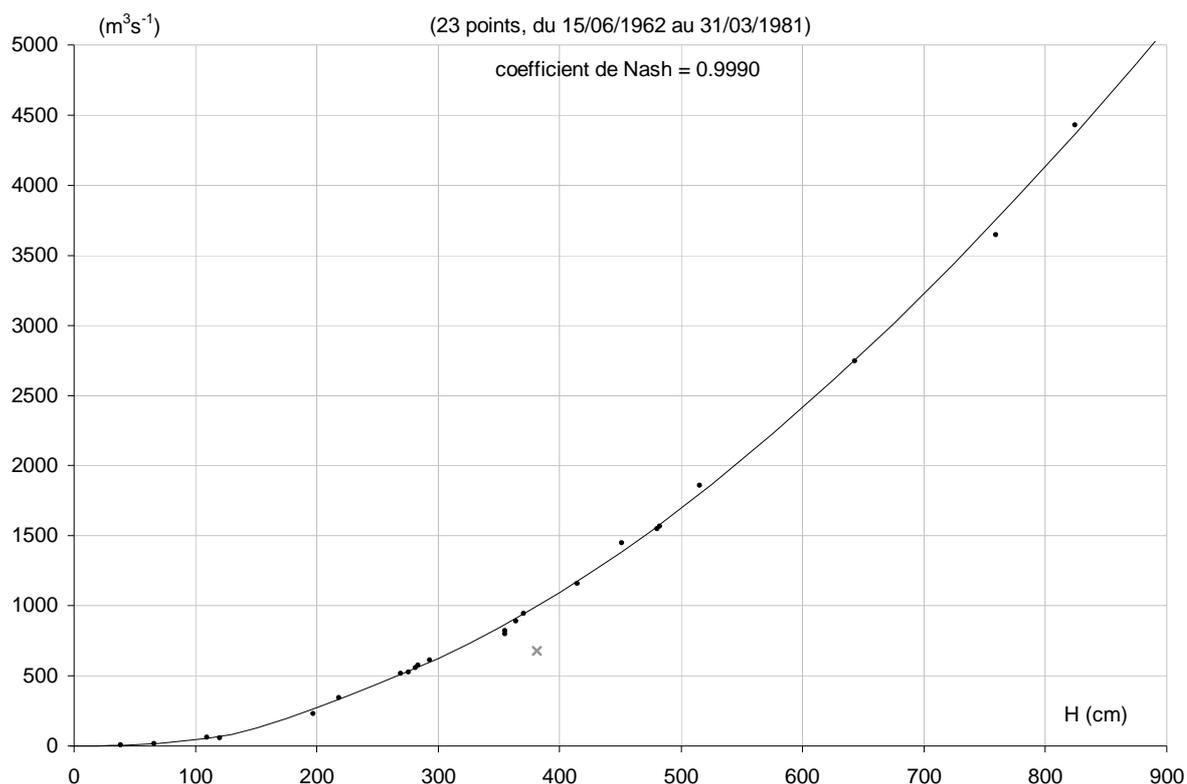


Figure 5.5.2.B : étalonnage de la station de Galougo sur le Sénégal, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1998

5.5.3 Le Sénégal à Gouina

Coordonnées géographiques : 11°06' W ; 14°00' N

B.V. = 128 600 km²

5.5.3.1 *Données*

Les relevés de niveau contenus dans la base de données pour la station de Gouina, sous le capteur I1, vont du 01/06/1955 au 30/06/2009. Ce sont des lectures d'échelle, quotidiennes jusqu'en 1995 et biquotidiennes depuis 2005, complétées par d'assez nombreuses valeurs reconstituées (code d'origine R) concentrées surtout dans les années 1961 à 1966, 1973 à 1975 et 1987 à 1993. La superposition des limnigrammes de Gouina et des stations voisines (Galougo, Felou, Kayes) conduit à supprimer de nombreuses séquences de cotes aberrantes à Gouina, de 1976 à 1986 et depuis 2006 (tab. A-5).

Comme il est dit plus haut, la relation entre cotes relevées à Galougo et Gouina est remarquablement constante sur toute leur période d'observation commune. Ceci permet de penser que pour chacune de ces deux stations, l'ensemble des cotes observées concerne un unique plan d'eau et se réfère à un unique zéro d'échelle. Il suffit par ailleurs d'utiliser les indications données dans la monographie de 1974 (tableau II-15, graphique II-13, tableaux annuels de débit moyen journalier de Gouina 2eme bief) pour constater que certaines cotes choisies au hasard dans la base de données correspondent très probablement à des lectures faites sur l'échelle MAS du deuxième bief aval de Gouina. Ainsi par exemple pour le

27/09/1964, la cote de 675 (2eme bief) contenue dans la base, correspond d'après le tableau II-15 à une cote de 500 sur le limnigraphe amont, qui elle-même donne un débit d'environ 3650 m³/s d'après la figure II-13, valeur très proche de celle indiquée dans les tableaux de débits journaliers (3670 m³/s).

On peut déduire des différents éléments ci-dessus que l'ensemble des relevés de niveau contenus dans la base de données pour Gouina se réfère très probablement à l'échelle installée par la MAS en 1956 sur le deuxième bief aval de la station, et dont le zéro se situe à l'altitude 48,49 m MEFS d'après Rochette et al (1974). Il est possible que les relevés de 1955 se réfèrent quant-à eux à l'ancienne échelle installée par l'UHEA sur le même bief (altitude du zéro = 48,44 m MEFS) ou à des valeurs reconstituées. Quoi qu'il en soit, ces relevés paraissent parfaitement homogènes avec le reste de la série.

Les relevés de niveau conservés pour Gouina couvrent bien la période observée de 1955 à 1975 et de 1989 à 1994, mais moins bien pour les autres années. On ne dispose d'aucune donnée de 1996 à 2005 (fig. 5.5.3.A).

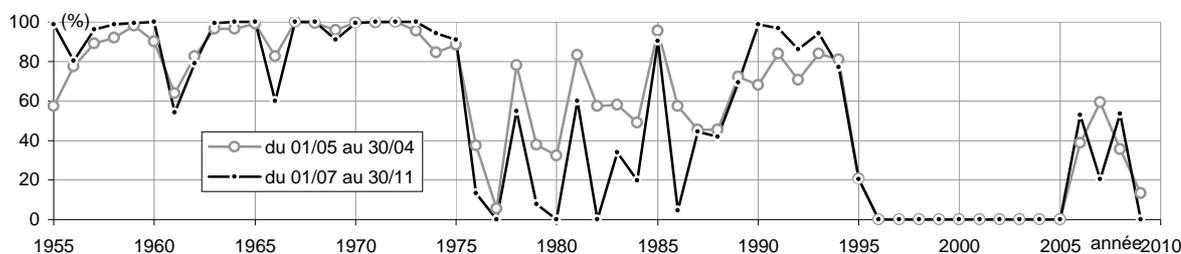


Figure 5.5.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Gouina

La monographie de Rochette et al (1974) présente une liste de 62 jaugeages réalisés à Gouina. D'après les indications données par cet ouvrage, les cotes jaugées de cette liste se réfèrent au limnigraphe amont de la station. Si l'on peut être certain de cela pour les 60 premières mesures, réalisées en 1950 et 1951, il y a un doute en revanche pour la dernière mesure, réalisée en 1965. En effet, la cote jaugée le 17/02/1965 (137 cm) pourrait se référer à l'échelle MAS du deuxième bief car : i) elle coïncide bien avec la cote observée à la station contenue dans la base de données ; ii) le limnigraphe amont a cessé d'être exploité après 1957. Quoi qu'il en soit, cette question a peu d'importance car le tableau II-15 de l'ancienne monographie montre que les cotes au limnigraphe amont et à l'échelle MAS coïncident vers 136 cm.

Les 62 résultats de jaugeages contenus dans la base de données pour Gouina correspondent parfaitement à la liste donnée par Rochette et al (1974), à quelques détails près :

- Les débits supérieurs à 1000 m³/s sont arrondis à 10 m³/s près dans la base et généralement à 5 m³/s près dans l'ancienne monographie.
- Les cotes jaugées les 29/09, 03/10 et 04/10/1951 sont supérieures respectivement de 13, 31 et 45 cm par rapport à celles de l'ancienne monographie. Pour les deux dernières dates, les débits diffèrent également, de 190 et 315 m³/s respectivement.
- Les cotes jaugées les 28 et 29/10/1951 sont supérieures de 16 cm par rapport à celles de l'ancienne monographie.

- Le 49eme jaugeage est daté du 30/11/1951 dans la base au lieu du 30/12/1951 dans l'ancienne monographie. C'est la date indiquée par la base qui est correcte, sans aucun doute possible.

Les résultats de jaugeages retenus ici pour étalonner la station sont ceux du tableau II-16 de la monographie de Rochette et al (1974), auxquels on ajoute la mesure mentionnée dans le texte pour le 08/09/1965, réalisée par des hydrologues russes. La date du 49eme jaugeage est corrigée d'après la base de données. Tous les jaugeages sont conservés ici, y compris les mesures partielles des 3 et 4 octobre 1951, dont les débits ont été en grande partie reconstitués dans les règles de l'art par Rochette et al (1974). Enfin, on utilise le tableau II-15 de l'ancienne monographie pour calculer à partir des cotes mesurées au limnigraphe amont, les cotes correspondantes à l'échelle MAS du deuxième bief aval pour tous les jaugeages réalisés entre le 30/10/1950 et le 24/06/1952 (tab. 5.5.3.A).

N°	date	Hlimni amont (cm)	Hmas 2e bief (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	Hlimni amont (cm)	Hmas 2e bief (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	Hlimni amont (cm)	Hmas 2e bief (cm)	Q (m ³ /s)
1	30/10/1950	333	439	1150	22	10/08/1951	350	459	1265	43	11/11/1951	355	466	1400
2	02/11/1950	314	415	995	23	14/08/1951	364	479	1470	44	13/11/1951	337	443	1210
3	04/11/1950	303	401	890	24	18/08/1951	337	443	1195	45	15/11/1951	328	433	1070
4	06/11/1950	294	389	830	25	20/08/1951	385	508	1730	46	18/11/1951	309	409	900
5	09/11/1950	282	372	735	26	21/08/1951	415	551	2160	47	23/11/1951	281	370	671
6	13/11/1950	264	345	605	27	23/08/1951	379	500	1645	48	27/11/1951	264	345	556
7	21/11/1950	238	307	435	28	25/08/1951	368	484	1495	49	30/11/1951	254	330	495
8	05/12/1950	206	259	310	29	30/08/1951	360	473	1470	50	03/12/1951	245	317	458
9	13/12/1950	194	240	290	30	04/09/1951	391	517	1865	51	08/12/1951	233	300	421
10	11/01/1951	163	185	140	31	05/09/1951	406	538	2060	52	13/12/1951	221	282	360
11	23/01/1951	152	165	108	32	06/09/1951	410	544	2130	53	20/12/1951	211	267	314
12	22/02/1951	129	124	57	33	29/09/1951	<u>393</u>	520	1830	54	31/12/1951	195	241	243
13	19/03/1951	108	90	28	34	03/10/1951	<u>489</u>	660	<u>3510</u>	55	21/01/1952	175	207	185
14	15/07/1951	252	327	510	35	04/10/1951	<u>557</u>	762	<u>4765</u>	56	19/02/1952	150	161	105
15	19/07/1951	292	386	758	36	17/10/1951	411	545	2130	57	24/03/1952	121	111	52
16	22/07/1951	281	370	631	37	21/10/1951	403	534	2015	58	30/04/1952	89	63	11
17	25/07/1951	256	333	505	38	27/10/1951	406	538	2073	59	24/05/1952	68	35	6.5
18	02/08/1951	254	330	495	39	28/10/1951	<u>420</u>	558	2305	60	04/06/1952	85	57	10
19	04/08/1951	319	421	956	40	29/10/1951	<u>421</u>	559	2280	61	24/06/1952	120	109	51
20	06/08/1951	338	445	1185	41	31/10/1951	379	500	1825	62	17/02/1965		137	63.6
21	09/08/1951	363	477	1495	42	02/11/1951	372	490	1610	63	08/09/1965		746	4300

Tableau 5.5.3.A : mesures de débit du Sénégal à Gouina (souligné : valeur corrigée par rapport à la base de données)

5.5.3.2 Tarage

Les 63 jaugeages conservés permettent d'établir un unique étalonnage bijectif précis de la station (tab. 5.5.3.B et fig 5.5.3.B), utilisable pour traduire en débit les cotes contenues dans la base de données, mesurées sur l'échelle MAS du deuxième bief aval. Cet étalonnage fiable est fiable jusqu'à la cote 800 (cote maximale observée : 978 cm en 1958 ; cote maximale jaugée : 762 cm en 1951). On gardera toutefois à l'esprit qu'il est déterminé après traduction des cotes jaugées référencées au limnigraphe amont en cotes référencées à l'échelle MAS. Cette traduction utilise le barème du tableau II-15 de l'ancienne monographie, dont on ne connaît pas la précision.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 1.153154E-003 * (H + 4.640)^{2.23089} \quad \text{si } H < 175.000$$

$$Q(H) = 2.293413E-004 * (H + 25.459)^{2.48943} \quad \text{si } 175.000 < H < 360.000$$

$$Q(H) = 1.678591E+000 * (H - 351.714)^{1.29507} + 602.242 \quad \text{si } H > 360.000$$

H	-100	-5	-4	0	5	10	20	30	40	50	70	90	110	130
Q(H)	0	0.000	0.000	0.035	0.180	0.459	1.467	3.137	5.524	8.671	17.39	29.53	45.29	64.84
H	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475
Q(H)	88.31	123.4	165.3	214.8	272.2	337.9	412.3	495.7	588.4	701.2	856.7	1039	1241	1459
H	500	525	550	575	600	625	650	700	750	800	850	900	950	1000
Q(H)	1690	1934	2188	2451	2723	3004	3292	3890	4514	5162	5831	6520	7228	7954

H	H <= 175	175 < H <= 360	360 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	4.278	17.50	51.22	40.27

Tableau 5.5.3.B : barème d'étalonnage de la station de Gouina, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

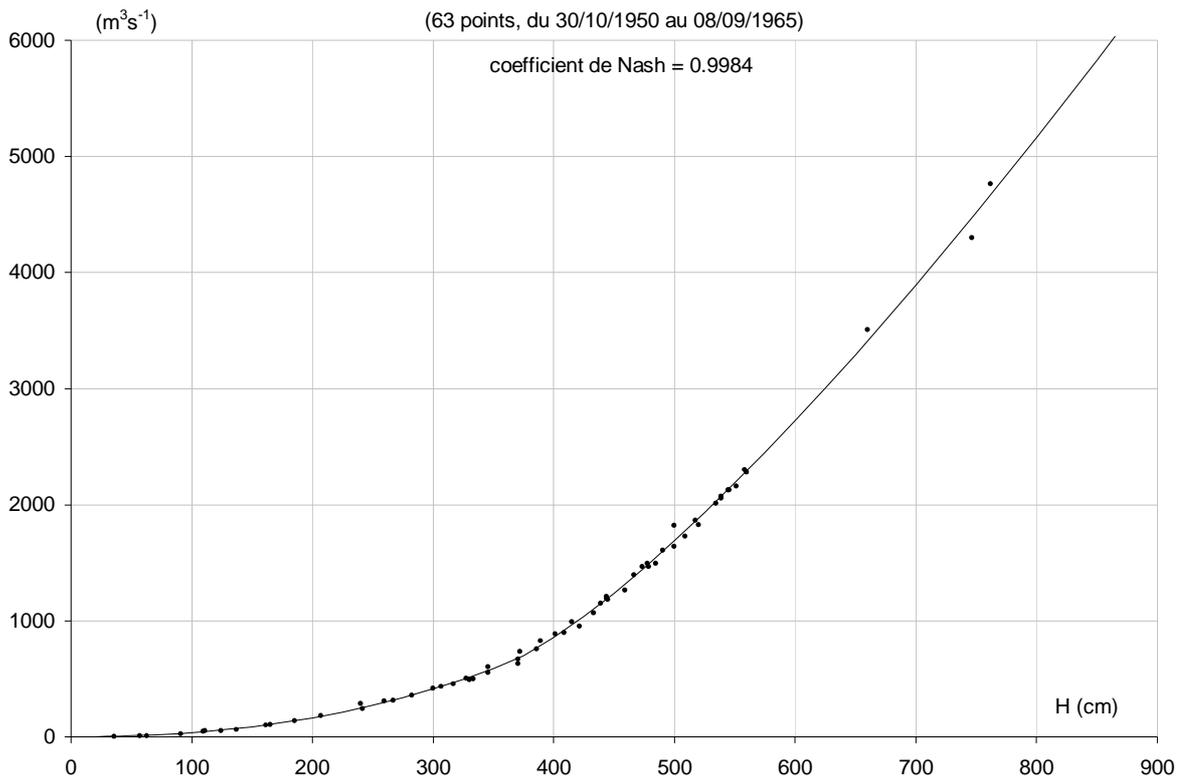


Figure 5.5.3.B : étalonnage de la station de Gouina sur le Sénégal, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1998

5.5.4 Le Sénégal au Felou

Coordonnées géographiques : 11°21' W ; 14°21' N

B.V. = 131 500 km²

5.5.4.1 Données

Les relevés de cote contenus dans la base pour cette station correspondent à l'échelle de Felou aval. Ils sont stockés sous un unique capteur I1 et couvrent les années 1952 à 1992. Avec un code d'origine L, ils apparaissent comme des lectures d'échelle, complétées essentiellement en 1964 et 1991 par une quinzaine de valeurs reconstituées. Ces observations généralement quotidiennes sont fréquemment biquotidiennes en période de crue entre 1956 et 1973. De 1963 à 1967 et de 1969 à 1972, elles ne comportent pas de valeur entre 200 et 293 cm, probablement du fait de l'absence d'élément d'échelle 200-300. Après quelques corrections/suppressions d'anomalies évidentes (Tab A-5), la série conservée couvre relativement bien la période observée, sauf pour les années hydrologiques 1953 à 1955, 1959 à 1961 et 1990 (fig. 5.5.4.A).

L'analyse de la relation entre cotes observées à Felou et Gouina permet rapidement de constater que celles de Felou relevées entre le 30/07/1963 et le 22/10/1967 au dessus de 200 cm, sont trop basses de 100 cm par rapport aux autres cotes observées depuis 1956. Ce décalage correspond à la sous-estimation mentionnée pour les lectures de 1963 et 1964 par Rochette et al (1974). On applique donc ici une correction de 100 cm à ces cotes brutes pour homogénéiser la série (tab. A-5). Par ailleurs, la relation établie entre les cotes Hf ainsi obtenues pour Felou et les cotes Hg de Galougo comprises entre 200 et 700 cm peut être paramétrée par un polynôme du second degré. Son analyse par la méthode du cumul des résidus montre que les cotes relevées à Felou du 01/09/1952 au 31/10/1952, toutes supérieures à 300 cm, sont en moyenne trop élevées de 124 cm par rapport au reste de la série. Les cotes relevées au début de l'année 1952 en dessous de 300 cm étant quant à elles homogènes avec le reste de la série, ce décalage laisse soupçonner une simple erreur métrique, par ailleurs mentionnée dans l'ancienne monographie. On applique donc ici une correction de -100 cm aux relevés de 1952 supérieurs à 300 cm.

Les cotes ainsi corrigées se réfèrent sans ambiguïté, depuis 1956, au zéro de l'échelle implantée par la MAS en 1954, situé à l'altitude 23,513 m. Pour l'année 1952, on ne peut dire si elles se réfèrent à ce même zéro ou à celui de l'échelle UHEA de 1950, situé à une altitude plus élevée de seulement 3 cm. Quoi qu'il en soit, vu ce très faible écart, on peut considérer cette série de cotes corrigées comme entièrement homogène sur toute la période observée.

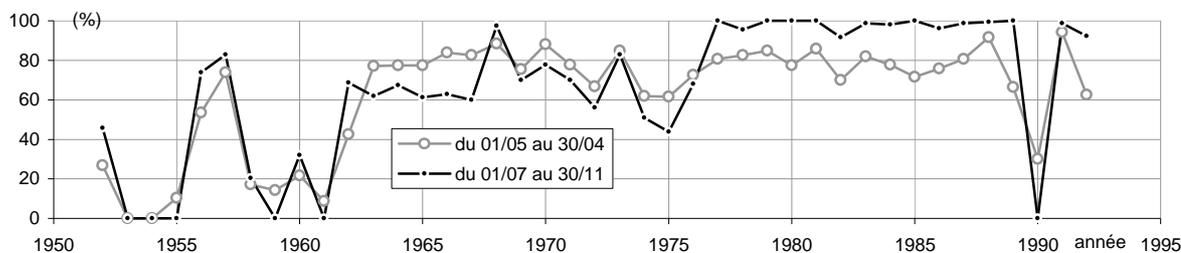


Figure 5.5.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Felou

On ne dispose d'aucun résultat de jaugeage pour la station de Felou.

5.5.5 Le Sénégal à Kayes

Coordonnées géographiques : 11°27' W ; 14°27' N

B.V. = 157 400 km²

5.5.5.1 *Données*

La base de données contient pour la station de Kayes des relevés de niveau qui sont stockés sous les capteurs I1 (du 01/07/1903 au 11/10/2010) et I2 (du 09/12/1988 au 31/01/2000). Les données du capteurs I1 correspondent pour la grande majorité à des lectures d'échelle. Quelques valeurs reconstituées, visiblement bien calculées, figurent également sous I1 (pour l'essentiel entre les cotes 100 et 300, de 1963 à 1967 et en 1976), ainsi que des enregistrements limnigraphiques en 1989, 1990, 1994 et 1998. Les données du capteur I2, cohérentes avec celles de I1, correspondent toutes à des enregistrements limnigraphiques des années 1988 à 1991 et 1998 à 2000.

L'analyse montre que les relevés antérieurs à 1966 correspondent à des valeurs homogénéisées et aucune hétérogénéité évidente ne semble entacher les données plus récentes. Tous les relevés se réfèrent donc a priori à un unique zéro d'échelle dont l'altitude se situe à 20.16 m IGN.

En plus de quelques corrections de fautes de frappe évidentes, certaines suppressions de valeurs sont également effectuées, en nombre limité (Tab. A-5). Parmi les relevés supprimés figurent entre autres :

- Certains points doubles isolés antérieurs à 1950, généralement plausibles mais parfois aberrants, dont la nature de réelle lecture d'échelle semble douteuse, et qui font penser plutôt à des valeurs plus ou moins bien reconstituées.
- Certains relevés antérieurs à 1950 qui sont manifestement étendus de façon artificielle, probablement pour des besoins calculatoires (par exemple, au jour j+1 à 0h après une série s'interrompant au jour j à 12h ou au jour j à 0h avant une série débutant le jour j à 12h)

La série opérationnelle, homogène, est bâtie sur la combinaison suivante des relevés des capteurs I1 et I2, complétée/corrigée pour le mois d'août 1906 à partir d'une archive retrouvée de l'époque :

- I1 : du 01/07/1903 12:00 au 08/12/1988 12:00 ; du 11/08/1989 12:00 au 10/08/1990 08:00 ; du 30/05/1991 08:00 au 04/06/1998 08:00 ; du 31/01/2000 18:00 au 10/10/2010 18:00
- I2 : du 09/12/1988 10:00 au 10/08/1989 15:30 ; du 10/08/1990 10:30 au 30/05/1991 00:00 ; du 04/06/1998 11:30 au 31/01/2000 17:30

Jusqu'en 1950, les observations couvrent assez bien chaque période de crue mais médiocrement le reste de l'année (fig. 5.5.5.A). La couverture devient bonne à partir de 1951 (sauf en 1965 et 1966), et parfaite à partir de 1997. La fréquence des relevés est d'un point par jour jusqu'en 1988 (deux points par jour en période de crue de 1961 à 1968 et de 1970 à

1973). A partir de 1989, elle passe à deux points par jour (avec certaines périodes couvertes par des relevés limnigraphiques très fréquents (jusqu'à un point par demi-heure) entre 1988 et 1991 et entre 1997 et 2001), puis à trois points par jour à partir d'avril 2003.

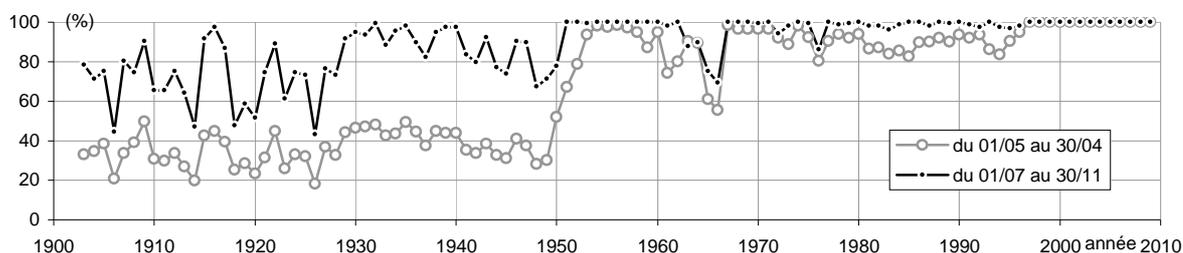


Figure 5.5.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Kayes

Aux 83 jaugeages contenus dans la base de données pour Kayes, qui reprennent bien les deux seuls indiqués par Rochette et al (1974) et ceux du POGR (2000a) sont ajoutés trois jaugeages récents dont les résultats ont été communiqués par l'IRD-Bamako (tab. 5.5.5.A). Par ailleurs, trois jaugeages discordants en cote avec la série des niveaux observés à Kayes en 1968 et 1978 sont néanmoins conservés pour l'analyse.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G1 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G1 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G1 (cm/j)
1	10/04/1963	60	15.2		30	31/10/1978	322	650		59	08/08/2000	263	423	-6.0
2	01/03/1965	102	45.9		31	03/11/1978	297	567		60	08/08/2000	269	431	-7.2
3	15/05/1967	52	8.83		32	11/11/1978	204	271		61	10/08/2000	296	536	32.1
4	20/09/1967	968	4220		33	01/12/1978	162	161		62	11/08/2000	302	549	32.9
5	29/09/1967	874	3450		34	11/09/1979	460	1210		63	11/08/2000	332	686	27.8
6	05/10/1967	755	2640		35	29/09/1979	288	547		64	12/08/2000	341	679	7.5
7	16/10/1967	598	1870		36	07/11/1979	219	318		65	12/08/2000	334	658	-12.4
8	06/11/1967	359	787		37	16/11/1979	179	186		66	13/08/2000	324	609	-20.1
9	29/11/1967	255	365		38	29/03/1983	46	4.15		67	13/08/2000	314	581	-18.5
10	23/06/1968	55	8.59		39	11/06/1983	27	0.5		68	16/08/2000	317	586	-24.4
11	03/07/1968	147	128		40	19/05/1984	27	0.58		69	01/09/2000	382	793	-2.5
12	23/07/1968	360	809		41	10/05/1985	27	0.67		70	03/09/2000	489	1271	89.3
13	07/08/1968	486	1310		42	04/06/1985	12	0.08		71	03/09/2000	508	1368	73.0
14	11/09/1968	694	2370		43	30/09/1985	344	733		72	04/09/2000	541	1465	89.4
15	21/09/1968	556	1610		44	07/10/1985	290	539		73	04/09/2000	582	1752	109.1
16	04/10/1968	390	880		45	16/10/1985	252	366		74	05/09/2000	659	2038	112.9
17	06/11/1968	224	305		46	19/02/1999	148	122	-0.2	75	05/09/2000	678	2152	103.1
18	11/11/1968	120	73		47	27/08/1999	712	2170	44.5	76	05/09/2000	704	2340	84.3
19	07/12/1968	173	229		48	28/08/1999	775	2495	56.7	77	06/09/2000	748	2415	19.9
20	20/12/1968	150	166		49	07/06/2000	216	279	-0.6	78	06/09/2000	750	2511	9.7
21	14/01/1969	120	75.5		50	27/07/2000	239	352	3.3	79	06/09/2000	749	2396	4.5
22	18/10/1969	512	1320		51	28/07/2000	248	379	-4.0	80	06/09/2000	739	2312	-1.4
23	06/12/1969	226	373		52	29/07/2000	233	320	-9.5	81	07/09/2000	714	2263	38.5
24	18/12/1969	199	280		53	29/07/2000	232	321	-9.5	82	07/09/2000	725	2372	49.3
25	06/01/1970	165	209		54	29/07/2000	229	316	-9.6	83	07/09/2000	738	2453	55.2
26	07/02/1970	127	85		55	30/07/2000	225	304	-8.1	84	12/12/2007	129	90.6	-7.5
27	22/03/1978	42	4.19		56	01/08/2000	237	342	2.3	85	11/08/2008	331	608	-32.0
28	01/06/1978	26	0.55		57	04/08/2000	257	403	11.9	86	16/08/2008	340	669	-24.5
29	12/08/1978	480	1300		58	07/08/2000	275	455	-3.2					

Tableau 5.5.5.A : mesures de débit du Sénégal à Kayes (italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par ADCP)

5.5.5.2 Tarage

Pour une même cote, les débits mesurés en moyennes et hautes eaux depuis août 1999 sont inférieurs à ceux qui avaient été mesurés avant 1979. Cette différence semble correspondre à un réel détarage de la station car elle ne peut être expliquée par un changement de méthode de mesure (moulinet avant 1979 et essentiellement ADCP depuis 1999). En effet, deux jaugeages au moulinet réalisés en 2000 se révèlent relativement cohérents avec la nouvelle série.

Les jaugeages faits entre le 16/11/1979 et le 19/02/1999 sont assez compatibles avec les deux séries et ne permettent malheureusement pas de dater précisément le détarage. Cependant, l'analyse par cumul des résidus sur la période 1972-2009 montre que la relation entre cotes moyennes journalières observées à Galougo (entre 200 et 650 cm) et Kayes se modifie nettement à partir de 1994 : pour une même cote à Galougo, la cote devient plus forte à Kayes. Cette modification va dans le même sens que le détarage observé (pour un même débit, la cote devient plus élevée), ce qui permet de supposer que celui-ci s'est bien produit en 1994. La comparaison des débits sommés de Kayes et Kidira avec ceux de Bakel nous amène finalement à préciser sa date au 19 octobre.

Comme le mentionnent certains résultats du POGR (2000b) sur la base des mesures les plus récentes, le débit pour une même cote semble effectivement plus élevé en phase de montée qu'en phase d'abaissement des eaux. Le second étalonnage est donc établi par la méthode du gradient limnimétrique, malgré un nombre légèrement insuffisant de jaugeages effectués en décrue. Il est déterminé en imposant l'identité avec l'étalonnage précédent en basses eaux, et la parallélisation maximale par rapport à celui-ci en hautes eaux ($H > 775$ cm).

Le premier étalonnage (tab. 5.5.5.B, fig 5.5.5.B) peut être considéré comme fiable jusqu'à la cote 1050 environ. Il doit être extrapolé d'environ 370 cm au dessus de la plus forte cote jaugée (968 en 1967) pour permettre la traduction en débit de la plus forte cote observée (1340 en 1906).

Le second étalonnage (tab. 5.5.5.C, fig 5.5.5.C) peut être considéré comme fiable jusqu'à la cote 850 environ. Il doit être extrapolé d'environ 110 cm au dessus de la plus forte cote jaugée (775 en 1999) pour permettre la traduction en débit de la plus forte cote observée (886 en 2007).

Paramétrage des étalonnages :

- de l'origine de la station au 18/10/1994 :

$$Q(H) = 1.135972E-002 \times (H - 20.000)^{1.88749} \quad \text{si } H < 98.464$$

$$Q(H) = 4.451369E-001 \times (H - 93.126)^{1.33036} + 38.677 \quad \text{si } 98.464 < H < 513.698$$

$$Q(H) = 5.600790E-004 \times (H + 213.785)^{2.23742} - 0.589 \quad \text{si } H > 513.698$$

- depuis de 19/10/1994 :

$$Q_0(H) = 1.136E-002 \times (H - 20.000)^{1.88749} \quad \text{si } H \leq 115.0$$

$$Q_0(H) = 4.674E-001 \times (H - 106.420)^{1.31775} + 53.480 \quad \text{si } 115.0 < H \leq 775.0$$

$$Q_0(H) = 1.836E+000 \times (H - 750.320)^{1.23752} + 2425.240 \quad \text{si } 775.0 < H$$

$$K(H) = 9.029E-004$$

H	-50	20	30	40	50	65	80	95	110	125	140	160	180	200
---	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Q(H)	0	0	0.8767	3.244	6.973	14.99	25.80	39.31	57.78	83.20	113.1	158.0	207.7	261.3
H	220	240	260	280	300	325	350	375	400	450	500	550	600	650
Q(H)	318.4	378.5	441.5	506.9	574.7	662.6	753.7	847.7	944.5	1146	1357	1579	1820	2080
H	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350
Q(H)	2359	2658	2977	3315	3674	4054	4454	4875	5317	5780	6265	6772	7301	7851

H	H <= 98	98 < H <= 514	514 < H	ensemble
erreur type de Q(H)	1.152	28.16	40.53	27.05

Tableau 5.5.5.B : barème d'étalonnage de la station de Kayes, valable de l'origine de la station au 18/10/1994, et erreur type du débit calculé Q(H)

H	-50	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
Q0(H)	0.0	0.0000	0.8767	3.244	6.973	12.00	18.29	25.80	34.51	44.40	68.02	101.4	142.2	188.2
H	200	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425	450	475	500
Q0(H)	238.5	292.3	349.2	408.9	471.1	535.6	619.3	706.1	795.7	888.1	983.0	1080	1180	1282
H	550	600	650	700	725	750	775	800	825	850	875	900	950	1000
Q0(H)	1491	1709	1933	2164	2282	2401	2522	2656	2807	2971	3146	3328	3715	4126

H	-100	231	775	1000
K(H)	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009

H	H <= 115	115 < H <= 775	775 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G1)		34.23		34.23

Tableau 5.5.5.C : barèmes d'étalonnage de la station de Kayes, valables depuis le 19/10/1994, et erreur type du débit calculé $Q(H,G1) = Q0(H) \times (1 + K(H) \times G1)^{0.5}$

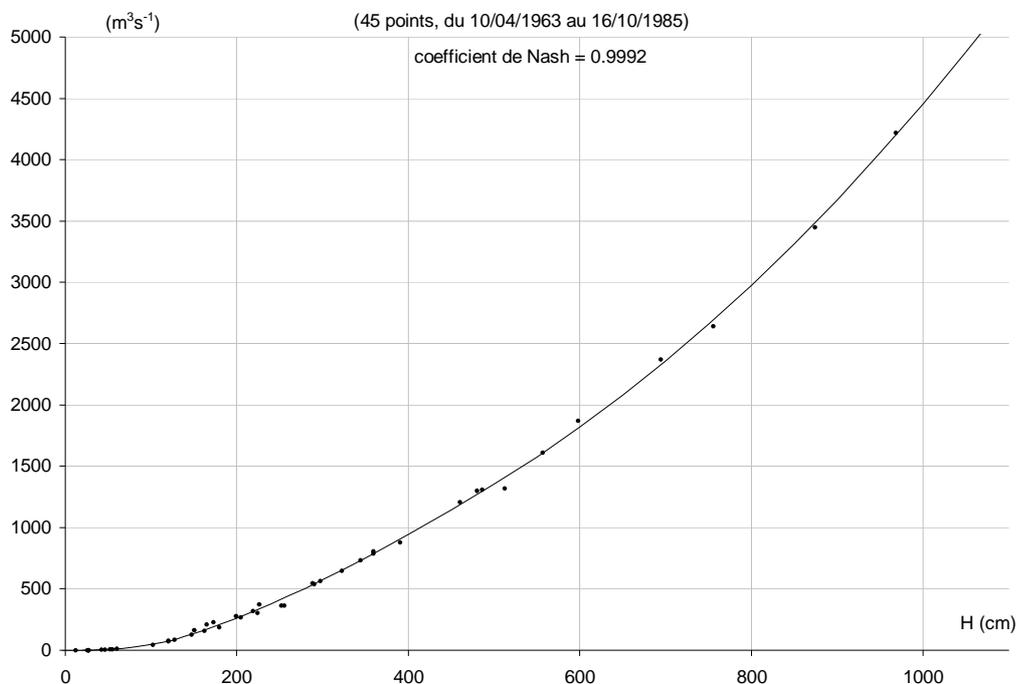


Figure 5.5.5.B : étalonnage de la station de Kayes sur le Sénégal, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 18/10/1994

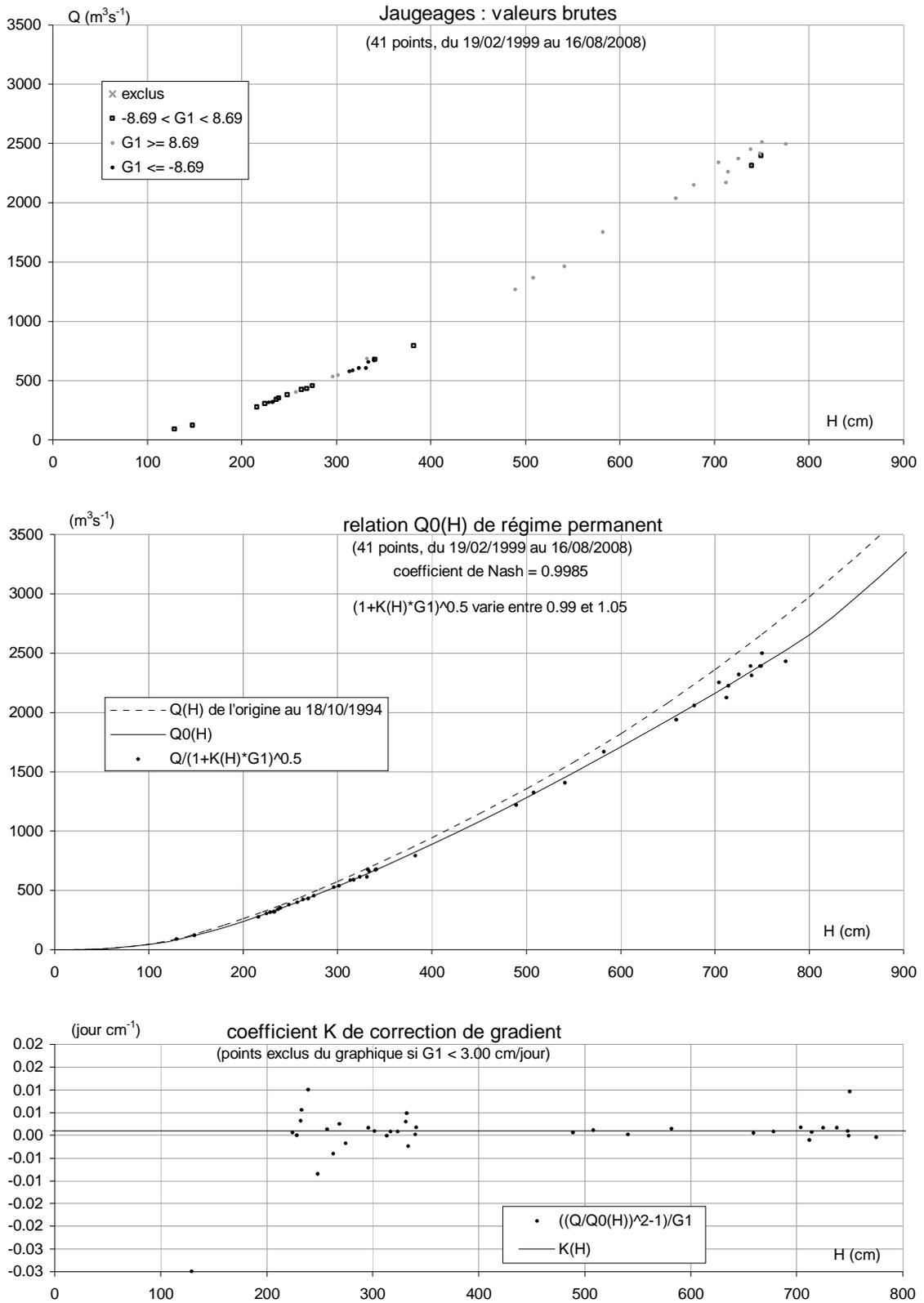


Figure 5.5.5.C : étalonnage de la station de Kays sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 19/10/1994

5.5.6 Le Sénégal à Ambidedi

Coordonnées géographiques : 11°47' W ; 14°35' N

B.V. = 159 000 km²

5.5.6.1 Données

La base de données contient des niveaux observés à Ambidedi allant du 17/06/1909 au 30/12/2009, stockés sous un unique capteur I1. D'après leurs codes d'origine, ce sont des lectures d'échelle complétées par des valeurs reconstituées. Ces dernières concernent l'intégralité de la période 1952-1977 et certaines séquences de la période 1978-1990, surtout en étiage. Certaines corrections/suppressions sont effectuées sur les cotes pour palier des anomalies évidentes, dont la plupart sont postérieures à 1995 (tab. A-5).

On peut émettre un doute sur la nature réelle des données de la période 1952-1977. Vu l'absence de lacune sur cette période, il est certes probable qu'elles incluent des valeurs reconstituées. Mais il est également probable qu'une grande partie d'entre elles corresponde à de réelles valeurs observées. Elles contiennent en effet quelques erreurs métriques isolées, classiquement rencontrées dans les séries d'observations limnimétriques mais inexplicables en cas de reconstitution automatique des cotes. Par ailleurs, la relation entre cotes moyennes journalières du même jour à Kayes et Ambidedi sur la période 1952-1977 devrait être fonctionnelle (une cote à Kayes correspondant à une seule cote à Ambidedi) si les secondes avaient été intégralement reconstituées à partir des premières. Or cette relation, certes étroite, est loin d'être fonctionnelle, alors que l'utilisation des données de Kayes s'impose pour reconstituer les cotes à Ambidedi. A défaut d'autre information, on ne modifie pas ici les codes d'origine des relevés d'Ambidedi, mais on gardera à l'esprit que de nombreuses cotes de la période 1952-1977 sont probablement de réelles valeurs observées, contrairement à ce qu'indique leur code d'origine R uniforme.

En première analyse, la correspondance entre cotes moyennes journalières du même jour à Kayes et Ambidedi apparaît stable sur toute la période 1909-1997, et conforme en moyenne à celle qui est décrite dans le tableau II-20 de la monographie de 1974. On en déduit que la série d'Ambidedi est constituée de cotes homogénéisées, toutes référencées au zéro de l'échelle MAS de 1957 situé à l'altitude 17,67 m IGN. Une analyse plus fine de cette correspondance moyenne, limitée aux cotes comprises entre 200 et 600 cm à Kayes pour lesquelles elle est parfaitement linéaire, permet cependant de distinguer trois périodes distinctes pour les relevés d'Ambidedi, par la méthode du cumul des résidus : du 17/06/1909 au 04/12/1933 ; du 12/07/1934 au 01/08/1978 ; du 02/08/1978 au 12/10/1997. Pour une même cote à Kayes, on constate ainsi que les cotes d'Ambidedi de la première et de la seconde période sont en moyenne plus élevées de 14 cm et 7 cm respectivement, par rapport à celles de la troisième période. Par la même méthode, on constate aussi que pour une même cote comprise entre 100 et 600 cm à Galougo, celle qui est observée le même jour à Ambidedi est plus élevée sur la période 2003-2009 (22 cm en moyenne) que sur la période 1952-2002. Il se pourrait donc que la série des relevés d'Ambidedi soit légèrement hétérogène. Mais les décalages constatés, bien que très nets, sont relativement faibles et, de plus, on n'est pas en mesure de les expliquer. En première approximation, la série de cotes disponible pour Ambidedi dans la base de données est donc considérée ici comme homogène, et on ne lui applique aucune correction qui viserait à l'homogénéiser plus finement.

De 1909 à 1942, les observations ne sont faites qu'en période de crue (fig. 5.5.6.A). Aucune donnée n'est ensuite disponible pour les années 1943 à 1951. Les relevés de la période 1952-1977, qui sont tous affecté d'un code d'origine R mais dont une grande partie correspond probablement à de réelles observations (voir plus haut), couvrent parfaitement cette période, sans aucune lacune. Enfin, la période 1978-2009 est très bien couverte par les relevés, hormis l'année 1999. D'une valeur par jour de 1909 à 1999, la fréquence des observations passe ensuite à deux valeurs par jour de 2000 à 2009.

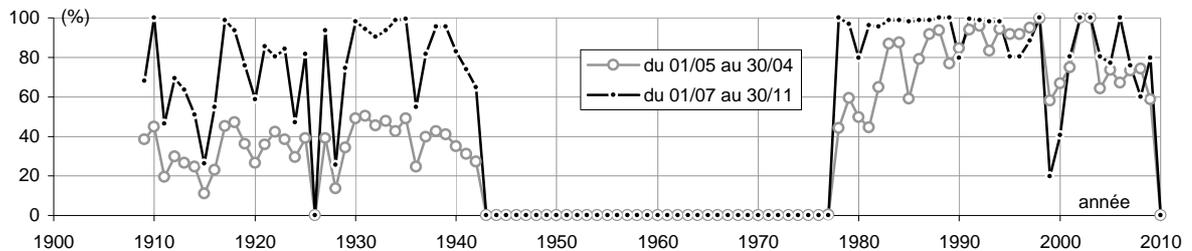


Figure 5.5.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Ambidedi

La base de données contient treize résultats de jaugeages sur la période 1974-1979 pour la station d'Ambidedi. Alors que les cotes jaugées en 1978 et 1979 s'accordent assez bien avec les cotes observées, celles des années 1974 et 1976 sont plus élevées de 41 à 53 cm, avec un décalage moyen de 44 cm. Bien qu'on ne soit pas en mesure d'expliquer l'origine de ce décalage, on corrige ici de -44 cm les cotes jaugées de 1974 et 1976 pour les rendre homogènes aux cotes observées (tab. 5.5.6.A).

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	28/10/1974	224	519	6	06/11/1974	173	385	11	07/12/1978	89	134
2	29/10/1974	217	479	7	07/11/1974	169	357	12	27/09/1979	249	579
3	31/10/1974	212	458	8	17/12/1974	70	118	13	28/09/1979	240	555
4	01/11/1974	197	442	9	16/01/1976	36	47.8				
5	05/11/1974	178	387	10	23/11/1978	124	206				

Tableau 5.5.6.A : mesures de débit du Sénégal à Ambidedi. ATTENTION : les cotes indiquées ici pour les jaugeages réalisés en 1974 et 1976 sont corrigées de -44 cm par rapport aux cotes jaugées brutes

5.5.6.2 Tarage

Avec des cotes corrigées de -44 cm, les jaugeages des années 1974 et 1976 s'accordent assez bien avec ceux des années 1978 et 1979. L'ensemble de ces 13 mesures permet de définir un unique étalonnage bijectif pour les basses et moyennes eaux, valable pour toute la durée de la station (tab. 5.5.6.B et fig. 5.5.6.B). Cet étalonnage peut être considéré comme assez fiable pour les cotes comprises entre 10 et 300 cm (cote maximale jaugée : 249 cm en 1979 ; cote maximale observée : 1190 cm en 1958). Les débits calculés à partir de cet étalonnage doivent cependant être utilisés avec prudence, compte tenu de l'absence de jaugeage réalisé depuis plus de 30 ans, de la correction de cote effectuée sur les jaugeages des années 1974 et 1976 et d'une possible hétérogénéité légère des cotes observées à la station (voir plus haut).

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 1.279394E-001 * (H + 25.000)^{1.47620} \quad \text{si } H < 75.000$$

$$Q(H) = 1.238201E+000 * (H - 71.835)^{1.15000} + 110.000 \quad \text{si } 75.000 < H < 300.000$$

H	-100	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
Q(H)	0	0.0000	1.377	3.830	6.969	10.66	14.81	19.39	24.34	29.65	35.28	41.21	47.44	53.94
H	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Q(H)	60.71	67.72	74.98	90.20	106.3	123.9	144.7	167.5	191.6	216.6	242.5	269.0	296.1	323.7
H	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
Q(H)	351.8	380.4	409.3	438.6	468.3	498.3	528.6	559.1	590.0	621.1	652.5	684.1	715.9	747.9

H	H <= 75	75 < H <= 300	ensemble
erreur type de Q(H)	9.818	13.50	13.00

Tableau 5.5.6.B : barème d'étalonnage de la station d'Ambidedi, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

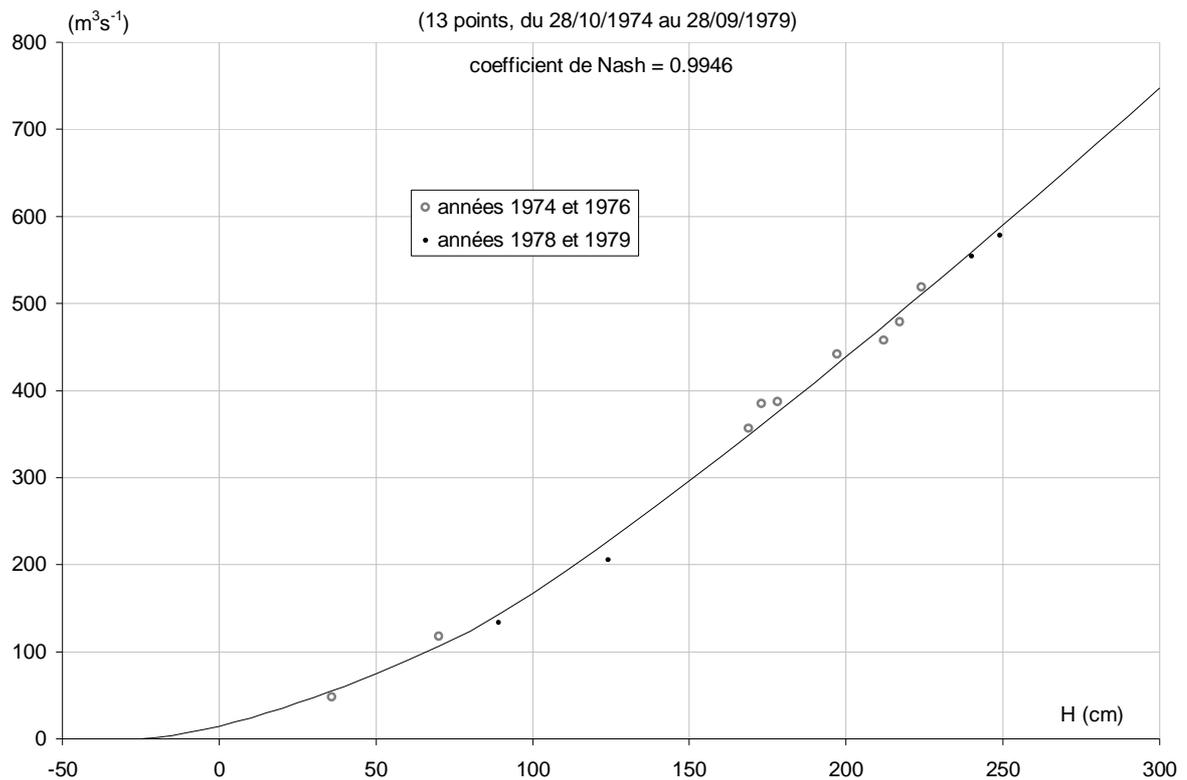


Figure 5.5.6.B : étalonnage de la station d'Ambidedi sur le Sénégal, pour les basses et moyennes eaux

5.6 VALLEE DU SENEGAL ENTRE BAKEL ET LA DEFLUENCE DU DOUE

Le tableau A-6 de l'annexe 2A indique les corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau contenus dans la banque de données pour les stations de la vallée du fleuve Sénégal entre Bakel et la défluence du Doué.

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour ces stations, dans les paragraphes VII.1.1 à VII.1.6 de l'annexe 2C.

5.6.1 Le Sénégal à Bakel

Coordonnées géographiques : 12°27' W ; 14°54' N

PK = 794 ; B.V. = 218 000 km²

5.6.1.1 Données

Les relevés de niveau figurent sous deux capteurs dans la base de données : I1 (du 02/01/1904 au 11/10/2010) contient essentiellement des lectures d'échelle mais aussi quelques enregistrements limnigraphiques sur des périodes de durée limitée réparties entre 1991 et 1998 ; I2 (du 12/05/1999 au 10/07/2000) contient des enregistrements limnigraphiques à petit pas de temps parfaitement cohérents avec les relevés de I1.

Les niveaux antérieurs à 1966 sont des valeurs homogénéisées se référant toutes à un zéro d'échelle situé à l'altitude 11.16 m. En première analyse, aucune hétérogénéité n'affecte les données ultérieures, qui se réfèrent donc au même zéro.

Pour de nombreuses années antérieures à 1950, la base de données contient des relevés de niveau isolés (généralement début avril et début juin), plausibles pour les uns mais douteux pour d'autres, qui ne correspondent probablement pas à de réelles lectures d'échelle. Ces relevés, probablement introduits pour des raisons calculatoires, présentent des valeurs accumulées pour la plupart à 55, 60 ou 75 cm, qui ne semblent pas naturelles. Les cotes du 2 juin, qui entre 1950 et 1987 fluctuent selon les années entre 13 et 127 cm, sont trop régulières avant 1950 (50 ou 55 cm pour la plupart) pour correspondre à de réelles observations. Les relevés isolés de période d'étiage sont donc supprimés (tab. A-6), d'autant plus que Rochette et al (1974) soulignent que l'échelle ancienne n'était lue que de juillet à novembre.

La série de niveaux opérationnels, homogène, combine les relevés du capteur I1 du 02/01/1904 au 12/05/1999 et du 10/07/2000 au 11/10/2010 avec ceux du capteur I2 du 12/05/1999 au 10/07/2000. Les années antérieures à 1950 sont assez bien couvertes en période de crue par cette série, mais médiocrement le reste de l'année (fig. 5.6.1.A). A partir de 1950, la couverture devient bonne tout au long de l'année et très bonne pendant la crue. Elle est parfaite depuis 1999. Toutes les pointes de crue sont observées à Bakel depuis 1904.

D'un point par jour jusque juin 1976 (avec toutefois deux points par jour pendant les crues de 1970, 1971, 1974 et 1975, la fréquence des relevés passe ensuite à deux points par jour,

puis trois points par jour à partir d'avril 2003. De mai 1999 à juillet 2000, les enregistrements limnigraphiques présentent une grande fréquence de relevés, pouvant aller jusqu'à un point par demi-heure.

Pour en terminer avec les niveaux relevés à la station de Bakel, il faut signaler ici l'existence de la station complémentaire de **Koungani** installée 7 km à l'amont en 1951. La base de données contient pour cette station des relevés quotidiens de niveau couvrant la période du 02/01/1955 au 31/12/1962 qui, d'après leur code d'origine, correspondent à des lectures d'échelle et non pas aux enregistrements du limnigraphe qui équipait la station. Avec les altitudes de zéro de référence (11.65 m IGN initialement, puis 11.61 m IGN à partir de 1961) données par Rochette et al (1974), ces relevés peuvent être traduits en niveaux absolus. La comparaison de ces derniers avec les niveaux absolus observés à Bakel amène les conclusions suivantes pour les relevés de Koungani :

- Du 01/01/1955 au 18/06/1955, les cotes sont aberrantes car trop élevées de plus de 12 m.
- Du 19/06/1955 au 25/04/1959, les cotes sont douteuses car leur relation avec celles de Bakel est anormalement dispersée sur tout le marnage, malgré la faiblesse des apports intermédiaires entre les stations.
- Du 13/08/1961 au 28/09/1962, les cotes semblent fiables car leur relation étroite avec celles de Bakel est très plausible ($H_{Koungani} = 1.0089H_{bakel} + 16.4$ avec $R^2 = 0.999$, relation entre niveaux absolus exprimés en cm pour H_{bakel} compris entre 1152 et 2367)

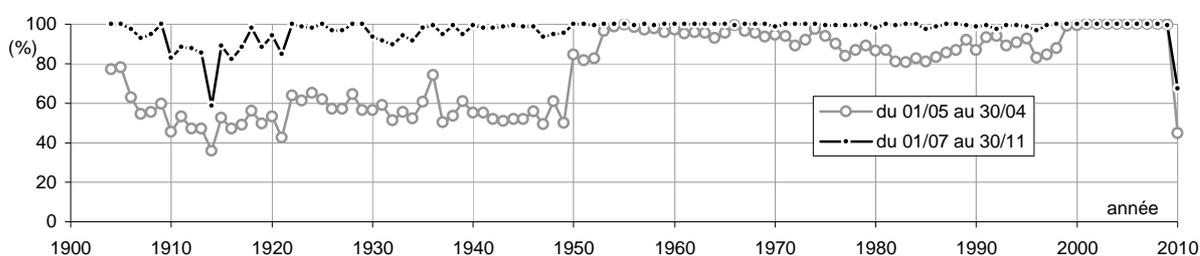


Figure 5.6.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Bakel

Les jaugeages contenus dans la base de données reprennent bien ceux de Rochette et al (1974). Leur liste est complétée ici par trois des jaugeages réalisés par le POGH (1999d) les 26/03/1998, 25/05/1998 et 07/09/1999, dont la saisie avait visiblement été omise. Neuf des 397 jaugeages réalisés à Bakel (tab. 5.6.1.A) sont discordants en cote avec la série des niveaux observés à la station. Il est impossible de savoir si les différences constatées proviennent d'erreur sur la date du jaugeage, la cote jaugée ou la cote observée. On ne peut donc pas calculer le gradient limnigraphique avec certitude pour ces 9 jaugeages, qui sont par conséquent exclus de l'analyse.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)
1	04/07/1950	153	86	-0.09	134	10/05/1973	40	0.25	-0.72	267	24/08/1982	545	1640	65.33
2	06/10/1950	1017	2690	-25.34	135	05/06/1973	42	0.83	0.00	268	26/08/1982	643	2090	18.34
3	15/10/1950	1015	2900	1.53	136	15/12/1973	152	64.8	-1.28	269	29/08/1982	666	2410	17.31
4	19/10/1950	930	2340	-26.38	137	12/01/1974	120	43.4	-1.00	270	30/08/1982	679	2330	16.54
5	21/10/1950	876	1800	-25.63	138	13/02/1974	93	19.1	-0.50	271	31/08/1982	692	2370	8.15
6	23/10/1950	815	1960	-28.38	139	06/03/1974	78	11.5	-1.00	272	02/09/1982	669	2220	-12.32
7	29/10/1950	672	1580	-18.66	140	27/03/1974	59	2.6	-0.75	273	05/09/1982	675	2030	-6.19
8	31/10/1950	633	1350	-18.50	141	30/04/1974	45	1.17	-0.44	274	07/09/1982	577	1640	-31.37
9	31/10/1950	633	1510	-18.55	142	17/05/1974	38	0.72	-0.50	275	10/09/1982	546	1400	-13.97
10	04/11/1950	555	1200	-18.72	143	30/05/1974	28	0.13	-0.97	276	18/08/1983	375	719	-3.10
11	04/11/1950	555	1130	-18.68	144	16/06/1974	20	0	-0.50	277	20/08/1983	412	796	30.91
12	08/11/1950	497	1030	-12.19	145	27/07/1974	515	1370	11.69	278	22/08/1983	492	1120	24.04
13	08/11/1950	497	963	-12.12	146	13/08/1974	599	1590	-20.56	279	31/08/1983	396	714	-2.46
14	29/11/1950	339	480	-5.16	147	14/08/1974	574	1440	-23.61	280	05/10/1983	379	650	-0.90
15	19/12/1950	268	285	-2.00	148	16/08/1974	541	1320	-14.55	281	09/10/1983	348	575	-11.82
16	25/04/1951	53	7.08	-1.44	149	03/09/1974	1061	4480	-36.44	282	11/10/1983	335	544	-6.26
17	27/06/1951	170	97	-2.88	150	07/09/1974	953		-25.31	283	15/10/1983	309	432	-6.44
18	23/07/1951	441	860	-0.34	151	09/09/1974	953	3600	-2.45	284	18/10/1983	284	391	-9.33
19	23/07/1951	441	753	-1.11	152	12/09/1974	876	2940	-33.23	285	22/10/1983	253	280	-6.67
20	10/08/1951	599	1980	16.16	153	14/09/1974	823	2700	-22.3	286	27/10/1983	291	225	-3.85
21	17/08/1951	628	1800	-12.34	154	18/09/1974	821	2850	9.4	287	27/11/1983	153	83.8	-2.95
22	31/08/1951	687	1660	-15.19	155	22/09/1974	842	3030	-6.5	288	30/07/1984	396	756	12.05
23	08/09/1951	841	2830	10.13	156	24/09/1974	777	2500	-33.1	289	08/08/1984	417	755	7.51
24	25/09/1951	792	2080	-22.41	157	24/03/1975	79	10.6	-1.0	290	13/08/1984	393	688	-0.60
25	28/09/1951	690	1710	-22.41	158	03/05/1975	52	2.02	0.0	291	15/08/1984	433	850	5.43
26	06/10/1951	1146	5600	58.28	159	05/06/1975	36	0.39	-0.3	292	20/08/1984	409	760	-2.67
27	08/10/1951	1158	5140	1.72	160	27/07/1975	459	1200	63.2	293	15/09/1984	372	622	-14.12
28	11/10/1951	1122	4970	-11.66	161	30/07/1975	674	2470	82.0	294	17/09/1984	346	542	-9.27
29	19/10/1951	935	2700	-8.28	162	02/08/1975	709	2460	-7.3	295	26/09/1984	332	500	-7.32
30	23/10/1951	877	2440	-11.13	163	11/08/1975	577	1790	26.6	296	28/09/1984	309	450	-8.42
31	31/10/1951	880	2740	-4.66	164	12/08/1975	602	1760	18.3	297	10/10/1984	414	870	12.31
32	12/11/1951	689	1600	-26.91	165	16/08/1975	581	1650	-0.1	298	20/12/1984	114	39.7	-1.44
33	21/11/1951	511	987	-15.91	166	19/08/1975	539	1370	-17.7	299	21/07/1985	358	659	-5.12
34	26/11/1951	444	772	-11.28	167	21/08/1975	494	1160	-22.8	300	25/07/1985	400	870	29.52
35	04/12/1951	377	597	-7.16	168	23/08/1975	454	995	-11.9	301	27/07/1985	439	940	6.36
36	21/12/1951	301	348	-2.78	169	26/08/1975	510	1310	21.0	302	01/08/1985	478	1190	28.80
37	24/01/1952	224	143	-1.53	170	27/08/1975	521	1330	9.9	303	12/08/1985	522	1310	24.14
38	20/02/1952	177	118	-1.75	171	29/08/1975	546	1500	21.7	304	15/08/1985	556	1590	20.55
39	25/03/1952	112	47.7	-1.21	172	30/08/1975	572	1650	39.3	305	13/09/1985	678	2140	-17.44
40	28/04/1952	68	14.6	-1.26	173	31/08/1975	658	2360	70.8	306	16/09/1985	649	1840	-13.54
41	28/08/1952	660	1530	-43.34	174	01/09/1975	753	3020	97.9	307	18/09/1985	612	1640	-16.82
42	29/08/1952	622	1440	-34.91	175	01/09/1975	775	3140	98.3	308	21/09/1985	572	1470	-16.63
43	05/09/1952	540	1080	3.97	176	02/09/1975	853	3780	97.0	309	23/09/1985	529	1280	-20.79
44	15/09/1952	885	3060	-6.00	177	03/09/1975	936	4470	83.1	310	25/09/1985	489	1110	-18.53
45	17/09/1952	860	2940	-12.41	178	04/09/1975	1004	4980	55.4	311	29/09/1985	461	1030	-7.41
46	28/09/1952	1022	3660	32.34	179	05/09/1975	1016	4730	14.7	312	02/10/1985	441	900	-7.43
47	21/10/1952	855	2640	-26.47	180	06/09/1975	993	4560	-7.3	313	16/07/1986	244	290	0.63
48	07/11/1952	443	799	-12.59	181	08/09/1975	1006	4670	3.6	314	19/07/1986	271	380	18.94
49	15/11/1952	363	493	-4.59	182	10/09/1975	976	4080	-19.8	315	20/07/1986	298	500	21.65
50	18/11/1953	320	413	-4.84	183	11/09/1975	946	3860	-25.2	316	21/07/1986	314	470	11.38
51	19/11/1953	316	379	-3.69	184	13/09/1975	889	3400	-32.5	317	26/07/1986	344	620	17.26
52	20/11/1953	315	400	-2.28	185	14/09/1975	856	3080	-33.1	318	28/07/1986	327	490	-11.07
53	20/11/1953	313	380	-2.26	186	16/09/1975	792	2660	-24.5	319	02/08/1986	357	605	10.44
54	07/09/1954	1228	6440	-3.81	187	11/10/1975	538	1300	-16.4	320	26/08/1986	417	850	12.72
55	09/09/1954	1198	5660	-21.13	188	13/10/1975	503	1120	-17.7	321	27/08/1986	445	1000	24.83
56	11/09/1954	1124	4680	-36.56	189	14/10/1975	485	1060	-17.2	322	28/08/1986	472	1100	22.65

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)
57	12/09/1954	1088	4290	-35.13	190	08/11/1975	321	473	-5.2	323	31/08/1986	502	1230	11.04
58	14/09/1954	1030	3710	-24.31	191	10/11/1975	310	444	-5.8	324	03/09/1986	537	1370	27.34
59	16/09/1954	1002	3450	-15.84	192	09/12/1975	208	181	-2.1	325	04/09/1986	609	2160	52.60
60	19/09/1954	940	2840	-18.22	193	11/12/1975	204	177	-2.1	326	06/09/1986	662	2380	47.50
61	07/10/1954	805	1810	-21.38	194	15/01/1976	144	70	-2.0	327	07/09/1986	750	2560	37.88
62	08/10/1954	780	1480	-31.63	195	17/01/1976	142	68.7	-0.8	328	10/09/1986	759	2440	-17.05
63	16/05/1955	97	35.3	-1.41	196	17/03/1976	84	14	-0.7	329	12/09/1986	701	1970	-21.05
64	18/05/1955	94	35	-0.91	197	08/05/1976	41	0.43	-0.5	330	17/09/1986	641	1580	-36.47
65	25/05/1955	86	29	-2.25	198	07/08/1976	391	780	-8.0	331	18/09/1986	604	1430	-31.82
66	27/05/1955	84	29.3	-0.28	199	12/08/1976	474	1140	13.5	332	22/09/1986	558	1360	-4.55
67	28/05/1955	85	28.8	0.69	200	17/08/1976	585	1750	35.3	333	23/09/1986	416	815	-4.16
68	12/09/1960	812	2640	-9.78	201	19/08/1976	634	1960	13.2	334	25/09/1986	129	67	-8.58
69	10/03/1961	110	37.3	-2.38	202	23/08/1976	829	2390	12.2	335	16/07/1987	169	150	2.77
70	27/04/1961	55	6.2	-1.28	203	06/09/1976	482	1090	-12.6	336	19/07/1987	196	210	13.49
71	10/06/1961	36	1.2	0.84	204	10/09/1976	453	1010	-2.6	337	19/08/1987	372	775	73.58
72	13/08/1961	776	2580	-6.63	205	14/09/1976	427	910	-2.4	338	21/08/1987	413	885	11.71
73	17/09/1961	1204	6000	-16.03	206	22/10/1976	423	890	5.9	339	23/08/1987	463	1200	37.63
74	19/09/1961	1160	5490	-24.25	207	28/04/1977	60	4.64	-1.8	340	23/08/1987	496	1330	38.05
75	21/09/1961	1089	4590	-33.59	208	09/06/1977	44	1.4	-0.3	341	27/08/1987	367	610	-43.5
76	23/09/1961	1034	4020	-26.06	209	06/11/1977	257	301	-2.3	342	29/08/1987	314	460	-17.8
77	02/11/1961	387	564	-1.59	210	04/01/1978	120	45.4	-1.7	343	12/09/1987	428	820	-20.2
78	05/02/1962	153	72.6	-2.00	211	12/02/1978	86	14.4	-0.5	344	23/09/1987	416	815	-2.4
79	27/03/1962	36	1.06	-1.22	212	01/05/1978	38	0.68	0.0	345	25/11/1987	129	67	-4.0
80	04/06/1968	78	16	0.00	213	01/01/1979	138	65.5	-1.3	346	26/03/1998	162	122	0.0
81	30/07/1968	438	922	-3.00	214	01/01/1979	138	66	-1.3	347	25/05/1998	167	138	0.0
82	09/08/1968	527	1190	-19.47	215	01/01/1979	138	64	-1.3	348	05/06/1998	167	138	-0.2
83	13/09/1968	830	2990	41.91	216	26/03/1979	69.5	4.53	-0.4	349	28/06/1998	266	316	2.7
84	18/09/1968	887	3170	1.72	217	26/04/1979	45	0.9	-0.5	350	15/07/1998	258	314	-15.3
85	14/10/1968	493	1020	-12.13	218	08/06/1979	62	5.26	7.6	351	23/08/1998	534	1100	59.1
86	29/11/1968	240	223	-3.44	219	30/11/1979	198	146	-4.2	352	23/09/1998	775	2080	-34.9
87	16/07/1969	455	1060	8.19	220	01/08/1980	411	961	20.0	353	24/09/1998	736	1924	-31.7
88	21/07/1969	417	824	3.13	221	01/08/1980	411	970	20.5	354	13/10/1998	341	449	-14.9
89	24/07/1969	509	1280	28.63	222	02/08/1980	433	1100	33.9	355	27/10/1998	261	282	-4.4
90	28/07/1969	451	904	-23.09	223	02/08/1980	433	1100	34.9	356	09/11/1998	166	130	-4.6
91	07/08/1969	509	1190	-9.19	224	03/08/1980	479	1340	62.9	357	24/11/1998	176	148	1.6
92	10/08/1969	519	1230	19.75	225	04/08/1980	609	2010	67.2	358	15/12/1998	160	127	-0.1
93	12/08/1969	644	1920	35.91	226	05/08/1980	604	1850	13.7	359	12/01/1999	145	107	-0.1
94	14/08/1969	599	1570	-16.47	227	07/08/1980	514	1290	-38.7	360	11/03/1999	155	125	-0.5
95	18/08/1969	553	1340	-2.84	228	08/08/1980	485	1200	-18.5	361	12/05/1999	155	115	-0.8
96	19/08/1969	579	1690	32.75	229	09/08/1980	500	1300	7.45	362	15/06/1999	157	125	8.9
97	21/08/1969	727	2400	46.94	230	10/08/1980	524	1450	17.43	363	13/08/1999	605	1567	91.6
98	23/08/1969	745	2400	14.66	231	11/08/1980	534	1470	22.40	364	13/08/1999	612	1588	91.4
99	25/08/1969	789	2670	24.50	232	12/08/1980	576	1850	33.70	365	26/08/1999	1029	3600	82.6
100	27/08/1969	845	3140	32.59	233	25/08/1980	55	4.04	5.41	366	26/08/1999	1031	3870	79.9
101	29/08/1969	914	3460	21.41	234	02/01/1981	130	73.2	-1.38	367	26/08/1999	1039	4080	73.1
102	01/09/1969	880	3120	-15.63	235	16/01/1981	118	45.5	-1.26	368	27/08/1999	1068	4280	45.0
103	02/09/1969	864	2960	-12.53	236	14/08/1981	669	1930	-44.98	369	29/08/1999	1091	4300	4.0
104	04/09/1969	873	2890	18.53	237	16/08/1981	588	1450	-29.08	370	29/08/1999	1093	4380	1.3
105	05/09/1969	935	3370	37.66	238	19/08/1981	655	2230	34.90	371	04/09/1999	986	3370	-32.9
106	06/09/1969	972	3710	32.47	239	25/08/1981	599	1520	-19.04	372	07/09/1999	883	2670	-19.3
107	09/09/1969	986	3670	11.69	240	28/08/1981	615	1780	5.77	373	21/09/1999	817	2330	-2.5
108	10/09/1969	990	3580	12.94	241	01/09/1981	676	2290	37.25	374	06/10/1999	684	1700	10.5
109	12/09/1969	1009	3730	6.44	242	04/09/1981	698	2180	7.48	375	20/10/1999	713	1872	-9.8
110	13/09/1969	981	3310	2.28	243	11/09/1981	622	1970	16.48	376	09/11/1999	483	900	-11.8
111	17/09/1969	981	3310	-14.03	244	14/09/1981	622	1720	-6.27	377	12/11/1999	454	801	-12.3
112	19/09/1969	938	2950	-18.47	245	15/09/1981	615	1520	-9.90	378	04/12/1999	362	525	-15.4
113	26/09/1969	859	2410	-30.22	246	18/09/1981	586	1560	-1.80	379	08/06/2000	242	270	0.1

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)
114	28/09/1969	811	2130	-15.66	247	20/09/1981	582	1480	0.51	380	26/06/2000	301	393	1.8
115	06/10/1969	738	1840	-5.81	248	23/09/1981	585	1520	-5.65	381	18/08/2000	525	1074	-9.5
116	08/10/1969	752	1970	5.66	249	25/09/1981	561	1510	-11.78	382	19/08/2000	519	1049	-12.6
117	21/10/1969	668	1810	-12.31	250	30/10/1981	286	335	-3.21	383	01/09/2000	636	1514	-0.8
118	24/10/1969	712	1830	15.03	251	28/11/1981	182	123	-1.79	384	04/09/2000	650	1651	43.8
119	28/10/1969	751	2000	17.56	252	29/01/1982	101	38.5	-1.34	385	04/09/2000	656	1701	46.0
120	01/11/1969	773	2020	-18.94	253	03/03/1982	72	9.15	-1.61	386	04/09/2000	662	1708	49.4
121	05/11/1969	631	1370	-30.91	254	27/03/1982	50	2.37	-0.12	387	04/09/2000	663	1719	49.8
122	07/11/1969	579	1220	-24.56	255	25/07/1982	273	370	5.91	388	05/09/2000	696	1915	63.6
123	11/11/1969	509	952	-13.94	256	27/07/1982	283	372	4.36	389	05/09/2000	706	1902	65.3
124	14/11/1969	470	819	-14.41	257	29/07/1982	314	496	19.58	390	05/09/2000	712	2050	66.2
125	20/11/1969	405	637	-9.22	258	31/07/1982	306	428	-17.31	391	05/09/2000	714	2005	66.3
126	24/11/1969	376	532	-6.25	259	05/08/1982	375	685	27.65	392	08/09/2000	857	2618	29.2
127	27/11/1969	356	492	-6.38	260	12/08/1982	399	813	25.45	393	08/09/2000	864	2710	27.8
128	02/12/1969	328	412	-6.13	261	14/08/1982	490	1430	47.10	394	08/09/2000	873	2776	26.0
129	08/12/1969	301	374	-3.97	262	15/08/1982	524	1590	44.58	395	09/09/2000	892	2806	19.4
130	19/12/1969	272	278	-2.42	263	18/08/1982	517	1250	-18.29	396	09/09/2000	896	2862	16.9
131	29/12/1969	243	218	-2.97	264	19/08/1982	485	1110	-25.62	397	30/03/2001	149	119	-0.1
132	05/01/1970	228	179	-3.03	265	21/08/1982	443	945	-9.64					
133	15/01/1970	207	152	-2.00	266	23/08/1982	483	1230	35.95					

Tableau 5.6.1.A : mesures de débit du Sénégal à Bakel (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP)

5.6.1.2 Tarage

Contrairement aux stations situées plus à l'aval (sauf Dagana), les débits mesurés dans le lit mineur à la station de Bakel concernent l'ensemble de l'écoulement du fleuve. Cette station doit être étalonnée par la méthode du gradient limnigraphique, car le débit y est assez nettement influencé par la vitesse de variation du niveau.

Le tracé d'un unique étalonnage basé sur tous les jaugeages de la station permet de distinguer, par analyse du cumul des résidus, trois périodes très distinctes du point de vue de la répartition des débits jaugés par rapport à cet étalonnage (pour une même cote, débit plus faible, puis plus fort, puis plus faible). On en déduit que la station a connu deux détarages qui peuvent être situés, d'après les mesures, entre le 15/01/1970 et le 10/05/1973 pour le premier, et entre le 25/11/1987 et le 05/06/1998 pour le second.

Faute d'éléments plus probants pour fixer les dates des détarages à l'intérieur des deux périodes, on doit se contenter d'indices basés sur l'analyse des relations entre cotes des stations voisines, et sur la comparaison des débits à Kayes, Kidira et Bakel :

- Les relations entre cotes de moyennes eaux sur la période 1951-1989 aux stations de Kayes, Bakel, Matam et Kaédi, sur des plages de valeurs atteintes chaque année par la crue naturelle, montrent que pour une même cote amont, la cote aval devient plus faible à partir de 1972 ou 1968 selon les couples de stations considérés. Pour le couple Kayes-Bakel, ce changement qui intervient en 1968 va dans le même sens que le détarage constaté à Bakel, mais il est trop précoce. C'est finalement la comparaison des débits sommés de Kayes et Kidira avec ceux de Bakel, qui conduit à fixer la date du premier détarage au 01/06/1970.
- Pour une même cote à Galougo située entre 200 et 650 cm sur la période 1972/2009, la cote à Bakel augmente très légèrement à partir de 1988 (début

d'artificialisation du régime, plus importante à Galougo qu'à Bakel), mais devient beaucoup plus forte à partir de 1995. La comparaison des débits sommés de Kayes et Kidira avec ceux de Bakel montre que le passage du deuxième au troisième étalonnage s'est probablement effectué à Bakel de façon progressive entre 1993 et 1997. Aucune mesure ne permettant malheureusement de décrire cette progression, la date du second détarage est finalement fixée au 20/10/1994 pour obtenir le meilleurs compromis.

Les différents étalonnages établis pour Bakel doivent permettre de calculer à partir des cotes observées à la station des débits toujours supérieurs ou égaux à la somme des débits du Sénégal à Kayes et de la Falémé à Gourbassy. En effet, les hydrogrammes de ces stations qui s'ajoutent à des apports intermédiaires assez faibles pour former celui de Bakel, peuvent être considérés comme fiables car ils sont tous très cohérents avec ceux des stations situées juste à l'amont (Galougo, Gouina, Gourbassy). Tous sont de surcroît obtenus à partir d'étalonnages très fiables jusqu'à de forts débits (4500 à 5000 m³/s à Galougo, Gouina et Kayes ; 2000 m³/s à Kidira) et assez peu extrapolés au-delà des plus fortes cotes jaugées. C'est cette condition de cohérence des débits de Bakel avec ceux de Kayes et Kidira qui est utilisée ici pour extrapoler en très hautes eaux le premier étalonnage de la station, valable jusque mai 1970. Les quatre plus forts débits jaugés entre 1951 et 1961, peu compatibles avec cette extrapolation et sous-estimant probablement légèrement le débit réel du fleuve, ne sont pas retenus dans l'analyse.

Différence majeure de résultats par rapport à l'ancienne monographie. Avec l'étalonnage ainsi obtenu, les débits des fortes crues antérieures à 1970 à Bakel présentent ici des valeurs beaucoup plus élevées que celles de la monographie de 1974. Rochette, remarquant que les modules annuels sommés de Kayes et Kidira dépassaient de 7 % ceux de Bakel, avait mis cette anomalie sur le compte d'une probable surestimation des débits de Kayes. Les jaugeages de hautes eaux réalisés depuis 1965 à Galougo et Kayes permettant aujourd'hui de confirmer les forts débits de crue à Kayes, ce sont donc probablement les débits des fortes crues à Bakel qui étaient en réalité sous-estimés. Le débit journalier maximal observé le 24/08/1906 à la station, évalué à 9300 m³/s par Rochette, est évalué désormais à 10400 m³/s.

Enfin, on remarque que les 42 jaugeages par technique ADCP sont cohérents avec les 9 jaugeages effectués au moulinet entre 1998 et 2000. Le second détarage intervenu en 1994 n'est donc visiblement pas un artefact lié au changement de technique de mesure.

Les étalonnages (tab. 5.6.1.B, 5.6.1.C et 5.6.1.D ; fig. 5.6.1.B, 5.6.1.C et 5.6.1.D), du plus ancien au plus récent, nécessitent une extrapolation de 168 cm, 130 cm et 2 cm respectivement au-delà des plus fortes cotes jaugées retenues (1160, 1061 et 1093 cm resp.) pour permettre la traduction de l'ensemble des cotes observées. Le plus ancien n'est vraiment fiable que pour des cotes situées en dessous de 1160 cm. Au delà, il est n'est que moyennement fiable du fait de son extrapolation contrainte de façon indirecte et de la non prise en compte des quatre plus forts débits mesurés. Les deux derniers étalonnages peuvent être considérés comme fiables pour l'ensemble du marnage. On gardera cependant à l'esprit que la date de début de validité du troisième (20/10/1994) est déterminée avec une incertitude assez élevée, en l'absence de jaugeage effectué de 1988 à 1997. Sa validité actuelle mériterait d'être contrôlée par de nouveaux jaugeages, car aucun débit n'a été mesuré depuis maintenant 10 ans.

Pour être complet, il faut signaler que la différence importante entre l'étalonnage de la période 1970-1994 et les autres étalonnages peut être mise en question par certaines

anomalies constatées lors d'analyses présentées plus bas (§ 7.1.8.1 : propagation des écoulements entre Bakel et Matam ; § 8.2.3 : Reconstitution du régime naturel à Bakel depuis 1987).

Paramétrage des étalonnages :

- De l'origine de la station au 31/05/1970 :

$$Q_0(H) = 3.767E-003 * (H - 13.913)^{2.02584} \quad \text{si } H \leq 499.4$$

$$Q_0(H) = 1.756E-002 * (H + 701.099)^{1.70230} - 2023.779 \quad \text{si } 499.4 < H \leq 925.0$$

$$Q_0(H) = 2.669E-005 * (H - 665.806)^3 + 2650.000 \quad \text{si } 925.0 < H$$

$$K(H) = -1.289E-005 * H + 1.667E-002 \quad \text{pour } H \text{ entre } 215 \text{ et } 1146$$

- Du 01/06/1970 au 19/10/1994 :

$$Q_0(H) = 1.091E-002 * (H - 36.949)^{1.89570} \quad \text{si } H \leq 384.9$$

$$Q_0(H) = 1.266E+000 * (H - 302.621)^{1.21200} + 452.030 \quad \text{si } 384.9 < H \leq 800.0$$

$$Q_0(H) = 2.310E+000 * (H - 779.002)^{1.23000} + 2703.000 \quad \text{si } 800.0 < H$$

$$K(H) = 5.876E-011 * H^3 + -9.695E-008 * H^2 + 3.478E-005 * H + 8.014E-003 \quad \text{pour } H \text{ entre } 641 \text{ et } 1061$$

- Depuis le 20/10/1994 :

$$Q_0(H) = 2.233E-002 * (H - 0.024)^{1.70748} + 0.144 \quad \text{si } H \leq 400.0$$

$$Q_0(H) = 1.649E+000 * (H - 391.569)^{1.15417} + 600.000 \quad \text{si } 400.0 < H \leq 850.0$$

$$Q_0(H) = 5.845E-006 * (H - 321.708)^3 + 1682.088 \quad \text{si } 850.0 < H$$

$$K(H) = \max(0 ; -1.521E-008 * H^2 + 2.310E-005 * H - 6.698E-003) \quad \text{pour } H \text{ entre } 386 \text{ et } 992$$

H	13	14	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
Q0(H)	0	3E-05	0.1463	1.047	2.789	5.382	8.834	18.33	31.32	47.83	67.86	91.44	118.6	149.3
H	225	250	275	300	325	350	400	450	500	550	600	650	700	750
Q0(H)	192.7	241.8	296.5	356.8	422.8	494.5	654.9	838.2	1044	1265	1492	1725	1964	2209
H	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350		
Q0(H)	2461	2718	2981	3263	3646	4164	4835	5680	6719	7971	9458	11199		

H	0	215	250	290	330	370	410	450	490	530	570	610	650	690
K(H)	0.0139	0.0139	0.0134	0.0129	0.0124	0.0119	0.0114	0.0109	0.0104	0.0098	0.0093	0.0088	0.0083	0.0078
H	730	770	810	850	890	930	970	1010	1146	1350				
K(H)	0.0073	0.0067	0.0062	0.0057	0.0052	0.0047	0.0042	0.0037	0.0019	0.0019				

H	H <= 499	499 < H <= 925	925 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G2)	48.53	182.2	205.4	148.4

Tableau 5.6.1.B : barèmes d'étalonnage de la station de Bakel, valables de l'origine de la station au 31/05/1970, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G2)^{0.5}$

H	0	37	40	45	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200
Q0(H)	0	0.0000	0.0904	0.5688	1.421	4.179	8.274	13.66	28.15	47.45	71.44	99.99	133.0	170.5
H	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425	450	500	550	600
Q0(H)	212.3	258.4	308.8	363.4	422.1	501.4	587.1	679.2	777.5	881.3	989.8	1218	1459	1711
H	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200		
Q0(H)	1972	2241	2518	2801	3140	3545	3992	4470	4974	5500	6045	6607		

H	0	641	650	670	690	710	730	750	770	790	810	830	850	870
K(H)	0.0060	0.0060	0.0058	0.0055	0.0052	0.0049	0.0046	0.0044	0.0041	0.0040	0.0038	0.0037	0.0036	0.0036
H	890	910	930	950	970	990	1010	1030	1061	1200				
K(H)	0.0036	0.0037	0.0038	0.0039	0.0042	0.0044	0.0048	0.0052	0.0060	0.0060				

H	H <= 385	385 < H <= 800	800 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G2)	19.73	81.89	150.8	75.89

Tableau 5.6.1.C : barèmes d'étalonnage de la station de Bakel, valables du 01/06/1970 au 19/10/1994, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q0(H) \times (1+K(H) \times G2)^{0.5}$

H	0	1	10	20	30	40	50	60	70	90	110	130	150	170
Q0(H)	0	0.165	1.278	3.855	7.565	12.28	17.91	24.40	31.70	48.62	68.43	90.98	116.1	143.8
H	190	210	230	250	275	300	325	350	375	400	425	450	500	550
Q0(H)	173.8	206.2	240.8	277.6	326.7	379.0	434.5	493.1	554.7	619.3	694.7	780.4	968.2	1170
H	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1125	1200		
Q0(H)	1383	1603	1830	2063	2301	2544	2813	3132	3506	3940	4712	5642		

H	0	386	390	400	432	464	496	528	560	592	624	656	688	720
K(H)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0007	0.0010	0.0013	0.0015	0.0016	0.0018	0.0019	0.0020	0.0021
H	752	784	816	848	880	912	944	976	992	1200				
K(H)	0.0021	0.0021	0.0020	0.0020	0.0019	0.0017	0.0016	0.0014	0.0013	0.0013				

H	H <= 400	400 < H <= 850	850 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G2)	9.97	35.02	45.68	32.11

Tableau 5.6.1.D : barèmes d'étalonnage de la station de Bakel, valables depuis le 20/10/1994, et erreurs types du débit calculé $Q(H,G2) = Q0(H) \times (1+K(H) \times G2)^{0.5}$

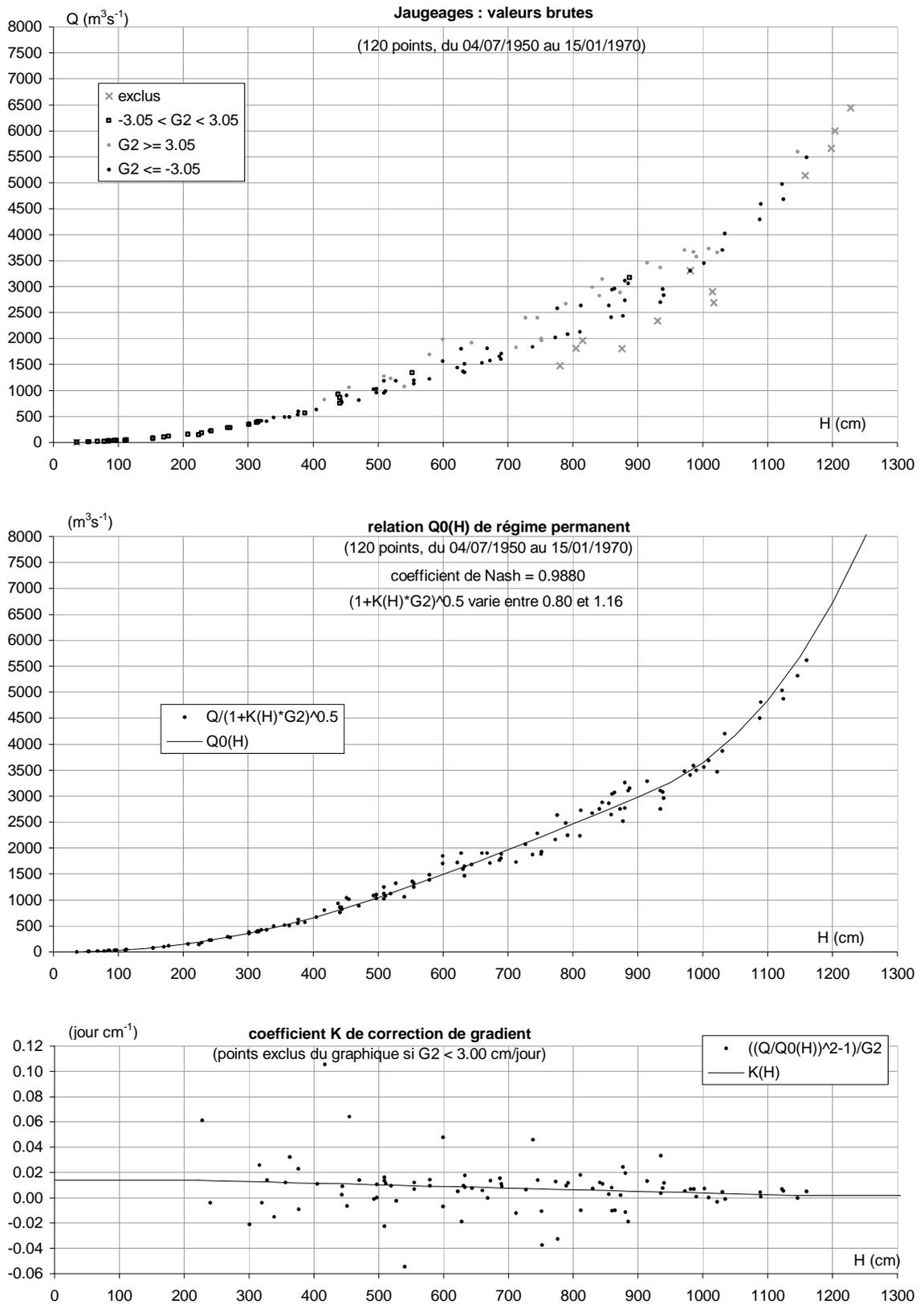


Figure 5.6.1.B : étalonnage de la station de Bakel sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1970

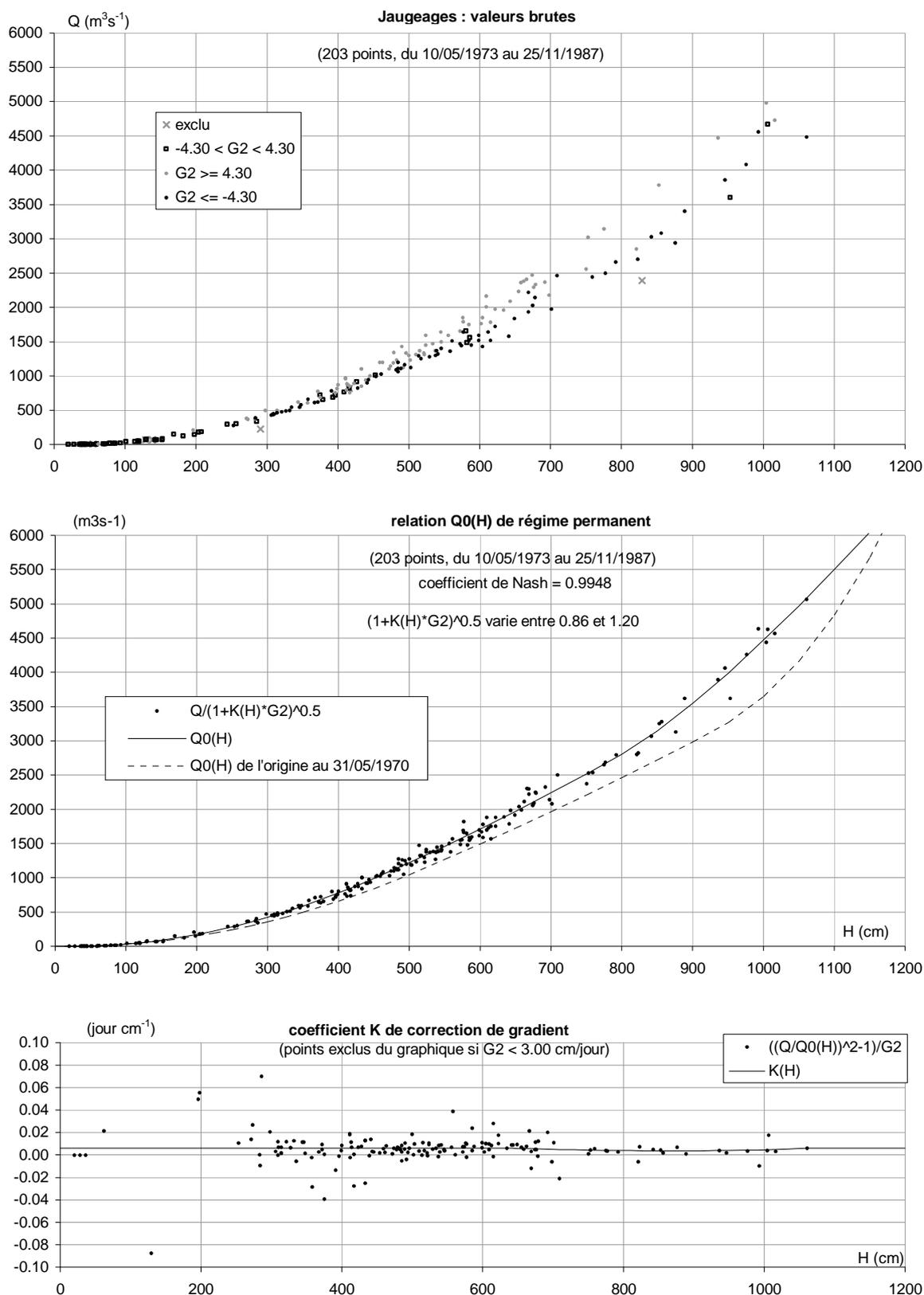


Figure 5.6.1.C : étalonnage de la station de Bakel sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable du 01/06/1970 au 19/10/1994

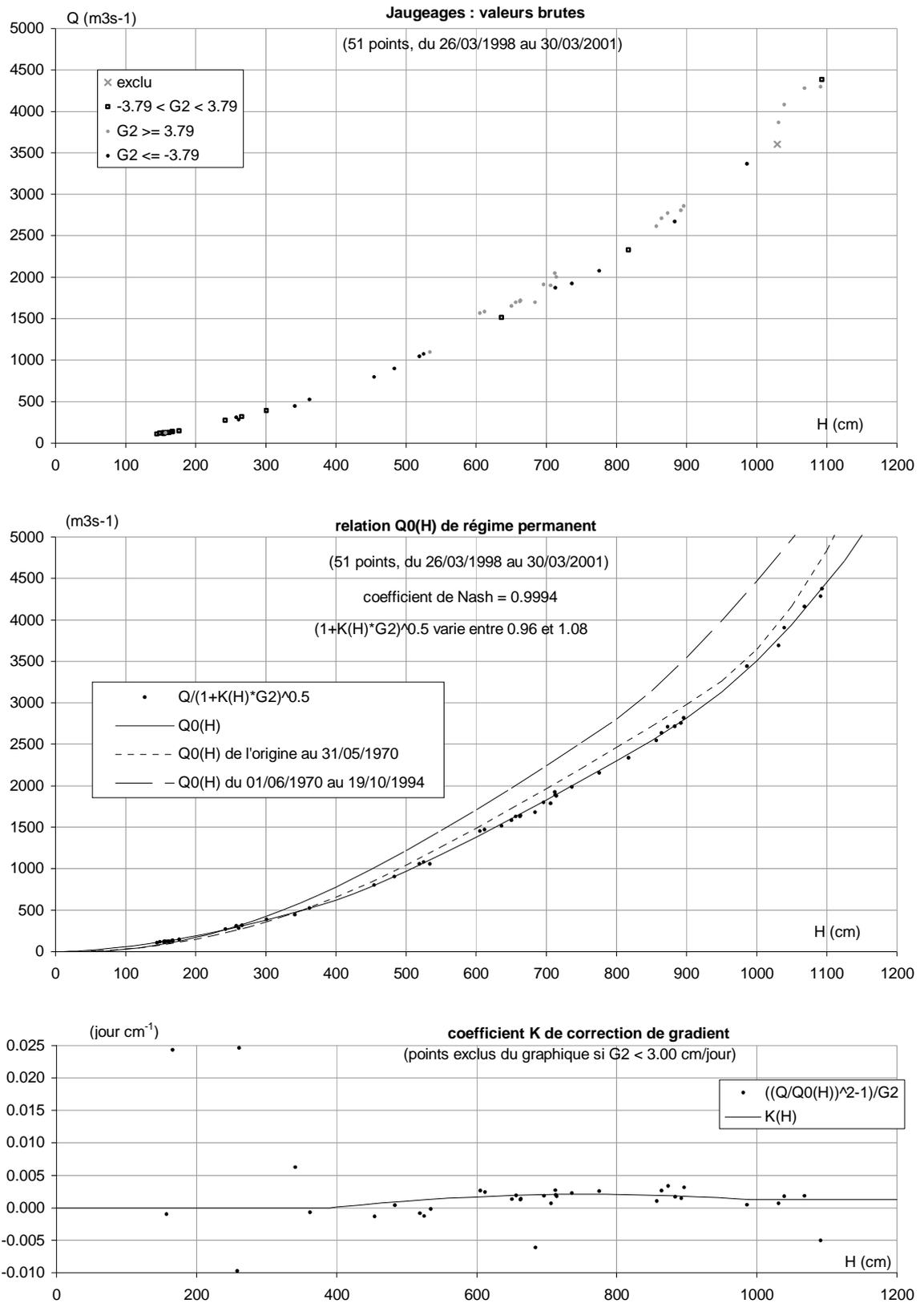


Figure 5.6.1.D : étalonnage de la station de Bakel sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 20/10/1994

5.6.2 Le Sénégal à Ouaoundé

Coordonnées géographiques : 12°52' W ; 15°15' N

PK = 715 ; B.V. = 222 500 km²

5.6.2.1 Données

Les relevés de niveau disponibles pour cette station sont des lectures d'échelle effectuées entre le 02/01/1951 et le 08/10/1973. Superposé avec les limnigrammes de Bakel et Matam, celui de Ouaoundé laisse apparaître quelques séquences de relevés affectés d'erreurs métriques ou multimétriques évidentes, en 1954, 1968 et 1972. Les corrections nécessaires sont effectuées ici, ainsi que quelques corrections ou suppressions de valeurs isolées (tab. A.6), pour obtenir une série opérationnelle parfaitement homogène. La concordance parfaite des niveaux maximaux annuels avec les valeurs données par Rochette et al (1974) pour les années 1951 à 1964, montre que cette série se réfère à un zéro d'échelle situé à l'altitude indiquée par ces auteurs : 8.48 m.

Excellente de 1955 à 1965 (fig. 5.6.2.A), la couverture de la période observée est variable le reste du temps. Néanmoins, la pointe de crue est observée presque chaque année (lacunes en 1954, 1966 et 1970). D'un point par jour jusqu' en 1969, la fréquence des relevés passe ensuite à deux points par jour pendant la crue en 1970 et 1971, puis de façon permanente à partir de 1972.

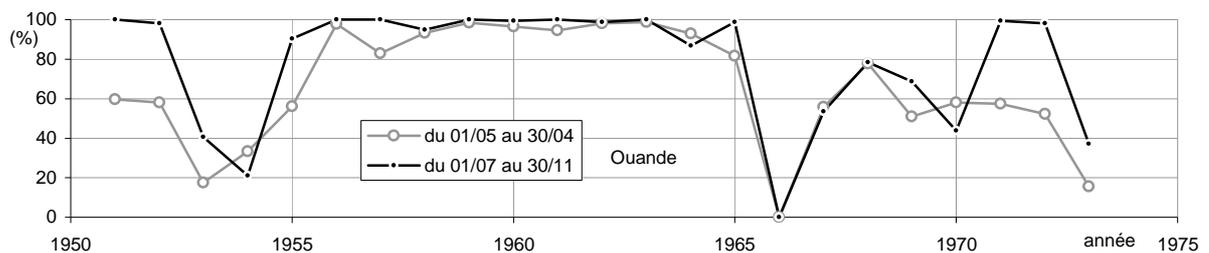


Figure 5.6.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Ouaoundé

La base de données contient par ailleurs 6 résultats de jaugeages réalisés pendant la décrue en 1950 et 1952 à Ouaoundé, ne concernant que les écoulements du lit mineur. Les cotes jaugées, exprimées en niveau MEFS dans la base, sont corrigées ici (tab. 5.6.2.A) de -933 cm, compte tenu de la constante MEFS de 85 cm donnée par Rochette et al (1974) et de l'altitude 845 cm IGN du zéro, afin de les exprimer en niveau lu sur l'échelle. Sur la période commune, les cotes jaugées coïncident ainsi parfaitement avec les cotes observées, sauf celle du 27/12/1952.

Il est très probable que la relation hauteur-débit à Ouaounde soit non bijective, comme aux stations encadrantes de Bakel et Matam. Malheureusement, sauf pour le plus petit débit mesuré, tous les jaugeages y ont été réalisés en période d'abaissement rapide du niveau, ce qui, ajouté à leur faible effectif, ne permet pas de les exploiter de façon fiable avec la méthode du gradient limnimétrique pour étalonner la station. Aucune des tentatives effectuées ici n'a d'ailleurs donné satisfaction.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)
1	02/12/1950	336	458	<u>-7.7</u>	3	23/10/1952	849	1810	-24.8	5	14/11/1952	442	527	-13.3
2	14/10/1952	987	2550	-7.8	4	08/11/1952	522	629	-15.1	6	27/12/1952	222	209	0.0

Tableau 5.6.2.A : mesures de débit dans le lit mineur du Sénégal à Ouaoundé (souligné : valeur reconstituées à partir des observations à Matam)

5.6.3 Le Sénégal à Matam

Coordonnées géographiques : 13°15' W ; 15°39' N

PK = 623 ; B.V. = 230 000 km²

5.6.3.1 Données

Sous le capteur I1, la base de données contient pour la station de Matam des lectures d'échelle entre le 02/01/1903 et le 11/10/2010, huit enregistrements limnigraphiques en 1988 et 1989, ainsi que de nombreuses cotes reconstituées (visiblement bien calculées) entre 1964 et 1998. Le capteur I2 contient pour les années 1969 et 1970 une centaine de lectures d'échelle, légèrement décalées par rapport à celles de I1 et non utilisées ici.

Les relevés de niveau à Matam antérieurs à 1966 sont homogènes et se réfèrent à un zéro situé à l'altitude 6.32 m IGN. En première analyse, il semble en être de même pour les données ultérieures. Ces relevés nécessitent très peu de corrections/suppressions (tab. A-6). Jusqu'en 1953, ils couvrent assez bien chaque période de crue et médiocrement le reste de l'année (fig. 5.6.3.A). Depuis 1954, la couverture en période de crue est bonne dans l'ensemble, mis à part quelques années (1979, 1995 à 1997, 2002). Le reste de l'année est généralement assez bien couvert (surtout de 1954 à 1967 et depuis 2003), mais avec certaines années de couverture assez faible voire très faible entre 1968 et 2002. Toutes les pointes de crue sont observées à Matam depuis 1903, sauf en 2002.

D'un point par jour jusqu'en mai 1970, la fréquence des relevés passe ensuite à deux points par jour, avec une période à trois points par jour entre septembre 2004 et octobre 2007.

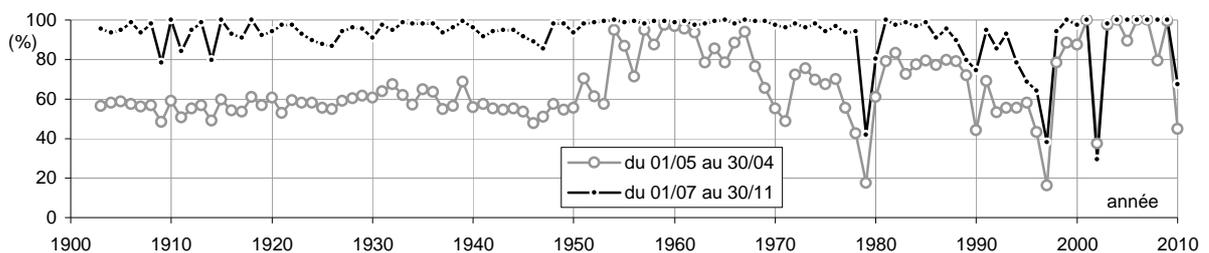


Figure 5.6.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Matam

A Matam, le fleuve Sénégal peut sortir du lit mineur lors des hautes eaux. Une partie de l'écoulement emprunte alors des chenaux bien séparés du lit mineur, à la fois en rive droite et en rive gauche. Les écoulements du lit majeur de rive gauche se concentrent dans les trois ouvrages que comporte la digue construite entre Ouro Sogui et Matam.

La base de données contient 117 valeurs de débit jaugé dans le lit mineur (tab. 5.6.3.A), qui reprennent bien les résultats présentés dans la monographie de Rochette et al (1974) ainsi que ceux du POGR (2000a). Par ailleurs, la monographie indique entre 12 et 14 débits mesurés en 1964 dans le lit majeur de rive gauche à chacun des trois ouvrages de franchissement de la digue, auxquels s'ajoutent 5 mesures effectuées en 1999 au même endroit par le POGR (1999d) (tab. 5.6.3.B). L'écoulement dans le lit majeur de rive droite n'a été mesuré qu'une fois (27/09/1964, $Q = 540 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, $H = 956 \text{ cm}$ à l'échelle de la station). Enfin, le POGR (1999d) signale 5 jaugeages réalisés en 1999 dans le lit mineur du fleuve Sénégal, juste à l'aval de la deffluence du Diamel située environ 2 km en aval de Matam. Au 30/08, 08/09, 21/09, 06/10 et 21/10, pour une cote de 829, 830, 796, 697 et 693 cm, le débit ainsi mesuré vaut respectivement 2460, 2310, 2120, 1628 et 1616 m^3/s .

N°	date	H (cm)	Q (m^3/s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m^3/s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m^3/s)	G2 (cm/j)
1	15/09/1954	950	3410	-5.72	40	16/08/1963	670	2010	23.3	79	30/04/1974	-34	1.12	-0.8
2	02/09/1955	886	3380	2.47	41	19/08/1963	661	1900	-4.38	80	16/05/1974	-42	0.36	-0.1
3	05/09/1955	890	3520	0.94	42	22/08/1963	639	1670	-7.53	81	29/05/1974	-47	0.05	-0.3
4	09/09/1955	892	3340	0.06	43	30/08/1963	689	2120	11.1	82	12/06/1974	-50	0	-0.5
5	12/09/1955	892	3290	0.72	44	31/08/1963	709	2330	16	83	14/07/1974	225	400	38.4
6	19/09/1955	910	3410	2.28	45	01/09/1963	732	2370	19.4	84	29/07/1974	507	1290	6.7
7	21/09/1955	909	3380	-1.03	46	02/09/1963	753	2730	19.4	85	19/08/1974	553	1380	1.6
8	23/09/1955	906	3320	-0.78	47	05/09/1963	768	2650	4.41	86	26/09/1974	776	2680	-12.5
9	29/09/1955	906	3330	0.34	48	06/09/1963	774	2860	6.5	87	28/09/1974	753	2540	-12.2
10	06/10/1955	922	3490	3.78	49	08/09/1963	800	2940	12.3	88	02/05/1975	-25	4.6	-0.5
11	07/10/1955	923	3380	2.91	50	10/09/1963	818	2880	6.53	89	06/06/1975	-37	1.45	-0.4
12	08/10/1955	925	3600	0.03	51	20/09/1963	783	2520	-11.3	90	28/04/1977	-24	5.02	-0.5
13	12/10/1955	912	3210	-6.06	52	02/10/1963	747	2270	-8.88	91	11/06/1977	-42	0.81	0.0
14	13/10/1955	903	3080	-7.38	53	05/10/1963	707	1900	-9.84	92	29/04/1978	-46	0.48	-0.8
15	15/10/1955	870	2880	-15.1	54	15/10/1963	768	2490	0.38	93	19/03/1998	90	122	0.2
16	17/10/1955	846	2550	-16.3	55	27/10/1963	680	1780	-17.2	94	05/06/1998	102	160	-0.4
17	18/10/1955	828	2370	-16.6	56	29/10/1963	650	1520	-17.4	95	16/07/1998	235	292	-3.4
18	20/10/1955	791		-16.3	57	30/10/1963	621	1360	-14.7	96	24/08/1998	475	858	32.6
19	24/10/1955	735		-14.6	58	03/11/1963	592	1150	-11	97	25/09/1998	738	2197	-19.0
20	26/10/1955	707		-13.5	59	06/11/1963	555	976	-13.8	98	13/10/1998	416	733	-13.0
21	28/10/1955	675		-11.8	60	09/11/1963	515	862	-11.6	99	27/10/1998	231	310	-0.7
22	31/10/1955	642		-12.1	61	28/11/1963	311	403	-7.09	100	09/11/1998	134	159	-5.0
23	03/11/1955	611		-8.06	62	01/12/1963	292	384	-5.66	101	24/11/1998	92	133	6.3
24	07/11/1955	576	1390	-9.31	63	01/09/1964	833	3280	7.13	102	15/12/1998	80	119	2.5
25	10/11/1955	547	1170	-10.7	64	03/09/1964	850	3460	8.72	103	12/01/1999	70	109	0.0
26	13/11/1955	517	1110	-9.53	65	06/09/1964	875	3660	9.47	104	11/03/1999	81	114	-0.8
27	16/11/1955	489	961	-9.31	66	09/09/1964	898	3680	9.19	105	12/05/1999	85	121	-0.7
28	19/11/1955	458	860	-9.34	67	15/09/1964	950	3750	7.28	106	16/06/1999	85	120	4.4
29	22/11/1955	430	771	-10.1	68	23/09/1964	948	3530	0.03	107	14/08/1999	475	1213	17.3
30	26/11/1955	393	672	-9.28	69	08/10/1964	916	2940	-9.72	108	30/08/1999	829	3110	5.1
31	30/11/1955	365	556	-6.25	70	12/10/1964	862	2580	-15.7	109	04/09/1999	850	3160	-1.5
32	05/12/1955	336	502	-6.22	71	15/10/1964	813	2410	-15.8	110	08/09/1999	830	2800	-9.1
33	16/09/1960	759	2600	0.06	72	11/05/1973	-33	0.71	1.9	111	21/09/1999	796	2510	-10.8
34	11/03/1961	50	44.4	-0.31	73	06/06/1973	-43	0.21	-1.25	112	06/10/1999	697	1960	-6.3
35	29/04/1961	5	6.2	-0.56	74	16/12/1973	77	77.2	-2.11	113	21/10/1999	693	1975	-7.6
36	07/06/1961	-15	3.73	-0.25	75	11/01/1974	38		-1.64	114	12/11/1999	473	947	-12.5
37	25/09/1961	942	2890	-6.56	76	12/02/1974	7	22.1	-0.74	115	05/12/1999	339	556	1.6
38	26/09/1961	933	3200	-7.38	77	05/03/1974	-5	14.2	-0.5	116	03/09/2000	559	1438	3.4
39	04/11/1961	428	683	-7.5	78	26/03/1974	-20	6.1	-1.43	117	31/03/2001	75	115	0.4

Tableau 5.6.3.A : mesures de débit dans le lit mineur du Sénégal à Matam (grisé : points éliminés ; gras : mesures par ADCP)

date	H Matam (cm)	G2 Matam (cm/j)	Hd digue (cm)	Q1 pont 1 (m ³ /s)	Hd digue (cm)	Q2 pont 2 (m ³ /s)	Hd digue (cm)	Q3 pont 3 (m ³ /s)	Q 3 ponts (m ³ /s)
30/08/1964	818	14	168	18.50	168	37.00	168	42.42	223.50
31/08/1964	824	6	178	19.17	178	45.75	178	43.00	242.92
02/09/1964	840	9	192.5	24.00	192.5	58.00	192.5	50.00	274.50
04/09/1964	857	9	207	27.00	207	61.72	207	53.19	295.72
05/09/1964	866	9.5	214	26.44	214	83.00	213	63.50	323.44
07/09/1964	885	9.5	231	31.00	231	102.00	231	68.00	364.00
08/09/1964	895	9.5	240	33.50	240	105.00	240	73.50	378.50
10/09/1964	913	8	260	46.50	262	156.00	268	119.00	462.50
11/09/1964	920	6.5	273	53.50	273	190.00	277	147.00	516.50
12/09/1964	926	6	290	81.00	290	306.00	297	207.00	677.00
13/09/1964	932	7	310	108.00	313	443.00	317	252.00	861.00
14/09/1964	940	8	330	118.00	330	543.36	330	276.45	991.36
16/09/1964	953	4.5	351	148.00	351	730.00	358	362.00	1229.00
17/09/1964	957	1.5	358	157.00	358	797.51	358	367.43	1312.51
24/09/1964	949	2.5	349	138.00	349	698.00	349	336.56	1185.00
25/09/1964	953	2.5	350	145.72	350	717.90	350	336.00	1213.61
08/10/1964	918	-10.5	312	97.78	312	410.00	312	225.82	819.78
10/10/1964	895	-13.5	293	79.00	293	303.56	294	173.00	675.56
30/08/1999 16:00	830	4.5							181.00
05/09/1999 08:20	848	-2							315.00
08/09/1999 14:30	830	-11							324.00
21/09/1999 16:30	796	-12							265.00
06/10/1999 16:30	696	-6.5							93.60

Tableau 5.6.3.B : mesures de débit du lit majeur rive gauche du Sénégal à Matam, aux ponts de la digue Ouro Sogui - Matam (italique : valeurs reconstituées ; gras : mesures ADCP). Hd désigne la cote mesurée sur une échelle installée sur 2eme pont de la digue (zéro = 12.18 m)

5.6.3.2 Tarage du lit mineur

Bien que les jaugeages de novembre et décembre 1955 aient été jugés douteux par Rochette et al (1974), le recul conduit à conserver ces mesures pour étalonner la station par la méthode du gradient limnigraphique. Cette méthode s'impose ici car pour une même cote, le débit du lit mineur y est très nettement supérieur en phase de montée qu'en phase d'abaissement des eaux.

La détermination d'un étalonnage moyen basé sur tous les jaugeages de la station permet de distinguer, par analyse du cumul des résidus, deux périodes très distinctes du point de vue de la répartition des débits jaugés par rapport à cet étalonnage (pour une même cote, débit légèrement plus faible, puis légèrement plus fort). On en déduit que la station a connu un détarage qui a pu se produire, d'après les mesures, entre le 15/10/1964 et le 11/05/1973. Faute d'élément plus probant et sur la base d'un indice comparable à celui qui est utilisé pour la station de Bakel (modification de relation entre cotes de stations amont-aval), le détarage est fixé au 01/06/1972 avec une assez grande incertitude.

Le premier étalonnage (tab. 5.6.3.C et fig. 5.6.3.B) nécessite une extrapolation de 72 cm au-delà de la plus forte cote jaugée (950 en 1954) pour permettre de traduire en débit la plus forte cote observée (1022 en 1936). Il peut être considéré comme fiable pour l'ensemble du marnage, bien qu'assez peu précis (voir dispersion des points mesurés autour de la courbe, fig. 5.6.3.B et erreur type, tab. 5.6.3.C).

Le second étalonnage (tab. 5.6.3.D et fig. 5.6.3.C) ne doit quant à lui être extrapolé que de 53 cm au-delà de la plus forte cote jaugée (850 en 1999) pour permettre de traduire la plus

forte cote observée (903 en 1974). Il peut être considéré comme fiable sur l'ensemble du marnage et de précision moyenne. Mais sa période de validité n'est connue que de façon assez incertaine, du fait de l'absence de mesure de débit de 1965 à 1972, de 1979 à 1997 et depuis 2002.

Paramétrage des étalonnages du lit mineur :

- De l'origine de la station au 31/05/1972 :

$$Q_0(H) = 5.414E-003 \times (H + 45.000)^{1.91977} \quad \text{si } H \leq 160.6$$

$$Q_0(H) = 2.087E-006 \times (H + 311.264)^{3.00000} - 69.962 \quad \text{si } 160.6 < H \leq 686.6$$

$$Q_0(H) = 6.234E+000 \times (H - 397.028)^{1.00000} + 198.256 \quad \text{si } 686.6 < H$$

$$K(H) = 3.743E-008 \times H^2 - 2.966E-005 \times H + 1.659E-002 \quad \text{pour } H \text{ situé entre 419 et 839}$$

- Depuis le 01/06/1972 :

$$Q_0(H) = 1.091E-001 \times (H + 45.000)^{1.43136} \quad \text{si } H \leq 192.1$$

$$Q_0(H) = 1.805E-006 \times (H + 360.322)^{3.00000} - 30.593 \quad \text{si } 192.1 < H \leq 749.8$$

$$Q_0(H) = 4.109E-008 \times (H + 6608.802)^{3.00000} - 13934.072 \quad \text{si } 749.8 < H$$

$$K(H) = \max(0 ; -1.971E-007 \times H^2 + 1.867E-004 \times H - 2.353E-002) \quad \text{pour } H \text{ situé entre 144 et 753}$$

H	-120	-46	-45	-40	-30	-20	-10	0	10	20	40	60	80	100
Q0(H)	0	0	0	0.1190	0.9803	2.614	4.986	8.078	11.87	16.36	27.39	41.09	57.43	76.36
H	120	140	160	180	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
Q0(H)	97.86	121.9	148.4	177.4	208.9	251.9	299.0	350.5	406.6	467.5	533.4	604.5	680.9	762.9
H	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	975	1050		
Q0(H)	850.7	1044	1263	1509	1784	2087	2399	2710	3022	3334	3801	4269		

H	-120	419	425	445	465	485	505	525	545	565	585	605	625	645
K(H)	0.0107	0.0107	0.0107	0.0108	0.0109	0.0110	0.0112	0.0113	0.0115	0.0118	0.0121	0.0123	0.0127	0.0130
H	665	685	705	725	745	765	785	805	839	1050				
K(H)	0.0134	0.0138	0.0143	0.0148	0.0153	0.0158	0.0164	0.0170	0.0181	0.0181				

H	H ≤ 161	161 < H ≤ 687	687 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G2)	6.446	96.01	115.4	106.5

Tableau 5.6.3.C : barèmes d'étalonnage de la station de Matam (lit mineur), valables de l'origine de la station au 31/05/1972, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G2)^{0.5}$

H	-120	-46	-45	-40	-30	-20	-10	0	10	30	50	70	90	110
Q0(H)	0	0	0	1.093	5.265	10.94	17.71	25.37	33.81	52.71	73.93	97.19	122.3	149.0
H	130	150	170	190	210	230	250	275	300	325	350	375	400	425
Q0(H)	177.3	207.0	238.0	270.3	304.3	340.8	379.9	432.4	489.2	550.5	616.5	687.2	763.0	843.8
H	450	475	500	550	600	650	700	750	800	850	925	1000		
Q0(H)	930.0	1022	1119	1331	1568	1831	2122	2441	2777	3117	3637	4167		

H	-120	144	149	170	200	230	260	290	320	350	380	410	440	470
K(H)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	0.0059	0.0090	0.0117	0.0140	0.0160	0.0177	0.0190	0.0199	0.0205	0.0207
H	500	530	560	590	620	650	680	710	753	1000				
K(H)	0.0205	0.0201	0.0192	0.0180	0.0165	0.0146	0.0123	0.0097	0.0053	0.0053				

H	H <= 192	192 < H <= 750	750 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G2)	10.12	41.76	128.2	53.04

Tableau 5.6.3.D : barèmes d'étalonnage de la station de Matam (lit mineur), valables depuis le 01/06/1972, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q0(H) \times (1 + K(H) \times G2)^{0.5}$

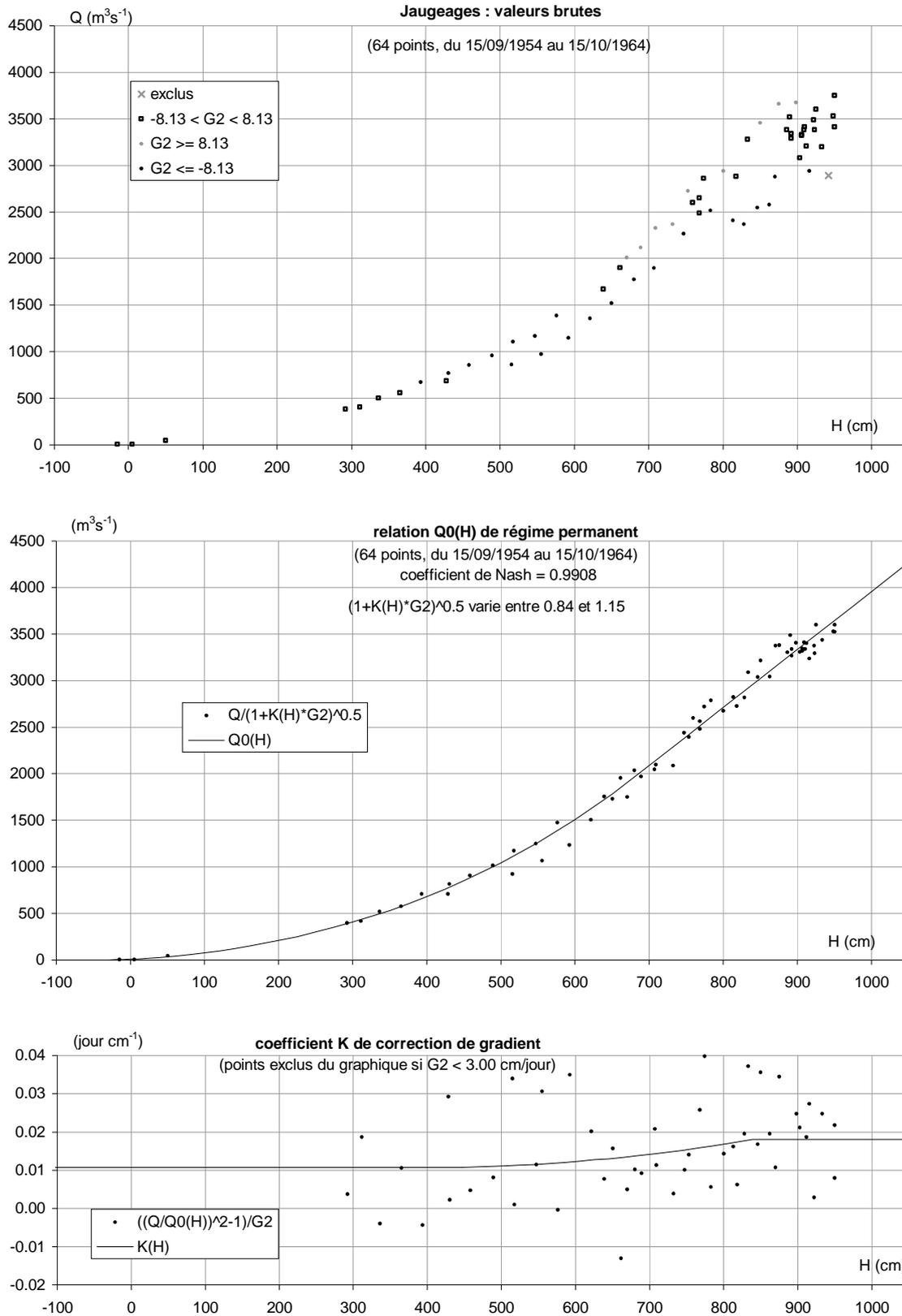


Figure 5.6.3.B : étalonnage de la station de Matam (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station jusqu'au 31/05/1972

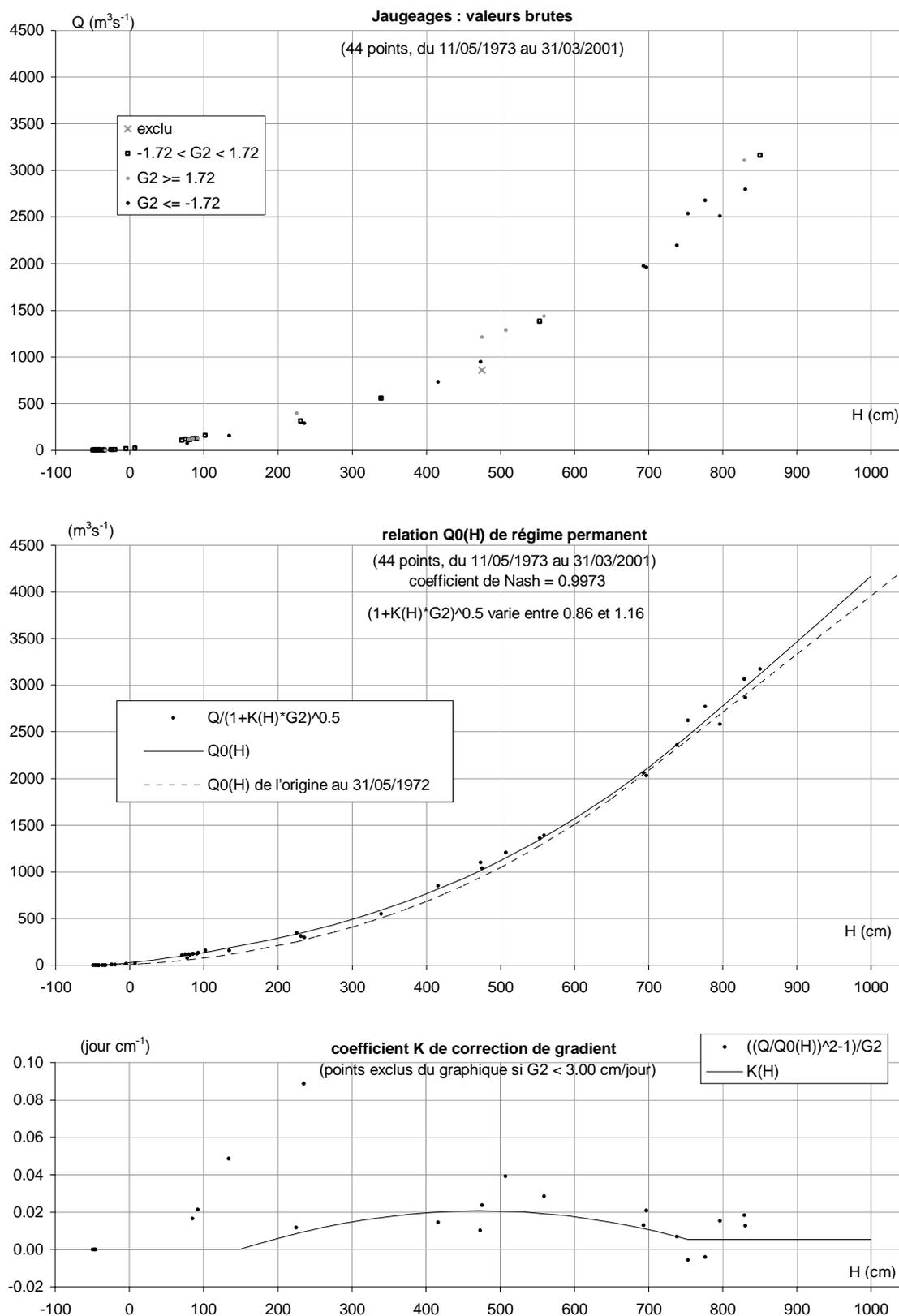


Figure 5.6.3.C : étalonnage de la station de Matam (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 01/06/1972

5.6.3.3 Tarage du lit majeur

Les seuls éléments permettant d'estimer le débit du lit majeur de rive droite sont le débit mesuré le 27/09/1964 et l'indication donnée par Rochette et al (1974), selon laquelle ce débit s'annule en dessous de la cote 850 à l'échelle de Matam. Faute de mieux, on ne peut proposer que la relation linéaire suivante (moyennement fiable et peu précise jusqu'à la cote 960 et très peu fiable et très imprécise au-delà) pour estimer le débit du lit majeur de rive droite en fonction de la cote à l'échelle de Matam :

$$Q = 550 (H - 850) / 106$$

A l'inverse de la rive droite, le lit majeur de rive gauche peut être étalonné de façon précise, grâce aux mesures de débit réalisées en 1964 et 1999 aux ouvrages de la digue reliant Ouro Sogui à Matam.

Les résultats des mesures effectuées en 1964 (14 pour le pont 1, 12 pour le pont 2 et 12 pour le pont 3) permettent de relier de façon bijective le débit de chaque ouvrage à la cote Hd mesurée sur l'échelle installée à l'époque au pont n°2 :

Pont 1 :	$Q_1 = 0.003924 H_d^2 - 1.336 H_d + 132.7$	$(R^2 = 0.989)$
Pont 2 :	$Q_2 = 0.00006688 H_d^3 - 0.02568 H_d^2 + 2.988 H - 49.74$	$(R^2 = 0.997)$
Pont 3 :	$Q_3 = 0.009499 H_d^2 - 3.2861 H_d + 326.4$	$(R^2 = 0.9931)$

Grâce à ces relations, on peut calculer les débits manquants à certains des ouvrages, de façon à obtenir une estimation du débit complet du lit majeur de rive gauche, pour chaque jour où des mesures ont été faites à la digue en 1964. Ainsi, on dispose finalement de 23 valeurs pour le débit total traversant la digue, dont 18 mesurées au moulinet en 1964 (dont certaines sont donc partiellement reconstituées) et 5 mesurées par ADCP en 1999. Il suffit alors de relier ces valeurs de débit à la cote H mesurée à l'échelle de Matam (lit mineur) pour établir l'étalonnage du lit majeur de rive gauche.

Comme il est signalé par Rochette et al (1974), on constate que pour une même cote à Matam, le débit du lit majeur de rive gauche est plus faible en période de montée des eaux qu'en période d'abaissement des eaux. Cette singularité provient semble-t-il de la relation cyclique existant entre la cote H dans le lit mineur et la cote Hd dans le lit majeur (la seconde étant toujours inférieure à la première, en niveau absolu).

Le paramétrage décrit ci-dessous permet d'exprimer le débit traversant la digue d'Ouro Sogui à Matam en fonction de la cote H de l'échelle de Matam (lit mineur) et de son gradient limnimétrique G2. Cet étalonnage (fig. 5.6.3.D) peut donc être considéré comme assez fiable pour l'ensemble du marnage (cote maximale jaugée : 957 cm ; cote maximale observée : 1022 cm) Mais il conviendrait de le vérifier par des mesures complémentaires car le paramétrage adopté ne s'appuie sur aucune théorie, contrairement à la méthode du gradient limnimétrique. Par ailleurs, les mesures effectuées par ADCP en 1999 s'accordant avec les mesures au moulinet de 1966, il est permis de penser, en première approximation, que cet étalonnage est stable et valide depuis la construction de la digue. Enfin, en première approximation également, on admettra qu'il permet d'estimer les débits du lit majeur de rive gauche antérieurs à cette construction.

Paramétrage de l'étalonnage du lit majeur, rive gauche :

$$Q(H,G2) = Q0(H) \times L(G2)$$

$$Q0(H) = 1.036E+000 \times (H - 640.257)^{1.06705} - 0.001 \quad \text{si } H \leq 829.0$$

$$Q0(H) = Q0(829.0) + Q0'(829.0) \times (H - 829.0) \times (1 + 5.547E-005(H - 829.0)^2.335) \quad \text{si } 829.0 < H \leq 950.0$$

$$Q0(H) = Q0(950.0) + (H - 950.0) \times Q0'(950.0) \quad \text{si } 950.0 < H$$

$$L(G2) = 1 - 1.772E-002 \times G2$$

H	600	640	641	645	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740
Q0(H)	0	0	1	5.453	11.76	24.98	38.68	52.70	66.95	81.41	96.03	110.8	125.7	140.7
H	750	760	770	780	790	800	810	820	830	840	850	860	870	880
Q0(H)	155.8	171.0	186.2	201.6	217.0	232.5	248.1	263.7	279.4	295.3	313.0	334.7	363.0	401.0
H	890	900	910	920	930	940	950	970	990	1010	1030	1050		
Q0(H)	451.9	519.3	606.8	718.3	857.9	1030	1238	1694	2150	2606	3062	3518		

G2	-20	20
L(G2)	1.3544	0.6456

H	H ≤ 829	829 < H ≤ 950	950 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G2)	15.32	59.22	37.54	51.62

Tableau 5.6.3.E : barèmes des relations $Q0(H)$ et $L(G2)$ pour l'écoulement du lit majeur rive gauche du Sénégal à Matam, et erreur type du débit calculé $Q(H,G2) = Q0(H) \times L(G2)$

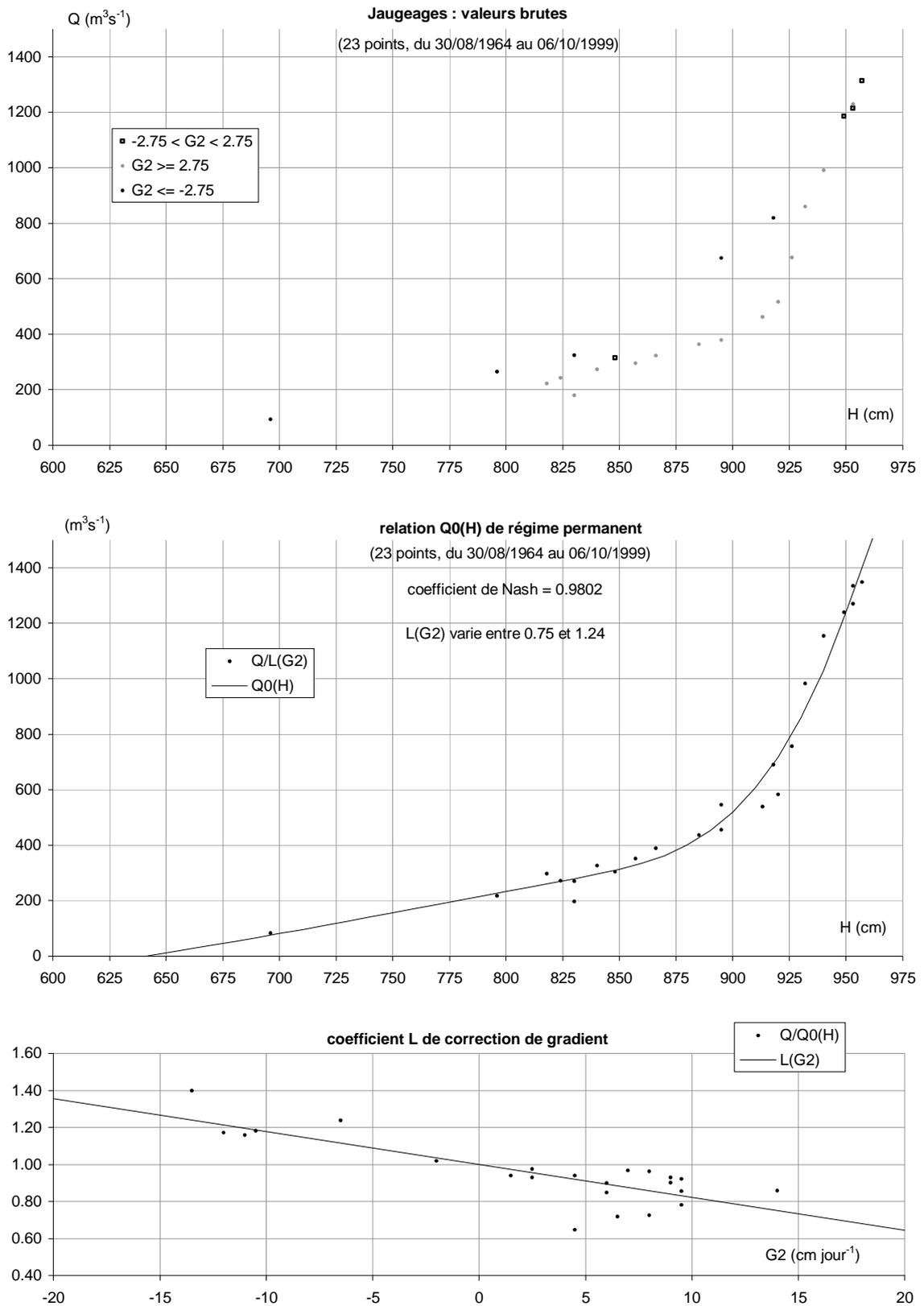


Figure 5.6.3.D : étalonnage de la station de Matam sur le Sénégal (lit majeur, rive gauche), donnant le débit Q en fonction de la cote H et du gradient limnimétrique G2 à la station : $Q = Q_0(H) \times L(G_2)$

5.6.4 Le Sénégal à Nguiguilone

Coordonnées géographiques : 13°21' W ; 15°56' N

PK = 580 ; B.V. = 232 500 km²

5.6.4.1 Données

Les relevés disponibles pour Nguiguilone sont des lectures d'échelle effectuées une fois par jour entre le 18/06/1951 et le 31/12/1962. Quelques corrections/suppressions peu nombreuses sont effectuées ici (tab A.6) pour obtenir une série opérationnelle homogène, référencée à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude 4.07 m. Les relevés conservés présentent de nombreuses lacunes sur la période observée (fig. 5.6.4.A).

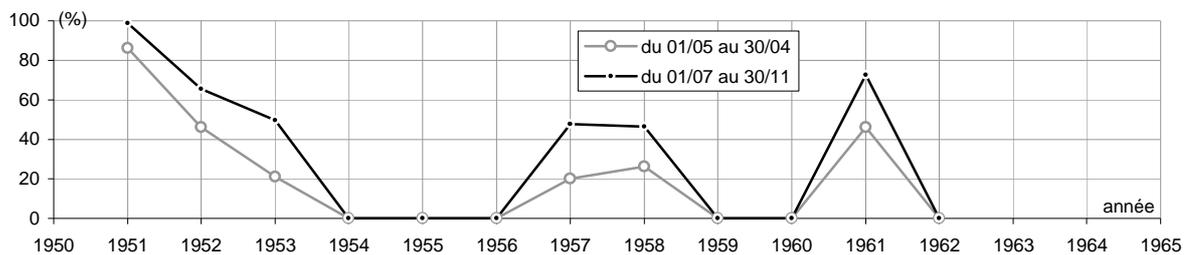


Figure 5.6.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Nguiguilone

La base de données contient cinq résultats de jaugeages réalisés pendant la décrue en 1950 et 1952 à Nguiguilone, qui ne concernent que les écoulements du lit mineur et correspondent aux valeurs publiées par Rochette et al (1974). Les cotes jaugées, exprimées en niveau MEFS dans la base, sont corrigées ici de -500 cm pour être exprimées en niveau lu sur l'échelle (tab. 5.6.4.A). Cette correction, qui tient compte de l'écart entre systèmes IGN et MEFS à la station (93 cm d'après Rochette et al (1974)) et de l'altitude 407 cm IGN du zéro, fait coïncider les cotes jaugées avec les cotes observées sur la période commune (jaugeages n° 2 à 5).

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G2 (cm/j)
1	07/12/1950	402	455	-7.4	3	04/11/1952	742	1330	-15.2	5	16/12/1952	320	336	-4.8
2	11/10/1952	960	2550	1.9	4	13/11/1952	608	878	-14.1					

Tableau 5.6.4.A : mesures de débit dans le lit mineur du Sénégal à Nguiguilone (souligné : valeur reconstituée à partir des cotes observées à Matam)

5.6.4.2 Tarage du lit mineur

Comme c'est le cas pour les stations encadrantes de Matam et Kaédi, la relation hauteur-débit est très probablement non bijective à Nguiguilone. Les jaugeages disponibles pour Nguiguilone ont par chance été réalisés lors de phases différentes d'écoulement, allant de la décrue rapide à la fin de montée de crue. Malgré leur effectif très faible, on peut donc envisager de les exploiter avec la méthode du gradient limnimétrique pour étalonner la station, à condition de restreindre au maximum le nombre des paramètres à optimiser : une valeur constante pour le coefficient de correction K, ainsi qu'un unique tronçon de fonction puissance pour la relation Q0(H) du régime permanent. L'étalonnage ainsi déterminé (tab.

5.6.4.B, fig. 5.6.4.B), bien que précis (erreur type globale = 12.85 m³/s), n'est que moyennement fiable. Il ne concerne que les écoulements dans le lit mineur et ne permet de traduire que des cotes comprises entre 250 et 1000 cm.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q_0(H) = 1.381E-005 * (H + 248.917)^{2.68009} \quad \text{si } 250.000 < H < 1000.000$$

$$K(H) = 1.363E-002$$

H	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
Q0(H)	235.0	247.8	261.1	274.8	289.0	303.5	318.6	334.1	350.1	366.5	383.4	400.8	418.7	437.1
H	390	400	420	440	460	480	500	525	550	575	600	625	650	675
Q0(H)	456.0	475.4	515.7	558.0	602.5	649.1	698.0	762.2	830.0	901.4	976.6	1056	1139	1225
H	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	1000		
Q0(H)	1316	1411	1510	1614	1722	1834	1951	2072	2198	2328	2463	2748		

H	250	320	642	1000
K(H)	0.0136	0.0136	0.0136	0.0136

Tableau 5.6.4.B : barèmes d'étalonnage du lit mineur de la station de Nguiguilone, valables depuis le début de la station

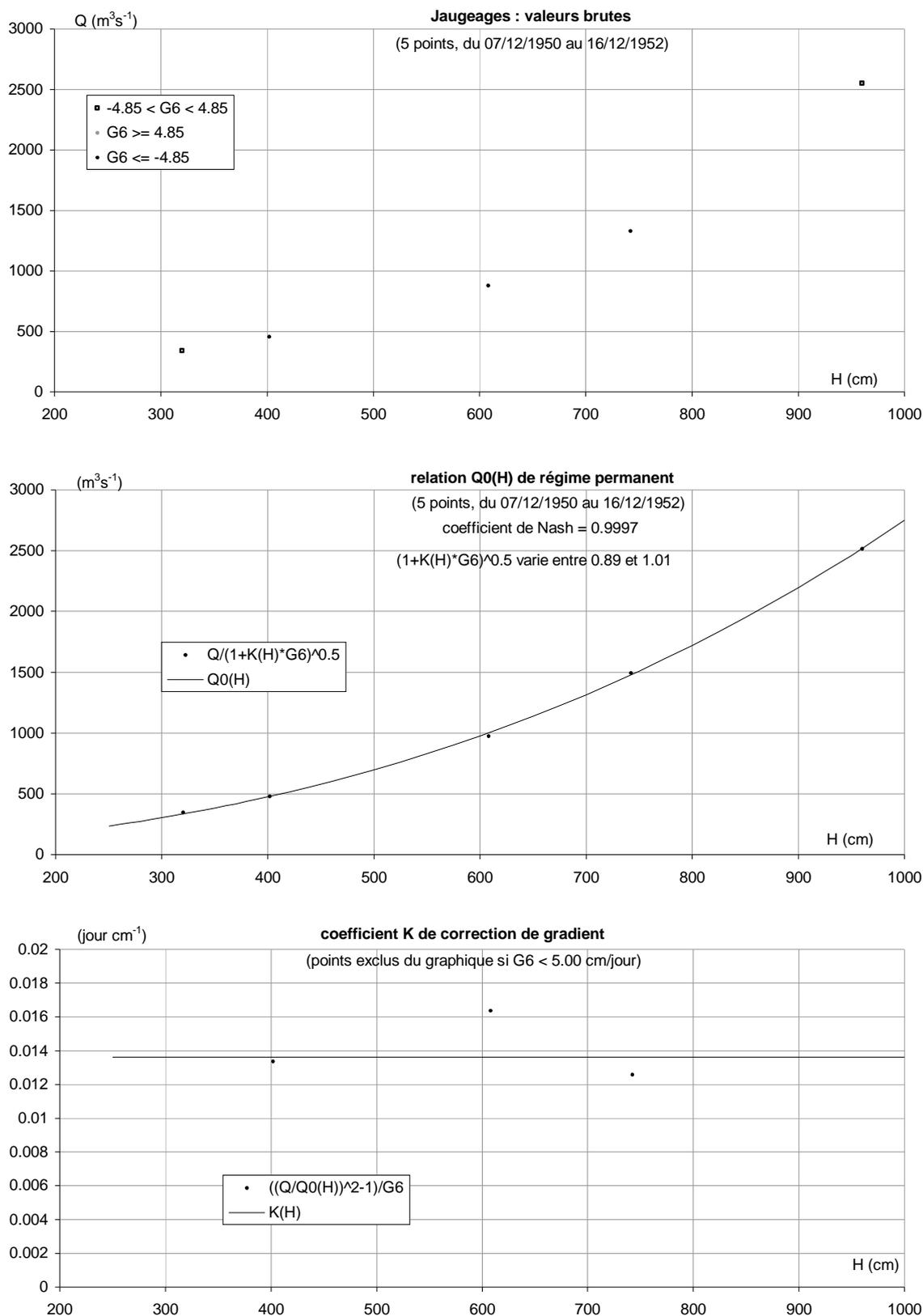


Figure 5.6.4.B : étalonnage de la station de Nguiguilone (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le début de la station

5.6.5 Le Sénégal à Kaédi

Coordonnées géographiques : 13°30' W ; 16°08' N

PK = 532 ; B.V. = 253 000 km²

5.6.5.1 Données

Les relevés de niveau contenus dans la base de données pour la station de Kaédi sont tous stockés sous le capteur I1. Ces relevés, qui couvrent une période allant du 02/01/1903 au 29/02/2004, correspondent pour l'essentiel à des lectures d'échelle, complétés par quelques valeurs reconstituées apparemment bien calculées (moins d'une centaine, de 1979 à 1994) ainsi que par des séquences d'enregistrements limnigraphiques en 1985, 1991, 1992 et 1994.

Les cotes antérieures à 1966 sont homogènes et se réfèrent à un zéro d'altitude 385 cm IGN. Selon toute vraisemblance, il en est de même pour les cotes ultérieures qui ne montrent en première analyse aucune hétérogénéité. Comme pour Bakel et pour des raisons similaires, quelques relevés isolés antérieurs à 1950 sont supprimés. Mais au total, très peu de correction/suppressions sont nécessaires (tab. A-6) pour obtenir une série opérationnelle homogène.

On ne dispose d'aucun relevé pour les années hydrologiques 1914, 1917, 1974 et 1975 (fig. 5.6.5.A). La pointe de crue est par contre bien observée toutes les autres années, sauf en 1980 et 1994. Pour les années observées, la période de crue est assez bien couverte dans l'ensemble. L'étiage est plus ou moins bien couvert depuis 1951. La fréquence des relevés est d'un point par jour jusqu'en 1973, sauf en 1916 et 1919 (un point double par 5 jours) et sauf en période de crue à partir de 1965 (deux points par jour). A partir de 1976, elle s'élève la plupart du temps à deux points par jour. De mai 1991 à avril 1992, les relevés issus d'enregistrements limnigraphiques ont une fréquence élevée pouvant aller jusqu'à un point par demi-heure.

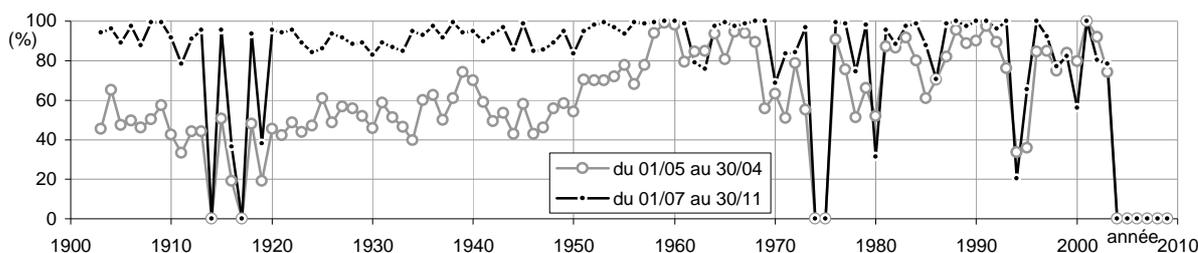


Figure 5.6.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Kaédi

Les 49 mesures de débit figurant dans la base de données reprennent bien celles de Rochette et al (1974) et du POGR (1999c, 1999d) (tab. 5.6.5.A). Elles ont pour la plupart été faites en 1955. Seules trois mesures effectuées en 1998 et 1999 sont postérieures à 1962.

Toutes les mesures ne concernent que l'écoulement dans le lit mineur et ne représentent donc qu'une partie de l'écoulement total du fleuve en période de crue. Lors des hautes eaux, le fleuve peut en effet emprunter dans le lit majeur de rive gauche des chenaux apparemment importants (vue aérienne), dont le débit n'est pas connu.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)
1	11/08/1955	722	2090	6.3	18	22/09/1955	856	2500	1.1	35	11/11/1955	620	1230	-10.8
2	13/08/1955	730	1980	5.2	19	24/09/1955	855	2370	0.9	36	12/11/1955	615	1120	-10.5
3	16/08/1955	742	2080	4.9	20	04/10/1955	860	2360	0.8	37	18/11/1955	551	804	-11.4
4	18/08/1955	755	2070	5.3	21	07/10/1955	865	2490	1.0	38	26/11/1955	460	830	-11.0
5	22/08/1955	775	2130	4.8	22	10/10/1955	868	2460	0.6	39	10/12/1955	335	455	-6.0
6	24/08/1955	785	2140	4.2	23	12/10/1955	868	2430	-0.2	40	20/09/1960	750	1920	3.4
7	27/08/1955	800	2250	3.8	24	17/10/1955	858	2340	-3.4	41	12/03/1961	19	56.2	-1.6
8	29/08/1955	804	2300	3.5	25	20/10/1955	843	2110	-5.7	42	30/04/1961	-48	5.2	-0.9
9	02/09/1955	815	2300	2.7	26	22/10/1955	828	1950	-7.1	43	06/06/1961	-53	3.1	-0.3
10	03/09/1955	818	2350	2.7	27	24/10/1955	813	1910	-9.0	44	15/08/1961	704	1770	3.5
11	07/09/1955	829	2330	2.6	28	26/10/1955	800	1740	-11.1	45	05/11/1961	509	767	-12.3
12	08/09/1955	836	2370	2.4	29	28/10/1955	765	1660	-12.7	46	13/02/1962	59	74.2	-1.4
13	11/09/1955	838	2370	1.6	30	30/10/1955	730	1540	-11.9	47	16/07/1998	230	307	-1.7
14	13/09/1955	839	2330	1.4	31	03/11/1955	704	1360	-7.9	48	08/09/1999	795	2020	0.9
15	15/09/1955	843	2390	1.5	32	05/11/1955	690	1300	-8.0	49	08/10/1999	733	1554	-1.8
16	17/09/1955	846	2430	1.6	33	07/11/1955	675	1320	-9.6					
17	19/09/1955	850	2450	1.6	34	09/11/1955	650	1260	-10.4					

Tableau 5.6.5.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Kaédi (en gras : mesures par ADCP)

5.6.5.2 Tarage du lit mineur

L'ensemble des mesures de débit réalisées à Kaédi montre que pour une même cote, le débit est plus fort en phase de montée des eaux qu'en phase d'abaissement. La méthode du gradient limnimétrique est donc utilisée pour étalonner la station. Malheureusement, on ne dispose pour une grande partie du marnage, en moyennes eaux, que de mesures réalisées en phase d'abaissement. Ceci ne permet pas de déterminer correctement d'éventuelles variations du coefficient K de correction de gradient en fonction de la cote. Ce coefficient doit donc être supposé constant.

Un unique étalonnage (tab. 5.6.5.B et fig. 5.6.5.B) est déterminé sur la base de tous les débits mesurés, sans exclusion. Il peut être considéré comme assez fiable sur l'ensemble du marnage car la plus forte cote observée à Kaédi (928 cm en 1936) dépasse assez peu la plus forte cote jaugée (868 en 1955). Cet étalonnage est malheureusement basé sur des jaugeages dont la grande majorité date des années 1955 à 1962. Les deux mesures réalisées en 1999 par ADCP montrent des débits légèrement inférieurs, mais leur nombre insuffisant ne permet pas d'envisager un détarage. L'étalonnage déterminé est donc supposé valide depuis le début de la station.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q_0(H) = 1.818E-002 \times (H + 70.000)^{1.71540} \quad \text{si } H \leq 523.4$$

$$Q_0(H) = 6.913E-006 \times (H + 325.611)^{2.77380} + 119.739 \quad \text{si } 523.4 < H \leq 736.6$$

$$Q_0(H) = 1.283E-001 \times (H - 161.945)^{1.49558} + 113.898 \quad \text{si } 736.6 < H$$

$$K(H) = 2.948E-002$$

H	-150	-71	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	20	40	60	80
Q0(H)	0	0	0.0000	0.9441	3.100	6.215	10.18	14.93	20.41	26.59	40.92	57.73	76.89	98.28
H	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	325	350	375	400
Q0(H)	121.8	147.4	175.0	204.6	236.1	269.4	313.6	360.5	410.2	462.5	517.4	574.8	634.7	697.1
H	425	450	475	500	550	600	650	700	750	800	875	950		
Q0(H)	761.9	829.1	898.7	970.6	1122	1289	1473	1674	1893	2124	2487	2870		

H	-150	-53	868	950
K(H)	0.0295	0.0295	0.0295	0.0295

H	H <= 523	523 < H <= 737	737 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	47.83	107.0	49.27	67.91

Tableau 5.6.5.B : barèmes d'étalonnage du lit mineur de la station de Kaédi, valables depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$

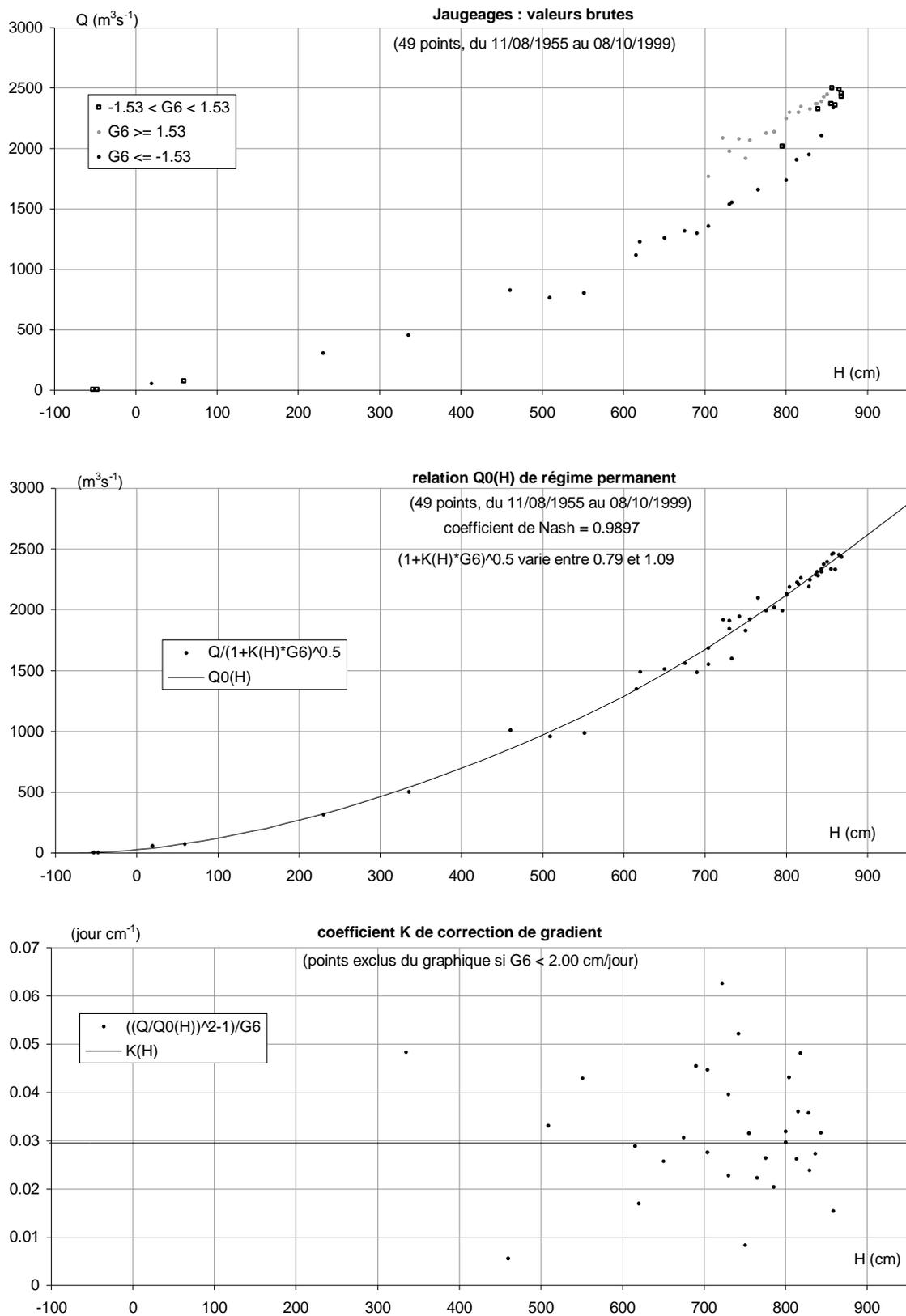


Figure 5.6.5.B : étalonnage de la station de Kaédi (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le début de la station

5.6.6 Le Sénégal à Diorbivol

Coordonnées géographiques : 13°43' W ; 16°07' N

PK = 507

5.6.6.1 Données

Pour la station de Diorbivol, les relevés de niveau contenus dans la base de données sont des lectures d'échelle faites une fois par jour, stockées sous le capteur I1 sur une période allant du 16/06/1938 au 01/12/1961. Ces relevés, qui nécessitent très peu de corrections/suppressions (tab. A.6), sont homogènes et se réfèrent à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude 212 cm IGN. Ils couvrent assez bien les années hydrologiques 1938 à 1942 et 1954 à 1961, avec une lacune complète d'observation allant du 01/01/1943 au 14/06/1964 (fig. 5.6.6.A).

Aucun résultat de jaugeage n'est disponible pour cette station.

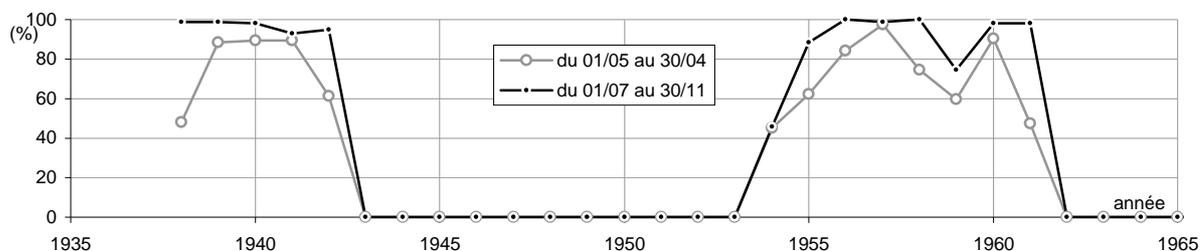


Figure 5.6.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Diorbivol

5.7 VALLE DU SENEGAL AU NIVEAU DE L'ILE A MORPHIL

Les corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau de cette zone sont indiquées dans le tableau A-7 de l'annexe 2A.

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour les stations situées dans la zone de l'Île à Morphil, dans les paragraphes VII.1.7 à VII.1.11 et VII.3 de l'annexe 2C.

5.7.1 Le Sénégal à Salde

Coordonnées géographiques : 13°52' W ; 16°10' N

PK = 474 ; B.V. = 259 500 km²

5.7.1.1 *Données*

La base de données contient pour Salde des relevés allant du 02/01/1903 au 20/11/2003, stockés sous le capteur I1. Ce sont pour la plupart des lectures d'échelle, complétées par une centaine de valeurs bien reconstituées entre 1986 et 1998 et par des enregistrements limnigraphiques répartis entre 1988 et 1994 (essentiellement de mai 1990 à mai 1993).

On ne constate en première analyse aucune hétérogénéité flagrante des cotes postérieures à 1965, qui se réfèrent selon toute vraisemblance à un zéro situé à l'altitude 132 cm IGN, comme l'ensemble des cotes antérieures contenues dans la base. Seul le premier relevé, douteux et complètement isolé, est supprimé.

En dehors des années hydrologiques 1905 à 1937 et 1943 à 1951, sans aucune donnée, et des années 1979 à 1981, très peu couvertes, les relevés couvrent dans l'ensemble assez bien chaque période de crue et de façon variable le reste de l'année. La pointe de crue est observée chaque année de 1903 à 1904, de 1938 à 1972 et depuis 1952, sauf en 1973, 1979 et 1981. D'un point par jour depuis le début de la station, la fréquence des relevés est passée à deux points par jour pendant les crues de 1970, 1971, 1972 et 1988, ainsi que la plupart du temps depuis mai 1991.

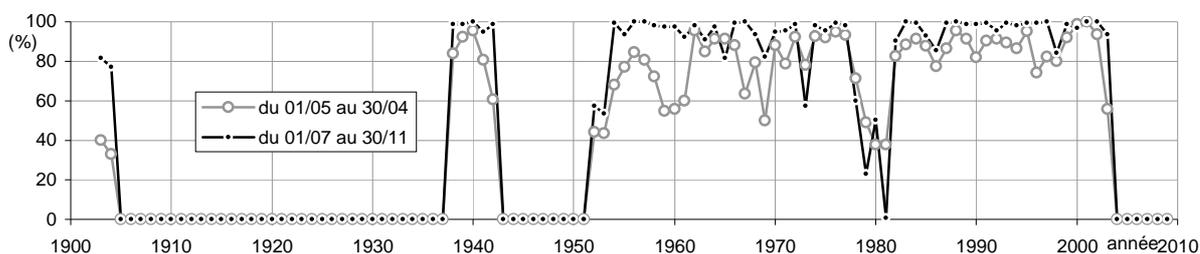


Figure 5.7.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Salde

Les 106 jaugeages contenus dans la base de données datent pour les deux tiers des années 1955 à 1962, mais un nombre non négligeable de mesures a aussi été réalisé dans les années 70 et de 1998 à 2001 (tab. 5.7.1.A). Ces jaugeages reprennent bien ceux de Rochette et al (1974) et du POGR (2000a). Parmi eux, ceux des 28 et 29/07/1955 indiquent

des cotes jaugées qui, d'après leur comparaison avec la série des niveaux observés à la station, ont été possiblement sous-estimés d'un mètre. Ils sont exclus de l'analyse.

Dans la zone de Salde, l'écoulement du fleuve se répartit entre le Doué en rive gauche de l'Île à Morphil, le Sénégal en rive droite de celle-ci et le marigot de Mbagne, situé plus au nord dans le Oualo mauritanien. En période de crue s'ajoutent en outre des écoulements sur les zones inondées du lit majeur.

Les débits mesurés à Salde ne concernent que le lit mineur du Sénégal et ne représentent donc qu'une partie de l'écoulement du fleuve au droit de la station.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)
1	28/07/1955	464	473	20.7	37	26/10/1955	929	1060	-8.0	73	17/12/1973	143	52.6	-2.3
2	29/07/1955	475	495	18.9	38	28/10/1955	915	958	-8.5	74	10/01/1974	104	36.5	-1.0
3	05/08/1955	721	849	11.8	39	30/10/1955	898	948	-8.6	75	12/02/1974	70	18.4	-0.7
4	06/08/1955	730	884	13.1	40	31/10/1955	887	905	-8.7	76	05/03/1974	55	13.2	-0.8
5	08/08/1955	765	1000	11.5	41	02/11/1955	870	853	-9.2	77	26/03/1974	34	7.1	-1.1
6	10/08/1955	786	1040	9.6	42	03/11/1955	857	845	-9.4	78	02/05/1974	1	1.5	-0.7
7	12/08/1955	800	1050	7.4	43	05/11/1955	840	780	-10.0	79	15/05/1974	-10	0.56	-0.8
8	13/08/1955	805	1010	6.5	44	07/11/1955	825	717	-10.6	80	29/05/1974	-18	0.12	-0.6
9	15/08/1955	815	1030	5.7	45	09/11/1955	800	709	-11.1	81	12/06/1974	-26	0.01	-0.2
10	17/08/1955	826	1020	5.4	46	12/11/1955	760	619	-11.8	82	29/06/1974	-29	0	-0.1
11	19/08/1955	840	1040	6.0	47	13/11/1955	750	565	-12.0	83	02/07/1975	1	1.46	-0.1
12	21/08/1955	850	1080	5.6	48	15/11/1955	726	539	-12.7	84	25/08/1998	563	489	8.1
13	23/08/1955	860	1150	4.3	49	17/11/1955	700	523	-13.2	85	26/09/1998	863	1018	-3.1
14	27/08/1955	876	1100	4.3	50	19/11/1955	672	480	-13.6	86	28/10/1998	370	227	-10.1
15	30/08/1955	890	1130	4.1	51	21/11/1955	645	453	-13.4	87	10/11/1998	285	145	-7.4
16	01/09/1955	896	1070	4.2	52	23/11/1955	619	421	-13.3	88	25/11/1998	173	65.4	1.0
17	04/09/1955	904	1090	3.9	53	25/11/1955	593	398	-13.0	89	16/12/1998	163	59.5	1.0
18	07/09/1955	918	1090	3.8	54	27/11/1955	566	386	-13.0	90	13/01/1999	167	54.8	-0.1
19	09/09/1955	926	1150	3.4	55	29/11/1955	540	359	-12.7	91	10/03/1999	182	66.8	-0.1
20	11/09/1955	931	1160	2.8	56	01/12/1955	516	337	-12.3	92	13/04/1999	168	56.5	1.6
21	14/09/1955	938	1190	2.4	57	03/12/1955	490	290	-11.9	93	13/05/1999	189	70.4	-0.3
22	17/09/1955	944	1140	2.6	58	05/12/1955	470	281	-11.7	94	16/06/1999	191	68	1.6
23	20/09/1955	953	1250	2.6	59	07/12/1955	440	262	-11.7	95	15/08/1999	534	477	22.9
24	23/09/1955	960	1260	2.2	60	09/12/1955	420	256	-10.9	96	31/08/1999	835	1050	10.2
25	25/09/1955	963	1260	1.8	61	11/12/1955	400	227	-9.7	97	05/09/1999	878	1157	5.7
26	26/09/1955	966	1300	1.7	62	15/12/1955	384	214	-7.5	98	09/09/1999	892	1142	3.1
27	28/09/1955	968	1310	1.3	63	30/04/1961	55	12.5	-0.7	99	22/09/1999	913	1133	-0.6
28	29/09/1955	970	1300	1.1	64	12/06/1961	24	6	-0.7	100	01/10/1999	887	1022	-4.0
29	02/10/1955	972	1250	1.1	65	16/08/1961	797	888	4.2	101	07/10/1999	864	956	-3.6
30	06/10/1955	978	1340	1.3	66	27/09/1961	1008	1420	1.1	102	21/10/1999	849	943	-2.5
31	09/10/1955	981	1330	1.1	67	06/11/1961	626	430	-13.6	103	13/11/1999	657	555	-13.5
32	15/10/1955	986	1330	-0.3	68	15/02/1962	135	54.4	-1.5	104	06/12/1999	447	318	-9.1
33	17/10/1955	983	1290	-1.7	69	13/04/1962	64	10.2	-1.3	105	03/09/2000	642	652	8.9
34	19/10/1955	978	1290	-3.5	70	31/05/1962	34	6.1	-0.7	106	31/03/2001	169	60.9	0.1
35	21/10/1955	968	1220	-5.2	71	11/05/1973	2	1.42	-1.8					
36	25/10/1955	940	1110	-7.7	72	14/06/1973	-11	0.48	1.3					

Tableau 5.7.1.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Salde (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP)

5.7.1.2 Tarage du lit mineur

Le logiciel Corediam développé par l'IRD lors du POGR (1999d) est dédié au calcul du remous du barrage de Diama. Il montre que l'influence du barrage pourrait théoriquement se

faire sentir jusqu'à Salde, dans le cas d'un débit très faible écoulé à la station et d'un niveau très élevé maintenu au barrage (par exemple, moins de 20 m³s⁻¹ à Salde et 200 cm IGN au barrage (ou respectivement 30 m³s⁻¹ et 225 cm)). On peut cependant constater que ces circonstances ne se sont pas produites depuis la construction du barrage et que les cotes observées jusqu'à ce jour à Salde n'ont en principe jamais été influencées par l'ouvrage.

Le débit du Sénégal à Salde est très influencé par le gradient limnimétrique. Malgré un nombre un peu faible de jaugeages réalisés en période de montée des eaux, la méthode du gradient limnimétrique permet de déterminer un étalonnage de façon assez précise et satisfaisante pour la station (tab. 5.7.1.B et fig. 5.7.1.B). Cet étalonnage peut être considéré comme fiable pour l'ensemble du marnage, car la cote maximale observée (1031 cm en 1965) n'excède que de très peu la cote maximale jaugée (1008 cm en 1961). La bonne concordance des mesures effectuées aux différentes périodes (années 1955 à 1962, 1973 et 1974 et 1998 à 2001) montre l'absence probable de détarage sur toute la période. L'étalonnage peut être raisonnablement considéré comme valide jusqu'à nos jours.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$\begin{aligned}
 Q_0(H) &= 1.136E-002 \times (H + 26.000)^{1.62759} && \text{si } H \leq 342.3 \\
 Q_0(H) &= 2.282E-001 \times (H - 321.432)^{1.30575} + 158.599 && \text{si } 342.3 < H \leq 864.4 \\
 Q_0(H) &= 2.621E-006 \times (H - 354.667)^3 + 661.097 && \text{si } 864.4 < H \\
 K(H) &= \max(0 ; -6.160E-010 \times H^3 + 8.655E-007 \times H^2 - 2.518E-004 \times H - 6.983E-004) && \text{pour } H \text{ entre } 303 \text{ et } 944
 \end{aligned}$$

H	-100	-27	-26	-20	-10	0	10	20	30	40	60	80	100	120
Q0(H)	0	0	0.0000	0.2098	1.036	2.282	3.876	5.777	7.957	10.40	15.99	22.48	29.78	37.85
H	140	160	180	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500
Q0(H)	46.65	56.13	66.29	77.08	91.43	106.7	122.9	139.9	157.8	176.8	199.9	226.7	288.1	357.5
H	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100		
Q0(H)	433.1	514.0	599.6	689.1	782.4	879.1	978.9	1086	1214	1366	1542	1746		

H	-100	416	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720	750
K(H)	0.0000	0.0000	0.0006	0.0051	0.0097	0.0143	0.0187	0.0229	0.0267	0.0301	0.0330	0.0352	0.0367	0.0374
H	780	810	840	870	900	930	944	1100						
K(H)	0.0371	0.0358	0.0333	0.0296	0.0246	0.0182	0.0146	0.0146						

H	H <= 342	342 < H <= 864	864 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	4.394	27.82	33.25	26.13

Tableau 5.7.1.B : barèmes d'étalonnage de la station de Salde (lit mineur), valables depuis le début de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$

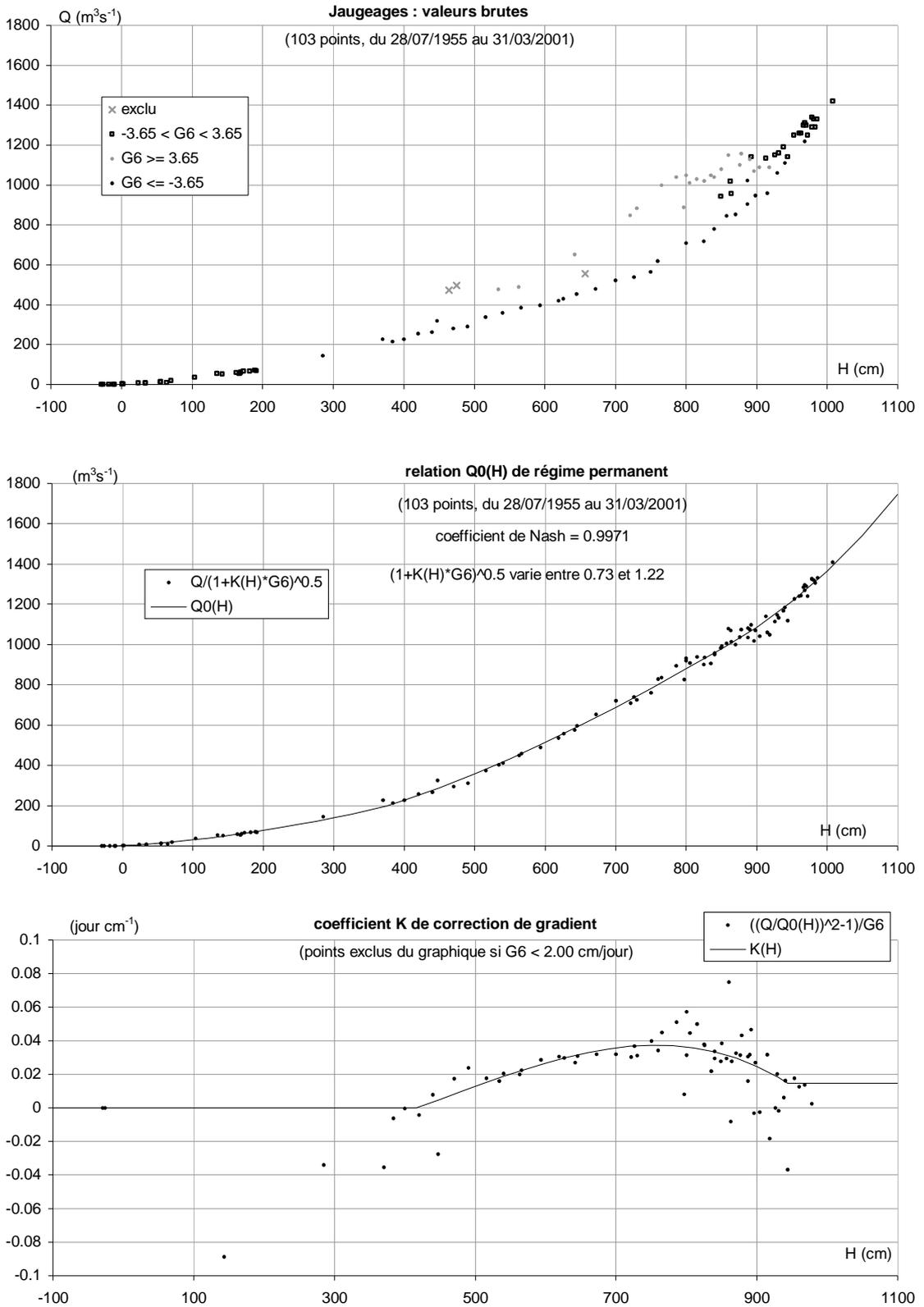


Figure 5.7.1.B : étalonnage de la station de Salde (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station

5.7.2 Le Sénégal à Dioulde Diabe

Coordonnées géographiques : 13°58' W ; 16°20' N

PK = 425 ; B.V. = 260 000 km²

5.7.2.1 Données

Les relevés de cotes disponibles pour cette station sont des lectures d'échelle effectuées une fois par jour, couvrant de façon variable la période du 14/07/1951 au 04/03/1964. Après quelques corrections/suppressions permettant d'obtenir une série opérationnelle (tab. A.7), ces relevés couvrent bien les périodes de crue de 1951 à 1954, ainsi que l'ensemble de l'année hydrologique entre 1961 et 1963 (fig. 5.7.2.A). Ils sont homogènes et se réfèrent à un zéro d'échelle situé à l'altitude -41 cm IGN.

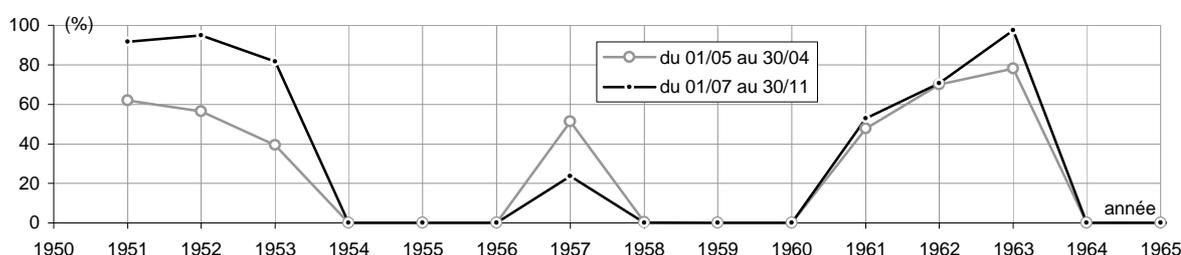


Figure 5.7.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Dioulde Diabe

La base de données contient par ailleurs pour cette station 65 résultats de jaugeages de basses eaux (tab. 5.7.2.A) effectués entre 1952 et 1978, qui reprennent exactement ceux de la monographie de 1974 à l'exception du jaugeage n°3, daté du 09/03/1955 au lieu du 09/01/1955. Sur la période de recouvrement (5 points en 1962 et 1963), les cotes jaugées coïncident parfaitement avec les cotes observées à la station. Mais ces résultats de jaugeages présentent quelques valeurs douteuses, en particulier pour les 3 dernières cotes jaugées, étonnamment basses au vu des cotes à Salde et lues en 1977 et 1978 alors que les dernières cotes observées à Dioulde Diabe datent de 1964 dans la base de données.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	27/03/1952	200	41.3	23	01/04/1956	190	38.2	45	27/04/1956	166	25.7
2	29/05/1952	142	11	24	02/04/1956	190	37.3	46	29/04/1956	165	24.4
3	09/03/1955	218	53.2	25	03/04/1956	189	38.5	47	30/04/1956	164	22.9
4	09/03/1955	218	48.7	26	04/04/1956	188	38.9	48	02/05/1956	163	20.4
5	03/04/1955	218	50.8	27	05/04/1956	187	36.6	49	03/05/1956	161	24.3
6	05/05/1955	169	27.3	28	06/04/1956	185	37.2	50	05/05/1956	160	23.8
7	06/05/1955	167	26	29	07/04/1956	185	34.8	51	07/05/1956	159	23.6
8	10/05/1955	166	25.3	30	08/04/1956	184	33.6	52	08/05/1956	158	23
9	12/05/1955	165	28.2	31	09/04/1956	182	34	53	25/05/1956	150	17.2
10	13/05/1955	164	25.8	32	10/04/1956	181	34.2	54	13/06/1956	145	15.8
11	16/05/1955	163	28.4	33	11/04/1956	180	33.5	55	13/03/1961	183	31.2
12	17/05/1955	162	27	34	12/04/1956	179	32.9	56	01/05/1961	151	11.8
13	22/03/1956	208	30.8	35	13/04/1956	177	33.7	57	15/06/1961	129	5.5
14	23/03/1956	207	48.1	36	14/04/1956	176	31.6	58	05/12/1962	456	253
15	24/03/1956	207	48.2	37	15/04/1956	176	30.7	59	26/12/1962	349	144
16	25/03/1956	205	45.7	38	16/04/1956	175	31.8	60	17/01/1963	290	101

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
17	26/03/1956	205	44	39	17/04/1956	174	30.7	61	12/02/1963	240	68.5
18	27/03/1956	203	40.9	40	18/04/1956	173	29.2	62	22/05/1963	146	11.4
19	28/03/1956	197	42.7	41	19/04/1956	173	29.8	63	27/04/1977	61	6.32
20	29/03/1956	196	40.9	42	20/04/1956	172	30.1	64	13/06/1977	33	0.83
21	30/03/1956	194	42.4	43	23/04/1956	170	28.5	65	28/04/1978	36	0.858
22	31/03/1956	193	40.8	44	26/04/1956	168	27				

Tableau 5.7.2.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Dioulde Diabe (grisé : éliminé ; italique : incompatibilité avec cote observée reconstituée)

5.7.2.2 Tarage

Les relations hauteur-débits aux stations encadrantes de Salde et Boghe ont un caractère non bijectif très prononcé, surtout en moyennes et hautes eaux. Toutefois, la différence relative observée entre les débits mesurés à ces stations pour une même cote en crue et en décrue décroît à mesure que l'on considère des cotes de basses eaux de plus en plus faibles. Pour les débits inférieurs à 250 m³/s, cette différence peut être considérée comme nulle, les points H-Q mesurés coïncidant avec la courbe du régime permanent. Bien que les mesures disponibles ne permettent pas de le vérifier, il est assez probable que la relation hauteur-débit présente les mêmes caractères à Dioulde Diabe. Aussi, les jaugeages disponibles pour cette station, bien que tous effectués en décrue, peuvent être utilisés sans correction et avec peu de risque pour établir l'étalonnage de basses eaux. Celui-ci (tab. 5.7.2.B, fig 5.7.2.B), relativement précis et fiable, peut être utilisé pour traduire en débit les cotes inférieures à 500 cm.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 2.732427E-001 * (H - 110.000)^{1.12950} \quad \text{si } H < 160.000$$

$$Q(H) = 5.122091E-001 * (H - 115.733) \quad \text{si } 160.000 < H < 200.000$$

$$Q(H) = 6.443536E-003 * (H - 51.537)^{1.76181} \quad \text{si } 200.000 < H < 500.000$$

H	0	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	170	180
Q(H)	0	0.0000	1.683	3.682	5.820	8.055	10.36	12.73	15.16	17.62	20.13	22.67	27.80	32.92
H	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320
Q(H)	38.04	43.16	48.42	53.93	59.69	65.71	71.98	78.49	85.24	92.24	99.47	106.9	114.6	122.6
H	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	440	460	480	500
Q(H)	130.7	139.1	147.7	156.5	165.6	174.9	184.4	194.1	204.0	214.1	235.0	256.7	279.3	302.7

H	H <= 160	160 < H <= 200	200 < H < 500	ensemble
erreur type de Q(H)	3.044	1.590	2.224	1.982

Tableau 5.7.2.B : barème d'étalonnage de basses eaux de la station de Dioulde Diabe, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

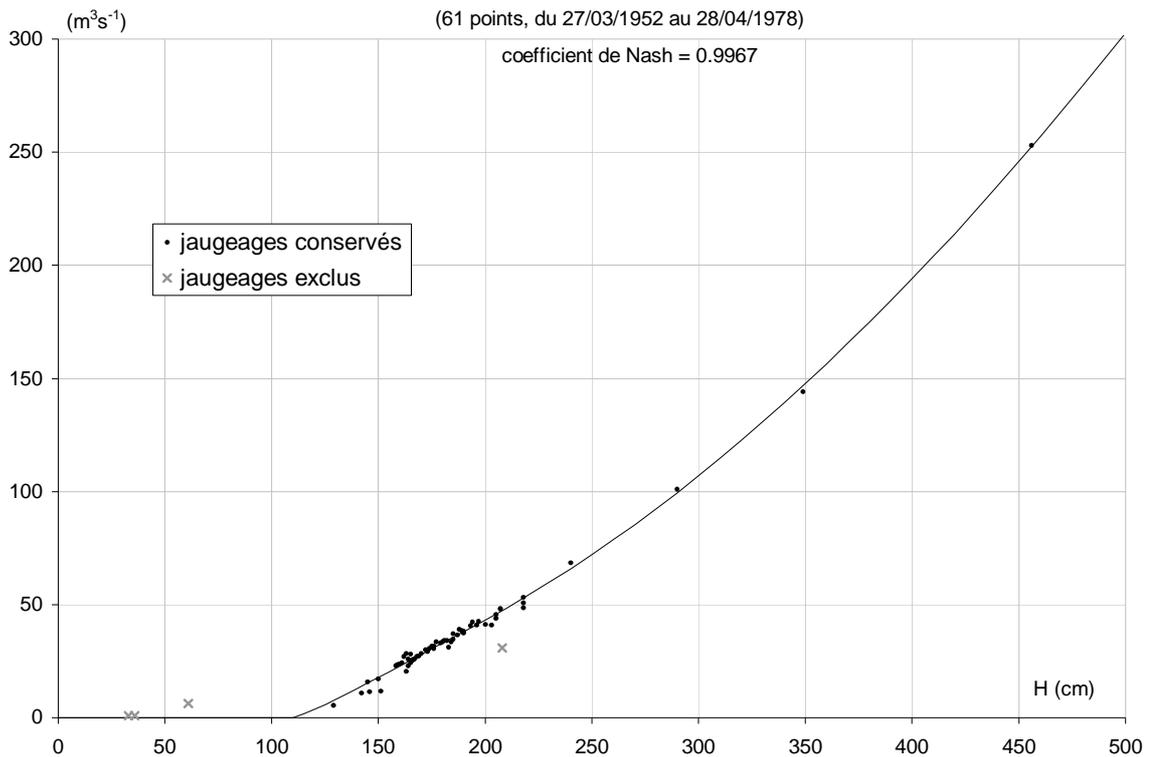


Figure 5.7.2.B : étalonnage de basses eaux du Sénégal à Dioulde Diabe

5.7.3 Le Sénégal à Boghe

Coordonnées géographiques : 14°17' W ; 16°35' N

PK = 379 ; B.V. = 263 000 km²

5.7.3.1 Données

La base de données contient des niveaux observés à Boghe entre le 29/07/1903 et le 01/10/1972, tous stockés sous le capteur I1. Il s'agit uniquement de lectures d'échelles dont les valeurs homogènes se réfèrent toutes à un zéro situé à l'altitude -57 cm IGN. Leur vérification conduit essentiellement à supprimer des valeurs isolées datées du 31 décembre pour certaines années antérieures à 1950 (tab. A-7), dont on peut soupçonner qu'elles avaient été en fait reconstituées pour des raisons calculatoires, comme c'est apparemment le cas pour plusieurs stations de la vallée. A l'exception de l'année hydrologique 1953, les observations couvrent assez bien chaque période de crue, les basses eaux n'étant observées qu'à partir de 1955 (fig. 5.7.3.A). D'un point par jour jusqu'en 1963, la fréquence des relevés passe ensuite à deux points par jour jusqu'à la fin des observations en 1972.

Des relevés de niveau du Sénégal à Boghe ont par ailleurs été fournis par la SONADER, qui couvrent intégralement les périodes du 22/07/2006 au 30/12/2006, du 25/06/2007 au 30/03/2008 et du 03/05/2008 au 23/12/2009. La comparaison avec les relevés de Matam et Podor semble montrer quelques problèmes dans les relevés de la première période, alors que ceux des deux autres périodes sont de très bonne qualité. Ces données correspondent à des lectures d'échelle effectués sur un limnimètre dont le zéro est manifestement plus élevé que celui de l'échelle ancienne (situé à -57 cm IGN), probablement de 80 cm environ. L'analyse des relations entre cotes maximales aux trois stations laisse craindre également

que la nouvelle échelle ne contrôle pas tout à fait le même plan d'eau que l'ancienne. Faute de certitudes permettant de les homogénéiser avec celles de l'ancienne échelle, les cotes de 2006 à 2009 fournies par la SONADER ne sont pas intégrées dans la série de cotes opérationnelles de Boghe.

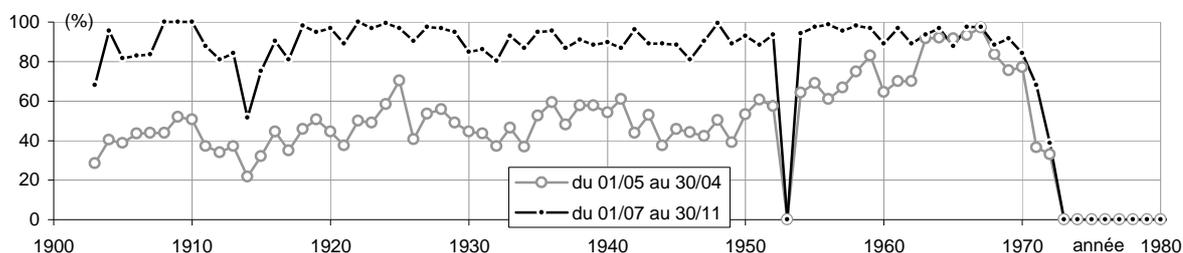


Figure 5.7.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Boghe

La base de données de l'OMVS ne contient pas de jaugeage réalisé à Boghe. Rochette et al (1974) donnent par contre une liste de 113 mesures, toutes effectuées en 1956, sauf la dernière, en 1962 (tab. 5.7.3.A). Toutes ces mesures ne concernent que lit mineur du Sénégal et ne représentent qu'une partie de l'écoulement du fleuve. En effet, celui-ci qui au droit de la station n'emprunte que les lits mineurs du Sénégal et du Doué pendant les basses eaux, déborde sur de vastes zones de l'Île à Morphil en période de crue. Avant la construction de la digue entre Boghe et Boghe Ndaw en 1956, des débits importants pouvaient également transiter pendant les hautes eaux sur le lit majeur de rive droite.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)
1	23/07/1956	325	284	8.7	39	07/09/1956	794	1238	5.3	77	06/11/1956	827	945	-8.9
2	24/07/1956	326	294	8.0	40	09/09/1956	805	1292	4.7	78	07/11/1956	813	921	-9.4
3	26/07/1956	331	305	8.9	41	10/09/1956	811	1266	4.7	79	08/11/1956	806	861	-10.0
4	27/07/1956	341	322	10.2	42	11/09/1956	817	1286	4.9	80	09/11/1956	792	813	-10.7
5	28/07/1956	361	346	11.6	43	12/09/1956	824	1294	5.2	81	10/11/1956	784	796	-11.4
6	29/07/1956	377	368	12.7	44	14/09/1956	832	1324	5.7	82	11/11/1956	769	731	-12.1
7	30/07/1956	390	386	13.5	45	16/09/1956	841	1376	6.0	83	12/11/1956	755	721	-12.7
8	31/07/1956	400	412	13.9	46	17/09/1956	849	1378	6.1	84	13/11/1956	745	695	-13.3
9	31/07/1956	410	420	13.9	47	18/09/1956	859	1360	6.0	85	14/11/1956	731	649	-13.8
10	01/08/1956	420	480	14.2	48	20/09/1956	867	1408	5.9	86	15/11/1956	718	566	-14.2
11	01/08/1956	428	490	14.2	49	21/09/1956	873	1442	5.8	87	16/11/1956	702	628	-14.4
12	02/08/1956	435	515	14.4	50	22/09/1956	879	1467	5.8	88	17/11/1956	688	610	-14.7
13	03/08/1956	451	521	14.4	51	23/09/1956	884		5.7	89	18/11/1956	673	574	-15.3
14	04/08/1956	459	515	14.3	52	24/09/1956	891	1525	5.6	90	19/11/1956	656	456	-15.6
15	05/08/1956	469	546	14.3	53	25/09/1956	897	1534	5.5	91	20/11/1956	641	524	-15.6
16	06/08/1956	484	579	14.1	54	26/09/1956	902	1560	5.3	92	21/11/1956	622	488	-15.8
17	06/08/1956	492	584	14.1	55	27/09/1956	908	1621	5.0	93	23/11/1956	595	469	-16.3
18	07/08/1956	510	632	13.8	56	28/09/1956	913	1620	4.7	94	24/11/1956	579	452	-16.1
19	09/08/1956	542	634	11.9	57	29/09/1956	918	1595	4.4	95	25/11/1956	561	460	-15.8
20	10/08/1956	549	682	11.0	58	30/09/1956	925	1637	4.0	96	26/11/1956	550	430	-16.0
21	12/08/1956	560	696	10.3	59	02/10/1956	930	1706	3.2	97	27/11/1956	531	425	-16.2
22	13/08/1956	571	739	10.4	60	03/10/1956	933	1705	2.7	98	28/11/1956	514	414	-16.5
23	14/08/1956	580	742	10.6	61	04/10/1956	936	1741	2.3	99	29/11/1956	497	404	-16.5
24	15/08/1956	590	784	11.2	62	05/10/1956	939	1753	1.7	100	30/11/1956	480	383	-16.7
25	18/08/1956	632	852	11.8	63	06/10/1956	940	1714	1.1	101	01/12/1956	463	368	-17.1
26	19/08/1956	645	905	11.3	64	09/10/1956	939	1587	-0.5	102	02/12/1956	447	360	-17.2
27	20/08/1956	655	912	10.8	65	14/10/1956	930	1535	-2.2	103	03/12/1956	428	335	-17.0
28	21/08/1956	665	925	10.2	66	17/10/1956	922	1515	-2.4	104	04/12/1956	409	328	-16.5
29	23/08/1956	680	882	9.3	67	20/10/1956	916	1461	-2.5	105	05/12/1956	391	287	-15.8
30	24/08/1956	690	1111	9.0	68	23/10/1956	909	1408	-3.0	106	06/12/1956	375	284	-14.9

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)
31	26/08/1956	710	1040	8.6	69	25/10/1956	903	1390	-3.6	107	07/12/1956	360	281	-13.8
32	28/08/1956	726	1070	8.1	70	27/10/1956	895	1306	-4.5	108	08/12/1956	347	260	-12.6
33	29/08/1956	733	1129	7.9	71	29/10/1956	885	1265	-5.4	109	09/12/1956	336	254	-11.2
34	30/08/1956	740	1143	7.7	72	31/10/1956	873	1175	-6.4	110	10/12/1956	325	248	-10.0
35	31/08/1956	750	1157	7.4	73	02/11/1956	859	1059	-7.2	111	11/12/1956	315	232	-8.8
36	02/09/1956	762	1190	7.0	74	03/11/1956	852	1040	-7.6	112	12/12/1956	308	242	-7.8
37	04/09/1956	778	1218	6.5	75	04/11/1956	844	1095	-8.0	113	06/12/1962	330	243	-7.4
38	05/09/1956	785	1228	6.0	76	05/11/1956	835	994	-8.5					

Tableau 5.7.3.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Boghe (grisé : points éliminés)

5.7.3.2 Tarage du lit mineur

La couverture quasi complète d'un cycle de montée et d'abaissement des eaux par les jaugeages de 1956 permet détalonner très précisément la station par la méthode du gradient limnimétrique. Faute de mesure réalisée en dessous de la cote 300 cm, on détermine sa partie basse en faisant l'hypothèse d'une annulation du débit pour la cote 57 cm, qui correspond en principe au niveau moyen de la mer (0 cm IGN).

L'étalonnage (tab. 5.7.3.B et fig. 5.7.3.B) peut être considéré comme fiable pour toutes les cotes supérieures à 300 cm, les plus fortes cotes jaugée (940 cm en 1956) et observée (969 cm en 1936) étant très proches. Il est moyennement fiable pour les cotes comprises entre 100 et 300 cm, et non utilisable pour les cotes inférieures à 100 cm. En effet, celles-ci subissaient visiblement l'influence de la marée avant la construction du barrage de Diama.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q_0(H) = 2.934E-001 \times (H - 57.000)^{1.22467} \quad \text{si } H \leq 430.5$$

$$Q_0(H) = 4.889E-004 \times (H + 96.222)^{2.14382} + 80.586 \quad \text{si } 430.5 < H \leq 853.3$$

$$Q_0(H) = 2.018E-006 \times (H - 683.102)^{3.50000} + 1132.417 \quad \text{si } 853.3 < H$$

$$K(H) = -4.536E-010 \times H^3 + 7.275E-007 \times H^2 - 3.092E-004 \times H + 5.332E-002 \quad \text{pour } H \text{ entre } 454 \text{ et } 940$$

H	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	210	230	250	270
Q ₀ (H)	29.37	37.94	46.89	56.16	65.72	75.54	85.61	95.90	106.4	117.1	139.0	161.6	184.7	208.4
H	290	310	330	350	400	450	500	550	575	600	625	650	675	700
Q ₀ (H)	232.6	257.3	282.5	308.0	373.6	441.7	516.3	598.4	642.3	688.1	735.9	785.5	837.1	890.7
H	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975	1000		
Q ₀ (H)	946.2	1004	1063	1125	1188	1253	1330	1436	1577	1759	1990	2275		

H	0	454	460	485	510	535	560	585	610	635	660	685	710	735
K(H)	0.0204	0.0204	0.0209	0.0227	0.0247	0.0266	0.0286	0.0306	0.0324	0.0342	0.0357	0.0371	0.0381	0.0389
H	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	1000			
K(H)	0.0394	0.0395	0.0393	0.0388	0.0380	0.0369	0.0355	0.0336	0.0314	0.0287	0.0287			

H	H ≤ 430	430 < H ≤ 853	853 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	12.83	20.02	28.06	21.11

Tableau 5.7.3.B : barèmes d'étalonnage de la station de Boghe (lit mineur), valables depuis l'origine de la station jusqu'en 1972, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$

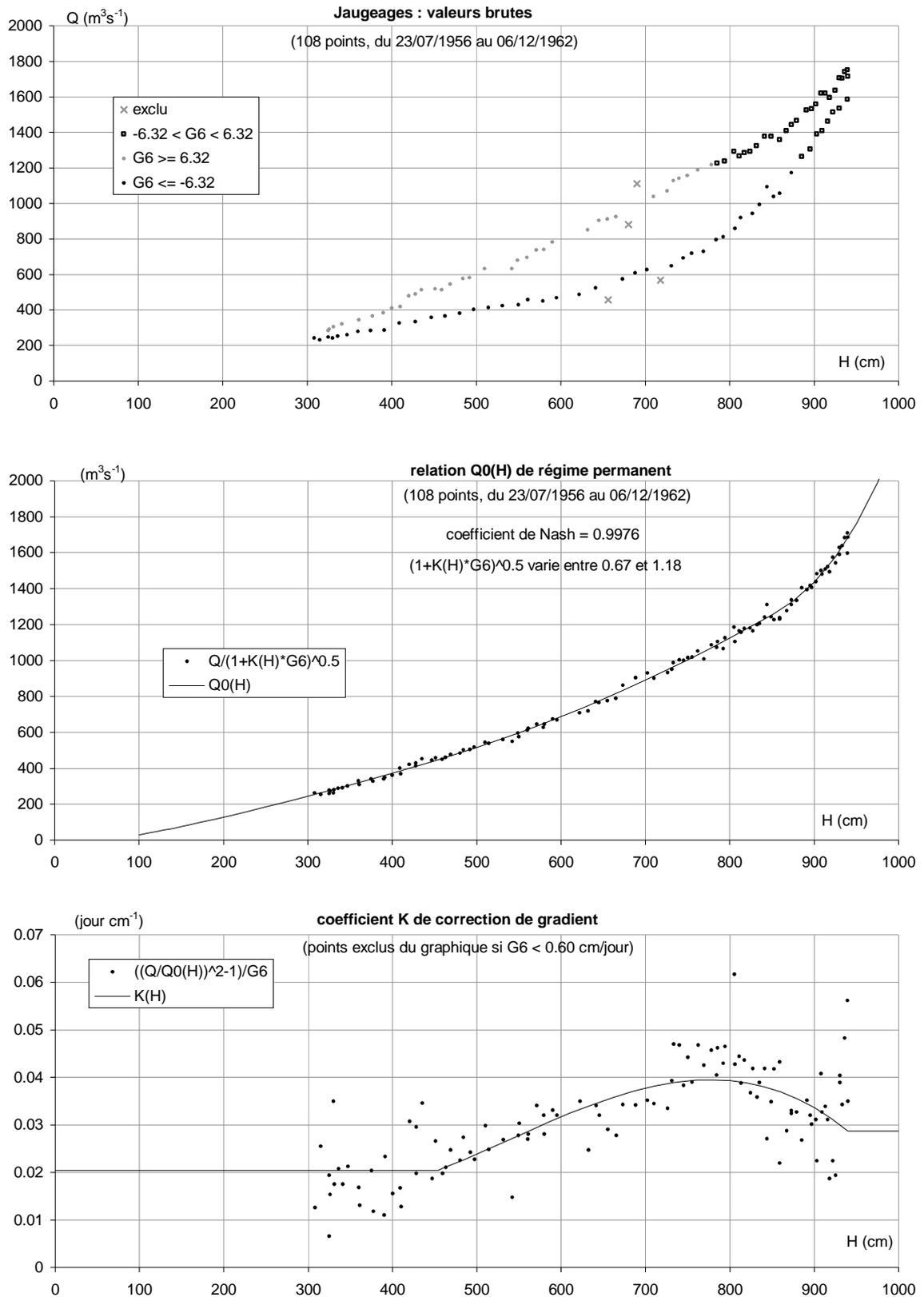


Figure 5.7.3.B : étalonnage de la station de Boghe (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station jusqu'en 1972.

5.7.4 Le Sénégal à Sarepoli

Coordonnées géographiques : 14°34' W ; 16°37' N

PK = 333

5.7.4.1 Données

Les cotes disponibles pour cette station figurent dans la base de données en tant que lectures d'échelle effectuées une fois par jour entre le 16/07/1951 et le 14/12/1963. Ces cotes, après quelques corrections/suppressions peu nombreuses (tab. A.7), couvrent bien la période observée pendant les crues de 1951 à 1953 et sur l'ensemble de l'année hydrologique entre 1961 et 1963. Entre le 11/11/1953 et le 07/08/1961, seule la période de septembre à décembre 1957 a été observée (fig. 5.7.4.A). La série de cotes opérationnelles est homogène et référencée à un zéro d'échelle dont l'altitude a été estimée à -80 cm IGN par Rochette et al (1974).

Aucun jaugeage n'a été effectué à la station.

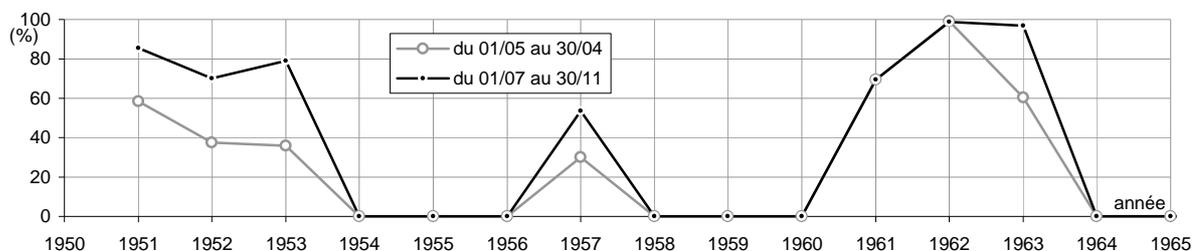


Figure 5.7.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Sarepoli

5.7.5 Le Sénégal à Podor

Coordonnées géographiques : 14°57' W ; 16°39' N

PK = 267 ; B.V. = 266 000 km²

5.7.5.1 Données

La base de données contient des relevés de niveau pour la station de Podor qui sont stockés sous trois capteurs différents :

- I1 contient des lectures d'échelle allant du 19/06/1903 au 11/10/2010, complétées par 4 valeurs reconstituées.
- I2 contient des enregistrements limnigraphiques réalisés entre le 02/09/2000 et le 26/05/2006. Ces enregistrements sont cohérents avec les données de I1, par rapport auxquelles ils présentent toutefois, par moment à partir de 2002, un très léger retard (moins d'une journée) ou des valeurs inférieures de quelques centimètres.
- I3 contient des lectures d'échelle couvrant la période du 01/01/1980 au 31/12/1985, ainsi que des enregistrements limnigraphiques allant du 23/03/1999 au 15/11/2000, parfaitement cohérents avec les données de I1

En première analyse, il apparaît que toutes les données de niveau de la station de Podor postérieures à 1965 sont homogènes et se réfèrent, comme les données antérieures, à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude -44 cm IGN. Leur vérification conduit essentiellement à supprimer certains relevés isolés datés du 31 décembre et du 2 janvier de plusieurs années antérieures à 1950, dont les valeurs accumulées en majorité à 60 ou 100 cm ne correspondent vraisemblablement pas à de réelles observations (tab. A-7).

La série opérationnelle, homogène, est obtenue en combinant ainsi les relevés des trois capteurs :

- I1 : du 19/06/1903 00:00 au 17/06/1999 08:00; du 06/12/1999 18:00 au 02/09/2000 08:00; du 26/05/2006 08:00 au 11/10/2010 08:00
- I2 : du 02/09/2000 16:00 au 26/05/2006 01:00
- I3 : du 17/06/1999 10:45 au 06/12/1999 12:24

Toutes les pointes de crue sont observées à Podor depuis 1903. Jusqu'en 1951, les relevés ne sont faits qu'en période de crue (fig. 5.7.5.A). Les mois de juillet à novembre sont quasi-totalement couverts depuis 1952, ainsi que les basses eaux depuis 1974. La fréquence des relevés est d'un point par jour de 1903 à 1969 (sauf en 1913 et 1927 : un point double par 5 jours), ainsi qu'en 1973, de 1980 à 1984 et de mai 1990 à avril 1991. Deux relevés par jour sont faits de 1970 à 1972, de 1974 à 1979, de 1985 à avril 1990, et depuis mai 1991. Entre 1999 et 2006, les différentes périodes couvertes par des relevés limnigraphiques présentent des fréquences de relevés variables pouvant aller jusqu'à 14 points par jour.

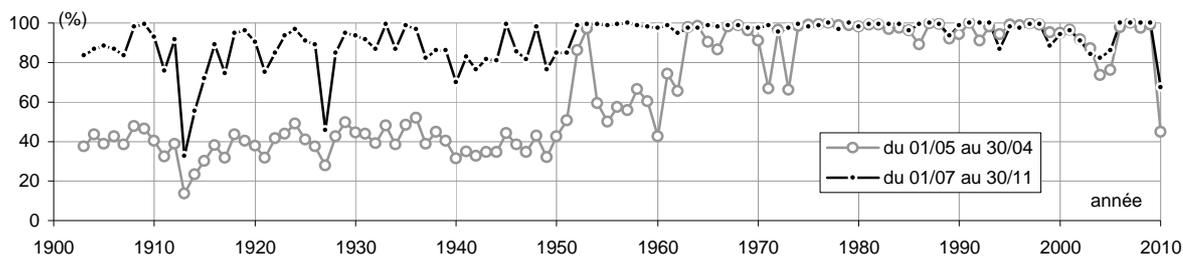


Figure 5.7.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Podor

La base de données contient les résultats de 91 mesures de débit réalisées à Podor (tab. 5.7.5.A), qui reprennent bien celles de Rochette et al (1974) et du POGR (1999c et 1999d), à quelques différences près. Pour les 3 jaugeages effectués en octobre 1963, les cotes jaugées figurant dans la base sont fausses et ont été remplacées ici par les valeurs publiées dans la monographie, qui sont cohérentes avec les cotes observées à la station. Par ailleurs, le septième jaugeage daté du 05/08/1956 dans la base était daté du 06/08/1956 par la monographie. La date de la base, plus plausible d'après les relevés de cotes, a été conservée ici.

Les deux tiers des mesures ont été réalisées entre 1956 et 1964, l'autre tiers datant des années 1998 à 2000. A part quatre jaugeages d'octobre 1956, non retenus, tous sont cohérents en cote avec les niveaux observés à la station.

Comme pour les autres stations situées dans le secteur de l'Île à Morphil, les débits mesurés à Podor ne concernent que le lit mineur et ne prennent en compte qu'une partie de l'écoulement total du fleuve au droit de la station.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	R (cm)
1	28/07/1956	167	326	5.3	32	23/09/1956	548	1740	4.3	63	26/10/1964	644	1490	-2.2	
2	30/07/1956	178	388	6.7	33	25/09/1956	556	1730	4.2	64	01/11/1964	627	1560	-3.2	
3	31/07/1956	188	372	7.3	34	27/09/1956	565	1810	4.3	65	12/11/1964	573	1150	-6.7	
4	01/08/1956	197	427	7.9	35	29/09/1956	575	1860	4.5	66	06/06/1998	247	100	0.5	139
5	02/08/1956	202	477	8.7	36	01/10/1956	582	1920	5.1	67	17/07/1998	276	128	0.1	111
6	03/08/1956	214	509	9.5	37	07/10/1956	593	1230	6.6	68	26/08/1998	316	611	4.1	28
7	05/08/1956	226	560	10.4	38	11/10/1956	583	1260	4.1	69	28/09/1998	497	1363	2.3	6
8	06/08/1956	237	539	10.9	39	13/10/1956	571	1240	2.2	70	15/10/1998	427	943	-14.5	8
9	07/08/1956	248	557	10.9	40	15/10/1956	557	1170	0.5	71	29/10/1998	267	245	-1.1	97
10	09/08/1956	273	677	9.9	41	18/11/1956	530	1020	-9.6	72	11/11/1998	249	177	-1.4	127
11	10/08/1956	284	679	9.2	42	19/11/1956	520	1000	-10.3	73	26/11/1998	241	45.1	0.5	120
12	11/08/1956	295	706	8.4	43	21/11/1956	498	867	-11.7	74	17/12/1998	250	39.1	0.8	144
13	13/08/1956	300	737	7.1	44	25/11/1956	438	664	-14.2	75	14/01/1999	260	63.5	0.0	132
14	14/08/1956	308	745	7.1	45	26/11/1956	424	635	-14.8	76	10/03/1999	262	67.3	0.2	130
15	16/08/1956	319	782	7.6	46	27/11/1956	410	624	-15.4	77	13/04/1999	259	76.9	0.3	132
16	23/08/1956	378	1010	7.3	47	29/11/1956	376	500	-16.9	78	13/05/1999	265	94.9	0.4	117
17	24/08/1956	386	1040	7.1	48	01/12/1956	340	466	-18.6	79	17/06/1999	272	33.2	0.4	124
18	26/08/1956	400	1150	7.1	49	04/12/1956	280	396	-20.3	80	16/08/1999	300	525	7.2	41
19	27/08/1956	408	1150	7.0	50	05/12/1956	262	331	-20.1	81	01/09/1999	444	1180	6.7	8
20	29/08/1956	420	1220	6.7	51	30/09/1961	604	1450	6.1	82	06/09/1999	472	1330	4.9	7
21	30/08/1956	420	1290	6.6	52	27/10/1961	604	1020	-3.9	83	09/09/1999	484	1380	4.1	6
22	01/09/1956	439	1270	6.2	53	18/08/1962	370	1050	5.4	84	23/09/1999	541	1545	3.8	2
23	02/09/1956	446	1280	6.0	54	30/08/1962	429	1150	5.2	85	03/10/1999	561	1530	0.9	2
24	04/09/1956	458	1390	5.6	55	09/09/1963	445	1300	4.1	86	09/10/1999	564	1487	-0.2	3
25	06/09/1956	463	1350	5.1	56	18/09/1963	475	1380	3.0	87	13/10/1999	562	1447	-0.9	3
26	08/09/1956	478	1380	4.7	57	01/10/1963	<u>505</u>	1500	2.1	88	22/10/1999	556	1417	-0.5	2
27	10/09/1956	487	1420	4.3	58	10/10/1963	<u>522</u>	1530	1.2	89	14/11/1999	474	1054	-9.4	7
28	14/09/1956	503	1570	4.6	59	16/10/1963	<u>530</u>	1550	1.1	90	07/12/1999	279	372	-3.4	54
29	16/09/1956	510	1550	5.1	60	15/11/1963	481	1120	-8.4	91	02/09/2000	326	754	4.0	18
30	18/09/1956	529	1600	5.4	61	21/12/1963	90	162	-3.1						
31	20/09/1956	535	1610	4.9	62	13/10/1964	650	1760	3.2						

Tableau 5.7.5.A : mesures de débit du lit mineur du Sénégal à Podor (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP ; souligné : valeur corrigée ; R : rehaussement estimé du niveau à Podor dû au remous de Diama)

5.7.5.2 Tarage du lit mineur

Les limnigrammes montrent une influence visible de la marée jusqu'à la cote 116 cm environ à l'échelle de la station avant l'édification du barrage de Diama. Le jaugeage de décembre 1963 effectué à une cote inférieure est donc écarté de l'analyse.

Depuis la construction du barrage, les niveaux observés à Podor sont plus ou moins influencés par celui-ci selon le niveau de son plan d'eau amont et selon le débit transitant à la station. Cette influence apparaît dès mi-novembre 1983. Pour tout niveau observé à Podor, le logiciel Corediam permet d'estimer, en fonction de la cote à Diama amont, le rehaussement R de niveau subi en réalité à Podor du fait du remous de l'ouvrage. Ce rehaussement estimé est indiqué dans le tableau 5.7.5.A pour tous les jaugeages réalisés depuis 1998. Tous ceux qui présentent un rehaussement estimé supérieur à 10 cm sont écartés de l'analyse.

Avec l'hypothèse d'une annulation théorique du débit à la cote 44 cm (0 cm IGN), l'ensemble des mesures conservées permet d'étalonner la station avec une précision acceptable (coefficient de Nash = 0.9884) par la méthode du gradient limnimétrique, très adaptée à la situation. L'étalonnage obtenu (tab. 5.7.5.B et fig. 5.7.5.B) peut être considéré comme assez

fiable pour toutes les cotes supérieures à 117 cm car la cote maximale observée (679 cm en 1936) dépasse assez peu la cote maximale jaugée (644 cm en 1964). Il n'est par contre pas applicable pour les niveaux inférieurs pour les raisons évoquées plus haut (influence de la marée).

On remarque (fig. 5.7.5.B) que les débits mesurés depuis 1998 et conservés pour établir l'étalonnage sont dans l'ensemble légèrement plus faibles que les débits antérieurs, pour une même cote à la station. Ceci s'explique en partie par le rehaussement du niveau (certes inférieur à 10 cm, mais tout de même non nul) provoqué par le remous du barrage lors de ces mesures. Un éventuel détarage ne peut par ailleurs pas être exclu mais les mesures sont en nombre insuffisant pour étayer cette hypothèse.

Sans correction des cotes observées, l'utilisation de l'étalonnage pour calculer les débits postérieurs à 1985 ne peut être envisagée qu'au dessus de 440 cm à l'échelle de la station. D'après les résultats de Corediam, ces cotes sont en effet assez peu rehaussées par le remous par rapport à celles du régime non influencé (moins de 14 cm, même pour une cote de 225 cm à Diama amont). Pour un calcul plus précis, il est toutefois préférable de remplacer les cotes observées H par les cotes correspondantes non influencées H-R, calculées grâce aux rehaussements R estimés par Corediam. Pour les 14 jaugeages effectués depuis 1998 pour des cotes observées supérieures ou égales à 300 cm à l'échelle (rehaussées jusqu'à 41 cm par rapport au régime non influencé), cette procédure permet de calculer avec l'étalonnage des débits très proches des valeurs mesurées, surestimés en moyenne de 1.3% seulement (au lieu de 3.4 % sans correction des cotes).

Paramétrage de l'étalonnage :

$$\begin{aligned}
 Q_0(H) &= 2.423E+000 \times (H - 44.000)^{1.00979} && \text{si } H \leq 244.3 \\
 Q_0(H) &= 1.022E-006 \times (H + 672.460)^{3.00000} - 276.342 && \text{si } 244.3 < H \leq 461.7 \\
 Q_0(H) &= 1.329E+002 \times (H - 337.400)^{0.44069} + 102.041 && \text{si } 461.7 < H \\
 K(H) &= 1.934E-009 \times H^3 - 2.124E-006 \times H^2 + 8.288E-004 \times H - 7.581E-002 && \text{pour } H \text{ entre } 167 \text{ et } 644
 \end{aligned}$$

H	117	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	245
Q0(H)	184.5	192.1	217.7	243.2	268.8	294.4	320.1	345.7	371.4	397.1	422.8	448.6	474.3	513.0
H	260	275	290	305	320	335	350	365	380	395	410	425	440	455
Q0(H)	552.3	592.9	634.9	678.2	722.8	768.8	816.1	864.9	915.2	966.8	1020	1075	1131	1188
H	470	485	500	520	540	560	580	600	620	645	670	700		
Q0(H)	1247	1302	1355	1420	1482	1540	1596	1649	1700	1761	1819	1886		

H	-100	167	170	190	210	230	250	270	290	315	340	365	390	415
K(H)	0.0124	0.0124	0.0132	0.0183	0.0225	0.0260	0.0289	0.0312	0.0331	0.0350	0.0365	0.0378	0.0391	0.0406
H	440	465	490	515	540	565	585	605	625	644	700			
K(H)	0.0425	0.0449	0.0480	0.0520	0.0570	0.0634	0.0695	0.0766	0.0848	0.0938	0.0938			

H	H <= 244	244 < H <= 462	462 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	26.75	44.19	55.70	48.40

Tableau 5.7.5.B : barèmes d'étalonnage de la station de Podor (lit mineur), valables depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$. Après l'édification du barrage de Diama, il est préférable (et indispensable pour les parties grisées) de n'appliquer l'étalonnage qu'après correction des cotes H observées (remplacement de H par H-R), et seulement pour des rehaussements R (dus au remous) inférieurs à 50 cm.

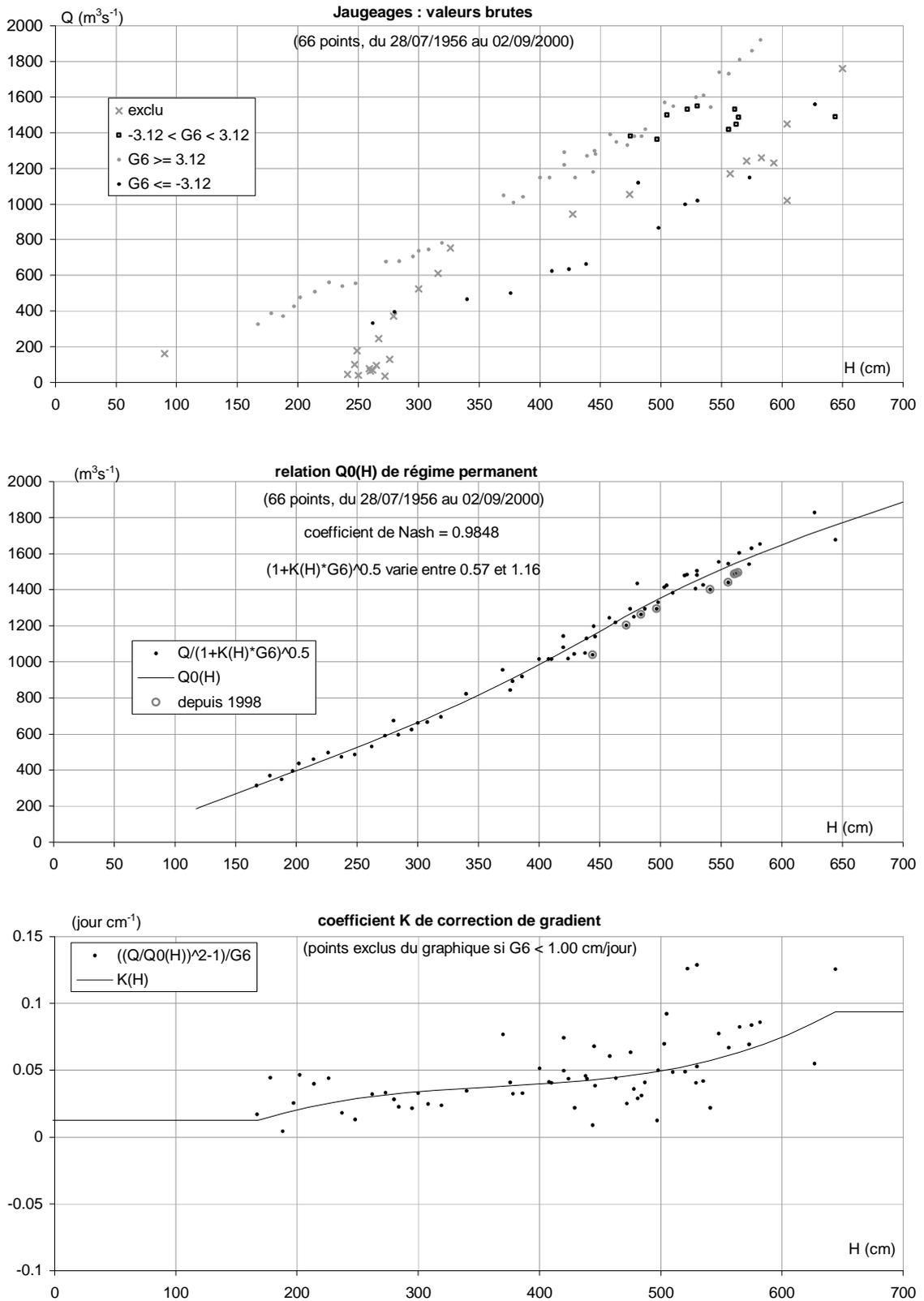


Figure 5.7.5.B : étalonnage de la station de Podor (lit mineur) sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station. En dessous de la cote 440, l'étalonnage ne peut être utilisé que pour traduire des cotes non influencées par le remous de Diama.

5.7.6 Le Doué à Ngoui

Coordonnées géographiques : 13°55' W ; 16°09' N

5.7.6.1 Données

Tous stockés sous le capteur I1, les relevés de cote contenus dans la base de données pour la station de Ngoui vont du 13/08/1955 au 31/03/2004. Ce sont essentiellement des lectures d'échelle, complétées par environ 300 valeurs bien reconstituées (des années 1957 à 1995) et par des enregistrements limnigraphiques (entre 1982 et 1994, mais essentiellement sur les périodes de juin 1990 à mai 1991 et août 1991 à octobre 1992, entièrement couvertes).

Les relevés sont homogènes et se réfèrent à un zéro d'échelle situé à l'altitude -45 cm. Ils nécessitent très peu de corrections/suppressions (tab. A-7). Les années hydrologiques 1956 à 1958, 1960, 1963 et 1969 présentent de nombreuses lacunes d'observations, y compris en période de crue (fig. 5.7.6.A). Les lacunes sont peu nombreuses entre 1970 et 2004. La fréquence des relevés est d'un point par jour jusqu'en 1969 et ensuite de deux points par jour la plupart du temps, y compris pour les enregistrements limnigraphiques.

Les niveaux relevés à Ngoui sur le Doué sont en permanence très proches, en valeur absolue, de ceux de la station de Salde sur le Sénégal. A l'exception des basses eaux des années 1986 à 1990 ($H_s < 325$ cm), ceci se vérifie en permanence sur tout le marnage et se traduit par la relation moyenne suivante entre les cotes H_n et H_s aux échelles de Ngoui et Salde, valable pour $H_s > -30$ cm sur la période 1955-2004 :

$$H_n = -1.428E-7 \times H_s^3 + 2.111E-4 \times H_s^2 + 8.897E-1 \times H_s + 194.0$$

avec : $R^2 = 0.9989$; erreur type = 8.67 cm ; effectif = 11561

De décembre 1986 à juillet 1990, les niveaux relevés à Salde et Ngoui évoluent de façon particulière en étiage, entre décembre et juillet. Chaque année pendant cette période, on remarque en effet dans le courant du mois de décembre un brusque abaissement à Ngoui se produisant de façon simultanée avec un brusque rehaussement à Salde. Le niveau absolu à Salde reste ensuite nettement plus élevé qu'à Ngoui la plupart du temps jusqu'au mois de juillet suivant. Ces différences de niveau traduisent manifestement des conditions d'écoulement inhabituelles, peut-être liées à des ouvrages temporaires favorisant le passage des débits d'étiage dans le Sénégal plutôt que dans le Doué.

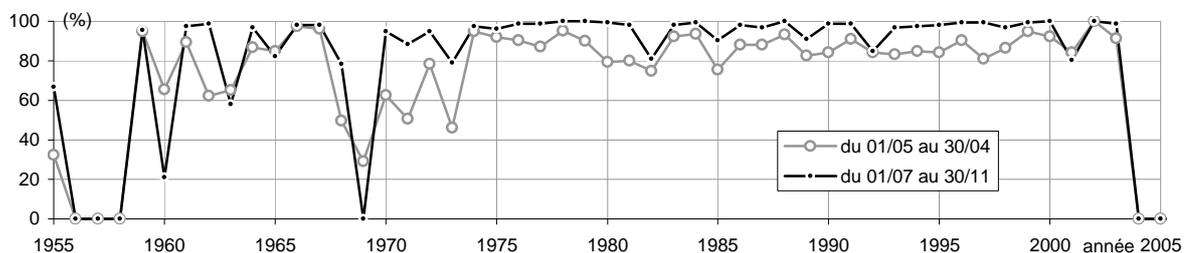


Figure 5.7.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Ngoui

Les 84 jaugeages de la base de données (tab. 5.7.6.A) reprennent bien ceux de Rochette et al (1974) et du POGR (2000a). Trois mesures sont incohérentes en cote avec les niveaux relevés à la station. Parmi elles, celle du 25/08/1998 saisie avec H = 638 cm dans la base, présente manifestement une erreur d'un mètre d'après les relevés. Cette mesure est conservée ici après correction, les deux autres étant éliminées.

Comme pour les autres stations de la zone de l'Île à Morphil, les débits mesurés ne concernent que le lit mineur et ne représentent qu'une partie de l'écoulement du fleuve. Celui-ci se produit en plus, non seulement dans le Sénégal, mais aussi sur de vastes zones inondées du lit majeur en période de crue.

Enfin, le POGR (1999d) signale une série de débits mesurés en 1999 dans les lits mineurs du Sénégal et du Doué à proximité de Ngoui, de part et d'autre de la déflueuse Sénégal-Doué et de la confluence Doué-Diamel (tab. 5.7.6.B). Sur les trois sections encadrant la déflueuse Sénégal-Doué, on constate une excellente cohérence entre mesures réalisées de façon quasi-simultanée, hormis pour celles du 09/09/1999 (erreur de frappe probable concernant le débit du Doué à Galoya à l'amont de la confluence Doué-Diamel (800 saisi au lieu 500 ?)). Par comparaison avec les mesures réalisées sur le Diamel aux mêmes dates (tab. 5.10.3), cette cohérence se constate également autour de la confluence Doué-Diamel.

N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m³/s)	G6 (cm/j)
1	13/08/1955	988	902	2.4	29	22/10/1955	1125	1870	-4.9	57	06/11/1961	799	429	-14.4
2	14/08/1955	990		3.2	30	24/10/1955	1114	1670	-6.0	58	13/12/1962	507	135	-6.2
3	15/08/1955	992		3.8	31	26/10/1955	1100	1540	-7.5	59	02/12/1963	571	196	-13.8
4	16/08/1955	995	993	4.2	32	27/10/1955	1090	1550	-7.9	60	18/12/1963	468	104	-5.3
5	17/08/1955	1000	1010	4.5	33	29/10/1955	1070	1360	-8.5	61	11/04/1990	169	0.06	0.2
6	18/08/1955	1005	1050	4.7	34	31/10/1955	1059	1250	-8.9	62	25/08/1998	738	575	8.1
7	19/08/1955	1015	1120	4.7	35	01/11/1955	1050	1190	-9.0	63	29/09/1998	1001	1253	-6.2
8	19/08/1955	1018	1120	4.7	36	03/11/1955	1030	1030	-9.2	64	14/10/1998	759	465	-21.0
9	21/08/1955	1020	1150	4.6	37	07/11/1955	994	943	-9.5	65	28/10/1998	544	213	-8.0
10	22/08/1955	1024	1130	4.4	38	09/11/1955	975	822	-10.2	66	10/11/1998	460	129	-7.7
11	29/08/1955	1058	1380	4.0	39	10/11/1955	963	820	-10.7	67	25/11/1998	360	58.8	1.1
12	01/09/1955	1066	1330	3.5	40	12/11/1955	940	670	-11.5	68	16/12/1998	342	50.9	1.0
13	03/09/1955	1072	1280	3.4	41	16/11/1955	896	599	-11.5	69	13/01/1999	349	48.8	0.1
14	15/09/1955	1075	1400	2.0	42	18/11/1955	868	499	-12.0	70	10/03/1999	361	55.9	-0.2
15	25/09/1955	1128	1740	1.7	43	20/11/1955	845	467	-13.3	71	13/04/1999	347	45.3	1.4
16	28/09/1955	1135	1810	1.2	44	22/11/1955	800	409	-13.5	72	16/06/1999	368	69.1	1.2
17	29/09/1955	1135		1.0	45	24/11/1955	789	375	-13.3	73	15/08/1999	709	529	22.1
18	30/09/1955	1135		0.9	46	26/11/1955	763	332	-12.9	74	31/08/1999	985	1385	9.8
19	01/10/1955	1135	1740	0.9	47	28/11/1955	740	308	-12.9	75	05/09/1999	1026	1540	4.9
20	03/10/1955	1135	1820	1.1	48	30/11/1955	710	274	-12.8	76	08/09/1999	1036	1590	2.9
21	03/10/1955	1135	1820	1.1	49	02/12/1955	686	270	-12.3	77	22/09/1999	1057	1660	-0.9
22	04/10/1955	1136	1870	1.2	50	04/12/1955	665	217	-12.0	78	01/10/1999	1031	1463	-3.6
23	11/10/1955	1145	1970	0.6	51	06/12/1955	640	206	-11.9	79	07/10/1999	1010	1318	-3.4
24	13/10/1955	1148	1990	0.3	52	08/12/1955	614	189	-11.9	80	21/10/1999	996	1274	-2.3
25	16/10/1955	1147	1860	-1.0	53	10/12/1955	592	180	-11.4	81	13/11/1999	821	652	-12.6
26	17/10/1955	1145	1940	-1.6	54	14/12/1955	546	135	-11.1	82	06/12/1999	621	315	-9.6
27	18/10/1955	1143	1880	-2.4	55	17/08/1961	971	1220	4.1	83	03/09/2000	811	758	8.6
28	20/10/1955	1138	1840	-3.6	56	28/09/1961	1168	2430	0.3	84	31/03/2001	349	51.7	0.0

Tableau 5.7.6.A : mesures de débit du lit mineur du Doué à Ngoui (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP ; souligné : valeur corrigée)

		cours d'eau : Sénégal	Sénégal	Doué	Doué
		section : Vending	Vending	Galoya	Galoya
défluence Sénégal-Doué :		amont	aval	aval	
confluence Doué-Diamel :				amont	aval
date	H Ngoui (cm)	Q(m ³ /s)			
31/08/1999	985	1640	1060	595	1320
05/09/1999	1026	1713	1157	556	1600
09/09/1999	1037	1610	1140	800	1620
22/09/1999	1057	1505	1133	372	1650
01/10/1999	1031	1417	1013	380	1492
07/10/1999	1010	1369	956	398	1389
21/10/1999	997	1366	943	437	1339

Tableau 5.7.6.B : jaugeages réalisés par ADCP en 1999 à proximité de Ngoui, de part et d'autre de la défluence Sénégal-Doué et de la confluence Doué-Diamel (grisé : valeur douteuse)

5.7.6.2 Tarage du lit mineur

Le débit du Doué à Ngoui n'est pas lié de façon bijective à la cote et la méthode du gradient limnimétrique doit être employée pour établir l'étalonnage. L'analyse par méthode du cumul des résidus d'un unique étalonnage basé sur l'ensemble des jaugeages, montre qu'un détarage est probablement intervenu à la station entre le 14/12/1955 et le 29/09/1998, avec augmentation du débit pour une même cote. La même méthode, utilisée pour analyser la relation moyenne établie entre les niveaux relevés à Salde et Ngoui, permet de détecter une modification de celle-ci à partir de 1988 ou 1991, qui se traduit sur tout le marnage par une légère diminution de la cote à Ngoui pour une même cote à Salde. Ceci va dans le même sens que le détarage soupçonné, dont on fixe donc la date au 01/06/1988, faute d'autre élément plus probant.

Pour établir l'étalonnage de la première période, on ne dispose malheureusement, en dessous de la cote 950 cm, que de débits mesurés en phase de décrue. On est donc contraint de faire l'hypothèse forte que le coefficient K de correction de gradient, déterminé seulement pour les hautes eaux, conserve une valeur constante sur le reste du marnage.

Tous les jaugeages réalisés à partir de 1990 peuvent être utilisés pour établir l'étalonnage de la seconde période, car on peut vérifier avec le logiciel Corediam qu'aucune des cotes relevées à Ngoui depuis la construction du barrage de Diama n'a probablement jamais été influencée par le remous de l'ouvrage.

Les deux étalonnages (tab. 5.7.6.C et 5.7.6.D et fig. 5.7.6.B et 5.7.6.C) paraissent relativement précis, avec des coefficients de Nash de 0.9946 et 0.9997 sur les deux périodes respectivement. On peut les considérer comme fiables au dessus des cotes 450 et 300 cm respectivement, car les cotes maximales jaugées (1148 en 1955 et 1057 en 1999) sont très proches des valeurs maximales observées (1195 en 1965 et 1057 en 1999). Leur période de validité est par contre assez incertaine, du fait de l'absence de mesure de débit de 1964 à 1989 qui contraint à dater le détarage par une méthode indirecte.

Enfin, on remarque un décalage étonnamment élevé entre les étalonnages successifs, car pour l'ensemble des débits supérieurs à 130 m³s⁻¹, la cote à Ngoui sur la seconde période est inférieure de 88 cm en moyenne par rapport à celle de la première période. Ceci est sans commune mesure avec la modification constatée de la relation entre niveaux à Ngoui et Salde, (baisse de la cote à Ngoui n'excédant pas 10 à 20 cm pour une même cote à Salde).

Paramétrage de l'étalonnage :

- De l'origine de la station au 31/05/1988 :

$$Q_0(H) = 4.132E-002 \times (H - 229.997)^{1.43845} \quad \text{si } H \leq 662.3$$

$$Q_0(H) = 3.479E-006 \times (H - 376.868)^3 + 174.689 \quad \text{si } 662.3 < H \leq 1082.4$$

$$Q_0(H) = 1.618E-004 \times (H - 978.888)^2 + 1217.219 \quad \text{si } 1082.4 < H$$

$$K(H) = -1.255E-004 \times H + 1.367E-001 \quad \text{pour } H \text{ situé entre } 959 \text{ et } 1091$$

- Depuis le 01/06/1988 :

$$Q_0(H) = 6.017E-003 \times (H - 200.000)^{1.80750} \quad \text{si } H \leq 649.4$$

$$Q_0(H) = 1.468E-003 \times (H - 388.299)^2 + 188.492 \quad \text{si } 649.4 < H \leq 965.3$$

$$Q_0(H) = 2.666E-005 \times (H - 751.907)^3 + 924.620 \quad \text{si } 965.3 < H$$

$$K(H) = 1.774E-002$$

H	100	229	230	250	275	300	325	350	375	400	425	450	500	550
Q0(H)	0	0	0.0000	3.074	9.868	18.63	28.91	40.45	53.11	66.76	81.32	96.73	129.9	165.8
H	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900
Q0(H)	184.8	204.3	224.5	245.2	266.9	292.1	321.5	355.4	394.3	438.3	487.8	543.2	604.8	672.8
H	925	950	975	1000	1025	1050	1075	1100	1125	1150	1175	1200		
Q0(H)	747.7	829.7	919.2	1017	1122	1236	1359	1505	1722	2028	2437	2966		

H	100	959	1091	1200
K(H)	0.0164	0.0164	0.0000	0.0000

H	H ≤ 662	662 < H ≤ 1082	1082 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	15.03	36.07	69.74	47.78

Tableau 5.7.6.C : barèmes d'étalonnage de la station de Ngoui, valables depuis le début de la station jusqu'au 31/05/1988, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$

H	100	200	201	210	220	230	240	260	280	300	325	350	375	400
Q0(H)	0	0	0.0060	0.3863	1.352	2.814	4.733	9.849	16.57	24.80	37.11	51.60	68.18	86.79
H	425	450	500	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
Q0(H)	107.4	129.9	180.6	238.7	270.4	303.8	339.0	375.9	415.7	459.6	507.6	559.7	615.9	676.4
H	825	850	875	900	925	950	975	1000	1025	1050	1075	1100		
Q0(H)	741.1	810.0	883.2	960.7	1043	1129	1221	1332	1468	1631	1824	2049		

H	100	342	1057	1100
K(H)	0.0177	0.0177	0.0177	0.0177

H	H ≤ 649	649 < H ≤ 965	965 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	4.609	15.55	13.04	11.00

Tableau 5.7.6.D : barèmes d'étalonnage de la station de Ngoui, valables depuis le 01/06/1988, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$

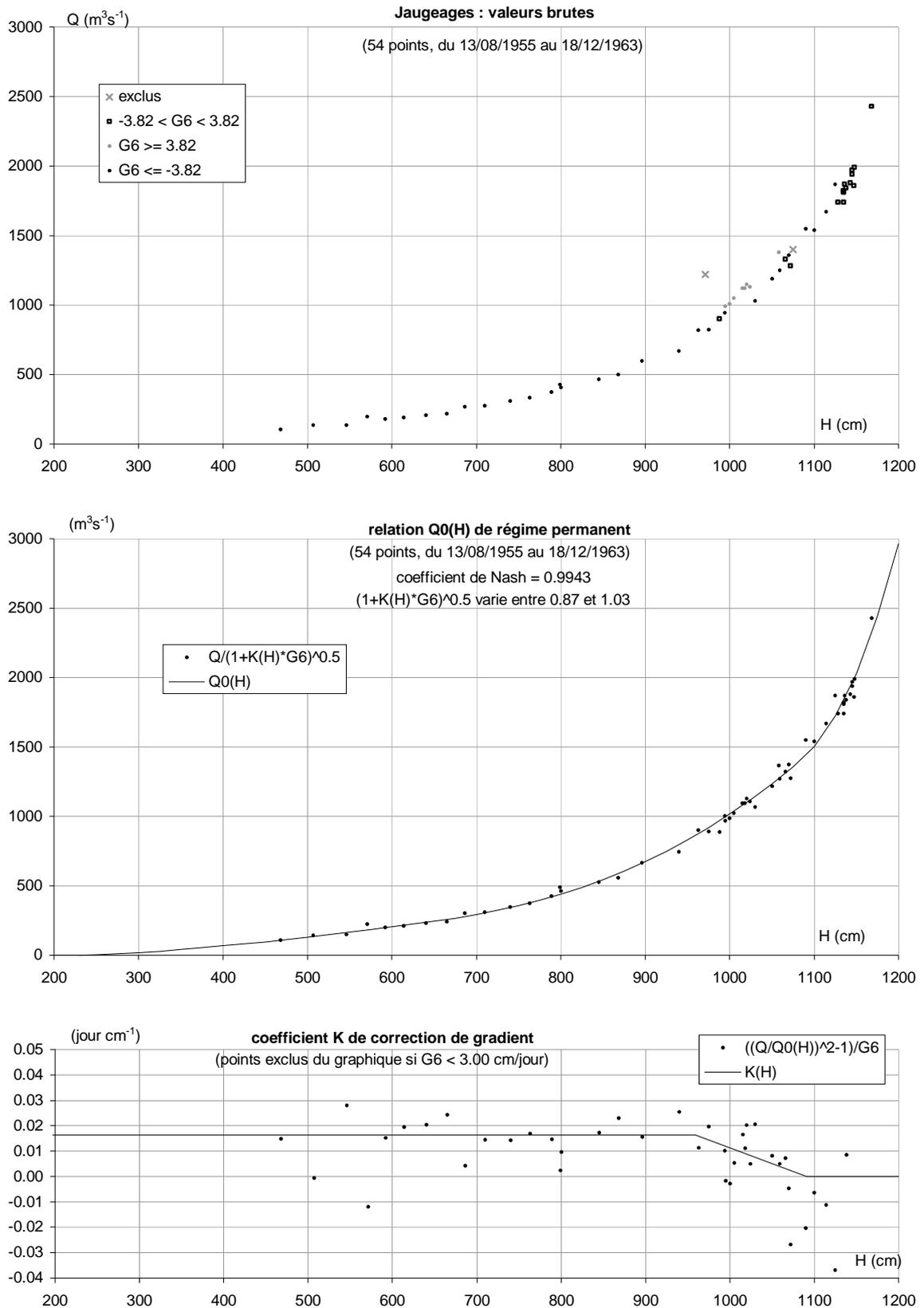


Figure 5.7.6.B : étalonnage de la station de Ngoui (lit mineur) sur le Doué par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le début de la station jusqu'au 31/05/1988

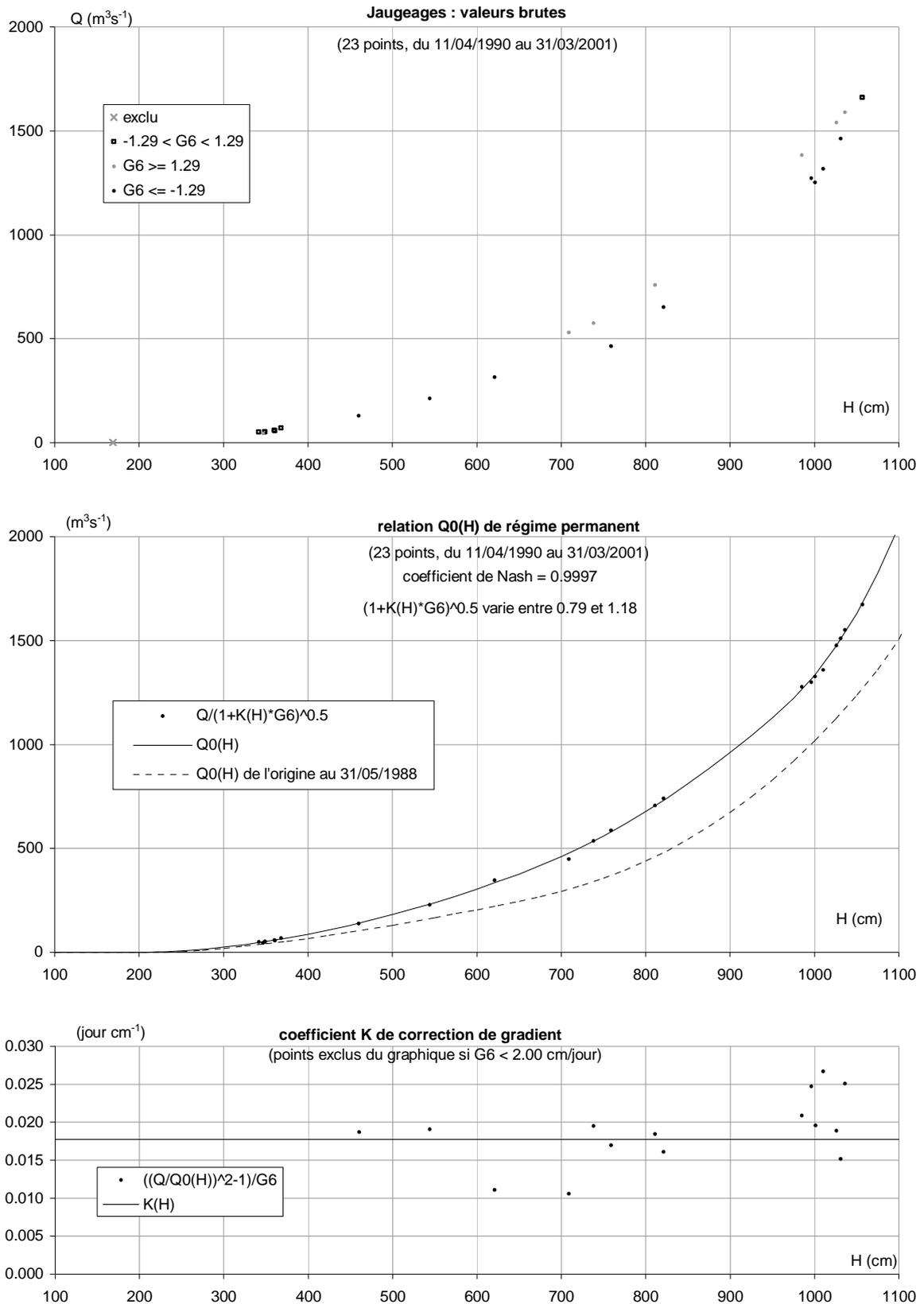


Figure 5.7.6.C : étalonnage de la station de Ngouï (lit mineur) sur le Doué par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 01/06/1988

5.7.7 Le Doué à Madina

Coordonnées géographiques : 14°08' W ; 16°18' N

5.7.7.1 Données

Les cotes disponibles dans la base de données pour Madina sont des lectures d'échelle effectuées une fois par jour entre le 17/06/1952 et le 05/02/1964. Après suppression d'une séquence de valeurs douteuses en 1959 (tab. A.7), ces cotes ne couvrent que les années hydrologiques 1952 et 1961 à 1963. Elles sont homogènes et se réfèrent à un zéro d'échelle situé à l'altitude -50 cm IGN.

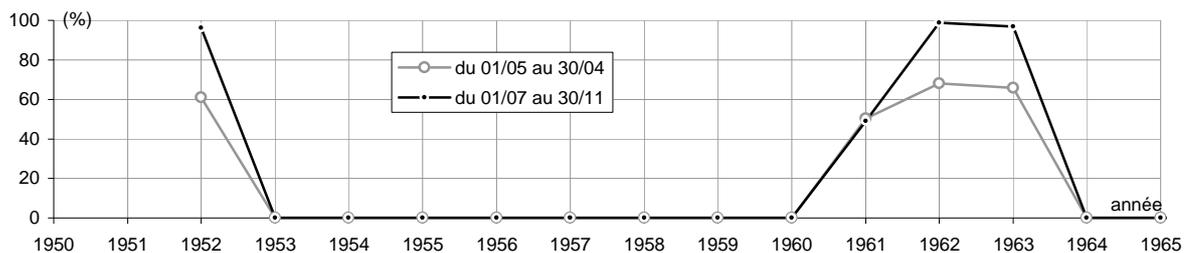


Figure 5.7.7.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Madina

On dispose par ailleurs de 21 résultats de jaugeages pour cette station, tous effectués en basses eaux et en période de décrue entre 1952 et 1964 (tab.5.7.7.A). Sur la période de recouvrement (jaugeages n° 16 à 21), les cotes jaugées sont conformes aux cotes observées.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	15/03/1952	273	29.1	8	01/04/1956	285	15.3	15	17/04/1956	268	4.25
2	26/04/1955	270	15	9	04/04/1956	282	15	16	13/12/1962	457	160
3	06/05/1955	266	14	10	05/04/1956	278	13.8	17	27/12/1962	405	111
4	24/03/1956	294	24.5	11	09/04/1956	277	13.3	18	18/01/1963	352	71
5	25/03/1956	290	19.5	12	10/04/1956	275	11.3	19	13/05/1963	239	1.1
6	26/03/1956	287	21.5	13	12/04/1956	273	10.6	20	19/12/1963	416	129
7	28/03/1956	286	18.3	14	13/04/1956	270	10.6	21	16/01/1964	351	66

Tableau 5.7.7.A : mesures de débit du lit mineur du Doué à Madina (grisé : points éliminés ; italique : incompatibilité entre cote jaugée et relevés de cote ; gras : mesure par technique ADCP ; souligné : valeur corrigée)

5.7.7.2 Tarage du lit mineur

La relation hauteur-débit aux stations encadrantes de Ngoui et Guede est non bijective, mais les étalonnages de ces stations montrent que cette spécificité est négligeable pour les basses eaux. Il en est probablement de même à Madina, où les jaugeages disponibles, bien que tous effectués en période de décrue, peuvent donc être utilisés sans correction pour définir l'étalonnage de basses eaux. L'étalonnage obtenu (tab. 5.7.7.B et fig. 5.7.7.B), relativement précis, peut être considéré comme assez fiable. Il est utilisable pour les cotes inférieures à 500 cm.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q(H) = 5.471868E-002 * (H - 235.000)^{1.47872} \quad \text{si } H < 280.000$$

$$Q(H) = 4.524803E-001 * (H - 279.069)^{1.11544} + 14.815 \quad \text{si } 280.000 < H < 500$$

H	0	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295
Q(H)	0	0.0000	0.5912	1.648	3.001	4.592	6.387	8.363	10.50	12.80	15.23	18.11	21.33	24.74
H	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	365
Q(H)	28.27	31.90	35.61	39.40	43.24	47.14	51.09	55.09	59.12	63.20	67.31	71.45	75.63	79.83
H	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
Q(H)	84.07	92.61	101.3	110.0	118.8	127.7	136.7	145.7	154.8	164.0	173.2	182.5	191.8	201.2

H	H <= 280	280 < H <= 1000	ensemble
erreur type de Q(H)	3.002	2.398	2.687

Tableau 5.7.7.B : barème d'étalonnage de basses eaux de la station de Madina, valable depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé Q(H)

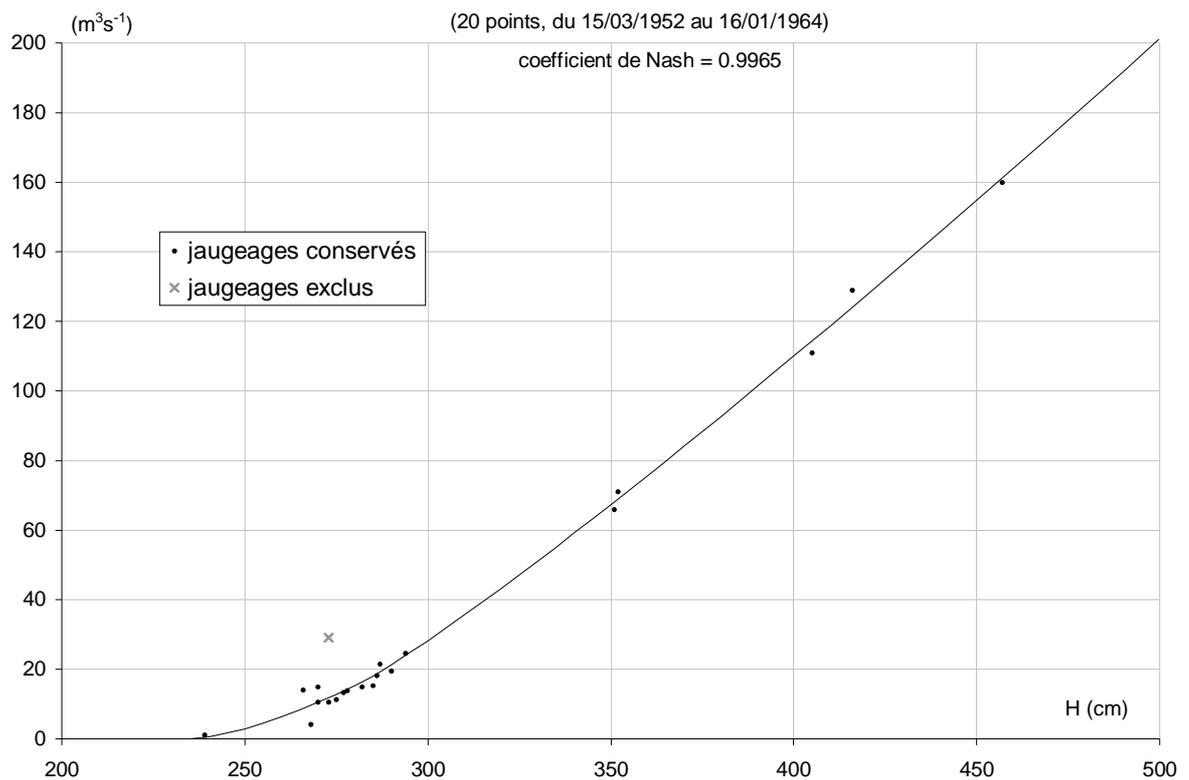


Figure 5.7.7.B : étalonnage de basses eaux de la station de Madina (lit mineur) sur le Doué, valable pour toute la période d'observation

5.7.8 Le Doué à Guede

Coordonnées géographiques : 14°47' W ; 16°33' N

5.7.8.1 Données

Les relevés de niveau figurant dans la base de données pour la station de Guede vont du 02/01/1940 au 29/02/2004 et sont stockés sous le capteur I1. Ce sont des lectures d'échelle complétées par 4 valeurs reconstituées et par des enregistrements limnigraphiques, qui pour l'essentiel couvrent intégralement les périodes du 01/05/1992 au 02/03/1993 et du 21/06/1993 au 01/05/1994. Les données postérieures à 1965 apparaissent homogènes en première analyse et se réfèrent vraisemblablement à un zéro d'échelle situé à l'altitude -63 cm, comme c'est le cas de façon certaine pour l'ensemble des données antérieures. Aucune correction/suppression n'est effectuée sur ces données, qui couvrent assez bien la période de crue avant 1950 et l'ensemble de l'année par la suite (fig. 5.7.8.A), sauf en 1964, 1965 et de 1967 à 1969. Toutes les pointes de crue sont observées, sauf en 1964, 1968, 1969 et 1981.

La fréquence des relevés est d'un point par jour jusqu'en 1968, ensuite de un ou deux points par jour de 1970 à 1973 et enfin de deux points par jour la plupart du temps par la suite, y compris pour les enregistrements limnigraphiques (sauf l'année hydrologique 1990 : un point par jour).

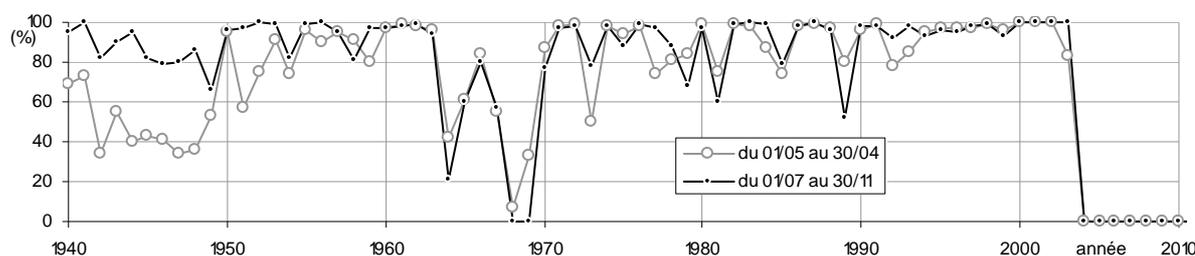


Figure 5.7.8.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Guede

Parmi les 101 jaugeages contenus dans la base de données pour Guede (tab. 5.7.8.A), deux présentent des incohérences en cote avec la série des niveaux observés. Il est cependant possible de conserver ces deux mesures en apportant les corrections nécessaires :

- Le débit de $46 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ mesuré le 26/06/1998 pour une cote de 240 cm d'après la base de données, correspond en fait à une mesure réalisée le 06/06/1998 pour une cote de 263 cm, d'après les résultats publiés par le POGR (1999c).
- le jaugeage du 02/09/2000 saisi avec une cote de -999 dans la base de données correspond à la cote 493 cm d'après la série des niveaux observés.

Comme pour toutes les stations du secteur de l'Île à Morphil, les débits mesurés à Guede ne concernent que le lit mineur et qu'une partie de l'écoulement du fleuve.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)
1	16/08/1956	535	517	6.5	35	27/10/1956	730	890	-2.0	69	02/08/1962	412	360	18.1
2	17/08/1956	545	563	6.8	36	29/10/1956	724	881	-2.2	70	12/10/1962	704	817	0.4
3	18/08/1956	552	582	6.9	37	31/10/1956	719	862	-2.5	71	14/12/1962	271	168	-5.9
4	19/08/1956	558	582	6.8	38	02/11/1956	710	837	-3.1	72	26/09/1963	661	737	1.0
5	20/08/1956	566	605	6.6	39	04/11/1956	705	798	-4.2	73	12/10/1963	671	716	0.3
6	21/08/1956	571	601	6.3	40	06/11/1956	695	788	-5.3	74	03/12/1963	347	215	-14.0
7	23/08/1956	581	615	5.8	41	08/11/1956	683	757	-6.1	75	20/12/1963	231	125	-4.7
8	25/08/1956	591	628	5.4	42	10/11/1956	671	698	-6.3	76	20/03/1998	252	52.8	0.7
9	26/08/1956	600	659	5.3	43	12/11/1956	658	670	-6.7	77	<u>06/06/1998</u>	<u>263</u>	46	0.6
10	28/08/1956	610	653	4.7	44	14/11/1956	644	643	-7.3	78	17/07/1998	315	114	-0.4
11	31/08/1956	621	690	4.0	45	16/11/1956	628	591	-8.0	79	26/08/1998	468	411	5.3
12	03/09/1956	630	717	3.8	46	17/11/1956	619	567	-8.5	80	28/09/1998	650	647	0.5
13	05/09/1956	640	719	3.4	47	18/11/1956	605	531	-8.9	81	14/10/1998	563	479	-14.8
14	07/09/1956	648	785	3.1	48	20/11/1956	591	497	-9.7	82	28/10/1998	358	214	-6.1
15	11/09/1956	658	790	2.5	49	21/11/1956	578	471	-10.1	83	11/11/1998	301	126	-4.5
16	16/09/1956	668	825	3.1	50	22/11/1956	567	454	-10.6	84	25/11/1998	257	54.1	0.3
17	20/09/1956	678	867	3.4	51	25/11/1956	533	407	-11.7	85	17/12/1998	264	44.1	0.7
18	22/09/1956	688	896	3.3	52	26/11/1956	520	398	-12.1	86	13/01/1999	275	52.6	0.0
19	25/09/1956	698	906	3.7	53	28/11/1956	498	370	-12.7	87	10/03/1999	278	52.5	0.2
20	27/09/1956	708	934	4.1	54	29/11/1956	484	352	-13.4	88	13/04/1999	274	49.5	0.5
21	29/09/1956	718	955	4.3	55	30/11/1956	470	341	-14.5	89	13/05/1999	283	55.7	0.4
22	02/10/1956	730	973	3.8	56	01/12/1956	455	311	-15.1	90	17/06/1999	281	33.8	0.8
23	06/10/1956	740	963	2.5	57	02/12/1956	439	317	-15.5	91	15/08/1999	429	348	12.0
24	09/10/1956	747	953	1.5	58	07/12/1956	359	246	-14.1	92	01/09/1999	621	618	5.2
25	11/10/1956	749	944	0.8	59	08/12/1956	345	238	-13.1	93	06/09/1999	637	653	2.9
26	13/10/1956	750	933	-0.1	60	09/12/1956	334	236	-11.9	94	09/09/1999	643	654	2.5
27	14/10/1956	748	926	-0.5	61	10/12/1956	323	224	-10.5	95	23/09/1999	681	730	1.8
28	15/10/1956	747	953	-0.8	62	11/12/1956	314	222	-9.5	96	03/10/1999	682	715	-0.6
29	16/10/1956	745	952	-1.1	63	12/12/1956	304	213	-8.7	97	08/10/1999	678	676	-1.1
30	17/10/1956	744	942	-1.3	64	14/12/1956	290	202	-7.0	98	22/10/1999	667	659	-0.5
31	19/10/1956	741	938	-1.4	65	07/08/1961	574	566	6.5	99	14/11/1999	592	490	-8.7
32	21/10/1956	739	935	-1.5	66	18/08/1961	618	656	3.0	100	06/12/1999	398	287	-6.0
33	23/10/1956	737	935	-1.6	67	29/09/1961	730	921	2.9	101	02/09/2000	493	464	4.3
34	25/10/1956	733	919	-1.8	68	08/11/1961	602	441	-9.6					

Tableau 5.7.8.A : mesures de débit du lit mineur du Doué à Guede (grisé : points éliminés ; gras : mesure par technique ADCP ; souligné : valeur corrigée)

5.7.8.2 Tarage du lit mineur

La méthode du gradient limnimétrique est adaptée pour étalonner la station de Guede. Par rapport à un étalonnage moyen basé sur l'ensemble des jaugeages, les débits mesurés à partir de 1961 au dessus de la cote 500 cm sont globalement inférieurs, ce que l'on détecte grâce à la méthode du cumul des résidus. On peut donc soupçonner qu'un détarage est intervenu à la station entre le 14/12/1956 et le 07/08/1961. On constate par ailleurs, également avec le cumul des résidus, que la relation entre cotes des stations de Guede et Podor subit une modification à partir de l'année 1960, qui se traduit par une augmentation de la cote à Guede pour une même cote à Podor. Cette modification va dans le même sens que le détarage soupçonné, dont on fixe donc la date au 01/06/1960, faute d'autre élément plus probant.

Avec l'hypothèse d'une annulation du débit en dessous de la cote 63 cm (0 cm absolu), l'étalonnage de la première période est établi pour les cotes supérieures à 110 cm. En

dessous de cette valeur, les limnigrammes de la station montrent en effet une influence probable de la marée et ne peuvent être traduits en débit.

Avec la même hypothèse pour l'annulation du débit, on établit l'étalonnage de la période récente en n'utilisant pas les jaugeages de 1998 et 1999 réalisés pour des cotes inférieures à 325 cm, susceptibles d'être influencées par le remous du barrage de Diama.

Les deux étalonnages (tab. 5.7.8.B et 5.7.8.C ; fig. 5.7.8.B et 5.7.8.C) sont pratiquement confondus en régime permanent pour les cotes inférieures à 450 cm. Ils sont de précision moyenne (coefficient de Nash = 0.9951 et 0.9876 respectivement) mais peuvent être considérés comme fiables pour l'ensemble du marnage car les cotes maximales jaugées (750 en 1956 et 730 en 1961) sont presque égales aux cotes maximales observées (769 en 1950 et 766 en 1965). Ils ne peuvent être utilisés que pour des cotes supérieures à 110 cm (absence d'influence de la marée) et, pour le second, en l'absence d'influence du barrage de Diama, ce qui est garanti pour les cotes supérieures à 325 cm à l'échelle de Guede.

Paramétrage de l'étalonnage :

- De l'origine de la station au 31/05/1960 :

$$Q_0(H) = 3.820E-001 \times (H - 63.000)^{1.14782} \quad \text{si } H \leq 351.6$$

$$Q_0(H) = 1.078E-003 \times (H + 15.947)^{2.03835} + 72.051 \quad \text{si } 351.6 < H \leq 365.4$$

$$Q_0(H) = 1.630E-008 \times (H + 440.709)^{3.50000} + 26.555 \quad \text{si } 365.4 < H$$

$$K(H) = \max(0 ; -6.483E-010 \times H^3 + 7.261E-007 \times H^2 - 1.394E-004 \times H - 7.762E-003) \quad \text{pour } H \text{ entre } 307 \text{ et } 750$$

- Depuis le 01/06/1960 :

$$Q_0(H) = 2.077E-001 \times (H - 63.000)^{1.25430} \quad \text{si } H \leq 400.0$$

$$Q_0(H) = 8.495E-001 \times (H - 361.488)^{1.06456} + 266.136 \quad \text{si } 400.0 < H \leq 550.0$$

$$Q_0(H) = 1.507E-004 \times (H - 325.417)^{2.50000} + 376.788 \quad \text{si } 550.0 < H$$

$$K(H) = 1.675E-002$$

H	110	120	130	140	150	160	170	180	190	205	220	235	250	265
Q0(H)	31.72	39.58	47.65	55.90	64.31	72.86	81.55	90.36	99.28	112.8	126.6	140.6	154.8	169.1
H	280	295	310	325	340	355	370	390	410	430	450	470	490	510
Q0(H)	183.6	198.2	213.0	227.9	243.0	258.2	273.8	295.8	319.2	344.0	370.3	398.1	427.4	458.4
H	530	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800		
Q0(H)	491.0	525.4	570.9	619.2	670.6	725.0	782.7	843.6	908.1	976.0	1048	1123		

H	-100	307	314	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575
K(H)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0046	0.0079	0.0112	0.0144	0.0175	0.0204	0.0230	0.0254	0.0274	0.0289
H	600	625	650	675	700	725	750	800						
K(H)	0.0300	0.0305	0.0304	0.0296	0.0281	0.0258	0.0226	0.0226						

H	H ≤ 352	352 < H ≤ 365	365 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	5.072	5.35	18.06	17.13

Tableau 5.7.8.B : barèmes d'étalonnage de la station de Guede, valables depuis le début de la station jusqu'au 31/05/1960, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$.

H	110	120	130	140	150	160	170	180	190	205	220	235	250	265
Q0(H)	25.99	33.11	40.55	48.28	56.27	64.49	72.94	81.59	90.43	104.0	118.0	132.3	146.9	161.8
H	280	295	310	325	340	355	370	390	410	430	450	470	490	510
Q0(H)	177.1	192.5	208.3	224.3	240.5	256.9	273.6	296.1	319.1	342.6	366.6	390.9	415.5	440.4
H	530	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800		
Q0(H)	465.4	490.7	525.1	565.1	610.9	662.9	721.2	786.1	857.9	936.7	1022.8	1116.4		

H	-100	231	730	800
K(H)	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167

H	H <= 400	400 < H <= 550	550 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	15	20.43	27.22	24.22

Tableau 5.7.8.C : barèmes d'étalonnage de la station de Guede, valables depuis le 01/06/1960, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$. Les parties grisées ne sont valables qu'en l'absence d'influence du barrage de Diama.

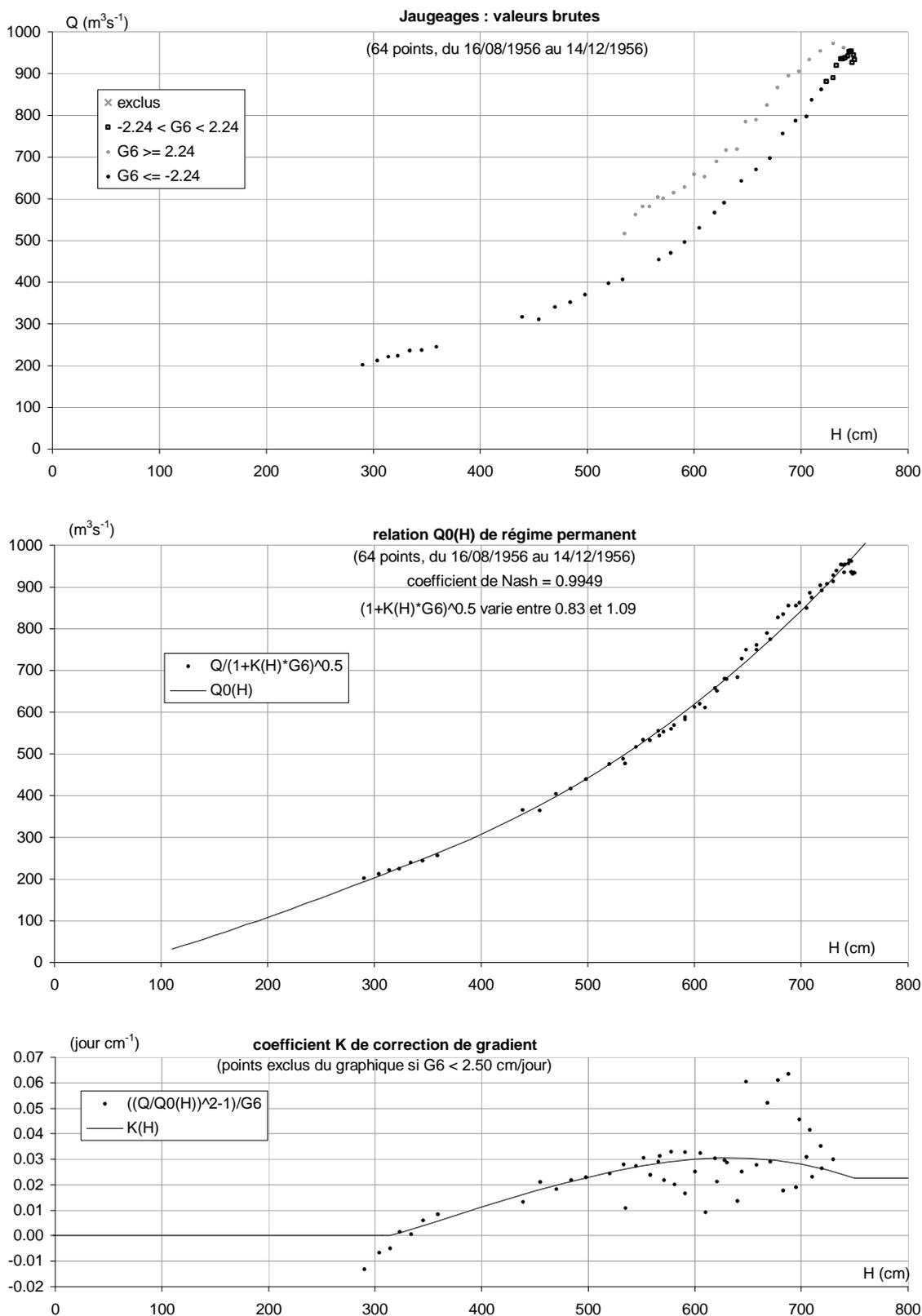


Figure 5.7.8.B : étalonnage de la station de Guede (lit mineur) sur le Doué par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le début de la station jusqu'au 31/05/1960.

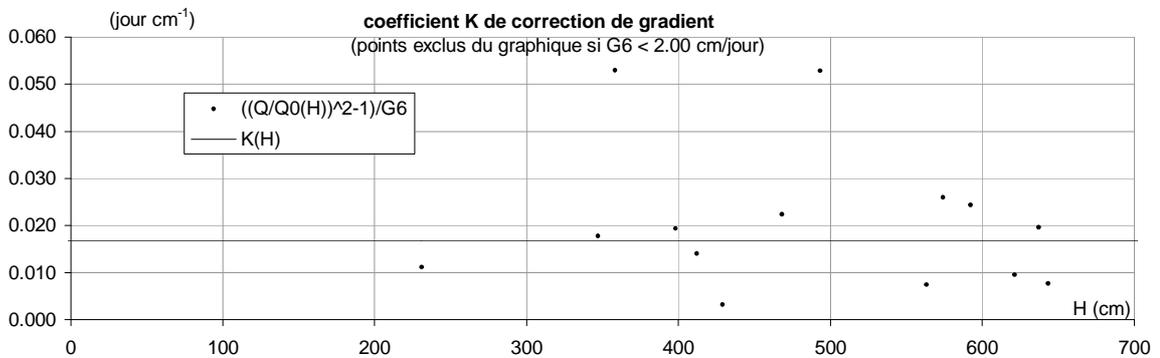
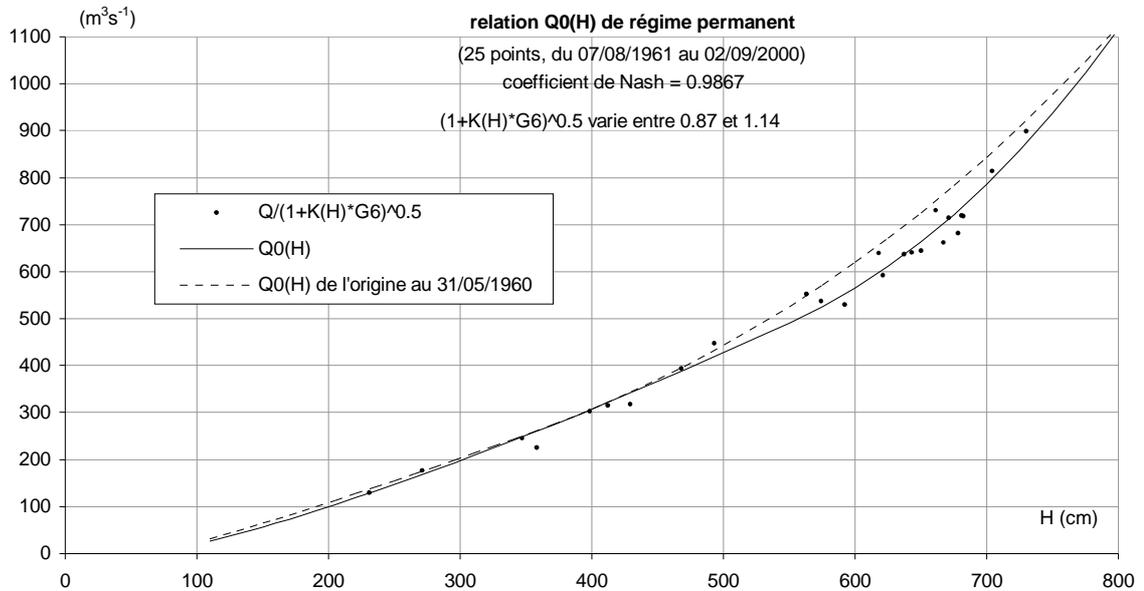
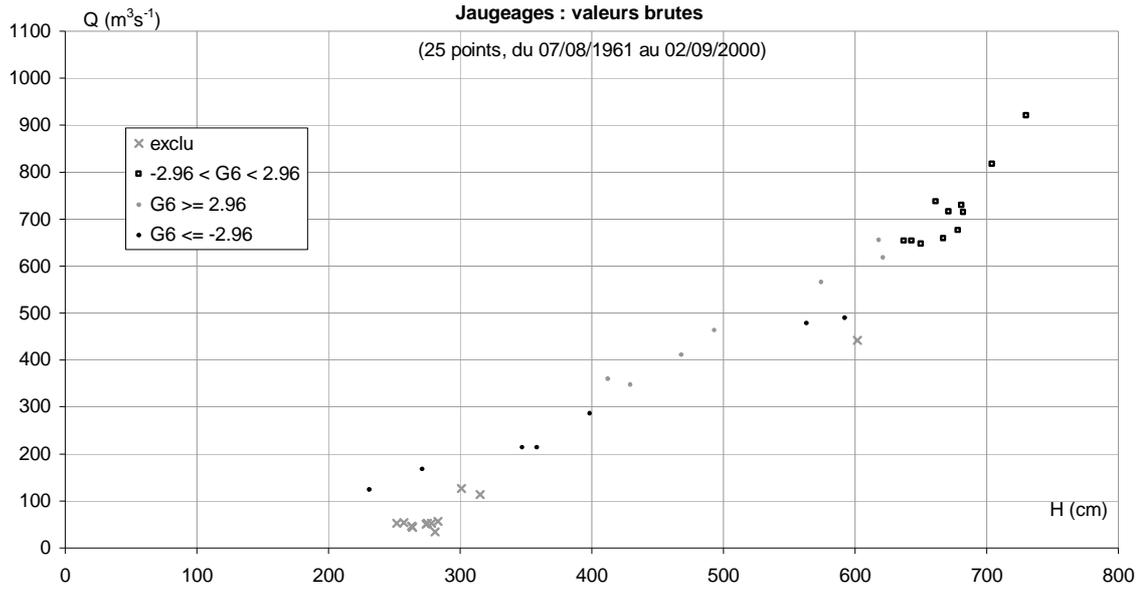


Figure 5.7.8.C : étalonnage de la station de Guede (lit mineur) sur le Doué par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis le 01/06/1960. En dessous de la cote 325, l'étalonnage n'est utilisable qu'en l'absence d'influence du barrage de Diama

5.7.9 Autres stations dans le secteur de l'Île à Morphil

On dispose de relevés de niveau du Doué pour les deux stations suivantes exploitées dans les années 1990 lors de l'étude du système Ngalenka / plaine de Nianga (Séguis et al 1992) :

Ndiawara (16°34'50"N 14°50'57"O ; altitude du zéro = 0.5 cm IGN)

Guia pompage extérieur (16°35'38.34"N 14°55'59.19"O; altitude du zéro = 5 cm IGN)

Ces relevés correspondent à des lectures d'échelle bi-quotidiennes, couvrant la période du 10/05/1991 au 28/02/1993 pour Ndiawara (quasiment sans lacune) et du 17/06/1992 au 20/11/1992 pour Guia. Les limnigrammes absolus de ces stations sont parfaitement cohérents avec ceux de Guede et Dagana qui les encadrent. On constate ainsi entre Guede et Ndiawara, distants d'environ 10 km, une dénivelée qui est nulle en absence d'écoulement important (juin 1991) et qui atteint 40 cm pendant le pic de crue de 1992.

5.8 BASSE VALLEE ET DELTA DU SENEGAL

Les corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau de cette zone sont indiquées dans le tableau A-8 de l'annexe 2A.

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour les stations de la basse vallée et du delta du Sénégal, dans les paragraphes VII.1.12, VII.2.1, VII.2.3, VII.2.5 et VII.2.6 de l'annexe 2C.

5.8.1 Le Sénégal à Dagana

Coordonnées géographiques : 15°30' W ; 16°31' N

PK = 169 ; B.V. = 268 000 km²

5.8.1.1 *Données*

Les relevés de niveau du Sénégal à Dagana, stockés sous le capteur I1 dans la banque de données, vont du 27/07/1903 au 31/10/2006. Ce sont des lectures d'échelle complétées de 1985 à 1994 (essentiellement de mai 1991 à décembre 1992) par des séquences d'enregistrements limnographiques.

Les niveaux antérieurs à 1966 sont homogènes et se réfèrent à un zéro situé à l'altitude -44 cm IGN. En première analyse, on ne détecte aucune hétérogénéité dans les données plus récentes, qui se réfèrent selon toute vraisemblance au même zéro.

La vérification des relevés conduit essentiellement à supprimer des cotes isolées, datées du 31 décembre et du 2 janvier de nombreuses années antérieures à 1950. L'accumulation assez peu réaliste de ces cotes à 85 cm montre en effet qu'il s'agit probablement de valeurs reconstituées, peu satisfaisantes.

Jusqu'en 1973, les relevés ne concernent que la période de crue (cotes supérieures à 100 cm environ jusqu'en 1954, puis ensuite supérieures à 60 cm environ). Ils s'étendent ensuite à l'année entière (fig. 5.8.1.A). Hormis les années 1964 et 1995, toutes les pointes de crue sont observées depuis 1903. La fréquence des relevés est d'un point par jour jusqu'en 1969 (un point double par 5 jours certaines années : 1914, 1915, 1919, 1944), puis d'un ou deux points par jour jusque 1972 et enfin de deux points par jour depuis 1973.

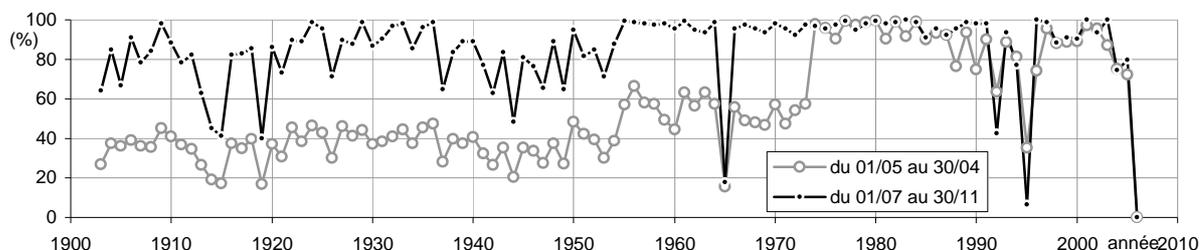


Figure 5.8.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Dagana

Les jaugeages contenus dans la base de données (tab. 5.8.1.A) reprennent bien dans l'ensemble ceux de Rochette et al (1974) et du POGR (1999d), aux quelques détails près suivants :

- Le jaugeage du 22/10/1951 figurant dans la base de données et conservé ici, ne figure pas dans la monographie.
- Le jaugeage du 22/11/1951, absent de la base de données, figure dans la monographie. On l'ajoute ici dans la liste en remplaçant la cote 374 par 380 cm, valeur tirée de la série des cotes observées à la station.
- Le jaugeage du 22/10/1956 à la cote 448 est daté du 20/10/1956 par Rochette et al (1974). On conserve ici la date du 22/10, plus plausible d'après la série des cotes observées à la station.

Toutes les cotes jaugées sont cohérentes avec les cotes observées à la station. Le léger décalage constaté en décembre 1951 n'a pas de conséquence pour le calcul du gradient limnimétrique.

Les débits mesurés à Dagana représentent en principe la totalité de l'écoulement du fleuve au droit de la station.

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	R (cm)
1	06/09/1950	300	2020	3.7	32	29/10/1953	323	1780	-2.9	63	01/09/1962	271	1510	3.2	
2	22/09/1950	355	2450	4.5	33	12/11/1953	227	1110	-11.2	64	26/09/1962	332	2250	1.9	
3	30/10/1950	454	2690	-1.6	34	16/11/1953	175	820	-12.7	65	01/10/1962	343	2340	1.9	
4	27/11/1950	378	1810	-6.0	35	21/11/1953	137	515	0.0	66	06/10/1962	351	2290	1.9	
5	20/12/1950	99	375	-8.1	36	30/11/1953	94	390		67	09/10/1962	357	2440	2.1	
6	28/07/1951	125	695	2.0	37	23/07/1954	162	1050	2.4	68	24/10/1962	378	2560	0.4	
7	14/08/1951	166	985	7.4	38	30/07/1954	186	1200	5.3	69	03/11/1962	373	2370	-1.6	
8	18/08/1951	196	1050	6.3	39	28/08/1954	305	2140	2.9	70	08/11/1962	357	2240	-3.0	
9	29/08/1951	233	1490	3.4	40	03/09/1954	319	2200	2.4	71	13/11/1962	341	2020	-5.1	
10	03/09/1951	252	1540	2.9	41	05/10/1954	421	3320	3.4	72	19/11/1962	297	1670	-9.5	
11	11/09/1951	271	1640	2.4	42	08/10/1954	428	3540	2.0	73	23/11/1962	250	1330	-12.3	
12	18/09/1951	287	1710	2.0	43	25/10/1954	420	2780	-1.5	74	28/11/1962	174	880	-12.8	
13	01/10/1951	309	1860	2.2	44	08/11/1954	384	2430	-3.7	75	23/10/1964	444	3200	2.4	
14	13/10/1951	336	2040	1.9	45	16/11/1954	345	1980	-5.8	76	29/10/1964	450	2900	-0.4	
15	22/10/1951	344	2370	1.2	46	22/11/1954	303	1560	-9.0	77	04/11/1964	441	2800	-2.1	
16	22/11/1951	380	2365	0.0	47	29/11/1954	214	1070	-12.6	78	15/11/1964	404	1880	-4.4	
17	07/12/1951	353	1900	-4.7	48	03/12/1954	171	855	-9.9	79	28/08/1976	220	1550	4.0	
18	11/12/1951	326	1680	-7.4	49	09/12/1954	138	750	-7.1	80	03/09/1976	228	1680	0.4	
19	14/12/1951	299	1520	-10.0	50	16/12/1954	106	560		81	15/09/1976	207	1330	-4.0	
20	17/12/1951	263	1170	-13.8	51	22/12/1954	93	590		82	20/09/1976	187	1230	-3.0	
21	19/12/1951	230	1050	-16.4	52	31/12/1954	94	235	0.0	83	23/09/1976	180	1070	0.0	
22	21/12/1951	190	845	-17.7	53	22/10/1956	448	3470	1.3	84	02/09/1999	300	1730	2.0	40
23	22/12/1951	170	790	-17.4	54	26/08/1961	283	1860	3.0	85	10/09/1999	315	1905	2.1	34
24	24/12/1951	130	630	-14.5	55	06/10/1961	399	2640	4.4	86	23/09/1999	344	2186	2.0	26
25	26/12/1951	110	525	-9.3	56	13/10/1961	428	2900	3.0	87	05/10/1999	363	2262	1.7	20
26	09/09/1953	270	1720	3.4	57	19/10/1961	433	2720	0.1	88	08/10/1999	368	2254	1.8	19
27	22/09/1953	300	1720	2.3	58	25/10/1961	428	2500	-1.4	89	22/10/1999	378	2245	-0.1	18
28	03/10/1953	324	1720	2.2	59	13/11/1961	348	1640	-8.4	90	15/11/1999	340	1745	-4.1	28
29	08/10/1953	332	1820	1.2	60	27/11/1961	149	580	-13.0	91	08/12/1999	244	623	-1.7	82
30	15/10/1953	337	1980	0.2	61	17/08/1962	225	1380	4.0						
31	21/10/1953	336	1790	-0.5	62	28/08/1962	259	1490	3.6						

Tableau 5.8.1.A : mesures de débit du Sénégal à Dagana (grisé : points éliminés ; gras : mesure par technique ADCP ; R : rehaussement estimé du niveau à Dagana dû au remous de Diama)

5.8.1.2 Tarage

Les 83 jaugeages réalisés hors influence de Diama durant huit cycles différents de montée/descente des eaux, devraient permettre à eux seuls d'étalonner la station. Il paraît cependant souhaitable d'y ajouter les jaugeages réalisés en 1999, malgré leurs cotes influencées par le barrage, pour vérifier l'absence de détarage entre 1976 et 1999. Pour ce faire, il est nécessaire de remplacer les cotes H jaugées en 1999 par les cotes H-R qui seraient théoriquement obtenues avec les mêmes débits, hors influence de Diama. Le rehaussement R du niveau à Dagana provoqué par le remous de l'ouvrage est sensible sur tout le marnage, même pour un niveau ne dépassant pas 100 cm IGN à Diama amont. Il peut être estimé à l'aide du logiciel Corediam, développé par l'IRD lors du POG (1999d), à partir des niveaux observés à Diama amont et Dagana. Ses valeurs sont indiquées dans le tableau 5.8.1.A pour les jaugeages réalisés en 1999.

Par ailleurs, avant la réalisation du barrage de Diama, la marée pouvait visiblement influencer les niveaux d'étiage à Dagana, parfois jusqu'à la cote 116 cm à l'échelle. Les jaugeages réalisés dans ces conditions sont écartés de l'analyse.

L'ensemble des jaugeages conservés montre une influence nette du gradient limnimétrique sur le débit, qui est la plupart du temps très inférieur en phase de décrue qu'en phase de montée des eaux, pour une même cote. Appliquée avec l'hypothèse d'une annulation du débit à la cote 44 cm (soit 0 cm IGN), la méthode du gradient limnimétrique permet d'établir un unique étalonnage (tab. 5.8.1.B et fig. 5.8.1.B) qui ne nécessite qu'une extrapolation de 50 cm au-delà de la plus forte cote jaugée (454 cm en 1950) pour traduire en débit la plus forte cote observée (494 cm en 1936). Cet étalonnage assez peu précis (coefficient de Nash = 0.9727) reproduit le débit des 74 jaugeages retenus avec une erreur comprise entre -10% et +10% dans 96 % des cas. Il ne peut être utilisé que pour les cotes supérieures à 116 cm (absence quasi certaine d'influence de la marée).

Depuis la construction du barrage de Diama, les cotes relevées au dessus de 360 cm à l'échelle de Dagana sont en principe rehaussées de moins de 20 cm par rapport aux cotes non influencées. Au risque d'une légère surestimation du débit, on peut envisager de les traduire directement avec l'étalonnage, sans correction préalable. Il semble par contre indispensable, pour les cotes inférieures, de leur soustraire le rehaussement dû au remous, avant de pouvoir les traduire en débit. Par prudence, on s'abstiendra toutefois de traduire, même après correction, les cotes observées rehaussées de plus de 50 cm par le remous.

Pour les huit jaugeages réalisés en 1999 au dessus de la cote 300 cm à l'échelle, rehaussés jusqu'à 40 cm par rapport au régime non influencé (tab. 5.8.1.A), l'application de l'étalonnage sur les cotes corrigées H-R donne des débits sous-estimés en moyenne de 1% (erreur comprise entre -5 et +5%), au lieu d'une surestimation moyenne de 9 % (erreur comprise entre +5% et +13%) pour l'application sur les cotes observées H non corrigées.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$\begin{aligned}
 Q_0(H) &= 1.477E+001 \times (H - 44.000)^{0.87299} && \text{si } H \leq 238.9 \\
 Q_0(H) &= 5.140E+000 \times (H - 145.357)^{1.04539} + 883.148 && \text{si } 238.9 < H \leq 258.9 \\
 Q_0(H) &= 3.475E+000 \times (H - 111.365)^{1.10945} + 720.855 && \text{si } 258.9 < H \\
 K(H) &= -6.111E-010 \times H^3 + 1.241E-006 \times H^2 - 3.976E-004 \times H + 5.932E-002 && \text{pour } H \text{ entre } 149 \text{ et } 421
 \end{aligned}$$

H	117	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Q0(H)	625.4	647.8	721.6	794.3	866.1	937.0	1007	1077	1145	1214	1281	1348	1415	1481
H	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
Q0(H)	1547	1614	1681	1748	1816	1884	1953	2022	2091	2161	2231	2301	2372	2443
H	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500		
Q0(H)	2514	2586	2657	2730	2802	2874	2947	3020	3094	3167	3241	3315		

H	-100	149	160	170	180	190	200	220	240	260	280	300	320	340
K(H)	0.0256	0.0256	0.0250	0.0246	0.0244	0.0244	0.0246	0.0254	0.0270	0.0291	0.0319	0.0353	0.0392	0.0436
H	360	380	400	421	500									
K(H)	0.0486	0.0539	0.0598	0.0663	0.0663									

H	H <= 239	239 < H <= 259	259 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	94.90	79.29	120.5	112.1

Tableau 5.8.1.B : barèmes d'étalonnage de la station de Dagana, valables depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$. Après l'édification du barrage de Diama, il est préférable (et indispensable pour les parties grisées) de n'appliquer l'étalonnage qu'après correction des cotes H observées (remplacement de H par H-R), et seulement pour des rehaussements R (dus au remous) inférieurs à 50 cm.

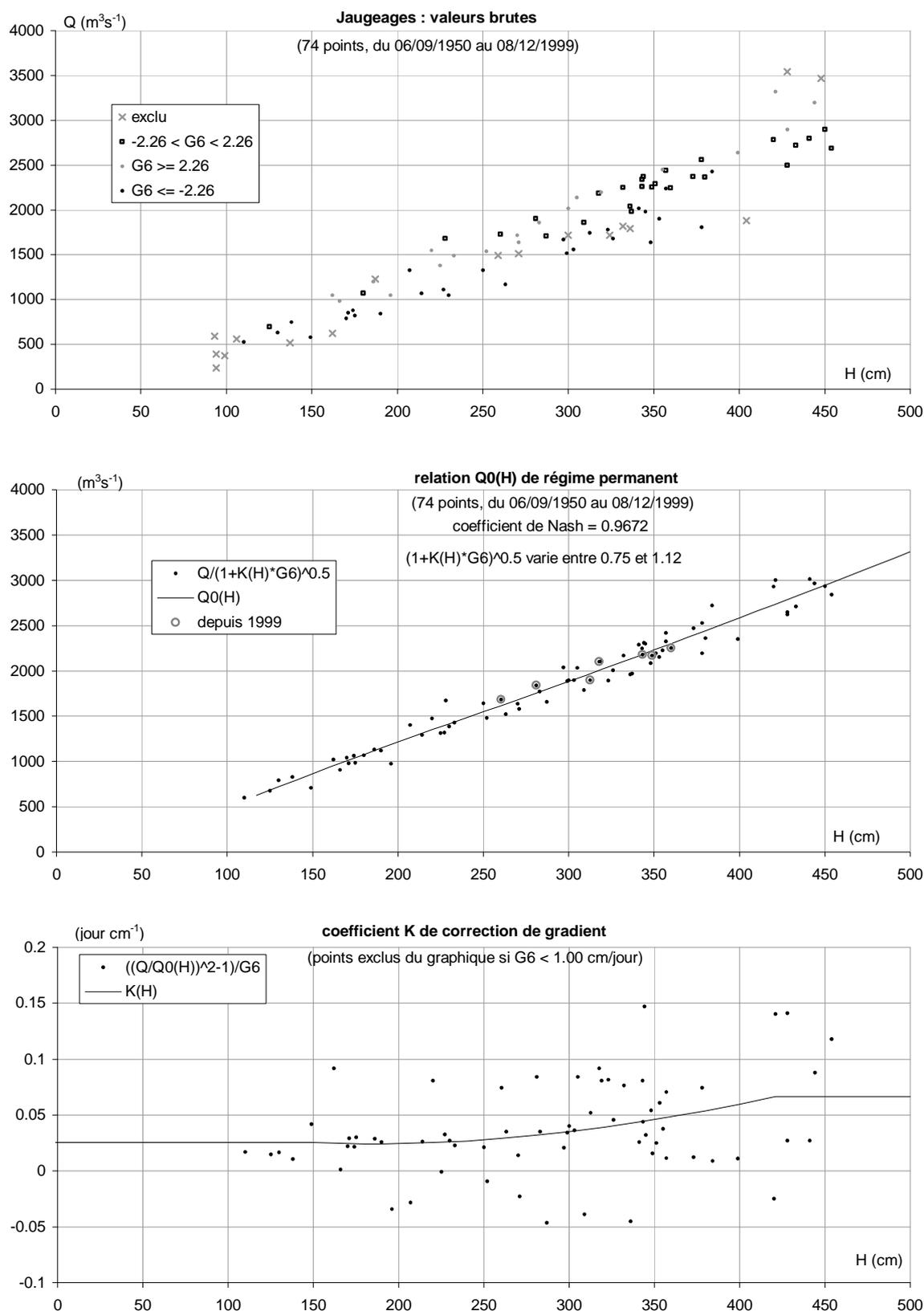


Figure 5.8.1.B : étalonnage de la station de Dagana sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station pour des cotes non influencées par le remous du barrage de Diama. Pour les jaugeages de 1999, les valeurs de H représentées ici sont celle de H-R, estimées en régime non influencé.

5.8.2 Le Sénégal à Richard Toll quai

Coordonnées géographiques : 15°42' W ; 16°28' N

PK = 145 ; B.V. = 333 333 km²

L'historique des équipements mentionne l'existence d'une échelle au quai (zéro = -204 cm MEFS) en 1935 et l'installation en 1954 d'une nouvelle échelle (zéro = -40 cm IGN).

5.8.2.1 *Données*

Les niveaux relevés à la station de Richard Toll quai sont stockés dans la base de données sous les capteurs I1 (du 01/07/1952 au 11/10/2010) et I2 (du 02/09/2002 au 27/05/2006). Les relevés de I1 sont des lectures d'échelle, complétées par environ 700 enregistrements limnigraphiques répartis entre janvier 1987 et février 1993. Ceux de I2 sont des enregistrements limnigraphiques, complétés entre le 01/04/2001 et le 20/06/2001 par environ 250 valeurs associées à un code d'origine L. La fréquence de ces dernières valeurs (4 ou 5 points par jour) ainsi que l'heure de certains relevés (en pleine nuit) permet de penser qu'une erreur de saisie est intervenue sur leur code d'origine, et qu'en réalité le capteur I2 ne contient probablement que des enregistrements limnigraphiques.

Les relevés de 1952 et 1953 sont antérieurs à l'installation de l'échelle moderne de Richard Toll quai (1954). Il est probable qu'il s'agit de lectures homogénéisées avec celles de l'échelle moderne, provenant soit de l'échelle ancienne mentionnée en 1935 pour cette station, soit de l'échelle de la Tahouey à Richard Toll au pont, côté fleuve.

Sur leur période de recouvrement (septembre 2000 à novembre 2001), les niveaux stockés sous les capteurs I1 et I2 sont parfaitement cohérents. Tous paraissent homogènes et se réfèrent à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude -40 cm IGN, comme il est avéré pour les données antérieures à 1966. La série de cotes opérationnelle est obtenue après très peu de corrections/suppressions, en combinant ainsi les relevés des deux capteurs : I1 du 01/07/1952 00:00 au 02/09/2000 08:00 et du 01/08/2007 08:00 au 11/10/2010 18:00 ; I2 du 02/09/2000 10:00 au 27/05/2006 01:00.

A l'exception des années 1955, 1958 et 1959, les basses eaux ne sont bien observées à Richard-Toll que depuis 1975 (fig. 5.8.2.A). La pointe de crue est quant-à elle observée chaque année depuis 1952, sauf en 1963, 1966, 1968, 1969, 1972, 1989, 1993, 1994 et 2006

Jusqu'en avril 1991, la fréquence des relevés est d'un point par jour (sauf crues de 1970, 1987 et 1988 : deux points par jour). Elle passe ensuite à deux points par jour. De septembre 2000 à mai 2006, les relevés limnigraphiques ont une fréquence élevée pouvant aller jusqu'à 10 points par jour.

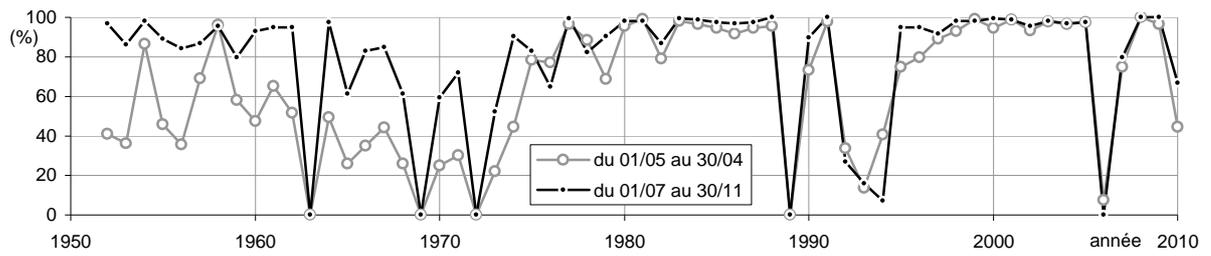


Figure 5.8.2.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Richard Toll quai

Vingt mesures de débit ont été réalisées à la station de Richard Toll quai (tab. 5.8.2.A). Elles permettent de constater en hautes eaux (fig. 5.8.2.B) l'influence du gradient limnimétrique sur le débit, plus fort pour une même cote en phase de montée de crue qu'en décrue. Mais il n'est pas possible de les utiliser pour étalonner la station, à cause du rehaussement de niveau provoqué par le remous du barrage de Diama pour la majorité d'entre elles (19 mesures sur 23, effectuées en 1998 et 1999).

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)
1	31/08/1962	222	1430	3.1	8	27/11/1998	234	19.7	1.0	15	05/10/1999	322	2167	2.1
2	18/07/1998	253	331	0.3	9	18/12/1998	240	98	0.8	16	09/10/1999	331	2182	1.9
3	27/08/1998	244	825	0.4	10	15/01/1999	250	41.3	0.1	17	23/10/1999	338	2147	0.2
4	29/09/1998	285	1867	1.2	11	02/09/1999	272	1675	2.0	18	15/11/1999	306	1762	-4.5
5	16/10/1998	271	1524	-5.7	12	02/09/1999	272	1719	2.0	19	08/12/1999	231	671	-1.4
6	30/10/1998	239	434	0.8	13	10/09/1999	281	1835	1.2	20	02/09/2000	223	1128	0.8
7	13/11/1998	233	331	-0.3	14	24/09/1999	307	2050	1.6					

Tableau 5.8.2.A : mesures de débit du Sénégal à Richard Toll quai (gras : mesure par technique ADCP)

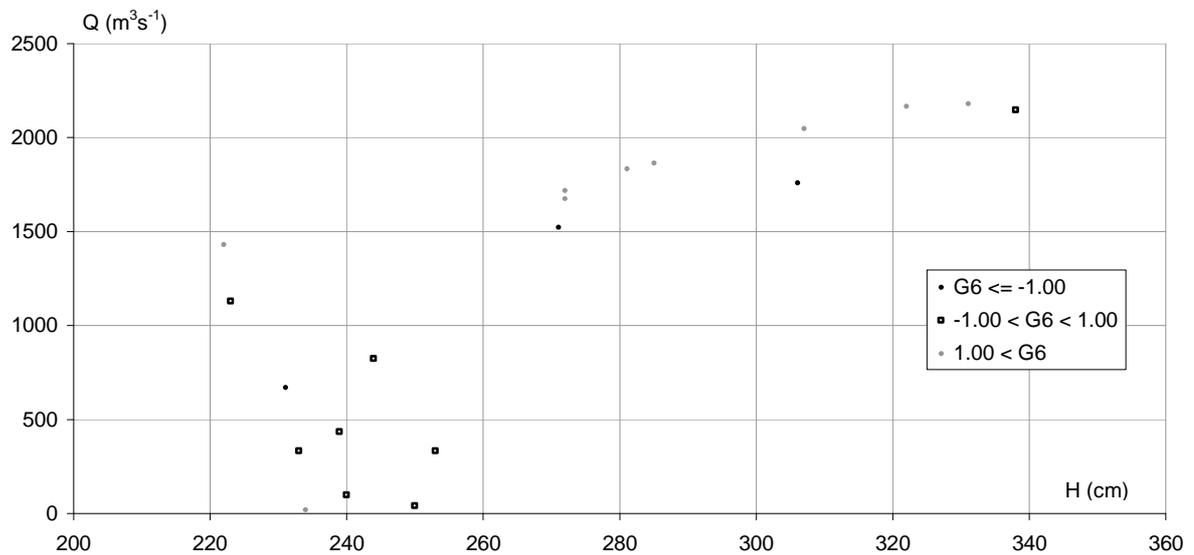


Figure 5.8.2.B : mesures de débit du Sénégal à Richard Toll quai

5.8.3 Le Sénégal à Rosso

Coordonnées géographiques : 15°48' W ; 16°30' N

PK = 133

5.8.3.1 Données

Les niveaux relevés à Rosso du 01/07/1954 au 31/10/2006 sont tous stockés sous le capteur I1 dans la base de données. Ce sont des lectures d'échelle, complétées par des séquences d'enregistrements limnographiques réparties entre 1985 et 1993.

Les cotes antérieures à 1966 sont homogènes et se réfèrent à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude -23 cm IGN. En première analyse, les cotes ultérieures sont également homogènes et se réfèrent au même zéro, jusqu'en 2000. A partir de 2001, la comparaison en altitude absolue avec les niveaux relevés aux stations voisines (Diama amont, Richard Toll quai, Dagana) montre que ceux de Rosso sont trop élevés, car ils dépassent ceux des stations situées à l'amont pendant l'étiage. La surélévation, qu'on peut estimer de l'ordre de 5 cm à partir du 15/04/2001, augmente progressivement jusqu'à atteindre environ 28 cm en mai 2005. Les corrections nécessaires sont donc effectuées à partir du 15/04/2001 (tab. A-8) pour rendre homogène l'ensemble des relevés de niveau de la station de Rosso.

De 1954 à 1971, les niveaux ne sont pas suivis en étiage mais toutes les pointes de crue sont observées. Après une interruption complète de janvier 1972 à mai 1974, les relevés sont ensuite effectués durant toute l'année de façon très régulière jusqu'en avril 1979, avant de nouvelles interruptions, de mai 1979 à avril 1984 puis de mai 1986 à avril 1987. Ils sont quasi-complets depuis mai 1987 (fig. 5.8.3.A).

La fréquence des relevés est d'un point par jour avant 1965, de 1985 à avril 1988 et de mai 1990 à avril 1991. Elle est de deux points par jour le reste du temps.

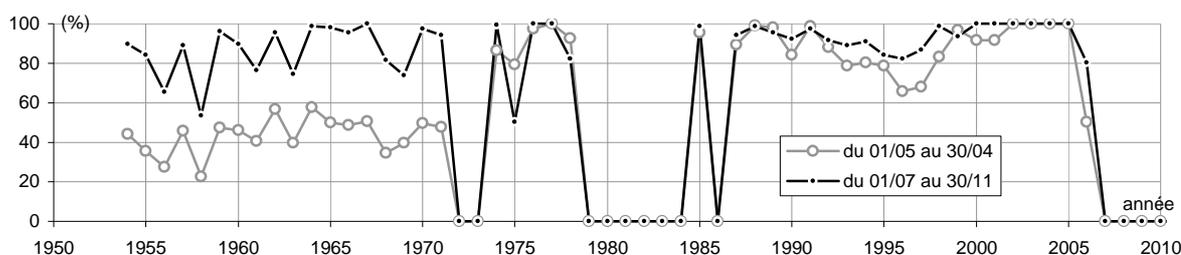


Figure 5.8.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Rosso

La base de données contient 51 jaugeages pour la station de Rosso (tab. 5.8.3.A), qui reprennent bien ceux de Rochette et al (1974) (42 mesures réalisées en 1957) et du POGR (1999d) (9 mesures réalisées en 1998 et 1999). Tous sont cohérents en cote avec la série des niveaux observés.

Les débits mesurés ne concernent que le lit mineur. D'après Rochette et al (1974), des écoulements peuvent se produire sur le lit majeur pour des cotes supérieures à 300 cm, à la fois en rive droite et en rive gauche. Ceux de rive gauche ont été mesurés une fois en 1957 au pont de la Natchié ($Q=13 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ pour $H=330 \text{ cm}$ à l'échelle de Rosso)

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	G6 (cm/j)	R (cm)
1	05/08/1957	98	788	-1.2	18	26/09/1957	265	2390	1.8	35	23/11/1957	314	2540	-2.1	
2	09/08/1957	120	1190	6.8	19	02/10/1957	281	2460	1.8	36	26/11/1957	308	2390	-2.6	
3	12/08/1957	150	1370	7.3	20	04/10/1957	284	2480	1.7	37	29/11/1957	297	2130	-3.5	
4	16/08/1957	169	1640	4.0	21	08/10/1957	291	2530	1.7	38	04/12/1957	273	1980	-6.1	
5	19/08/1957	174	1670	3.4	22	11/10/1957	294	2580	1.7	39	06/12/1957	260	1800	-7.4	
6	23/08/1957	191	1810	3.5	23	15/10/1957	303	2670	1.7	40	12/12/1957	193	1290	-12.9	
7	24/08/1957	196	1820	3.6	24	18/10/1957	306	2730	1.7	41	19/12/1957	97	808	-9.3	
8	26/08/1957	202	1840	3.6	25	22/10/1957	314	2830	1.6	42	23/12/1957	83	670	-3.2	
9	02/09/1957	221	2030	2.5	26	25/10/1957	319	2880	1.4	43	16/10/1998	247	1510	-4.6	48
10	04/09/1957	228	2050	2.4	27	28/10/1957	323	2930	1.3	44	03/09/1999	249	1645	1.3	50
11	06/09/1957	233	2120	2.3	28	31/10/1957	326	2840	1.0	45	10/09/1999	257	1850	1.5	44
12	09/09/1957	238	2140	2.2	29	04/11/1957	329	2860	0.6	46	24/09/1999	278	1972	1.4	35
13	11/09/1957	244	2140	2.0	30	06/11/1957	330	2920	0.5	47	05/10/1999	294	2109	1.4	27
14	14/09/1957	248	2180	1.8	31	08/11/1957	330	2880	0.2	48	09/10/1999	302	2099	1.6	26
15	17/09/1957	254	2260	1.7	32	13/11/1957	329	2840	-0.6	49	23/10/1999	308	2120	-0.1	20
16	19/09/1957	258	2340	1.7	33	15/11/1957	328	2770	-1.0	50	15/11/1999	278	1796	-3.3	35
17	23/09/1957	263	2350	1.7	34	20/11/1957	321	2640	-1.7	51	08/12/1999	215	698	-1.4	93

Tableau 5.8.3.A : mesures de débit du Sénégal à Rosso (grisé : points éliminés ; gras : mesure par technique ADCP ; R : rehaussement estimé du niveau à Dagana dû au remous de Diama)

5.8.3.2 Tarage du lit mineur

La relation hauteur/débit n'est pas bijective. L'étalonnage de la station doit être établi par la méthode du gradient limnimétrique, qu'il est toujours préférable d'appliquer sur des jaugeages réalisés lors de différents cycles de montée/descente des eaux. Cependant, l'importance du rehaussement R de niveau provoqué à Rosso par le remous du barrage de Diama ne permet pas d'exploiter directement les jaugeages de 1998 et 1999 pour déterminer l'étalonnage. On peut par contre envisager de les utiliser pour compléter les jaugeages de 1957, en remplaçant la cote H de chacun d'entre eux par la cote H-R qui aurait été obtenue pour le même débit en l'absence d'influence du barrage. Cette cote H-R peut être obtenue à partir des rehaussements R estimés à l'aide du logiciel Corediam (tab. 5.8.3.A).

L'étalonnage (tab. 5.8.3.B et fig. 5.8.3.B) est déterminé avec l'hypothèse d'une annulation du débit pour H = 23 cm (soit 0 cm IGN). Il ne peut cependant être appliqué pour les cotes inférieures à 80 cm, influencées par la marée. De précision moyenne (coefficient de Nash = 0.9909), il peut être considéré comme assez fiable pour les cotes inférieures à 350 cm et moins fiable au-delà. Il reproduit les débits des 47 jaugeages retenus avec une erreur comprise entre -6% et +6% dans 91% des cas. Il nécessite enfin une extrapolation de 60 cm au-delà de la plus forte cote jaugée (330 cm en 1957) pour traduire la plus forte cote observée (390 cm en 1965).

Même pour un niveau maintenu relativement bas à Diama amont (150 cm IGN), toutes les cotes observées en dessous de 310 cm à l'échelle de Rosso sont en fait rehaussées de plus de 20 cm par rapport au régime non influencé. A cause de cette influence importante du barrage, une correction préalable des cotes observées, par soustraction du rehaussement dû au remous, est nécessaire avant leur traduction en débit à l'aide de l'étalonnage. Par prudence, on s'abstiendra toutefois de traduire, même après correction, les cotes observées rehaussées de plus de 50 cm par le remous.

Pour les huit jaugeages (rangs 43 à 50) réalisés en 1998 et 1999 à des cotes situées entre 247 et 308 cm, rehaussées entre 20 et 50 cm par rapport au régime non influencé, l'application de l'étalonnage sur les cotes corrigées H-R donne des débits surestimés en

moyenne de 8% (erreur comprise entre +1% et +16%), au lieu 25 % (erreur comprise entre +20% et +32%) pour l'application sur les cotes observées H non corrigées. Bien que considérablement améliorés par la correction des cotes, les résultats surestiment encore les débits de façon sensible, et trois de ces huit jaugeages n'ont d'ailleurs pas été retenus pour déterminer l'étalonnage. Ceci pourrait être dû à une sous-estimation du rehaussement R par le logiciel Corediam ou à un détarage de la station intervenu entre 1957 et 1998.

Paramétrage de l'étalonnage :

$$Q_0(H) = 2.906E+001 \times (H - 23.000)^{0.78816} \quad \text{si } H \leq 204.6$$

$$Q_0(H) = 6.658E-008 \times (H + 808.209)^{3.50000} - 448.283 \quad \text{si } 204.6 < H \leq 265.0$$

$$Q_0(H) = 7.809E-009 \times (H + 2264.302)^{3.50000} - 4106.494 \quad \text{si } 265.0 < H$$

$$K(H) = 6.820E-009 \times H^3 - 5.259E-006 \times H^2 + 1.525E-003 \times H - 1.125E-001 \quad \text{pour } H \text{ entre } 150 \text{ et } 330$$

H	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
Q0(H)	703.4	751.6	799.0	845.6	891.5	936.9	981.6	1026	1069	1113	1155	1198	1240	1281
H	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280
Q0(H)	1323	1404	1484	1563	1641	1718	1795	1873	1953	2034	2118	2204	2292	2381
H	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400		
Q0(H)	2471	2561	2653	2745	2838	2932	3027	3123	3220	3318	3417	3516		

H	-100	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
K(H)	0.0209	0.0209	0.0248	0.0283	0.0314	0.0342	0.0367	0.0390	0.0411	0.0430	0.0448	0.0466	0.0483	0.0501
H	285	300	315	330	400									
K(H)	0.0528	0.0558	0.0592	0.0631	0.0631									

H	H <= 205	205 < H <= 265	265 < H	ensemble
erreur type de Q(H,G6)	60.67	59.90	51.7	56.8

Tableau 5.8.3.B : barèmes d'étalonnage de la station de Rosso (lit mineur), valables depuis l'origine de la station, et erreur type du débit calculé $Q(H,G6) = Q_0(H) \times (1 + K(H) \times G6)^{0.5}$. Après l'édification du barrage de Diama, il est indispensable de n'appliquer l'étalonnage qu'après correction des cotes H observées (remplacement de H par H-R), et seulement pour des rehaussements R (dus au remous) inférieurs à 50 cm

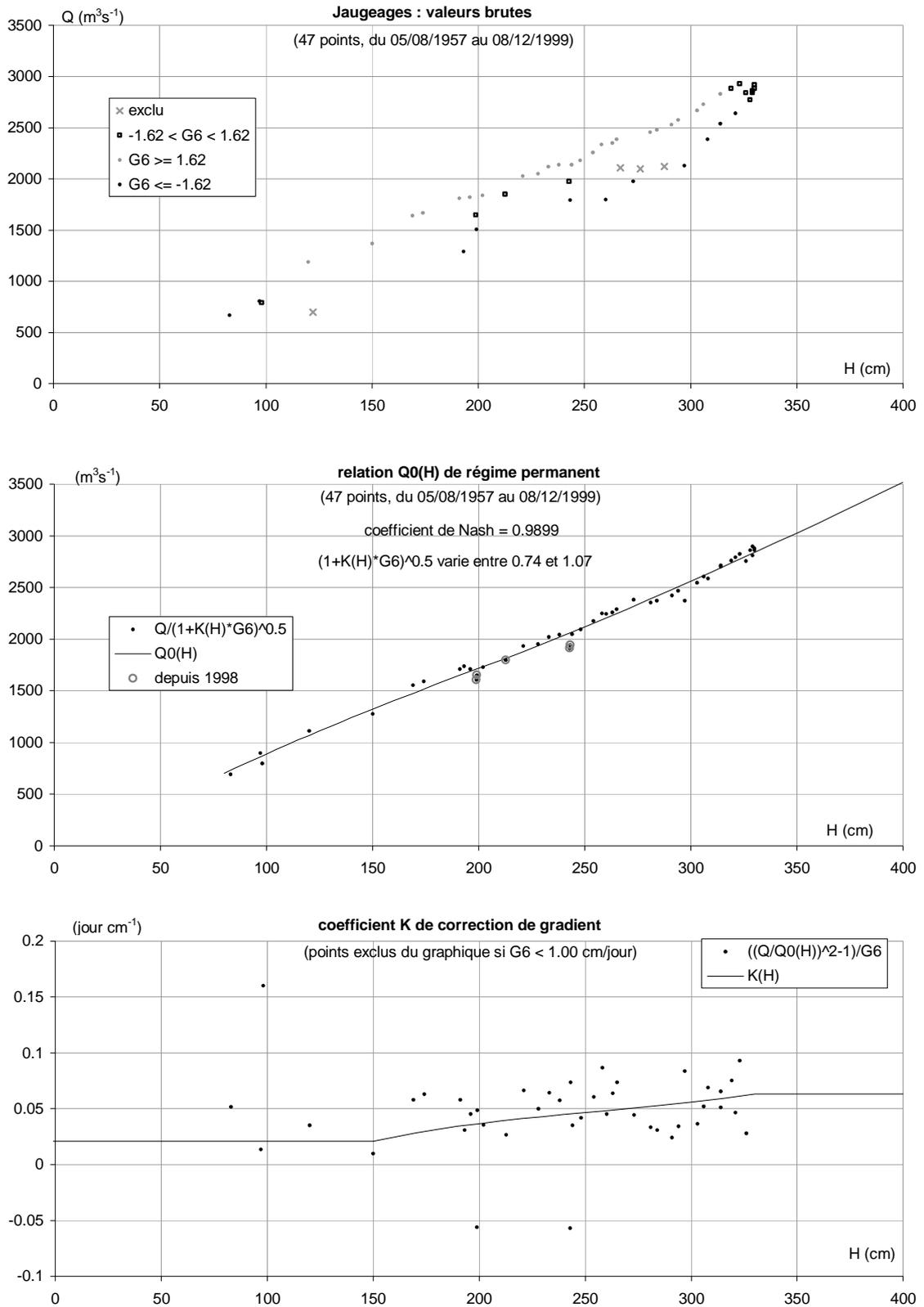


Figure 5.8.3.B : étalonnage de la station de Rosso sur le Sénégal par la méthode du gradient limnimétrique, valable depuis l'origine de la station pour des cotes non influencées par le remous du barrage de Diama. Pour les jaugeages de 1998 et 1999, les valeurs de H représentées ici sont celle de H-R, estimées en régime non influencé

5.8.4 Le Sénégal à Diama amont

Coordonnées géographiques : 16°25' W ; 16°13' N

PK = 28

5.8.4.1 Données

La base de données de l'OMVS contient pour la station de Diama amont des relevés de niveau stockés sous les capteurs I1 (du 01/05/1964 au 06/02/1965 et du 19/05/1986 au 12/10/2010) et I2 (du 13/09/2004 au 09/06/2005).

Les données de I1 sont des lectures d'échelle faites au pas de temps journalier, constituées de deux séries bien distinctes. La première correspond à l'échelle suivie en 1964 et 1965, dont le zéro était situé à une altitude inférieure à 10 cm IGN d'après les informations données par Rochette et al (1974). La seconde correspond à l'échelle installée à l'amont du barrage depuis sa construction, dont le zéro est situé à l'altitude 0 cm IGN.

Les données de I2 sont des enregistrements limnigraphiques de grande fréquence (jusqu'à un point par heure), parfaitement cohérents avec les données de I1.

On dispose par ailleurs de séries de niveau exploitées par le logiciel Gesdiam (série IRD du 28/07/1986 au 13/05/2004 ; série transmise par la SOGED du 31/12/2003 au 31/12/2010). Ce logiciel développé par l'IRD lors du POGR (2001c, 2004) est destiné à fournir une aide en temps réel au gestionnaire du barrage. En plus du débit lâché du barrage (calculé en fonction des niveaux amont et aval et du réglage des vannes), il indique les ouvertures minimales et maximales de vannes compatibles avec la sécurité du barrage. La précision des calculs effectués par le logiciel requiert une saisie assez fréquente des niveaux relevés aux échelles amont et aval du barrage, au moins avant chaque modification d'ouverture des vannes. Les séries exploitées avec Gesdiam contiennent donc souvent beaucoup plus de valeurs que la série I1.

La série opérationnelle des niveaux à Diama amont, homogène et référencée au zéro d'altitude 0 cm IGN, est obtenue sans aucune correction/suppression en combinant ainsi les différentes séries qui sont toutes cohérentes entre elles sur leurs périodes de chevauchement :

- Capteur I1 complété avec série GESDIAM IRD : du 19/05/1986 08:00 au 31/12/1990 08:12
- Capteur I2 complété avec série GESDIAM IRD : du 13/09/2004 18:00 au 09/06/2005 07:30
- Série Gesdiam IRD : du 01/01/1991 07:30 au 13/05/2004 07:30
- Série Gesdiam SOGED : du 14/05/2004 07:30 au 13/09/2004 15:40 ; du 26/04/2005 07:30 au 26/05/2005 07:30 ; du 10/06/2005 07:30 au 31/12/2010 07:30

Les niveaux relevés en 1964 n'ont pas été intégrés dans la série homogénéisée, car on ne connaît pas l'altitude du zéro de l'ancienne échelle.

Les relevés couvrent la période observée de façon quasi-parfaite, avec une fréquence d'un point par jour jusqu'en 1990 (fig. 5.8.4.A). Par la suite, cette même fréquence est maintenue sur d'assez nombreuses séquences d'étiage mais elle varie le reste du temps entre un et dix points par jour généralement, allant jusqu'à un point par heure pendant la crue de 2004 (enregistrements limnigraphiques).

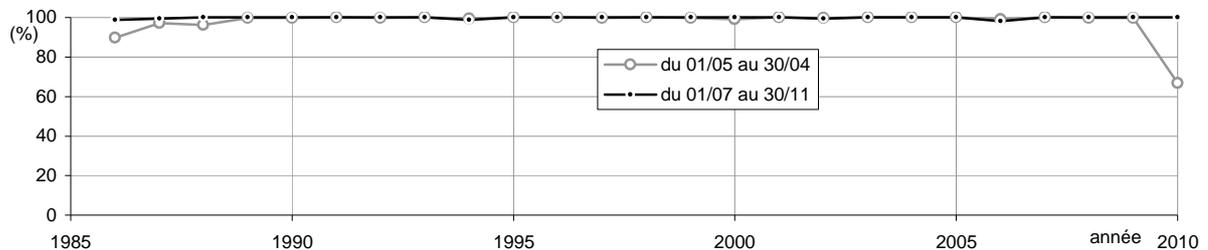


Figure 5.8.4.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Diama amont

5.8.5 Le Sénégal à Diama aval

Coordonnées géographiques : 16°25' W ; 16°13' N

PK = 28

5.8.5.1 Données

Les niveaux relevés à la station de Diama aval sont stockés sous trois capteurs dans la base de données :

- I1 contient des lectures d'échelle faites au pas de temps journalier, du 24/05/1986 au 12/10/2010.
- I2 contient des enregistrements limnigraphiques de haute fréquence, couvrant les périodes du 17/11/2000 au 28/04/2006 et du 23/05/2006 au 14/12/2006
- I3 contient des lectures d'échelles issues de la banque de données de l'IRD (voir tab. 5.A), allant de mai 1986 à mars 2009. Elles correspondent à une combinaison de lectures journalières à heure fixe avec des relevés exploités par le logiciel Gesdiam (voir station de Diama amont)

On dispose par ailleurs de la série de lectures d'échelle exploitée avec le logiciel Gesdiam et transmise par la SOGED, qui couvre la période du 31/12/2003 au 31/12/2010.

Ces différentes séries de niveau sont toutes cohérentes entre elles sur leurs périodes de recouvrement. Elles se réfèrent à un zéro situé à l'altitude 2 cm IGN, d'après les indications figurant dans la base de données. Après quelques corrections/suppressions (tab. A-8), elles sont combinées entre elles de la façon suivante pour constituer une série opérationnelle, homogène :

- Capteur I3 : du 24/05/1986 08:00 au 16/11/2000 22:00
- Capteur I2 : du 17/11/2000 00:30 au 28/04/2006 17:30; du 23/05/2006 00:30 au 14/12/2006 16:00

- Série Gesdiam SOGED : du 29/04/2006 07:30 au 22/05/2006 07:30 ; du 15/12/2006 07:30 au 31/12/2010 07:30

A part quelques lacunes en 1993 et 1994, les relevés couvrent parfaitement la période observée. Le nombre de points par jour varie de la façon suivante :

- Jusque juin 1989 : 1 en étiage et de 2 à 10 en période de crue.
- De juillet 1989 à novembre 2000 : entre 2 et 10 généralement, (sauf de juin 96 à juin 1997 et pendant les étiages de 1998, 1999 et 2000 : seulement 2 ou 3 points par jour)
- De décembre 2000 à octobre 2003 : de 40 à 48 (sauf de décembre 2000 à mars 2001, et pendant les périodes de crue de 2001, 2002 et 2003 : entre 10 et 40 points par jour)
- De novembre 2003 à novembre 2006 : 48, presque en permanence
- Depuis décembre 2006, entre 1 et 10 points par jour, avec une fréquence plus élevée pendant la crue que pendant l'étiage

La fréquence des relevés permet donc un suivi parfait du niveau influencé par la marée à l'aval du barrage pendant de larges séquences de la période observée, en particulier de 2000 à 2006.

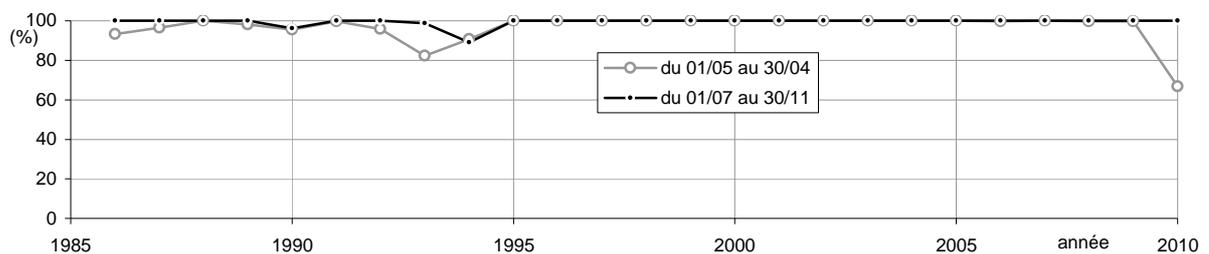


Figure 5.8.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Diama aval

Par ailleurs, dix sept jaugeages ont été réalisés à l'amont immédiat du barrage de Diama par technique ADCP, entre septembre 1998 et octobre 2000. Les résultats de ces mesures présentés dans le tableau 5.8.5.A sont tirés directement d'un rapport du POGR (2001c) pour les jaugeages numérotés 1 à 5 et 7 à 17. Ces résultats du POGR figurent également dans la base de données de l'OMVS sous la station de Manantali amont, mais avec quelques différences : un résultat supplémentaire (jaugeage n° 6) ; certains débits différents (1670, 1770 et 2008 m³/s pour les jaugeages n°s 8, 9 et 11 respectivement). On notera qu'aucune modification de réglage de vanne n'a été effectuée dans les 6 heures précédant chacune des mesures. On peut donc considérer que celles-ci sont toutes représentatives d'un régime d'écoulement établi.

rang	date	cote amont (cm)	cote aval (cm)	nombre de vannes ouvertes	palier d'ouverture	ouverture (m)	écoulement	débit mesuré (m ³ /s)
1	30/09/1998 17:25	154	135	7	15	7.23	noyé	1730

rang	date	cote amont (cm)	cote aval (cm)	nombre de vannes ouvertes	palier d'ouverture	ouverture (m)	écoulement	débit mesuré (m ³ /s)
2	16/10/1998 15:30	156	122	7	11	5.14	noyé	1547
3	30/10/1998 14:40	194	28	7	2	0.85	noyé	461
4	13/11/1998 17:05	195	3	7	1	0.36	noyé	229
5	18/12/1998 17:10	203	-2	7	0	0.00	noyé	7.02
6	18/01/1999 15:40	212		7	0	0.00	noyé	8.40
7	19/08/1999 14:15	176	75	7	5	2.21	noyé	1001
8	03/09/1999 13:30	163	119	7	11	5.14	noyé	1730
9	10/09/1999 17:00	157	138	7	15	7.23	noyé	1780
10	25/09/1999 09:00	157	151	7	22	11.03	libre	1960
11	06/10/1999 12:00	166	158	7	22	11.03	libre	2017
12	06/10/1999 17:00	163	157	7	22	11.03	libre	1959
13	10/10/1999 10:00	169	161	7	22	11.03	libre	2042
14	23/10/1999 13:15	172	163	7	22	11.03	libre	2074
15	16/11/1999 09:00	148	141	7	22	11.03	libre	1814
16	08/12/1999 15:50	178	53	7	3	1.29	noyé	670
17	12/10/2000 11:50	152	80	7	5.5	2.45	noyé	934

Tableau 5.8.5.A : mesures de débit du Sénégal à l'aval immédiat du barrage de Diama (grisé : éliminé)

Grâce aux données gérées avec le logiciel GESDIAM, on dispose enfin d'un l'historique très complet des opérations de gestion du barrage couvrant la période du 28/07/1986 au 31/12/2010, qui indique pour 21374 dates le nombre de vannes ouvertes et leur palier d'ouverture. Toutes les modifications de réglage des vannes figurent en principe dans cet historique, qui permet d'en dénombrer 2624. D'après les indications fournies par la SOGED lors du POGR, le palier d'ouverture est toujours réglé de façon identique sur les différentes vannes ouvertes, quel soit le nombre de ces dernières (toutes les sept vannes du barrage la plupart du temps).

5.8.5.2 Tarage

L'écoulement du fleuve Sénégal au travers du barrage de Diama s'effectue par-dessous les vannes secteur de l'ouvrage, entre leur bord inférieur et le radier. Le débit lâché dépend des niveaux de plan d'eau à l'amont et à l'aval, du nombre de vannes ouvertes et de leur palier d'ouverture. Le tarage des vannes basé sur les 16 mesures de débit conservées (POGR 2001c, POGR 2004) permet de calculer le débit total lâché instantané par les formules suivantes :

- Ecoulement noyé (partie basse des vannes plongée dans l'eau) :

$$Q1 = 1,0566 E \times N \times L \times (2 \times g \times (Hm - Hv))^{0,3761}$$

Erreur type par rapport aux 10 mesures : 23 m³/s

Coefficient de Nash = 0.9988

- Ecoulement à surface libre (vannes relevées et hors d'eau) avant le 07/10/2003 :

$$Q2 = 9,494 N \times L \times (Hm - 0,01)^{0,8293}$$

Erreur type par rapport aux 6 mesures : 19 m³/s

Coefficient de Nash = 0.9551

- Ecoulement à surface libre (vannes relevées et hors d'eau) depuis le 07/10/2003 :

$$Q3 = 38,995 Hm^4 - 241,07 Hm^3 + 800,71 Hm^2 + 1233,3 Hm + 203,58$$

- Signification des paramètres :

E (m)	: ouverture (distance verticale entre radier et bord inférieur de vanne)
N	: nombre de vannes ouvertes
L (m)	: largeur de vanne (= 20)
g (m/s ²)	: accélération de pesanteur (= 9,81)
Hm (m)	: cote à l'échelle amont du barrage
Hv (m)	: cote à l'échelle aval du barrage
Q1, Q2, Q3 (m ³ /s)	: débit total lâché

Les formules de tarage présentées ci-dessus appellent les remarques suivantes :

- La formule donnant le débit Q1 pour l'écoulement noyé, déterminée à partir de mesures réalisées en régime établi, reste théoriquement valable pendant le régime transitoire qui est susceptible de se produire pendant quelques minutes ou quelques dizaines de minutes après une modification importante du réglage des vannes.
- L'utilisation des formules donnant les débits Q2 et Q3 pour les écoulements à surface libre est par contre limitée au seul régime établi. On notera cependant que les seules séquences d'écoulement à surface libre observées depuis la mise en service du barrage, lors du passage des crues de 1988, 1995, 1999 et 2003, se sont produites après une ouverture très progressive des vannes et avec une dénivelée toujours très faible (inférieure à 13 cm) entre les plans d'eau amont et aval. On peut donc considérer que le régime d'écoulement était établi pendant toute la durée de ces séquences.
- Les formules de débit présentées ici ont été déterminées par le POGR avec l'hypothèse implicite que les zéros des échelles amont et aval de l'ouvrage étaient situées à la même altitude. Ces altitudes étant respectivement 0 et 2 cm, il s'agit là d'une légère approximation, sans conséquence importante sur les valeurs de débit calculées. La figure 5.8.5.B montre d'ailleurs le bon ajustement des formules Q1 et Q2 par rapport aux débits mesurés.
- Pour les écoulements noyés, la formule Q1 est basée sur des jaugeages qui représentent bien les différents paliers d'ouverture possible des vannes, mais pour la plupart dans une gamme d'énergie dissipée assez restreinte ($Q1 \times (Hm - Hv)$) situé entre 500 et 1000 m⁴/s par rapport à l'étendue de la gamme des valeurs observées au barrage depuis 1986 (fig. 5.8.5.C). De nouveaux jaugeages, effectués pour des énergies dissipées inférieures à 500 ou comprises entre 1000 et 1500 m⁴/s présenteraient un réel intérêt pour confirmer ou affiner le calage de la fonction Q1.
- Pour les écoulements à surface libre, l'ajustement de la fonction Q2, parfaitement garanti pour les cotes supérieures à 1.45 m observées en 1999 (fig. 5.8.5.D), ne pourra jamais être confirmé par des mesures pour les cotes inférieures à 1.25 m observées en 1988, 1995 et 2003. En effet, depuis l'ouverture de la Langue de Barbarie intervenue en 2003, non seulement l'écoulement à surface libre ne s'est plus jamais produit au passage des vannes, mais surtout la fonction Q1 est devenue

obsolète du fait de la modification du contrôle hydraulique aval. Cette fonction est désormais remplacée par la fonction Q3 qui, déterminée de façon indirecte par le POGR, ne pourrait être confirmée que par de nouveaux jaugeages effectués pendant une éventuelle ouverture totale des vannes.

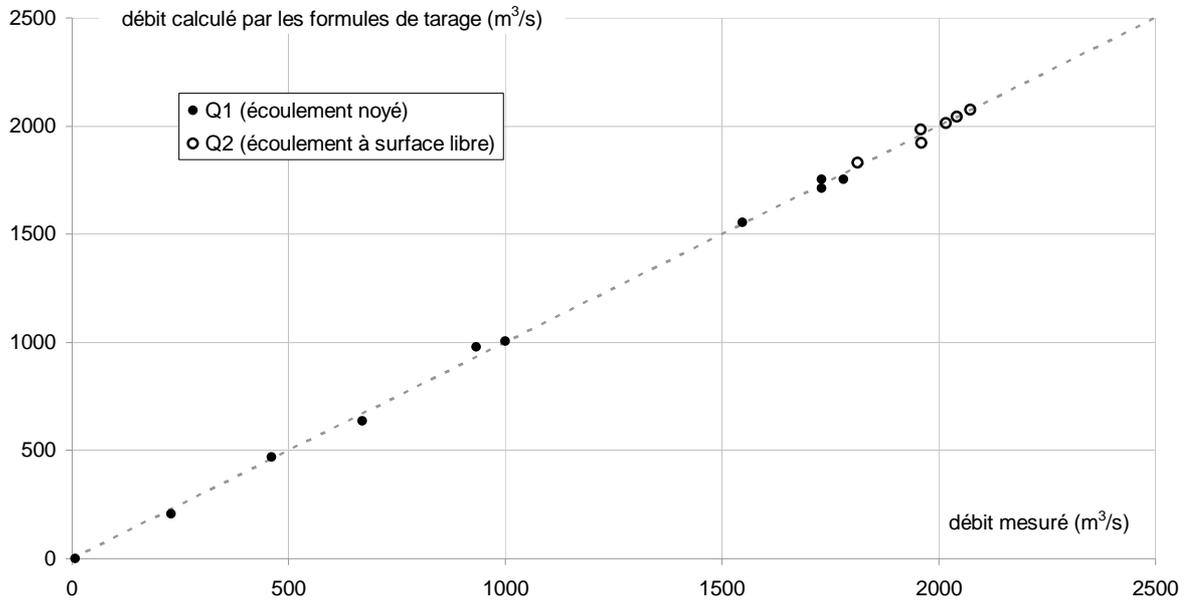


Figure 5.8.5.B : comparaison des débits calculés grâce au tarage des vannes, avec les débits mesurés

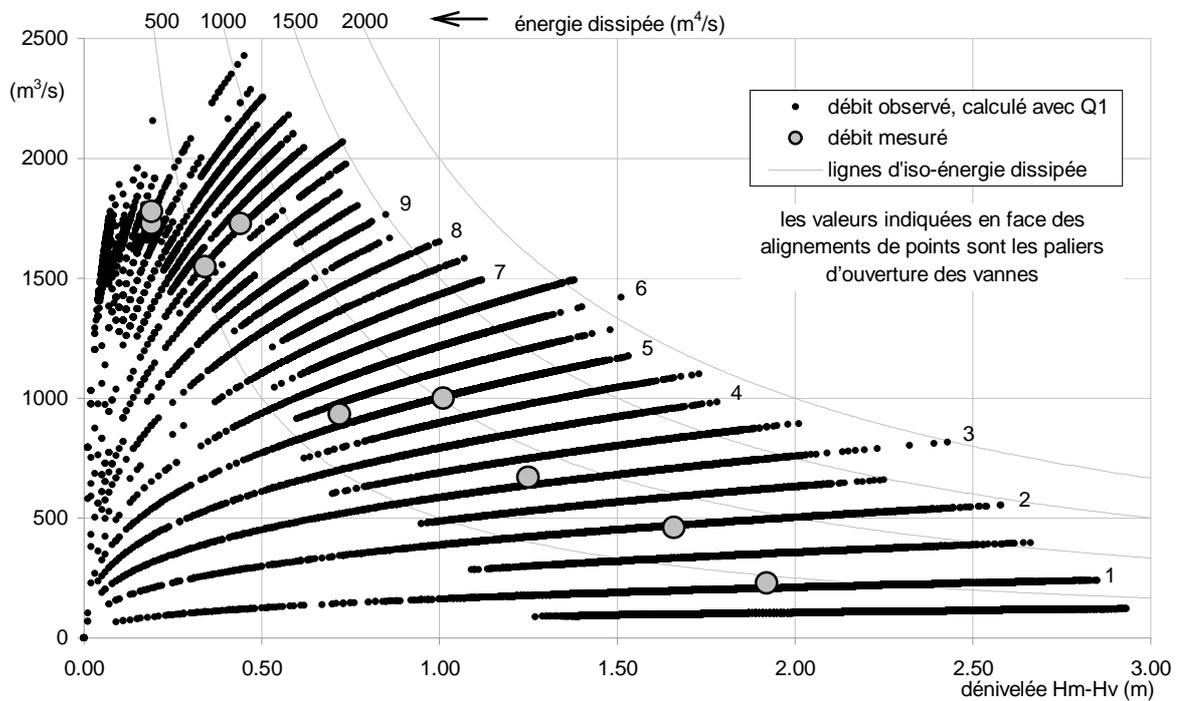


Figure 5.8.5.C : débit total lâché en écoulement noyé par les 7 vannes ouvertes du barrage de Diama en fonction de la dénivelée entre plans d'eau amont et aval : valeurs mesurées et ensemble des valeurs observées en régime établi, calculées avec Q1 sur la période 1986-2010

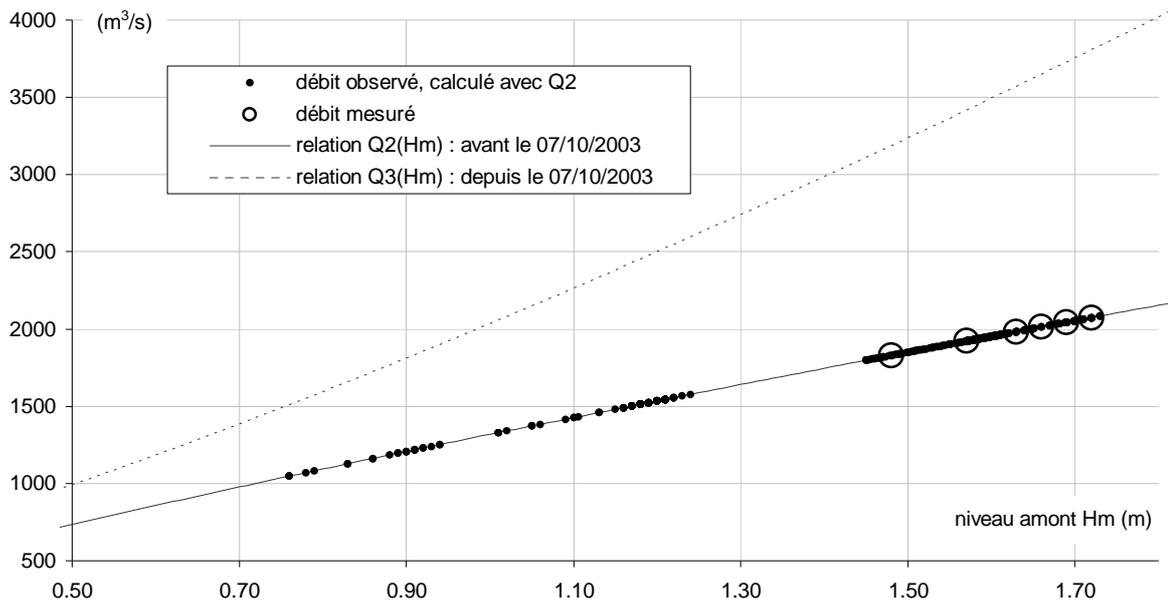


Figure 5.8.5.D : débit total lâché en écoulement à surface libre par les 7 vannes ouvertes du barrage de Diama en fonction du niveau amont : relations théoriques, valeurs mesurées et ensemble des valeurs observées calculées avec Q2 sur la période 1986-2010

5.8.5.3 Chronique des débits

Les fonctionnalités du logiciel Hydracces gérant la base de données hydrométriques ne permettent pas de calculer les débits lâchés instantanés du barrage de Diama. C'est le logiciel Gesdiam qui est utilisé par la SOGED pour effectuer ce calcul avec les fonctions Q1, Q2 et Q3, à une fréquence généralement plus élevée en crue qu'en étiage (entre une et dix fois par jour). On dispose ainsi d'une chronique détaillée des débits, qu'il est possible cependant de détailler encore plus en exploitant la totalité des relevés de niveau pour Diama amont et Diama aval, en particulier grâce aux enregistrements limnigraphiques disponibles pour ces stations.

Afin d'intégrer dans la base de données une chronique de débit lâché la plus complète et détaillée possible, on suit donc ici la démarche ci-dessous :

- Chaque date pour laquelle on connaît une cote Ham ou Hav est prise en compte
- Pour chaque date prise en compte, on retient :
 - o La valeur observée de Ham, si elle existe, ou sinon une valeur interpolée entre les valeurs observées précédente et suivante si ces deux dernières ne sont pas espacées de plus de 2 jours.
 - o La valeur observée de Hav, si elle existe, ou sinon une valeur interpolée entre les valeurs observées précédente et suivante si ces deux dernières ne sont pas espacées de plus de 0.1 jour.
 - o La valeur connue dans Gesdiam de N, nombre de vannes ouvertes, (respectivement P, palier d'ouverture), si elle existe, ou sinon une valeur

extrapolée depuis la précédente valeur connue, quand celle-ci ne date pas de plus de 1.5 jour.

- On calcule le débit lâché instantané à l'aide de Gesdiam, pour chaque date où l'on dispose des valeurs de Ham, Hav, N et P. Quand les valeurs de N et P sont identiques à celles de l'enregistrement précédent, un seul débit est calculé. Quand elles diffèrent (changement de réglage des vannes), deux débits sont calculés à une minute d'intervalle à partir du couple de valeurs Ham, Hav : le premier à partir des valeurs de N et P en cours avant le changement de réglage ; le second avec les nouvelles valeurs.
- Des codes lacunes sont enfin insérés entre les valeurs de débit instantané séparés d'un délai supérieur à 1.5 jour, sauf lorsqu'il s'agit de périodes de fermeture totale et continue des vannes. Finalement, la série des débits instantanés de Diama présente 5 courtes périodes lacunaires situées en 1990, 1993 et 1994.

La chronique obtenue décrit l'évolution du débit lâché de façon très détaillée, en particulier de décembre 2000 à novembre 2006 avec un suivi parfait des pulsations provoquées par l'onde de marée. Des débits négatifs compris entre -68 et -414 m³/s sont observés à cinq brèves reprises, en août et novembre 1987, novembre 1988 et novembre 1991. Nous ne savons pas s'ils correspondent à de réels flux d'eau salée vers l'amont ou à de simples confusions entre valeur de cote amont et cote aval dans les relevés. Enfin, alors que le débit instantané de pointe de crue lâché par le barrage de Diama ne dépasse jamais 2500 m³/s les autres années, celui du 23/11/1987 dépasse 4400 m³/s. Cette valeur étonnamment élevée correspond à des conditions d'écoulement (P =19 ; Ham = 115 cm ; Hav = 3 cm) très éloignées du domaine de calage de la fonction Q1 (fig. 5.8.5.C.). Elle est obtenue en régime transitoire après une modification brutale du palier d'ouverture des vannes (passage instantané de 1 à 19), qui provoque un abaissement du niveau de plan d'eau amont de plus de 40 cm en moins de 6 heures.

5.8.6 Le Sénégal à Saint-Louis

Coordonnées géographiques : 16°30' W ; 16°02' N

PK = 0

5.8.6.1 Données

La base de données contient pour la station de Saint-louis des niveaux enregistrés sous les capteurs I1 (du 06/08/1964 au 14/12/2006) et I2 (du 22/03/1979 au 01/01/1988).

Les données de I1 sont constituées de deux séries de nature bien distincte :

- La première, du 06/08/1964 au 31/10/1973 et du 01/05/1985 au 31/07/1999, présente un point par jour à heure fixe, sauf en août et octobre 1998 (4 points par jour à heure fixe). Ces points sont tous affectés d'un code d'origine L, sauf pour les séquences du 01/05/1985 au 01/05/1987 et du 01/05/1990 au 01/05/1991 affectées d'un code E probablement par erreur. La comparaison des relevés de I1 avec les enregistrements limnigraphiques de I2 laisse penser que sur leur période de recouvrement (01/05/1985 au 31/12/1987), les relevés de I1 correspondent plutôt à des niveaux de mi-marée qu'à de réelles lectures faites à heure fixe. Il est possible

qu'il en soit de même pour l'ensemble des données de I1 stockées avec un point par jour.

- La seconde série de relevés de I1, du 01/09/2000 au 14/12/2006, correspond à des enregistrements limnigraphiques de haute fréquence, très adaptés pour le suivi de la marée

Les données de I2 proviennent des banques de données de l'IRD (tab. 5.A). Ce sont des enregistrements limnigraphiques donnant visiblement chaque cote minimale et maximale de marée entre le 22/03/1979 et le 01/01/1988, avec généralement 4 points par jour.

Alors que Rochette et al (1974) indiquent la cote maximale atteinte chaque année à Saint-Louis entre 1931 et 1964 (valeurs estimées jusqu'en 1947 et observées ensuite), la base de données ne contient aucune valeur antérieure à l'année 1964. La seule comparaison possible entre les données de la base et les indications de la monographie porte sur la cote maximale observée en 1964 à l'échelle de la station : 144 cm d'après la monographie ; 293 cm d'après la base de données. La différence de 149 cm entre les deux valeurs ne peut pas s'expliquer par une différence d'altitude de zéro d'échelle, pour les raisons exposées ci-dessous.

C'est en effet l'ensemble des données du capteur I1 qui montre une anomalie flagrante entre 1964 et 1973, concernant tout autant leur amplitude de variation que leur altitude de référence, quelle que soit la valeur adoptée pour cette dernière (-45.5 cm d'après la monographie ; -53 cm d'après la base de données). Comparées à celles de la station de Podor, leurs valeurs maximales annuelles apparaissent anormalement élevées (jusqu'à 334 cm à l'échelle en 1965 !) en comparaison des autres périodes. Parallèlement, leurs valeurs d'étiage apparaissent anormalement faibles, inférieures de plus de 20 cm à celles qui sont relevées même après l'ouverture de la langue de Barbarie en 2003.

Les données de 1964 à 1973 ne sont donc pas intégrées dans la série de niveaux opérationnels. Celle-ci est obtenue, après ajout de nombreux points lacunes (tab. A-8), par la combinaison suivante des relevés des deux capteurs :

- Capteur I1 : du 18/11/1985 12:00 au 02/12/1985 12:00 ; du 10/12/1985 12:00 au 29/12/1985 12:00 ; du 01/02/1986 00:00 au 04/02/1986 12:00 ; du 02/01/1988 12:00 au 14/12/2006 18:00. Pour les données conservées de I1 des années 1985 et 1986 et du 01/05/1990 au 01/05/1991, le code E d'origine est ici corrigé en L.
- Capteur I2 : du 22/03/1979 15:30 au 18/11/1985 10:24 ; du 02/12/1985 13:20 au 09/12/1985 16:03 ; du 30/12/1985 09:10 au 07/01/1986 08:55 ; du 05/02/1986 14:19 au 01/01/1988 00:00

La période couverte par les niveaux opérationnels va finalement du 22/03/1979 au 14/12/2006, avec d'assez nombreuses séquences de lacunes, dont les plus importantes sont situées en 1982, 1983, de 1991 à 1993 et de 1997 à 2000 (fig. 5.8.6.A). En première analyse, tous ces niveaux semblent être homogènes et se référer à un unique zéro d'échelle, dont l'altitude reste à déterminer de façon certaine. A priori, elle devrait se situer soit à -45.5 cm IGN (d'après Rochette et al (1974)), soit à -53 cm IGN (valeur stockée dans la base de données). Certaines analyses menées plus bas (§ 9.9.2) confirment la valeur -53 cm comme très vraisemblable.

La fréquence des relevés est la suivante :

- Du 22/03/1979 au 31/12/1987 : 4 points par jour (parfois 3) à horaire variable, pendant la quasi-totalité du temps. Il s'agit alors d'enregistrements limnigraphiques correspondant visiblement aux cotes minimales et maximales de marée. Seules quelques courtes séquences (novembre et décembre 1985, février 1986) ne présentent qu'un point par jour (code d'origine L).
- Du 02/01/1988 au 31/07/1999 : un point par jour la plupart du temps. Bien que ces données soient stockées à heure fixe dans la base, on n'a pas, à ce stade, de certitude sur leur nature réelle : lecture à heure fixe ou niveau de mi-marée. Les mois d'août et octobre 1998 présentent 4 points par jour à heure fixe.
- Du 01/09/2000 au 14/12/2006 : entre 30 et 48 points par jour, avec quelques séquences de fréquence plus faible mais toutefois suffisante pour le suivi précis de la marée (septembre 2000 à mars 2001 ; juin à novembre 2001 ; août à octobre 2002 ; juillet à octobre 2003)

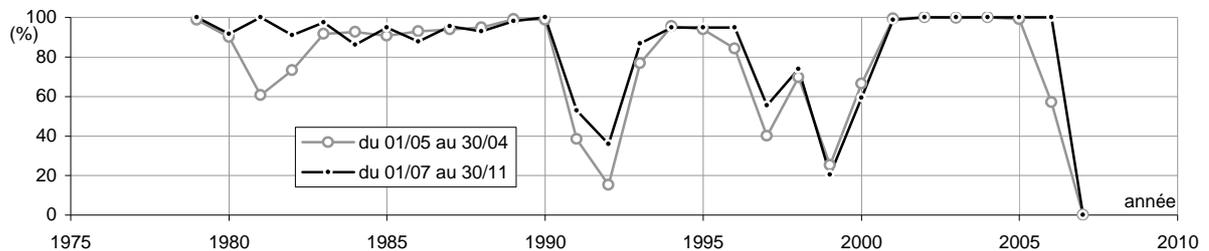


Figure 5.8.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Saint-Louis

Les relevés disponibles pour la station de Saint-Louis permettent un suivi très précis de l'influence de la marée sur le niveau du fleuve entre septembre 2000 et décembre 2006. Mais depuis l'ouverture de la brèche effectuée en octobre 2003 dans la Langue de Barbarie, le niveau du fleuve s'abaisse beaucoup plus qu'auparavant pendant les périodes d'étiage. A marée basse, les enregistrements limnigraphiques restent alors fréquemment bloqués sur des cotes variant selon les périodes entre 28 et 37 cm, alors que le niveau réel descend manifestement plus bas (ce que confirme la comparaison avec les limnigrammes des stations Diama aval et Hydrobase). En définitive, la série de cotes instantanées opérationnelles est expurgée de ces valeurs de cote bloquées, qui sont remplacées dans la base de données par 2433 lacunes réparties sur 1060 plages de temps entre le 21/11/2003 et le 14/12/2006.

Par ailleurs, la base de données contient les résultats de cinq jaugeages réalisés à Saint-Louis pendant la crue de 1999 (tab. 5.8.6.A). Ces mesures ne permettent évidemment pas d'étalonner la station, compte tenu de l'influence de la marée. Elles confirment cependant la relation assez dispersée qui est établie plus bas (fig. 9.9.2.B, haut) entre les valeurs moyennes journalières de la cote à l'échelle de Saint-Louis et du débit lâché par le barrage de Diama, pour le régime d'écoulement prévalant avant l'ouverture de la brèche opérée en octobre 2003 dans la Langue de Barbarie. Depuis cette ouverture, le niveau du fleuve à Saint-Louis est désormais beaucoup moins sensible vis-à-vis de son débit (fig. 9.9.2.B, bas).

N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	date	H (cm)	Q (m ³ /s)
1	06/10/1999 08:00	202	1803	3	06/10/1999 13:40	198	1973	5	10/10/1999 07:50	202	2040
2	06/10/1999 09:40	200	1797	4	06/10/1999 19:00	200	1953				

Tableau 5.8.6.A : mesures de débit du Sénégal à Saint-Louis, par ADCP

5.8.7 Le Sénégal à l'Hydrobase

5.8.7.1 *Données*

La base de données contient pour cette station une série d'enregistrements limnigraphiques stockés sous le capteur I1, couvrant sans interruption les périodes du 15/07/2004 au 09/06/2005 et du 23/05/2006 au 14/12/2006 avec un point par demi-heure.

Ces niveaux se réfèrent à un zéro d'échelle situé à l'altitude -50 cm, d'après la valeur stockée dans la base. Ils suivent parfaitement les enregistrements de la station de Saint-Louis, avec des valeurs légèrement inférieures de quelques centimètres. Si l'on note Hh la cote enregistrée à l'hydrobase et Hs la cote enregistrée simultanément à Saint-Louis (et supérieure à 33 cm, c'est-à-dire non bloquée par l'enregistreur), alors la différence Hh-Hs fluctue la plupart du temps de façon très régulière entre +7 et -13 cm au rythme de la marée, avec une moyenne de -4.5 cm.

L'intérêt de la série de niveau enregistrée à l'Hydrobase est de permettre une reconstitution aisée des cotes de marée basse à Saint-Louis situées en dessous de la limite d'enregistrement du limnigraphe.

5.8.8 Le Sénégal à Gandiol

Coordonnées géographiques : 16°30' W ; 15°54' N

5.8.8.1 *Données*

Les relevés de niveau disponibles dans la base de données pour la station de Gandiol vont du 01/01/1991 au 27/03/1999. Ils sont tous affectés d'un code origine L (lecture d'échelle), sauf pour la période du 01/05/1991 au 01/05/1992 (code E : enregistrements limnigraphiques) et se réfèrent, d'après la base de données, à un zéro d'échelle situé à l'altitude -48 cm IGN.

A part quelques valeurs isolées, les relevés de juillet 94 à avril 96 ainsi que ceux de février 1997 sont identiques à ceux de la station de Saint-Louis. Une confusion de station s'est très probablement produite lors de la saisie de ces données dans la base, et il est difficile de savoir à quelle station elles correspondent en réalité car aucune anomalie de raccordement aux autres données ne se manifeste ni dans un cas ni dans l'autre. L'absence de relevé pour Gandiol en juin 1994 et en mars 1997 laisse plutôt penser que les données en cause proviennent de Saint-Louis. Elles ne sont donc pas conservées dans la série vérifiée homogénéisée de Gandiol.

La fréquence des relevés est d'un point par jour, sauf du 01/05/1991 au 31/04/1992, période pendant laquelle les enregistrements limnigraphiques donnent les cotes minimales et maximales de crue avec 4 points par jour.

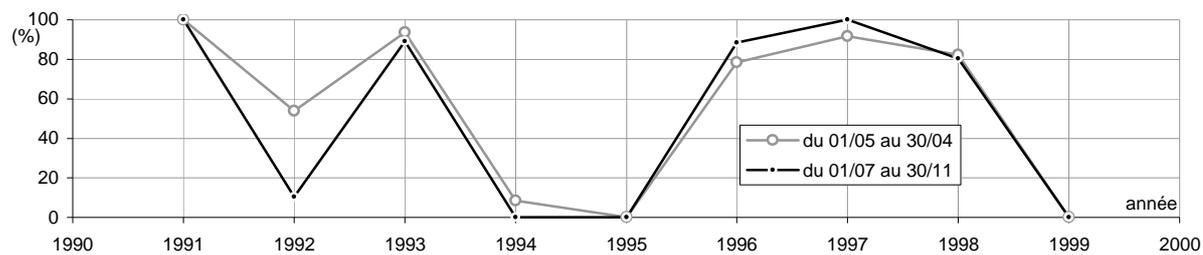


Figure 5.8.8.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Gandiol

5.9 TAHOUHEY, LAC DE GUIERS ET FERLO

Les corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau de cette zone sont indiquées dans le tableau A.9 de l'annexe 2A.

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour les stations du système Tahouey-Guiers, dans le paragraphe VII.2.2 de l'annexe 2C.

5.9.1 La Tahouey à Richard Toll pont RN, côté fleuve

L'historique des équipements mentionne une première échelle installée en 1906 (zéro = 0.801 m Thibault), l'installation d'une seconde échelle en 1949 (zéro = 0.02 m MEFS = -0.43 m IGN) et une réfection en 1959 (zéro = 0.11 m MEFS = -0.34 m IGN).

5.9.1.1 *Données*

Les relevés de cote de cette station figurent sous deux capteurs dans la base de données. Le capteur I1 contient, entre le 01/05/1985 et le 31/03/2004, des enregistrements limnigraphiques complétés par deux séquences de lectures d'échelle (01/05/1989 au 31/05/1990 ; 01/05/1992 au 31/10/2003). Le capteur IE contient des enregistrements limnigraphiques de grande fréquence entre le 25/01/2000 et le 27/05/2006. Les deux séries présentent des valeurs concordantes sur leurs périodes de recouvrement.

Après suppression de quelques données douteuses, très peu nombreuses (tab. A.9), les deux séries de cotes sont combinées comme suit pour constituer une série opérationnelle homogène, référencée à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude -34 cm IGN :

- Capteur I1 : du 01/05/1985 00:00 au 25/01/2000 08:00 ; du 20/03/2000 08:00 au 06/04/2000 08:00 ; du 20/04/2000 08:00 au 28/04/2000 18:00 ; du 17/05/2000 08:00 au 19/05/2000 08:00 ; du 28/06/2003 18:00 au 31/10/2003 08:00 ; du 08/11/2003 18:00 au 10/02/2004 08:00.
- Capteur IE : du 25/01/2000 16:20 au 19/03/2000 22:40 ; du 06/04/2000 10:40 au 19/04/2000 18:20 ; du 29/04/2000 00:00 au 16/05/2000 23:40 ; du 19/05/2000 09:00 au 28/06/2003 16:40 ; du 31/10/2003 12:40 au 08/11/2003 11:20 ; du 10/02/2004 15:20 au 27/05/2006 08:00.

Hormis l'année hydrologique 1987, sans aucune donnée, les cotes opérationnelles couvrent très bien la période observée (fig. 5.9.1.A). Limitée à un point par jour jusqu'en 1987, leur fréquence passe ensuite à deux points par jour, d'abord en période de crue puis de façon permanente à partir de juin 1993. Après janvier 2000, la fréquence des enregistrements limnigraphiques varie entre 2 et 44 points par jour selon l'évolution du niveau.

Sur leur période de recouvrement entre 1985 et 2006, les cotes opérationnelles relevées à Richard Toll en valeurs absolues moyennes journalières, sur le fleuve au quai (Hf) et sur la Tahouey au pont côté fleuve (Ht), montrent une dénivelée Hf-Ht qui varie entre -39 et +48 cm. Cette dénivelée positive ou nulle pendant 85 % du temps, n'est inférieure ou égale à -5 cm que pendant 2% du temps, lors de rares séquences de fort écoulement de la Tahouey vers le fleuve. Les séquences de fort écoulement du fleuve vers la Tahouey sont beaucoup

plus fréquentes, avec une dénivelée $H_f - H_t$ supérieure ou égale à 5 cm pendant 23% du temps.

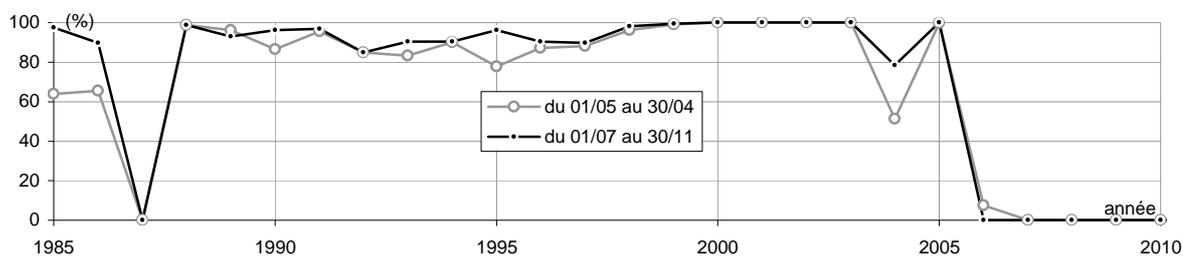


Figure 5.9.1.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Richard Toll au pont, côté fleuve

5.9.2 La Tahouey à Richard Toll pont RN, côté Guiers

5.9.2.1 Données

La base de données contient pour cette station des enregistrements limnigraphiques couvrant sans interruption la période du 25/01/2000 au 30/12/2005. La fréquence de ces relevés qui varie entre 1 et 66 points par jour, est presque toujours supérieure à 2 points par jour.

Selon la base de données, le zéro d'échelle de la station se situe à l'altitude -36 cm IGN. D'après cette valeur, le niveau absolu du plan d'eau à Richard Toll pont RN côté Guiers apparaît la plupart du temps inférieur de 1 à 5 cm (en moyenne 3 cm) à celui de la station de Richard Toll CSS (calculé avec un zéro d'échelle estimé de façon indirecte à -42 cm IGN par la présente étude).

5.9.3 La Tahouey à Richard Toll CSS

Le dossier de station stocké dans la base de données mentionne l'installation d'une échelle de crue composée de 3 éléments à cette station (0 à 1 m, 1 à 2 m, 2 à 3 m fixés sur des UPN80), à une date non précisée. Cette échelle située à 50 mètres en aval du pont barrage de la CSS a son zéro calé à +0.03 m IGN.

5.9.3.1 Données

Les relevés de cote de cette station figurent sous deux capteurs dans la base de données. Le capteur I1, qui couvre la période du 01/06/1990 au 27/05/2006, contient essentiellement des enregistrements limnigraphiques complétés par des séquences de lectures d'échelle (juin 1990 à octobre 1993 ; février, mars et juillet 1999 ; janvier à mars 2000). Le capteur IL ne contient que des lectures d'échelle, pour la période du 12/02/1999 au 30/09/2001. Les deux séries de cotes ont des valeurs concordantes sur leur période commune.

Pour la période du 01/05/1992 au 01/10/1993, les cotes contenues sous le capteur I1 correspondent précisément, à quelques erreurs de saisie près, à celles de la Tahouey à Richard Toll pont côté fleuve, alors que les limnigrammes des deux stations diffèrent nettement tout le reste du temps. Ces données, manifestement saisies par erreur pour la station, sont éliminées ici (tab. A.9). Par comparaison avec les limnigrammes des stations voisines, il apparaît enfin très nettement que les données conservées pour la station de

Richard Toll CSS sont hétérogènes. Comme il est démontré ci-dessous, elle se réfèrent à un zéro d'échelle dont l'altitude est modifiée à partir de 1999.

La station occupe une position intermédiaire sur le canal de la Tahouey, qui relie le fleuve Sénégal et le lac de Guiers. Elle est située à l'aval des deux ponts barrages où l'écoulement peut être barré en fonction de divers objectifs de gestion. De ce fait, le niveau absolu de plan d'eau (Hcss) ne peut y être supérieur, théoriquement, à la valeur maximale des niveaux simultanés du fleuve à Richard Toll quai (Hf) et du lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey (Hg). Inversement, ce niveau absolu Hcss ne pourrait être sensiblement inférieur à la valeur minimale des niveaux simultanés Hf et Hg, que sous l'effet de prélèvements extrêmement importants effectués le long du canal. Les ordres de grandeur concernant le gabarit du canal (d'après les jaugeages : rayon hydraulique de 3 m ; section mouillée de 200 m²) et les débits prélevés maximaux (10 m³/s) ne permettent pas de retenir cette hypothèse. En conclusion, il apparaît que sauf imprécision de lecture ou effet de sèche, les conditions suivantes doivent être respectées à tout instant t :

$$\min(H_f(t), H_g(t)) \leq H_{css}(t) \leq \max(H_f(t), H_g(t))$$

Ces conditions sont testées ici en comparant les valeurs moyennes journalières des cotes absolues de la station à celles des cotes opérationnelles et homogènes de Richard Toll quai (ou Tahouey à Richard Toll pont côté fleuve, en cas de lacune) et de l'embouchure de la Tahouey (ou Gnit, en cas de lacune). Avec un zéro d'échelle situé à l'altitude +3 cm IGN (valeur indiquée dans le dossier de station), on obtient un niveau trop élevé à la station dans plus de deux tiers des 300 occurrences sur la période 1990-1991, et pour toutes les 2041 occurrences à partir de l'année 1999. On prend donc ici le parti de corriger l'altitude du zéro d'échelle, afin d'obtenir une série de cotes opérationnelle homogène pour la station, cohérente avec les séries des stations voisines. La correction qui maximise les occurrences de cette cohérence (respect des conditions ci-dessus), s'élève à -6 cm pour les années 1990-1991 et -45 cm à partir de 1999. D'après ces résultats, les cotes figurant dans la base de données se référeraient donc à un zéro situé à l'altitude -3 cm IGN en 1990 et 1991 et -42 cm IGN à partir de 1999.

En appliquant une correction de 39 cm sur les cotes des années 1990 et 1991, on obtient donc une série opérationnelle homogène se référant à un unique zéro d'échelle, situé à l'altitude -42 cm IGN. Cette série combine les relevés des capteurs I1 et IL de la façon suivante :

- Capteur I1 : 01/06/1990 00:00 au 30/04/1999 12:45 ; 14/05/1999 16:20 au 14/06/1999 12:20 ; 01/07/1999 08:00 au 31/07/1999 18:00 ; 03/08/1999 13:00 au 27/12/1999 23:59 ; 01/01/2000 07:59 au 08/03/2000 08:00 ; 02/09/2000 11:00 au 27/05/2006 00:30.
- Capteur IL : 30/04/1999 18:00 au 14/05/1999 08:00 ; 14/06/1999 18:00 au 30/06/1999 18:00 ; 01/08/1999 08:00 au 03/08/1999 08:00 ; 28/12/1999 08:00 au 31/12/1999 18:00 ; 08/03/2000 18:00 au 02/09/2000 08:00.

La fréquence des relevés est d'un point par jour en 1990 et 1991. A partir de 1999, elle varie entre 1 et 31 points par jour pour les relevés issus du capteur I1, et reste fixée à 2 points par jour pour ceux du capteur IL. Hormis la très longue lacune s'étendant de août 1991 à janvier 1999, le reste de la période observée est très bien couvert par les données (fig. 5.9.3.A)

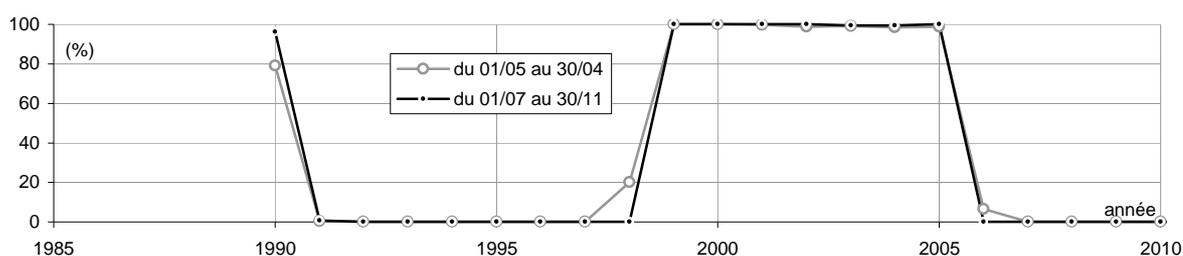


Figure 5.9.3.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Richard Toll CSS

On dispose par ailleurs des résultats de 68 jaugeages réalisés sur le canal de la Tahouey entre 1990 et 2001. Leur liste est donnée dans le tableau 5.9.3.A, qui indique également :

- L'origine des cotes estimées à Richard Toll CSS et à l'embouchure de la Tahouey, quand la source des jaugeages ne donne pas ces cotes jaugées : cotes moyennes journalières opérationnelles aux stations de Richard Toll pont RN côté fleuve (code 1) ; Richard Toll CSS (code 2) ; embouchure de la Tahouey (code 3) ; Gnit (code 4) ; Sanente (code 5).
- La section jaugée : aval de la station de Richard Toll CSS (code 6) ; amont de la station de Richard Toll pont RN côté fleuve (code 7) ; Ndombo (code 8).
- La source des données de jaugeages : Banque de données pour la station de Richard Toll CSS (code 9) ou la station de Richard Toll pont RN côté fleuve (code 11), POGR (1999c) (code 10), POGR (1999d) (code 12).

N°	Date	H (cm) (IGN)	Hv (cm) (IGN)	D (cm)	Q (m ³ /s)	codes données	N°	Date	H (cm) (IGN)	Hv (cm) (IGN)	D (cm)	Q (m ³ /s)	codes données
1	17/07/1990	53	34	19	48.8	6 9	35	13/09/1992	194	170	24	80.0	3 6 9
2	18/07/1990	51	31	20	54.7	6 9	36	08/10/1992	173	176	-3	-53.0	3 6 9
3	27/07/1990	93	48	45	98.6	6 9	37	18/10/1992	163	150	13	48.0	3 6 9
4	28/07/1990	97	56	41	103.0	6 9	38	21/03/1998	191	180	11	43.2	3 10
5	30/07/1990	107	60	47	100.0	6 9	39	06/06/1998	191	181	10	39.5	1 3 10
6	01/08/1990	97	57	40	72.4	6 9	40	18/07/1998	210	200	10	35.7	1 3 10
7	02/08/1990	100	57	43	79.7	6 9	41	27/08/1998	202	193	9	53.3	1 3 10
8	03/08/1990	100	62	38	76.6	6 9	42	30/09/1998	240	218	22	70.7	1 3 10
9	04/08/1990	99	61	38	73.8	6 9	43	30/09/1998	240	218	22	69.5	1 3 6 10
10	17/08/1990	105	103	2	33.6	6 9	44	15/10/1998	233	233	0	26.8	1 3 6 10
11	19/08/1990	107	107	0	9.8	6 9	45	29/10/1998	201	212	-11	16.0	1 3 6 10
12	20/08/1990	107	105	2	9.9	6 9	46	12/11/1998	191	199	-8	19.9	1 3 6 10
13	22/08/1990	115	108	7	62.3	6 9	47	26/11/1998	193	190	3	6.3	1 3 6 10
14	23/08/1990	116	109	7	59.9	6 9	48	18/12/1998	200	187	13	34.6	1 3 6 10
15	24/08/1990	122	116	6	48.5	6 9	49	14/01/1999	198	189	9	50.0	1 4 6 10
16	28/08/1990	124	116	8	64.5	6 9	50	09/03/1999	209	208	1	33.6	2 4 7 11
17	29/08/1990	124	118	6	55.7	6 9	51	12/03/1999	209	206	3	37.0	2 4 7 11
18	30/08/1990	124	118	6	39.3	6 9	52	14/04/1999	209	206	3	30.9	2 4 7 11
19	01/09/1990	129	121	8	58.6	6 9	53	14/05/1999	211	203	8	26.7	2 4 7 11
20	01/09/1990	130	121	9	56.9	6 9	54	17/06/1999	214	206	8	48.1	2 4 7 11
21	02/09/1990	130	122	8	55.9	6 9	55	18/08/1999	206	204	2	38.3	4 8 12
22	02/09/1990	130	122	8	53.9	6 9	56	02/09/1999	232	224	8	60.0	4 8 12
23	03/09/1990	130	128	2	33.1	6 9	57	10/09/1999	240	229	11	74.0	2 4 7 11
24	03/09/1990	130	128	2	33.9	6 9	58	24/09/1999	261	247	14	93.0	2 4 7 11

N°	Date	H (cm) (IGN)	Hv (cm) (IGN)	D (cm)	Q (m ³ /s)	codes données	N°	Date	H (cm) (IGN)	Hv (cm) (IGN)	D (cm)	Q (m ³ /s)	codes données
25	04/09/1990	130	129	1	39.4	6 9	59	05/10/1999	275	259	16	96.5	5 8 12
26	10/10/1990	148	144	4	29.1	6 9	60	08/10/1999	263	264	-1	4.1	2 5 7 11
27	10/10/1990	147	144	3	36.0	6 9	61	23/10/1999	264	265	-1	7.9	2 5 7 11
28	11/10/1990	145	143	2	34.0	6 9	62	15/11/1999	249	247	2	4.1	2 4 7 11
29	02/09/1992	162	150	12	24.0	3 6 9	63	08/12/1999	228	230	-2	4.4	2 4 7 11
30	06/09/1992	172	153	19	56.0	3 6 9	64	09/03/2000	202	199	3	33.4	2 4 7 11
31	07/09/1992	177	154	23	67.0	3 6 9	65	05/04/2000	202	199	3	39.9	2 4 7 11
32	08/09/1992	180	155	25	87.0	3 6 9	66	02/09/2000	178	173	5	27.7	2 4 7 11
33	11/09/1992	188	159	29	83.0	3 6 9	67	10/03/2001	201	199	2	42.7	2 4 7 11
34	11/09/1992	187	159	28	87.0	3 6 9	68	02/04/2001	200	199	1	41.4	2 4 7 11

Tableau 5.9.3.A : mesures de débit du canal de la Tahouey (grisé : éliminé ; gras : mesure par ADCP) avec : H, la cote IGN à Richard Toll CSS ; Hv, la cote IGN à l'embouchure de la Tahouey ; D, la dénivelée du plan d'eau entre les deux stations.

5.9.3.2 Tarage

Les deux ouvrages mobiles pouvant barrer l'écoulement de la Tahouey sont situés à l'amont de la station de Richard Toll CSS. Il est donc possible d'étalonner cette station pour le cas (le plus fréquent) où le débit s'écoule du fleuve vers le lac, puisqu'aucune manœuvre de vanne ne peut alors influencer le contrôle hydraulique aval de l'écoulement. On constate cependant que le débit dépend non seulement de la cote à la station, mais aussi et surtout de la pente moyenne de la ligne d'eau jusqu'au lac. La méthode de la dénivelée normale s'impose pour déterminer l'étalonnage, puisqu'on dispose des données nécessaires pour déterminer cette pente, entre Richard Toll CSS et la station de l'embouchure de la Tahouey.

A partir de la formule de Chézy valable pour les écoulements uniformes, cette méthode consiste à exprimer ainsi le débit Q à la station avec les notations suivantes:

$$Q(H, D) = Q_n(H) \times ((D+dh)/D_n)^N$$

$$D = H - H_v$$

H : niveau IGN du plan d'eau à la station (ici : Richard Toll CSS)

H_v : niveau IGN du plan d'eau à la station située à l'aval (ici : embouchure de la Tahouey)

D : dénivelée entre niveaux de plan d'eau aux deux stations

dh : facteur correctif, théoriquement nul en cas de nivellement relatif parfait des zéros des échelles amont et aval

N : exposant théoriquement égal à 0.5, mais pouvant en réalité s'écarter légèrement de cette valeur

D_n : valeur "normale" de D

Q_n(H) : valeur "normale" de Q(H) pour la dénivelée D_n

Le tarage de la station s'effectue alors en optimisant la relation Q_n(H) et les paramètres dh et N pour une valeur de D_n arbitrairement choisie, de façon à ajuster au mieux le débit Q(H,D) sur les valeurs mesurées par la méthode des moindres carrés.

D'après Cogels et al (1994), les débits prélevés pour l'irrigation en divers points de la Tahouey peuvent atteindre à certains moments un cumul non négligeable, de l'ordre de 10

m³/s. On ne retient donc pour établir l'étalonnage aucun des débits jaugés inférieurs à 10 m³/s, d'autant plus que certains d'entre eux ont été mesurés à l'amont du pont barrage de la route nationale alors que toutes les vannes de celui-ci étaient fermées (8 et 23 octobre 1999). Les jaugeages présentant un débit négatif ou une pente négative ne sont pas non plus retenus, ainsi que trois autres jaugeages en désaccord avec l'ensemble des mesures.

On fixe arbitrairement à 8 cm la dénivelée normale D_n, conformément à la valeur moyenne des dénivelées D pour les jaugeages conservés. Pour déterminer le facteur correctif dh, on considère les cas où le niveau absolu de plan d'eau du Sénégal à Richard Toll quai étant inférieur à celui du lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey, le débit de la Tahouey est forcément nul ou négatif (écoulement possible du lac vers le fleuve, probablement assez rare). Pour les niveaux relevés à 665 reprises dans ces circonstances à la fois à Richard Toll CSS et à l'embouchure de la Tahouey, la dénivelée D varie entre -9 et 19 cm, avec une moyenne de -0.2586 cm. Au passage, on remarque que cette valeur très proche de zéro corrobore la différence des niveaux de référence des échelles de Richard Toll CSS (-42 cm IGN) et de l'embouchure de la Tahouey (-46 cm). Le facteur correctif dh est finalement fixé à 0.2586 cm, ce qui donne un débit Q(H,D) nul dès que la dénivelée D est inférieure à la moyenne observée dans les cas d'inversion de pente entre fleuve et lac.

Avec les valeurs de D_n et dh définies ci-dessus, la détermination de l'étalonnage consiste à optimiser l'exposant N ainsi que deux paramètres de la fonction Q_n(H), pour laquelle on fait l'hypothèse d'une annulation pour H=-300 cm. Cet étalonnage (tab. 5.9.3.B et fig. 5.9.3.B) est peu précis (erreur type = 11.2 m³/s ; coefficient de Nash = 0.720), probablement pour les raisons suivantes :

- La dénivelée D est affectée par les imprécisions de lecture commises aux deux stations, alors même qu'elle varie dans une gamme de valeurs assez restreinte (0 à 47 cm, médiane 14 cm). De ce fait, elle n'est connue qu'avec une faible précision relative. Or la dénivelée est le principal facteur conditionnant le débit.
- Les débits prélevés pour l'irrigation en divers points de la Tahouey peuvent être parfois non négligeables par rapport aux débits jaugés exploités, qui varient entre 27 et 103 m³/s.

Paramétrage de l'étalonnage, avec H désignant la cote IGN à Richard Toll CSS et D la dénivelée du plan d'eau entre cette station et celle de l'embouchure de la Tahouey :

$$Q_n(H) = 1.108E-001 * (H + 300.000)^{1.00000}$$

$$Q(H,D) = Q_n(H) * ((D+2.586E-001)/8.000E+000)^{3.575E-001} \quad \text{pour } D > -0.2586 \quad (Q(H,D) = 0 \text{ sinon})$$

H	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Q _n (H)	33.80	34.35	34.91	35.46	36.02	36.57	37.12	37.68	38.2	38.8	39.3	39.9	40.4	41.0
H	75	80	85	90	95	100	105	115	125	135	145	155	165	175
Q _n (H)	41.56	42.11	42.66	43.22	43.77	44.33	44.88	45.99	47.10	48.20	49.31	50.42	51.53	52.64
H	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295		
Q _n (H)	53.75	54.85	55.96	57.07	58.18	59.29	60.39	61.50	62.61	63.72	64.83	65.94		

Tableau 5.9.3.B : barème d'étalonnage de la station de Richard Toll CSS, pour une dénivelée normale D_n de 8 cm entre plans d'eau avec la station de l'embouchure de la Tahouey. Attention : H est ici la cote IGN à la station

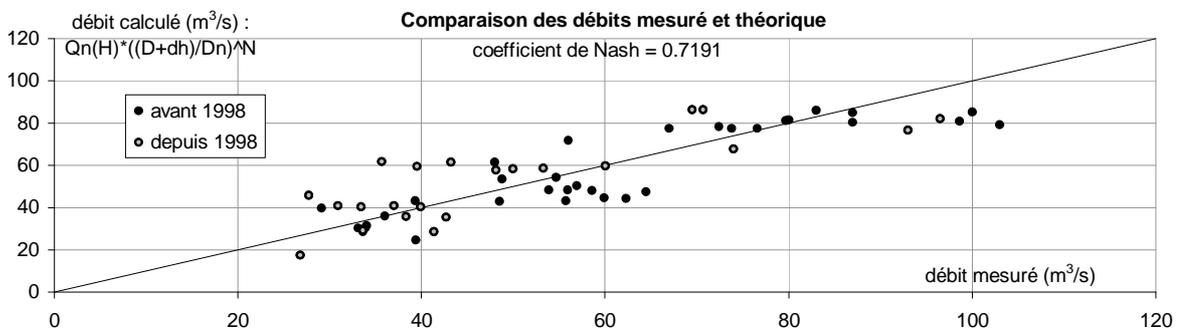
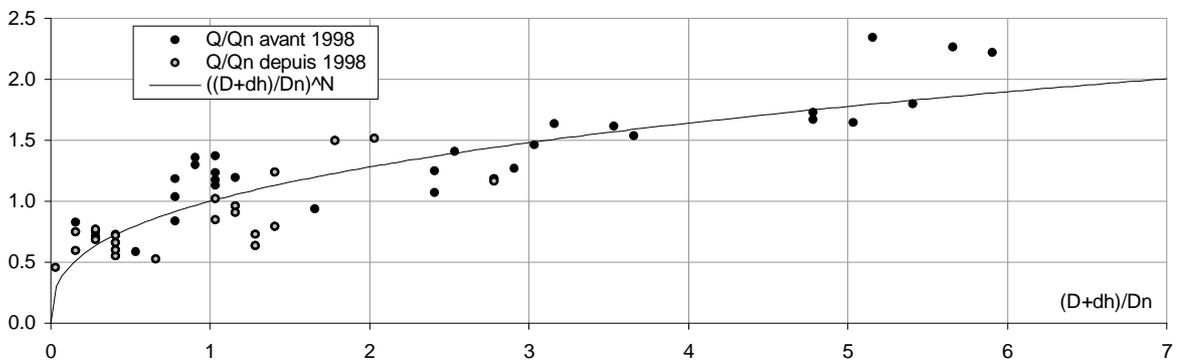
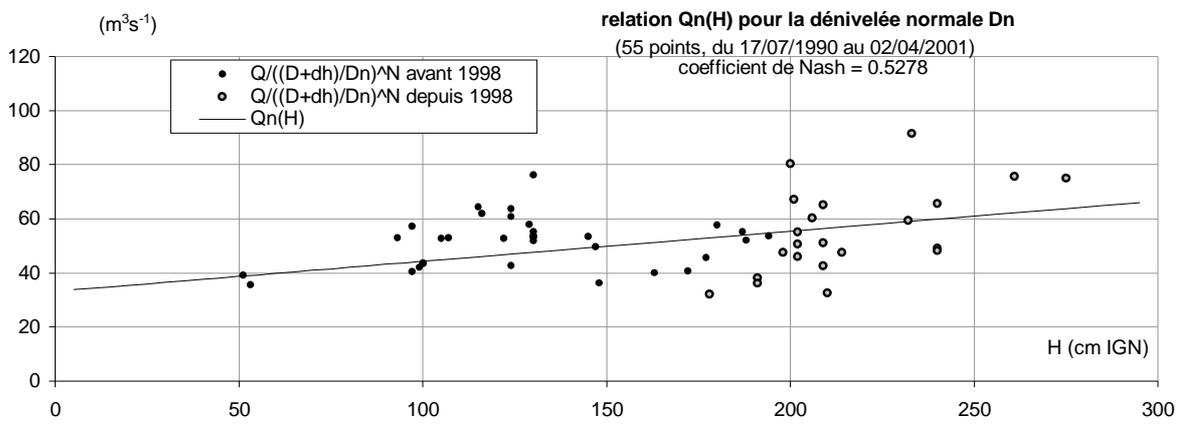
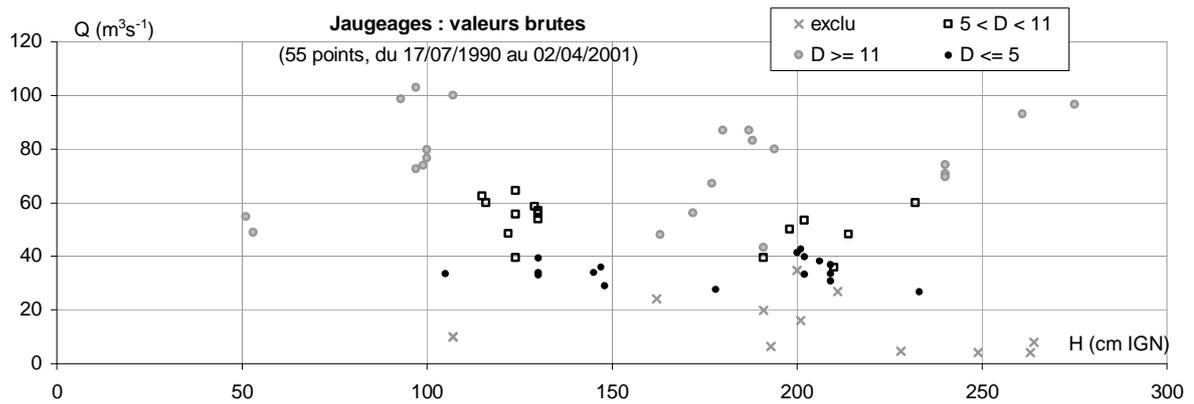


Figure 5.9.3.B : étalonnage de la station de Richard Toll pont CSS par la méthode de la dénivelée normale

5.9.4 La Tahouey à Ndombo

D'après la base de données, cette station dont l'altitude du zéro de référence n'est pas précisée se situe 1 km en aval du pont CSS sur la Tahouey.

Les données disponibles sont deux séries de niveaux relevés sur des périodes séparées de plusieurs années :

- Du 01/06/1990 au 17/07/1991 (sans lacune du 01/06/1990 au 07/09/1990) : niveaux enregistrés une fois par jour
- Du 01/09/1998 au 31/03/2000 (sans lacune du 13/11/1998 au 31/03/2000) : lectures d'échelle faites deux fois par jour.

Par rapport aux cotes brutes de la station située immédiatement à l'amont sur la Tahouey (Richard Toll CSS), les cotes relevées à l'échelle de Ndombo varient de façon quasi-identique mais sont plus élevées de 545 cm de 1990 à 1991 et de 500 cm à partir de 1999. Par ailleurs, le niveau absolu du plan d'eau peut être considéré comme identique aux deux stations, compte tenu de la faible distance séparant celles-ci. A partir de l'altitude du zéro de l'échelle de Richard Toll CSS, déterminée plus haut de façon indirecte (-3 cm IGN en 1990 et 1991 ; -42 cm IGN à partir de 1999), on peut donc déduire celle du zéro de l'échelle de Ndombo :

-548 cm IGN en 1990 et 1991

-542 cm IGN à partir de 1998

5.9.5 Le lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey

Le dossier de station stocké dans la base de données pour cette station mentionne les informations suivantes : Installée le 11.05.90 en vive droite du canal à l'entrée de la TAOUHEY, composée de 2 éléments métriques 0 à 1m, 1 à 2m calés à -0.370m IGN (CSS) et -0.460m (ORSTOM rattachement fait à partir du macaron IGN du pont de RICHARD TOLL coté à +4.876m).

5.9.5.1 Données

Etonnamment, la base de données contient pour cette station des relevés de cote couvrant la période du 01/01/1985 au 20/12/1998, alors que la station n'a semble-t-il été installée que le 11/05/1990 d'après le dossier de station trouvé dans la base. Par rapport aux relevés de Gnith, autre station du lac de Guiers, ces relevés présentent un décalage moyen de + 9 cm, bruité mais stable dans le temps. Ils sont donc très vraisemblablement homogènes, se référant à un unique zéro d'échelle. Par ailleurs, ils sont identiques aux niveaux absolus publiés par Lamagat et al (1990) pour la station sur la période du 01/07/1990 au 05/08/1990. Ces auteurs avaient calculé ces niveaux à partir des lectures d'échelle, en considérant un zéro de référence situé à l'altitude -37 cm IGN, cette valeur étant déduite d'un nivellement effectué par rapport à « un repère IGN propre à la CSS ». On applique donc ici une correction de +37 cm aux relevés contenus dans la base, pour obtenir une série opérationnelle de niveaux lus sur l'échelle de la station (tab. A.9).

On ne dispose d'aucun relevé de niveau entre le 01/01/1986 et le 31/12/1988, mais les cotes opérationnelles couvrent parfaitement le reste de la période observée, avec une valeur par

jour (fig. 5.9.5.A). Elles sont homogènes et se réfèrent à un zéro d'échelle situé à l'altitude - 46 cm IGN, valeur obtenue (d'après le dossier de station dans la base de données) par nivellement par rapport au repère IGN du pont de Richard Toll. Avec cette altitude du zéro, le limnigramme de la station est quasiment confondu en niveau absolu (bien que plus irrégulier) avec celui de la station de Gnit, sauf en 1990 où il est plus élevé. Cette similitude est fort logique, au moins pour les nombreuses périodes sans débit significatif échangé entre le fleuve et le lac de Guiers. La valeur -46 cm semble donc plus plausible que la valeur -37 cm initialement envisagée pour l'altitude IGN du zéro de la station.

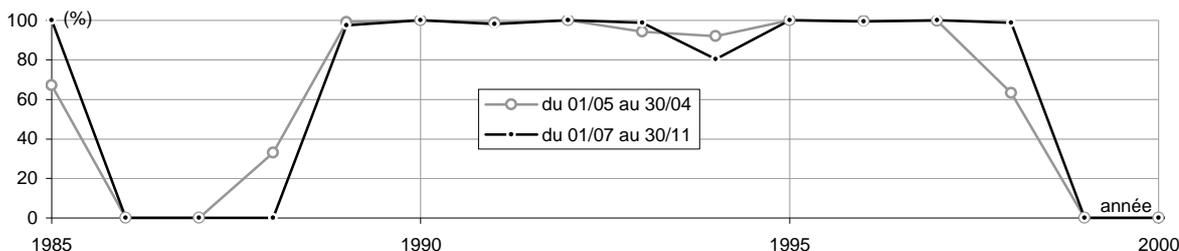


Figure 5.9.5.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de l'embouchure de la Tahouey

5.9.6 Le Lac de Guiers à Niet Yone

Coordonnées géographiques : 15°50' W ; 16°20' N

5.9.6.1 Données

Les relevés de cote disponibles pour cette station, stockés en tant que lectures d'échelle quotidiennes dans la base de données, couvrent la période du 02/01/1950 au 03/11/1953 de façon assez incomplète (fig. 5.9.6.A). Ne nécessitant aucune correction./suppression, ils constituent une série homogène se référant à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude -45 cm IGN.

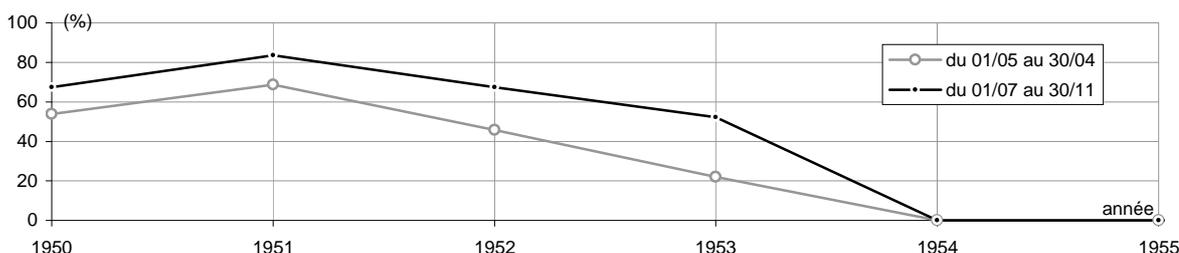


Figure 5.9.6.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Niet Yone

5.9.7 Le Lac de Guiers à Sanente

Coordonnées géographiques : 15°48' W ; 16°14' N

5.9.7.1 Données

La base de données contient pour Sanente, sous le capteur I1, des relevés de niveau couvrant la période du 02/01/1955 au 31/03/2004. D'après leurs codes d'origine, ce sont essentiellement des lectures d'échelle, complétées par deux séquences d'enregistrements limnigraphiques (mai 1985 à avril 1987 et mai 1990 à décembre 1992).

La superposition des limnigrammes de Sanente et Gnit, autre station du lac de Guiers, met en évidence certaines séquences de cotes qui doivent être corrigées ou supprimées à Sanente pour l'obtention d'une série opérationnelle (tab. A.9). En particulier, tous les relevés de janvier 1993 à avril 1994 doivent être supprimés, car ils résultent manifestement d'une confusion de station avec Gnit au moment de la saisie dans la base de données. Les dates des cotes de décembre 2001 sont corrigées ici, car celles-ci correspondent de toute évidence aux relevés de novembre 2001. De 1985 à 1991, les cotes relevées en phase de remplissage du lac (de juillet ou août jusque septembre ou octobre) présentent par ailleurs une progression anormale en dents de scie, qu'on n'est pas en mesure d'expliquer ici. Ces données sont néanmoins conservées car elles permettent de suivre assez correctement l'évolution moyenne du niveau.

Les cotes de Sanente contenues dans la base de données se réfèrent à un zéro d'échelle dont l'altitude a probablement varié dans le temps, comme semblent l'indiquer les éléments suivants :

- D'après Rochette et al (1974), les cotes antérieures à 1965 se réfèrent à un zéro d'altitude -48 cm IGN. Ceci est confirmé par un nivellement effectué 19/03/1975, mentionné dans le dossier de station de la base de données. D'après ce dossier, un nivellement du plan d'eau effectué le 15/01/1992 permet ensuite de déterminer, par une méthode non précisée, une altitude de -42.5 cm IGN pour le zéro de l'échelle.
- La proximité des stations de Sanente et Gnith, toutes deux implantées sur la rive ouest du lac, permet de penser que le niveau absolu de plan d'eau y est probablement quasi-identique en permanence. En supposant par ailleurs que l'altitude du zéro de l'échelle de Gnit n'a jamais varié et se situe bien à 0 cm IGN comme l'indique la base de données, la comparaison des limnigrammes de Sanente et Gnit montre que l'altitude du zéro de l'échelle de Sanente a probablement varié ainsi : -50 cm IGN de mai 1976 à avril 1977 ; -40 cm IGN de août 1977 à décembre 1992 ; -37 cm IGN de mai 1994 à février 1999 ; -31 cm IGN depuis mars 1999.

On prend ici le parti d'homogénéiser les cotes de Sanente pour obtenir une série opérationnelle se référant à un unique zéro d'échelle situé à l'altitude -48 cm IGN. Les corrections effectuées, déduites des éléments ci-dessus, sont indiquées dans le tableau A.9.

On ne dispose d'aucune cote opérationnelle à Sanente pour les années hydrologiques 1964 à 1975, 1979 à 1984 ainsi que 1993. Le reste de la période observée est couvert de façon variable (fig. 5.9.7.A). La fréquence des relevés, limitée à un point par jour jusqu'en 1964, varie ensuite entre un et deux points par jour de 1976 à 1999, avant de se stabiliser à 2 points par jour à partir de juin 1999.

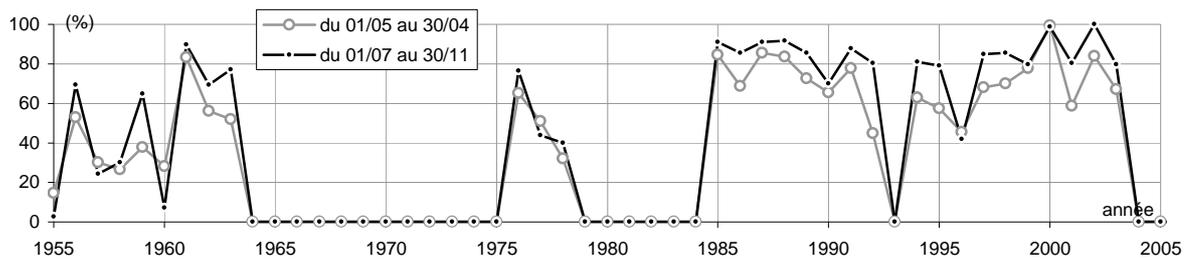


Figure 5.9.7.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Sanente

5.9.8 Le Lac de Guiers à Gnit

Coordonnées géographiques : 15°54' W ; 16°11' N

5.9.8.1 Données

Les relevés de niveau disponibles pour Gnit figurent sous deux capteurs différents dans la base de données. Le capteur I1 contient des lectures d'échelle réparties entre le 01/01/1976 et le 03/04/2001, alors que des enregistrements limnigraphiques figurent sous le capteur I2 pour la période du 01/09/2000 au 27/05/2006. Ces derniers, qui présentent par moment un signal légèrement bruité, s'accordent parfaitement avec les relevés de I1 sur la période commune.

Aucune suppression/correction n'est nécessaire pour obtenir une série de cotes opérationnelles, constituée en combinant ainsi les relevés des deux capteurs :

- I1 : du 01/01/1976 00 :00 au 03/04/2001 08 :00
- I2 : du 03/04/2001 09 :00 au 27/05/2006 06 :00

Ces cotes se réfèrent à un zéro d'échelle situé à l'altitude 0 cm IGN, d'après l'indication fournie par la base de données. Elles couvrent parfaitement la période observée (fig. 5.9.8.A), avec des relevés dont la fréquence est constante jusqu'au 03/04/1976 (1 point par jour), puis variable après cette date (entre 1 et 16 points par jour).

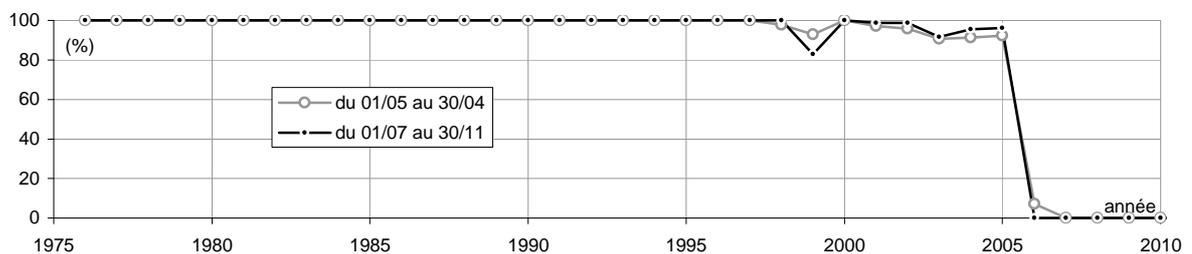


Figure 5.9.8.A : pourcentage annuel des jours pour lesquels on dispose d'au moins un relevé de niveau réellement observé à la station de Gnit

5.9.9 Le lac de Guiers à Keur Momar Sarr

Coordonnées géographiques : 15°56'46" W ; 15°56'08 " N

La digue de Keur Momar Sarr est équipée d'un ouvrage vanné permettant de contrôler les échanges de débit entre le lac de Guiers et la vallée fossile du Ferlo. Deux stations hydrométriques sont installées de part et d'autre de cet ouvrage. Elles sont équipées d'enregistreurs électroniques de type Thalimèdes, qui permettent un suivi très fin du niveau des deux plans d'eau avec une fréquence d'enregistrement optimisée automatiquement.

Pour la station située côté Guiers, dont le zéro de référence est à l'altitude 0 cm IGN, les enregistrements couvrent la période du 01/02/2000 au 27/05/2006. Par rapport aux niveaux du lac observés à Gnith (station dont l'altitude de référence vaut également 0 cm IGN), les niveaux observés à Keur Momar Sarr varient de façon très similaire mais ils sont plus bruités et légèrement inférieurs. L'écart moyen entre les relevés de ces deux stations vaut 3 cm, hormis entre le 20/06 et le 13/09/2001. Sur cette période, l'écart moyen atteint 9 cm et l'on remarque que les limnigrammes enregistrés côté Guiers et côté Ferlo à Keur Momar Sarr sont identiques, alors qu'ils diffèrent plus ou moins tout le reste du temps. Une confusion de station au moment du transfert électronique des cotes dans la base paraît donc possible. Les cotes disponibles sur la période du 20/06 au 13/09/2001 pour le lac de Guiers à Keur Momar Sarr doivent par conséquent être considérées avec prudence.

5.9.10 Le Ferlo à Keur Momar Sarr

Coordonnées géographiques : 15°56'46" W ; 15°56'08 " N

Cette station associée à la précédente a également un zéro de référence situé à l'altitude 0 cm IGN. Par rapport aux cotes enregistrées côté Guiers, les cotes enregistrées côté Ferlo sur la période du 27/01/2000 au 27/05/2006 paraissent beaucoup moins bruitées, du fait d'un batillage probablement moins important.

Jusqu'à mi-février 2004, le niveau du Ferlo est la plupart du temps inférieur de quelques centimètres (maximum 20 cm ; moyenne 5 cm) par rapport au niveau du Guiers, dont il suit d'assez près les variations. Quelques inversions de dénivellée entre les deux plans d'eau sont observées de façon épisodique. Elles sont brèves et peu importantes (quelques centimètres) et on ne peut dire si elles sont dues au batillage ou si elles correspondent à une réelle inversion de la pente. A partir du 16/02/2004, le niveau du Ferlo commence à évoluer de façon complètement indépendante du niveau du Guiers, avec une dénivellée devenant plus importante entre les deux plans d'eau (maximum : 56 cm ; moyenne : 22 cm). On remarque cependant une inversion nette et continue de cette dénivellée entre le 02/08/2004 et le 16/09/2004. Le niveau du Ferlo est alors plus élevé que celui du Guiers, avec une différence atteignant 23 cm le 30/08/2004.

5.9.11 Autres stations du Ferlo

La base de données contient des niveaux issus de lecture d'échelle sur les périodes du 01/07/2001 au 31/10/2001 et du 07/07/2002 au 31/10/2002, pour 4 stations implantées dans la vallée du Ferlo à plus de 160 km en amont topographique de Keur Momar Sarr. Les coordonnées de ces stations sont les suivantes, telles qu'indiquées dans la base :

Fourdou à Barkedji : 15°16'12"N 14°51'36"O

Moustique 1 à Barkedji : 15°16'48"N 14°51'36"O

Moustique 2 à Barkedji : 15°16'12"N 14°51'36"O

Moustique 3 à Barkedji : 15°16'12"N 14°51'00"O

5.10 LIT MAJEUR DU FLEUVE SENEGAL ENTRE BAKEL ET DAGANA

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant des observations de terrain et des mesures effectuées sur le lit majeur du fleuve autour de Podor – en particulier sur le Koundi - figurent dans le paragraphe VII.1.11 de l'annexe 2C.

5.10.1 Stations

A l'aval de Bakel, la crue annuelle du fleuve Sénégal envahit un vaste lit majeur dès qu'elle est suffisamment forte. Elle se propage alors dans un réseau complexe de chenaux et de plaines d'inondation, sur une largeur pouvant atteindre par endroit une vingtaine de kilomètres.

Les écoulements dans le lit majeur ont fait l'objet d'observations hydrométriques menées généralement lors d'études particulières étalées sur quelques années. Parmi celles-ci, on peut citer :

- L'étude des écoulements dans le lit majeur du fleuve à Matam (jaugeages de 1964 et 1999), déjà évoquée plus haut (§ 5.6.3.3) et non reprise ici.
- L'étude hydrologique de la cuvette de Nianga, menée entre 1991 et 1993 (Séguis et Dubée, 1992 ; Séguis, 1992 ; Séguis et Dubée, 1994). Cette plaine située au sud de Podor est bordée par le Doué au nord et le Ngalenka au sud. Les écoulements y sont contrôlés par plusieurs ouvrages (endiguements, vannes).
- L'étude hydrologique menée lors du POGR entre 1997 et 2001 sur douze cuvettes naturelles de débordement, réparties entre Bakel et Podor (POGR 1998, 1999b, 1999d). Au moment de l'étude, aucun ouvrage vanné n'équipe ces cuvettes, dont le remplissage est entièrement conditionné par le niveau du fleuve dans le lit mineur.

La liste des stations exploitées sur le lit majeur depuis 1988 est donnée dans le tableau 5.10.1. Les stations de cuvettes, implantées sur des plaines présentant diverses formes de liaisons hydrauliques naturelles avec les chenaux d'écoulement, peuvent être classées en plusieurs catégories :

- Cuvettes de type dépression (formant une mare résiduelle après la décrue), à une seule entrée-sortie (exemples : Nabadji, Mbakhna, Pété)
- Cuvettes de type dépression (avec mare résiduelle), présentant plusieurs entrées-sorties : par exemple la cuvette de Podor, avec deux alimentations-vidanges à partir du Sénégal et deux à partir du Doué.
- Cuvettes constituant le lit majeur d'un chenal, sans présenter de dépression capable de garder l'eau après la décrue (exemple : Wawa)

Soit sur les cuvettes associées, soit directement sur leur cours, plusieurs chenaux d'écoulement ont fait l'objet d'observations hydrométriques sur le lit majeur du fleuve. Outre le Sénégal et le Doué, ce sont :

- Le **Tourimé**, situé en rive gauche du Sénégal entre Bakel et Yelingara
- Le **Diamel**, défluent de rive gauche du Sénégal se séparant de celui-ci 2 km à l'aval de Matam et rejoignant le Doué à proximité de la séparation de ce dernier avec le Sénégal
- Le **marigot de Mbagne**, situé en rive droite du Sénégal entre Diorbivol et Boghe
- Le **Gayo**, défluent de rive droite du Doué se séparant de celui-ci environ 66 km à l'aval de Ngoui et parcourant l'Île à Morphil avant de rejoindre le Sénégal à 19 km en amont de Podor.
- Le **Ngalenka**, défluent de rive gauche du Doué se séparant de celui-ci environ 5 km à l'aval de Guede et rejoignant le Sénégal environ 38 km à l'amont de Dagana.
- Le **Wali Diala**, défluent de rive gauche du Doué se séparant de celui-ci à Guia (26 km à l'aval de Guede) par un ouvrage de contrôle et rejoignant le Ngalenka environ 29 km avant la confluence de ce dernier avec le Sénégal.
- Le **Diossorol**, défluent de rive gauche du Doué se séparant de celui-ci à Ndiawara (10 km à l'aval de Guede) par un ouvrage de contrôle et rejoignant le Wali Diala environ 6 km après la séparation de ce dernier avec le Doué.
- Le **Koundi**, défluent de rive droite du Sénégal recevant les apports du Oualo alimentés par le Sénégal entre Boghe et Podor, et rejoignant le Sénégal 16 km en amont de Dagana.
- Le **Sokkam**, défluent de rive droite alimentant le lac de R'kiz et se séparant du Sénégal environ 4 km en amont de Dagana

Enfin, il faut signaler que certaines des stations suivies sur la plaine de Nianga sont implantées de façon couplée, de part et d'autre d'ouvrages hydrauliques : Ndiawara (extérieur est et intérieur ouest) et Digue intérieure nord-sud (amont et aval) sur le Diossorol et Ndiayène sur le Ngalenka (intérieur est et extérieur ouest).

station	cours d'eau	latitude	longitude	altitude du zéro (m IGN)	période observée
Diawara au pont	Tourimé			18.00	2000
cuvette de Tuabou	Tourimé	14°57' 32"	-12°28' 25' "	19.20	2000-2001
cuvette de Yelingara	Tourimé	15°0' 13"	-12°31' 3 0"	17.10	2000-2001
cuvette de Nabadji	Diamel	15°44' 37"	-13°21' 43' "	8.97	1997-2000
Nabadji	Diamel	15°44' 59"	-13°21' 55"	0.00	1991 -2000
Ndouloumadji	Diamel			0.00	1993-2000
cuvette de Mbakhna	Diamel	15°51' 52"	-13°25' 32' "	8.59	1997-2000
cuvette de Ouoloum Néré	Sénégal	16°11' 13"	-13°3 9' 51"	6.00	1998-2000
cuvette de Pété	Doué	16°6' 55"	-13°56' 4"	8.17	1997-2000
cuvette de Ouro Dialao	marigot de Mbagne	16°18' 23"	-13°55' 13"	6.80	1998-2000
cuvette d'Aéré Goléré	marigot de Mbagne	16°23' 23"	-14°0' 59"	7.20	1998-2000
cuvette de Wawa	Gayo	16°34' 60"	-14°33' 29"	1.6 5	1997-2000
cuvette de Donaye	Gayo	16°36' 49"	-14°50' 16"	1 .60	1997-2000
cuvette de Leqseiba	Sénégal	16°40' 39"	-14°56' 0 "	2.50	1998-1999

station	cours d'eau	latitude	longitude	altitude du zéro (m IGN)	période observée
cuvette de Podor	Sénégal	16°38' 44"	-14°59' 38"	1.74	1997-2000
Ndiawara extérieur est	Diossorol	16°34' 50"	-14° 51' 8"	-0.04	1991-1993
Ndiawara intérieur ouest	Diossorol	16°34' 50"	-14 °51' 8"	2.97	1991-2001
Moundou	Diossorol	16°34' 44"	-14°53' 32"	1.39	1 991-1992
Digue Intérieure nord sud amont	Diossorol	16°34' 2 0"	-14°54' 13"	-0.06	1991-1992
Digue Intérieure nord sud aval	Diossorol	16°34' 20 "	-14°54' 13"	2.76	1991-1992
Guia Pompage intérieur	Wali Diala	16°35' 38"	-14° 55' 59"	0.05	1992
Pont Gari	Wali Diala	16°32' 59"	-14°57' 54"	0.4 6	1991-1992
Seuil Thiewle	Wali Diala	16°32' 5"	-15°0' 23"	1 .37	1992
cuvette de Figo	Wali Diala	16°30' 31"	-15°1' 28' '	1.42	1992-2001
Ndiayène intérieur est	Ngalenka	16°30' 40"	-15°3 ' 29"	0.33	1991-1992
Ndiayène extérieur ouest	Ngalenka	16°30' 40"	-15° 3' 29"	0.33	1991-1992
Sokkam	Sokkam	16°33' 30"	-15°31' 10"		1988-1989

Tableau 5.10.1 : liste des stations hydrométriques exploitées depuis 1988 sur le lit majeur du fleuve Sénégal entre Bakel et Dagana

5.10.2 Cotes

Pour chacune des stations exploitées depuis 1990 et situées sur le lit majeur du Tourimé, du Diamel, du Sénégal, du Doué, du marigot de Mbagne et du Gayo, les données disponibles sont des cotes instantanées stockées sur un unique capteur I1. Ces cotes correspondent à des lectures d'échelle observées deux fois par jour à Diawara, Tuabou, Yelingara, Ouoloum Néré, Ouro Dialao, Aéré Goléré, Wawa et Leqseiba, une ou deux fois par jour à Ndouloumadji, Nabadji (cuvette), Pété et Podor et une fois par jour à Nabadji, Makhna et Donaye. Ces observations de bonne qualité sont complétées par quelques cotes reconstituées pour Mbakhna, Tuabou, Wawa et Donaye. Pour presque toutes ces stations, les données disponibles ne concernent que la période de crue annuelle, pour une à sept années observées (fig. 5.10.2.A et 5.10.2.B).

Pour chacune des stations suivies sur le système Ngalenka / plaine de Nianga, les cotes disponibles sont stockées sur un à trois capteurs dans la base de données. D'après leurs codes d'origine, elles correspondent à des lectures d'échelle ou à des enregistrements limnigraphiques, les deux origines concernant souvent un même capteur. Pour les stations de Ndiawara intérieur ouest, Digue intérieure nord-sud aval, Pont Gari et Ndiayène intérieur ouest, certaines séquences d'enregistrements limnigraphiques sont manifestement erronées, du fait d'erreur de dépouillement concernant la démultiplication de l'appareil ou le niveau de référence. Après correction de ces données, on constate pour chaque station une bonne cohérence des cotes stockées sur les différents capteurs, qui peuvent être combinées pour constituer une série opérationnelle. La figure 5.10.2.C montre que ces cotes opérationnelles ne concernent que les périodes de crue des années 1992 et 1993, ainsi que 2001 pour Ndiawara intérieur et Figo.

Enfin, les cotes disponibles pour la station de Sokkam couvrent un cycle de crue entre le 1^{er} mai 1988 et le 1^{er} mars 1989 avec une valeur par jour. Elles apparaissent comme des lectures d'échelle, sauf pour la première et la dernière valeur (code d'origine E : enregistrement limnigraphique). Elles évoluent de façon très cohérente avec celles de la station de Dagana, mais avec une amplitude beaucoup plus forte et étonnamment élevée (marnage de 840 cm, au lieu de 255 cm à Dagana).

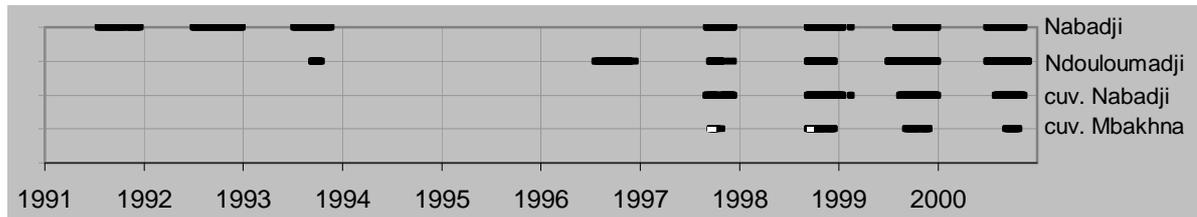


Figure 5.10.2.A chronogramme des cotes disponibles pour les stations du lit majeur du fleuve sur le Diamel (noir : observé ; blanc : reconstitué)

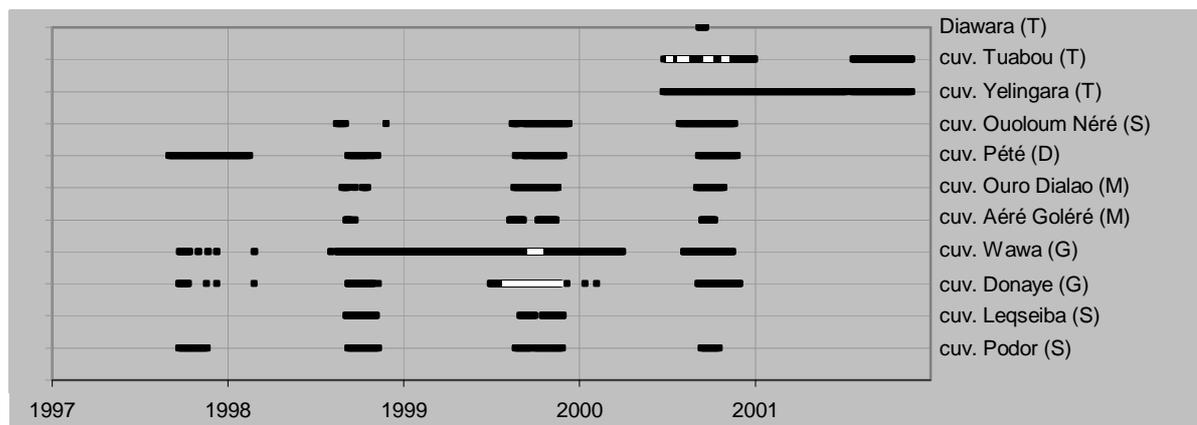


Figure 5.10.2.B : chronogramme des cotes disponibles de 1997 à 2001 (noir : observé ; blanc : reconstitué) pour les stations du lit majeur du fleuve entre Bakel et Dagana, de l'amont vers l'aval (Tourimé : T ; Sénégal : S ; Doué : D ; Marigot de Mbagne : M ; Gayo : G)

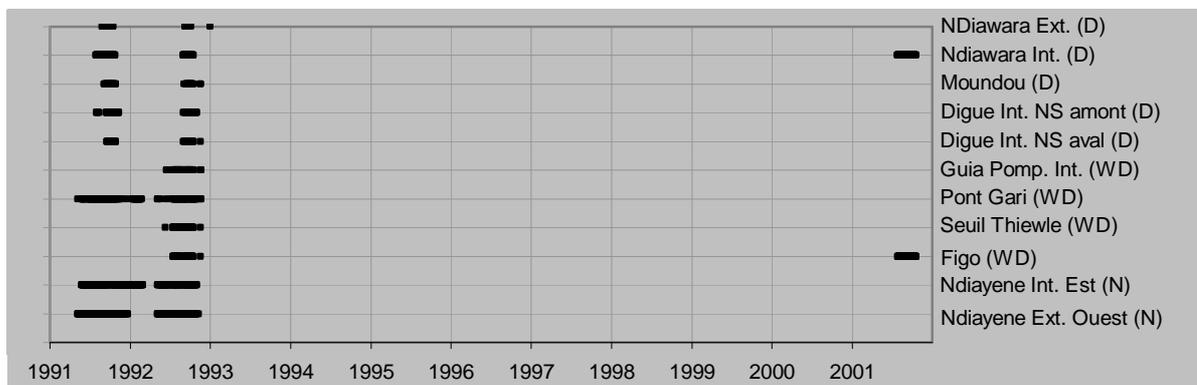


Figure 5.10.2.C : chronogramme des cotes disponibles pour les stations du lit majeur du fleuve entre Bakel et Dagana, sur le système Ngalenka / plaine de Nianga (Diossorol : D ; Wali Diala : WD ; Ngalenka : N)

5.10.3 Débits

De nombreuses mesures de débit ont été réalisées sur le lit majeur du fleuve Sénégal en période de crue, mais peu figurent dans la base de données. Le tableau 5.10.3 présente les débits mesurés en 1963 et 1964 sur le Koundi d'après Rochette et al (1974), en 1999 sur le Diamel, le marigot de Mbagne, le Gayo et le Koundi (POGR 1999d) et en 1954 sur le Sokkam (d'après la base de données). De nombreuses mesures de débit réalisées en 1992

sont par ailleurs publiées par Séguis (1992) pour certaines stations du système Ngalenka / plaine de Nianga : Ndiawara (maximum $1.14 \text{ m}^3/\text{s}$), Digue intérieure nord sud (maximum $2.97 \text{ m}^3/\text{s}$) et Ndiayène (maximum $3.85 \text{ m}^3/\text{s}$). Ces faibles débits ne sont pas présentés ici.

Les jaugeages réalisés sur la partie amont du **Diamel**, juste à l'aval de Matam, dessinent une relation non bijective entre la cote à Matam et le débit de ce défluent. Ils sont malheureusement en nombre insuffisant pour permettre d'ajuster un étalonnage par la méthode du gradient limnimétrique. Sur la partie aval par contre, à Ganguène, le débit mesuré sur les deux bras du Diamel à la fois en crue et en décrue paraît assez directement lié à la cote du Doué à l'échelle de Ngoui entre 985 et 1057 cm (fig. 5.10.3.A). Cette dernière relation peut être considérée comme assez fiable sur le faible marnage concerné, car la cote à Ngoui n'est pas influencée par le remous du barrage de Diama.

Les débits mesurés sur le **Gayo** à Donaye peuvent être classés en deux catégories, selon l'influence du remous de Diama ressentie pendant chaque mesure. Lors du jaugeage du 16/08/1999, la cote absolue à l'échelle de la cuvette (265 cm IGN) est probablement très influencée, car elle est très proche de celle du Sénégal à Podor (253 cm IGN) et celle-ci est elle-même rehaussée d'environ 50 cm par le remous de Diama (valeur calculée avec le logiciel Corediam). Par contre, les niveaux absolus observés pendant les autres jaugeages sont certainement très peu influencés, car ils dépassent de plus de 40 cm les niveaux observés à Podor, alors que ces derniers ne sont que légèrement rehaussés par le remous (entre 5 et 8 cm). Finalement, le débit du Gayo semble relié assez directement à la cote observée à Donaye, quand celle-ci est peu ou pas influencée par le remous de Diama (fig. 5.10.3.B). Des mesures complémentaires seraient toutefois nécessaires, en particulier en phase de décrue, pour confirmer cette relation moyenne ou la préciser par la prise en compte éventuelle d'un effet de gradient.

Lors des jaugeages réalisés en 1999 sur le **Koundi**, le niveau du Sénégal à Podor est peu rehaussé par le remous de Diama (entre 5 et 8 cm). En première approximation, ces jaugeages peuvent être considérés comme non influencés par le barrage et être utilisés comme ceux de la période 1963-1964 pour déterminer une relation hauteur-débit. Finalement, le débit du Koundi à Simou paraît relié de façon assez directe à la cote observée sur le Sénégal à l'échelle de Podor, quand celle-ci est peu ou pas rehaussée par le remous de Diama (fig. 5.10.3.C). Les données disponibles ne permettent pas de déceler d'influence notable du gradient limnimétrique sur cette relation, dont la stabilité mériterait toutefois d'être vérifiée par des mesures complémentaires. Enfin, pour une même cote à Podor, les débits mesurés semblent légèrement plus faibles à Adabaï qu'à Simou.

Lors de la campagne de jaugeages réalisée sur le **Sokkam** en 1954, les cotes jaugées, quasi-identiques aux relevés effectués sur le Sénégal à Dagana, se réfèrent très probablement à l'échelle de cette station. Ces mesures malheureusement fort anciennes dessinent une relation assez nette entre la cote du fleuve à Dagana et le débit du Sokkam (fig. 5.10.3.D).

cours d'eau	section (débit)	station (cote)	N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)	remarques		
Diamel	aval de Matam	Matam	1	30/08/1999	829	640			
			2	04/09/1999	850	591			
			3	08/09/1999	830	460			
			4	21/09/1999	796	390			
			5	06/10/1999	697	329			
			6	21/10/1999	693	330			
	Ganguène bras principal RG	Ngoui	1	31/08/1999	985	640			
			2	05/09/1999	1026	840			
			3	09/09/1999	1037	890			
			4	22/09/1999	1057	975			
				5	01/10/1999	1031	841		
				6	07/10/1999	1010	769		
				7	21/10/1999	997	725		
				Guanguène (bras secondaire entre Sénégal et Diamel 300 m amont de confluence)	Ngoui	1	31/08/1999	985	165
2						05/09/1999	1026	252	
3						09/09/1999	1037	288	
4						22/09/1999	1057	340	
5		01/10/1999	1031			272			
6		07/10/1999	1010			231			
7		21/10/1999	997			217			
Mbagne (marigot de)		Mbagne		1	05/09/1999		52.0		
				2	01/10/1999		49.8		
Gayo		sortie de cuvettes	Donaye (cuv.)	1	16/08/1999	105	62.7		
				2	01/09/1999	283	239		
	3			09/09/1999	333	305			
	4			23/09/1999	401	395	+débordements (≈45 m ³ /s)		
	5			03/10/1999	413	360	plus débordements sur digue		
	6			22/10/1999	400	345	plus débordements sur digue		
Koundi	Simou	Podor	1	11/09/1963	453	30.0			
			2	25/09/1963	494	83.0			
			3	02/10/1963	508	94.0			
			4	11/10/1963	522	130			
			5	17/10/1963	531	155			
			6	15/11/1963	481	73.0			
			7	12/10/1964	646	642			
			8	25/10/1964	647	568			
			9	31/10/1964	630	602			
			10	11/11/1964	585	263			
	Adabaï	Podor	1	06/09/1999	472	29.0			
			2	03/10/1999	561	177			
			3	22/10/1999	556	178			
Samou (= Simou ?)	Podor	1	22/10/1999	556	220				
Sénégal LM	Podor (lit majeur entre Sénégal et Koundi)	Podor	1	24/10/1964	649	290			
			2	05/11/1964	613	110			
					540	0.00	(estimation Rochette 1974)		

cours d'eau	section (débit)	station (cote)	N°	Date	H (cm)	Q (m3/s)	remarques
Sokkam	?	?	1	04/08/1954	228	7.71	
			2	25/08/1954	298	9.77	
			3	07/10/1954	439	60.2	
			4	09/11/1954	385	30.8	
			5	18/11/1954	337	18.4	
			6	23/11/1954	297	6.61	
			7	02/12/1954	184	9.37	
			8	08/12/1954	146	7.00	
			9	14/12/1954	127	4.25	
			10	21/12/1954	95	4.22	
			11	27/12/1954	95	4.32	

Tableau 5.10.3 : débits mesurés sur le Diamel, le marigot de Mbagne, le Gayo, le Koundi et le Sokkam (gras : mesure par ADCP ; grisé : cote sensiblement rehaussée par le remous du barrage de Diama)

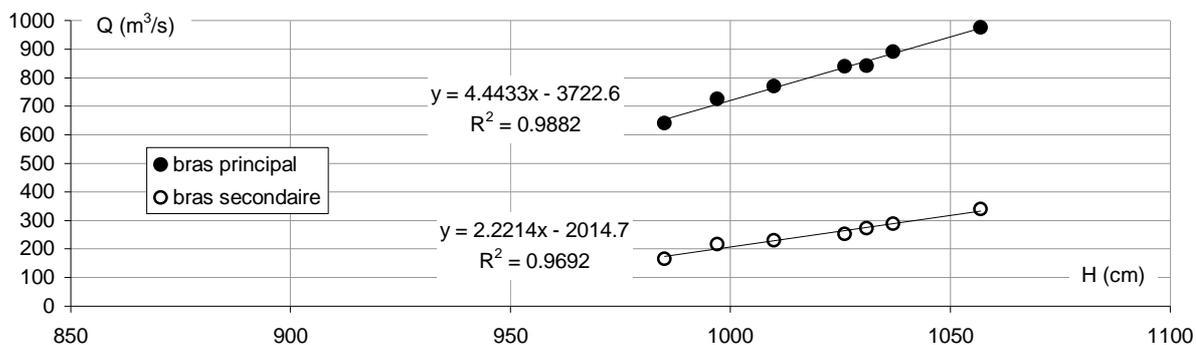


Figure 5.10.3.A : débit des deux bras du Diamel à Ganguène en fonction de la cote du Doué à l'échelle de Ngoui

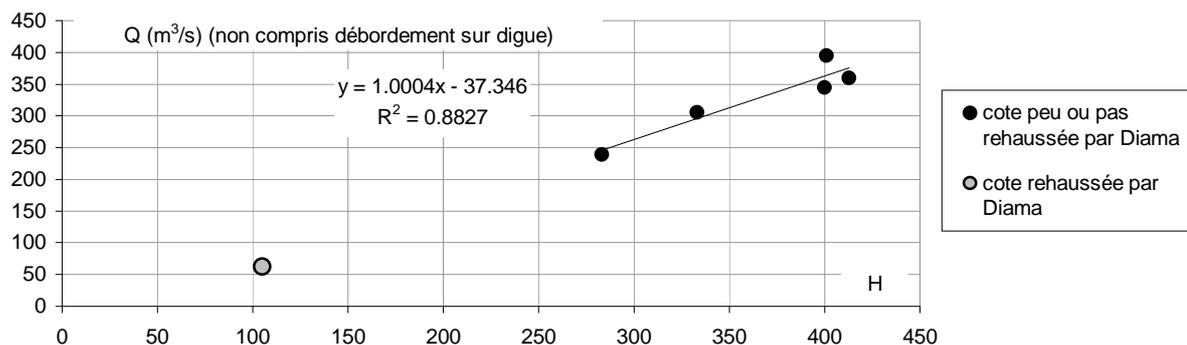


Figure 5.10.3.B : débit du Gayo à la sortie de cuvette en fonction de la cote à l'échelle de la cuvette de Donaye

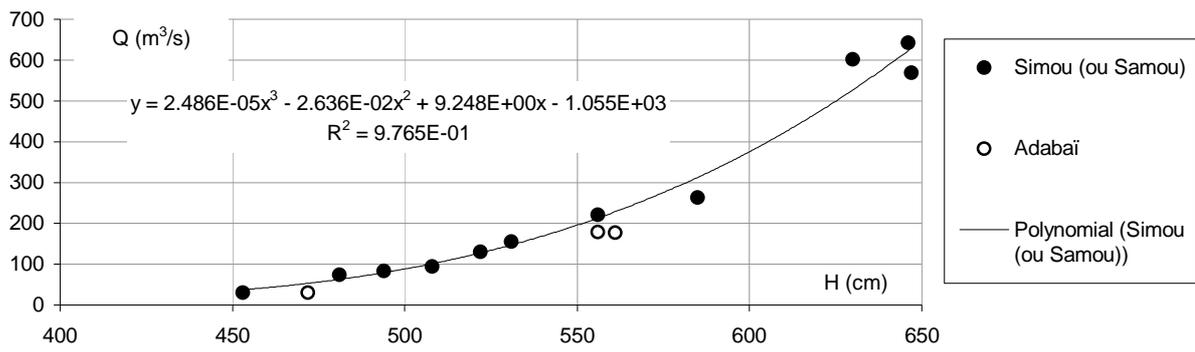


Figure 5.10.3.C : débit du Koundi à Simou et à Adabaï en fonction de la cote du Sénégal à l'échelle de Podor

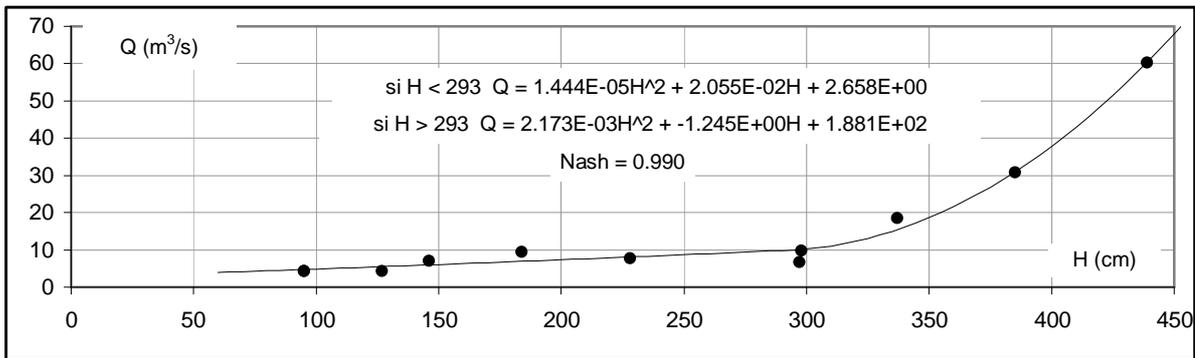


Figure 5.10.3.D : débit du Sokkam en fonction de la cote du Sénégal à l'échelle de Dagana

5.11 STATIONS SECONDAIRES EXPLOITEES ENTRE DAGANA ET L'EMBOUCHURE DU FLEUVE

Certains extraits de la monographie de Rochette et al (1974) concernant les historiques d'équipements et diverses observations de terrain figurent, pour les stations secondaires exploitées entre Ronq et Gueyloube, dans le paragraphe VII.2.4 de l'annexe 2C.

5.11.1 Stations

En plus des observations présentées plus haut pour Richard Toll, Rosso, Diama, Saint-Louis, Hydrobase et Gandiol, de nombreuses autres mesures de niveau réalisées à l'aval de Dagana sont disponibles dans la base de données. Les stations concernées, listées dans le tableau 5.11.A, se situent sur les axes d'écoulement suivants :

- Sénégal. Ces stations, au nombre de 22, sont pour la plupart situées à proximité d'ouvrages de prise d'eau. Le niveau y est mesuré soit à l'amont, côté fleuve, soit à l'aval, de l'autre côté de ces ouvrages. Certaines prises d'eau sont ainsi équipées d'une station amont et d'une station aval.
- Axe Gorom Lampsar. Des données sont disponibles pour neuf stations situées sur cet axe, qui réunit le Gorom, le Lampsar, le marigot de Djeuss et le Ngalam. Le **Gorom** se sépare du Sénégal en rive gauche à Ronq (20 km à l'aval de Rosso) pour le rejoindre à 21 km en amont du barrage de Diama. Un ouvrage vanné implanté à chacune de ses extrémités permet de contrôler ses échanges de débit avec le Sénégal. Le **Lampsar** s'écoule à peu près parallèlement au Gorom mais plus au sud, après s'en être séparé à environ 9 km de Ronq. Le **marigot de Djeuss** s'écoule quant à lui entre le Lampsar et le Sénégal, qu'il rejoint environ 5 km à l'amont de Saint-Louis. Environ 4 km à l'aval de sa jonction avec le Lampsar et 5 km à l'amont de sa confluence avec le Sénégal, ce marigot reçoit en rive gauche le **Ngalam** qui s'écoule plus au sud.

5.11.2 Cotes

Pour les stations observées entre 1961 et 1965 à l'aval de Rosso, (km 109, Diaouar, Île aux Caïmans, km 75, Debi, Mreou-Gorom aval et Gueyloube), les cotes disponibles sont des lectures quotidiennes d'échelle exprimées par rapport à des zéros de référence situés tous à l'altitude 0 cm IGN. Il s'agit manifestement des cotes opérationnelles élaborées (par une méthode non explicitée) par Rochette et al (1974) à partir des lectures brutes bi-hebdomadaires. Ces cotes sont ainsi censées représenter le niveau du fleuve hors influence locale des ouvrages manoeuvrés à proximité, ce que corrobore le parfait emboîtement des limnigrammes superposés de l'amont vers l'aval. Il faut toutefois signaler la séquence des cotes de janvier 1964 à Debi, erronées et à exclure.

Pour la station de Keur Mour, les lectures quotidiennes de l'ancienne échelle ainsi que celles de la station récente jusqu'en 1977 sont, de façon fort cohérente, très légèrement inférieures en niveau absolu aux cotes du fleuve à Dagana, station située seulement 4 km en amont. Par contre, les enregistrements bi-quotidiens de 1993 et 1994, probablement stockés dans la base de données avec une erreur de station, sont erronés et doivent être exclus. Pour Ross Bethio, les relevés sont des enregistrements bi-quotidiens en 1993-1994 puis des lectures quotidiennes ensuite. A Bango, les relevés quotidiens ou bi-quotidiens sont également des lectures sur certaines périodes et des enregistrements sur d'autres.

Enfin, pour les stations exploitées à partir de 2000, 2001 ou 2002, les cotes disponibles sont des niveaux enregistrés de façon électronique à une fréquence optimisée (équipement Ott Thalimede), sauf pour la cuvette de Ndiessew à Gobar (lectures bi-quotidiennes). Elles permettent ainsi un suivi très précis des variations de niveau, avec un nombre quotidien de cotes enregistrées atteignant parfois 21 à Dalagona, 31 à Aftout es Sahel, 15 à Djoudj amont, 49 à Djoudj, 31 à Cheyal, 14 à Ronq amont et 53 à Gorom aval.

L'altitude des zéros de référence des échelles (tab. 5.11.A) est indiquée par la monographie de 1974 pour les stations les plus anciennes, et par la base de données pour quelques stations récentes. Quand l'altitude de référence est inconnue, il est possible de l'estimer pour les stations situées du côté amont des prises d'eau sur le Sénégal, comme c'est le cas pour Thiagar amont, Ibrahima amont, Dalagona amont, Djoudj amont, et Ronq amont. La méthode consiste à superposer le limnigramme de chacune de ces stations avec ceux des stations de Dagana, Richard Toll, Rosso et Diama amont. L'altitude du zéro est alors déterminée par la valeur maximale permettant à la cote absolue de la station de ne jamais dépasser celle des stations de l'amont. En pratique, la valeur obtenue permet au limnigramme absolu d'être quasiment superposé avec ceux des stations de l'amont et de Diama pendant certaines périodes d'étiage, quand des prélèvements suffisamment faibles à la prise d'eau concernée se combinent à une pente de ligne d'eau par ailleurs très faible dans le fleuve. Pendant d'autres périodes au contraire, à Ibrahima amont, Dalagona amont et Djoudj amont, le niveau absolu ainsi obtenu est inférieur à celui du plan d'eau à Diama amont. Si l'on écarte l'hypothèse d'une modification du niveau de référence de la station, très peu probable, ce phénomène peut s'expliquer par une pente de ligne d'eau non négligeable entre le fleuve et la station lors de prélèvements importants à l'ouvrage de prise, ce dernier étant installé à quelque distance du fleuve sur un chenal de faible section.

Pour toutes les stations de prise d'eau sur le Sénégal, implantées du côté aval des vannes (type 2 dans le tableau 5.11.A), les variations de niveau découlent des manoeuvres de vannes et sont complètement indépendantes de celles du fleuve. Seule la station de Ronq montre quelques séquences de cotes quasiment identiques à celles de Ronq amont, pendant lesquelles l'écoulement devait être faible ou nul à l'ouvrage malgré l'ouverture des vannes de celui-ci.

Enfin, les cotes observées sur le Ngalam à Ndiaoudoun sont quasiment identiques en permanence et sur un marnage de 80 cm, à celles du marigot de Djeuss à Bango, à un décalage près de 55 cm. On peut en déduire que le plan d'eau est probablement quasi-horizontale entre ces deux stations sur la période 2001-2003 et que le zéro de la première se situe probablement à une altitude plus élevée de 55 cm par rapport à celui de la seconde. Par ailleurs, décalées de -50 cm, les cotes observées à Bango sont quasi-identiques à celles de la station de Saint-Louis lors des pointes de crue de 2000, 2001 et 2002, alors qu'elles en diffèrent nettement le reste du temps. On peut en déduire que la station mesure le niveau à l'amont du pont barrage de Bango, celui-ci ayant été possiblement identique de part et d'autre de l'ouvrage lors du passage de ces crues (vannes ouvertes). Ces différentes constatations permettent de faire les hypothèses suivantes concernant les altitudes de zéro des stations : Bango : -103 cm IGN ; Ndiaoudoun : -48 cm IGN (valeurs à vérifier).

Les chronogrammes de cotes disponibles sont représentés sur les figures 5.11.A à 5.11.C, respectivement pour les stations situées sur le Sénégal, anciennes puis nouvelles, et sur l'axe Gorom Lampsar.

5.11.3 Jaugeages

La base de données contient les résultats de 50 jaugeages réalisés entre les années 1990 et 1999 sur l'axe Gorom Lampsar, auxquels s'ajoutent 6 mesures réalisées par ADCP en 1999 et 2000 sur les prises d'eau de Thiagar et Diawar et sur le Gorom à Ronq (tab. 5.11.B). Ces mesures ne permettent pas à elles seules d'étalonner les stations concernées, du fait de la variabilité probable des contrôles hydrauliques aval de celles-ci. Par ailleurs, sauf pour les 3 mesures les plus récentes de Ronq, elles ont toutes été réalisées à des dates antérieures aux séries de cotes observées disponibles pour ces stations.

En plus de ces mesures, il faut signaler deux jaugeages réalisés lors du POGR (1999d) sur le Tambass, un défluent de rive droite du Sénégal se séparant de celui-ci 3 km en amont de Rosso et alimentant des dépressions situées en Mauritanie.

station	type	cours d'eau	rive	latitude	longitude	altitude zéro (cm IGN)	période observée
Keur Mour ancienne éch.		Sénégal	G	16°30'27.47"	-15°32'30.56"	-44	1961-1963
Keur Mour		Sénégal	G	16°30'27.47"	-15°32'30.56"	-44	1976-1994
Thiagar amont	1	Sénégal	G	16°29'6.11"	-15°51'32.40"	5	2002-2005
Thiagar aval	2	Sénégal	G	16°29'6.11"	-15°51'32.40"		2002-2005
km 109		Sénégal	G	16°30'22.59"	-15°59'55.03"	0	1961-1962
Diaouar	1	Sénégal	G	16°28'21.21"	-16°02'48.50"	0	1964-1965
Diawar aval	?	Sénégal	G	16°28'21.21"	-16°02'48.50"		2002
Ibrahima amont	1	Sénégal	D	16°31'35.74"	-16°05'15.37"	-2	2002-2005
Ibrahima aval	2	Sénégal	D	16°31'35.74"	-16°05'15.37"		2002-2005
Dalagona amont	1	Sénégal	D	16°33'16.34"	-16°09'13.11"	-20	2002-2005
Dalagona	2	Sénégal	D	16°33'16.34"	-16°09'13.11"	24	2000-2005
Île aux caïmans	1	Sénégal	G	16°31'2.72"	-16°10'30.14"	0	1964-1965
km 75		Sénégal	G	16°31'45.34"	-16°14'17.86"	0	1961-1963
Aftout es Sahel	2	Sénégal	D	16°31'18.35"	-16°16'21.60"	-45	2000-2002
Debi	1	Sénégal	G	16°29'37.74"	-16°16'32.18"	0	1964-1965
Djoudj amont	1	Sénégal	G	16°24'35.40"	-16°18'9.15"	85	2003-2005
Djoudj	2	Sénégal	G	16°24'35.40"	-16°18'9.15"	0	2000-2005
Cheyal	2	Sénégal	D	16°24'33.19"	-16°20'3.69"	0	2000-2005
Lemer	2	Sénégal	D	16°22'59.02"	-16°20'26.21"		2002-2005
Mreou - Gorom aval	1	Sénégal	G			0	1962-1965
Thieng	2	Sénégal	G	16°18'35.27"	-16°18'44.63"		2002-2005
Gueyloube		Sénégal	G	16°08'28.33"	-16°24'43.24"	0	1963
Ronq amont	1	Gorom		16°28'39.06"	-15°58'0.58"	-4	2002-2005
Ronq	2	Gorom		16°28'39.06"	-15°58'0.58"	-6	2000-2005
Mboudoum		Gorom					
Gorom aval	2	Gorom		16°21'48.48"	-16°16'33.26"	0	2000-2005
Ross Bethio		Lampsar		16°16'46.50"	-16°08'55.79"		1993-1999
cuv. de Ndiessew à Gobar		Lampsar		16°10'24.57"	-16°15'7.61"		2000-2003
Ndiol		Lampsar		16°09'18.56"	16°18'19.14"		
Bango		Lampsar		16°03'58.59"	16°27'2.05"		1991-2006
Ndiaoudoun		N'Galam		16°02'	16°25'		2001-2003

Tableau 5.11.A : position géographique des stations secondaires exploitées à l'aval de Dagana, et période des cotes disponibles (grisé : altitude du zéro estimée par superposition des limnigrammes ; italique : coordonnées affinées à l'aide de Google Earth). Le type concerne les stations installées aux prises d'eau sur le fleuve Sénégal (1 = entrée, côté fleuve ; 2 = sortie, de l'autre côté de l'ouvrage de contrôle)

cours d'eau	station	N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)	N°	Date	H (cm)	Q (m ³ /s)	
Tambass	Rosso	1	24/09/1999	278	30.0	2	05/10/1999	294	32.5	
(prise d'eau)	Thiagar	1	17/08/1999	210	1.86					
(prise d'eau)	Diawar	1	03/09/1999	227	5.52					
Gorom	Ronq	1	13/08/1991	157	7.70	14	31/03/1992	157	8.00	
		2	21/08/1991	163	9.80	15	17/04/1992	156	7.28	
		3	28/08/1991	173	13.2	16	17/09/1992	195	11.0	
		4	04/09/1991	183	14.3	17	24/09/1992	200	12.7	
		5	11/09/1991	193	13.6	18	19/10/1992	169	11.3	
		6	18/09/1991	195	13.9	19	18/11/1992	182	10.8	
		7	25/09/1991	183	12.0	20	13/03/1999	218	6.58	
		8	08/10/1991	170	13.1	21	15/04/1999		10.3	
		9	24/10/1991	161	12.5	22	17/08/1999	198	7.50	
		10	31/10/1991	167	12.9	23	09/03/2000	206(am) 205(av)	7.40	
		11	14/11/1991	150	10.2	24	06/04/2000	208(am) 207(av)	6.60	
		12	16/03/1992	147	16.1	25	18/05/2000	208(am) 207(av)	5.00	
		13	24/03/1992	154	6.10					
	Mboudoum	1	17/09/1992	142	10.7					
Lampsar	RossBethio	1	14/01/1991	214	1.50	7	08/10/1991	206	4.64	
		2	23/08/1991	145	2.01	8	17/09/1992	108	5.80	
		3	04/09/1991	187	2.54	9	24/09/1992	106	5.60	
		4	11/09/1991	219	2.48	10	30/09/1992	106	5.10	
		5	18/09/1991	225	4.82	11	19/10/1992	68	5.04	
		6	25/09/1991	235	6.17	12	18/11/1992	110	6.33	
	Ndiol	1	11/06/1990	158	1.34	4	15/12/1990	202	2.93	
		2	25/08/1990	81	4.50	5	22/12/1990	211	3.34	
		3	27/09/1990	140	2.75	6	14/01/1991	170	1.52	
	Djeuss	Bango	1	20/08/1990	89	18.6				
	N'Galam	Ndiaoudoun	1	11/10/1990	100	0.506	6	26/08/1994	121	7.41
			2	16/10/1990	95	0.368	7	02/09/1994	123	8.54
3			15/12/1990	153	2.62	8	20/09/1994	148	14.9	
4			22/12/1990	161	2.89	9	25/10/1994	158	19.5	
5			24/08/1994	120	7.35					

Tableau 5.11.B : liste des jaugeages réalisés sur des prises d'eau à l'aval de Rosso et sur l'axe Gorom Lampsar (en gras : mesure par ADCP)

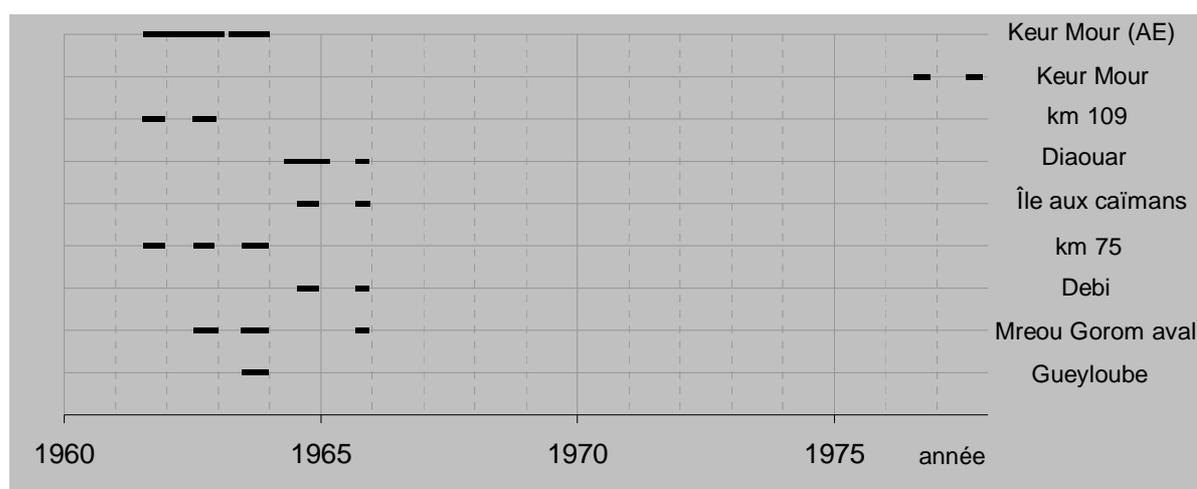


Figure 5.11.A: chronogramme des cotes disponibles pour les stations secondaires du Sénégal à l'aval de Dagana, suivies avant 2000

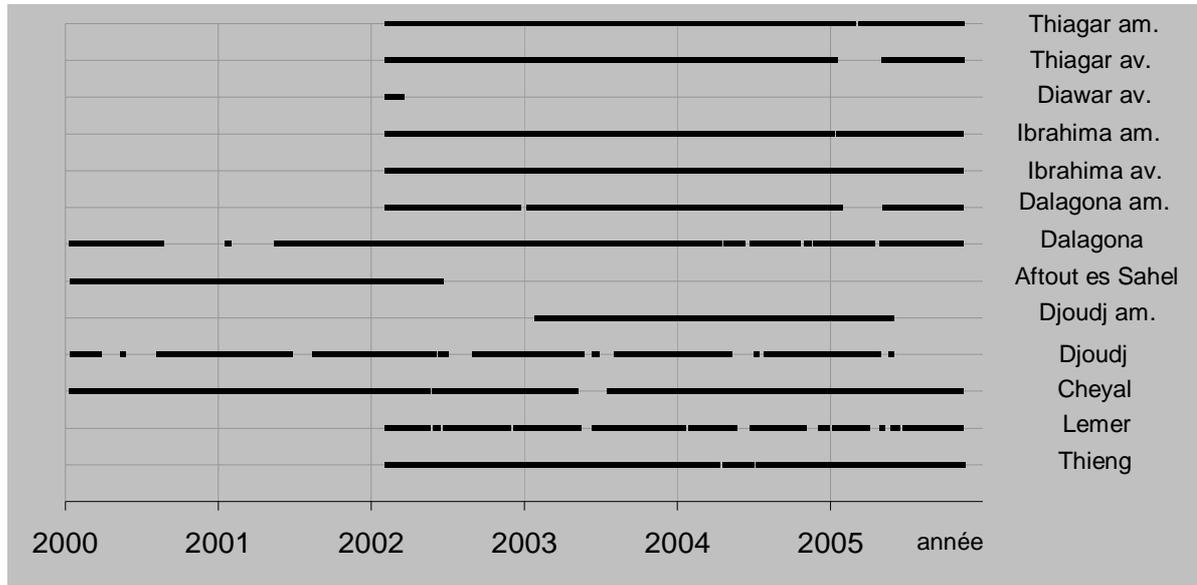


Figure 5.11.B: chronogramme des cotes disponibles pour les stations secondaires du Sénégal à l'aval de Dagana, suivies à partir de 2000

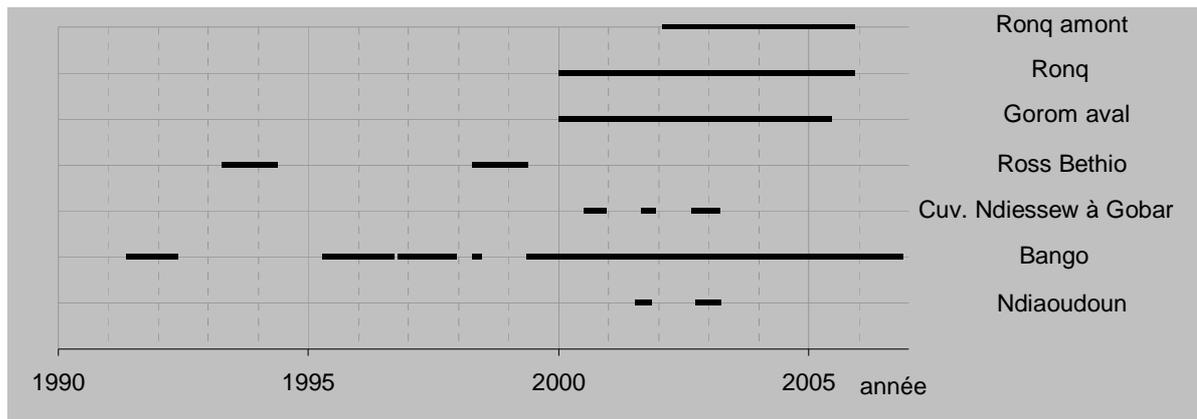


Figure 5.11.C: chronogramme des cotes disponibles pour les stations situées sur l'axe Gorom Lampasar

5.12 BASSINS DE LA KOLIMBINE ET DU KARAKORO

La Kolimbine et le Karakoro sont des affluents de rive droite du Sénégal aux apports peu abondants, dont les confluences avec le fleuve se situent respectivement à 5 km en amont de Kayes et à 32 km en aval d'Ambidedi.

La base de données contient des observations de niveau effectuées sur ces cours d'eau, à des stations dont l'altitude du zéro de référence n'est pas connue, et qui sont listées dans le tableau 5.12. Ces observations journalières correspondent à des lectures d'échelle, sauf celles de la station de Nioro du Sahel et celles de Kabaté pont à partir de janvier 1989 (enregistrements limnigraphiques). Les chronogrammes de ces cotes sont représentés sur les figures 5.12.A pour les stations anciennes et 5.12.B pour les stations récentes.

A la station de Kabaté pont, qui contrôle un bassin versant de 25285 km² à 40 km de la confluence avec le Sénégal, la Kolimbine est signalée à sec dans la base de données pendant 4 à 8 mois d'affilée chaque année. A cet étiage très long succède, à partir de juin ou juillet, une période d'écoulement continu qui culmine en août septembre. Après la phase de tarissement, l'arrêt de l'écoulement survient entre décembre et février. Un peu plus en amont, la station de Kérougou sur le lac Magui n'est jamais signalée à sec mais ses relevés très anciens ne concernent que les mois de juin à décembre, rarement janvier. Très loin en amont, à Nioro du Sahel où le bassin versant ne s'élève qu'à 32 km², des écoulements sporadiques entrecoupés de périodes à sec ne sont observés qu'entre fin juin et mi octobre. La station est signalée à sec le reste du temps. Enfin, on constate que les relevés de la station nommée Kolimbine, non localisée, sont quasiment identiques en permanence à ceux de Kérougou, avec des différences ne portant que sur de légers détails ou de faibles décalages en temps ou en hauteur.

Sur le Karakoro, l'unique série de niveaux observés à Bokediambi ne concerne que les mois d'août et septembre 1978, pendant lesquels le cours d'eau n'est jamais signalé à sec.

Enfin, il faut signaler quatre mesures de débit réalisées sur la Kolimbine à Kabaté pont, la première figurant dans la base de données et les autres étant mentionnées dans un rapport du POGR (2000b) :

11.2 m³/s le 28/07/1967 (H = 142 cm)

41.7 m³/s le 15/08/2000 (H = 471 cm, échelle aval, mesure par ADCP)

38.1 m³/s le 15/08/2000 (H = 466 cm, échelle aval, mesure au moulinet)

39.4 m³/s le 15/08/2000 (H = 461 cm, mesure par ADCP)

Ces jaugeages très peu nombreux sont en outre mal répartis sur le marnage de la station, où les cotes observées varient entre 0 et 622 cm. Compte tenu de la longue période écoulée entre le plus ancien et les autres, ainsi que de la mention "échelle aval" pour certains d'entre eux, il n'est par ailleurs pas certain qu'ils se réfèrent tous à une même échelle. Par conséquent, aucun étalonnage n'est établi ici à partir de ces jaugeages.

bassin	station	cours d'eau	latitude	longitude	période observée
Kolimbine	Nioro du Sahel	Faka	15°14'	-9°36'	1983-1993
	Kerougou	Lac Magui	14°46'	-11°05'	1936-1950
	Kolimbine	Kolimbine			1935-1950
	Kabate pont	Kolimbine	14°30'	-11°12'	1972-1992
Karakoro	Bokediamby	Karakoro	14°50'	-11°53'	1978

Tableau 5.12 : liste des stations hydrométriques suivies sur la Kolimbine et le Karakoro.

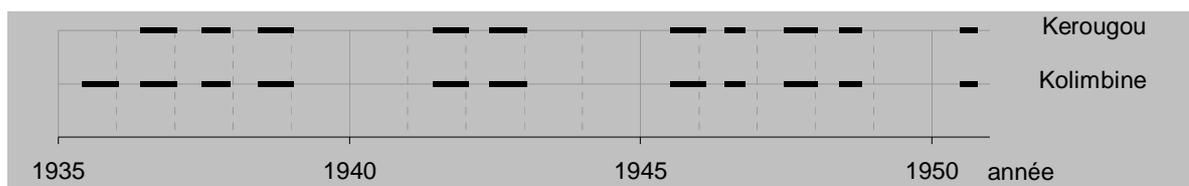


Figure 5.12.A : chronogramme des cotes observées aux stations anciennes de la Kolimbine

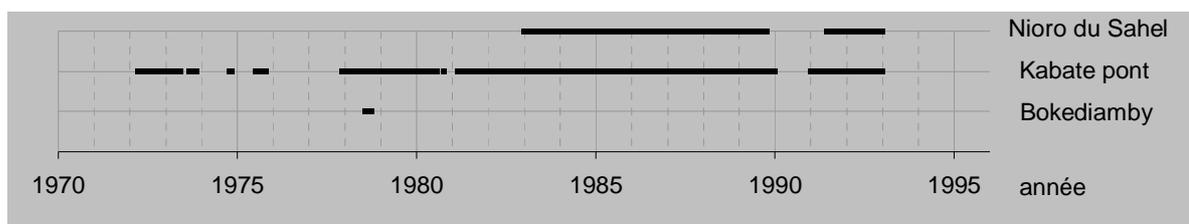


Figure 5.12.B : chronogramme des cotes observées (y compris à sec) aux stations récentes de la Kolimbine et du Karakoro

5.13 BILAN ET RECOMMANDATIONS

5.13.1 Mesures de niveau

Réparties sur tout le bassin du Sénégal, 132 stations ont à ce jour fait l'objet d'observations de niveau, inventoriées plus haut. Mais, sans aucune donnée disponible depuis plus de 8 ans, une majorité d'entre elles (81 au total) peuvent être considérées comme fermées à ce jour. Pour 34 autres stations (tab. 5.13), les dernières données disponibles ne sont pas à jour mais tout de même relativement récentes (fin entre 2005 et 2009). Nous ne savons pas si ces stations sont fermées ou si leurs données souffrent simplement d'un retard de transmission. Enfin, les données sont parfaitement à jour jusque fin 2011 pour les 17 stations suivantes :

- Falémé : Fadougou village, Gourbassy, Kidira
- Bafing : Boureya, Daka Saidou, Bafing Makana, Manantali amont, Manantali aval
- Bakoye : Diangola, Oualia
- Sénégal moyen : Kayes
- Moyenne vallée du Sénégal : Bakel, Matam
- Sénégal dans le secteur de l'île à Morphil : Podor
- Basse vallée et delta du Sénégal : Richard Toll quai, Diama amont, Diama aval

Ces 17 stations constituent un réseau minimal de mesure pour le suivi des écoulements sur l'ensemble du bassin, et il faut poursuivre leur exploitation. Dans la mesure du possible, il est également souhaitable de suivre –et de réactiver s'il le faut- les stations suivantes :

- Le Téné à Bebele. Ce cours d'eau doit être suivi car c'est l'un des principaux affluents -et probablement le plus productif (tab. 9.12.1)- du Bafing, lui-même principale branche mère du fleuve Sénégal.
- Le Kioma à Salouma. Ce cours d'eau est également un affluent très important et productif du Bafing et doit être suivi.
- Le Bafing à Sokotoro. Il est souhaitable de suivre le haut Bafing à l'amont des confluences avec ses principaux affluents (Tene et Kioma).
- Le Bafing à Balabori. Cette station est importante sur le Bafing car c'est la première depuis l'amont qui contrôle l'ensemble des apports de ses principaux contributeurs (Téné, haut Bafing et Kioma).
- Le Baoulé à Siramakana. Cette station est importante car elle contrôle un bassin versant de grande superficie, qui contribue de façon non négligeable à l'écoulement du fleuve Sénégal malgré un faible débit spécifique.
- Le Sénégal à Kaédi. Les observations réalisées à Matam et Podor ne peuvent suffire à elles seules pour connaître précisément la ligne d'eau entre les deux stations. Le suivi de stations intermédiaires est pour cela nécessaire. Celle de Kaédi est intéressante à ce titre, ainsi que pour l'ancienneté et la qualité de ses données disponibles.

- Le Sénégal à Salde. Mêmes remarques que pour Kaédi.
- Le Sénégal à Boghe. Mêmes remarques que pour Kaédi.
- Le Doué à Guede. Dans la zone de l'Île à Morphil, une partie très importante de l'écoulement transite par le Doué. Sur ce bras du fleuve, le niveau à Ngoui peut être calculé de façon assez précise à partir de celui du Sénégal à Salde. Pour être précis, le niveau à Guede doit être par contre observé directement à la station, d'où l'intérêt de celle-ci.
- Le Sénégal à Dagana : l'intérêt de cette station réside dans l'ancienneté de ses observations disponibles, ainsi que dans sa situation. La totalité des écoulements du fleuve y transite en effet dans le lit mineur, juste à l'aval de l'île à Morphil où le lit majeur subit de vastes inondations.
- Le Sénégal à Saint-Louis : cette ville est sensible aux risques d'inondation par le fleuve, dont le niveau doit être suivi. En effet, celui-ci est très dépendant de la géométrie de l'embouchure du fleuve, susceptible d'évoluer sous l'effet de la dérive littorale.
- Le lac de Guiers à Gnit : le niveau du lac doit être suivi pour permettre le calcul des débits transités par la Tahouey, et aussi compte tenu de l'importance du plan d'eau pour l'alimentation en eau de l'agglomération de Dakar.

5.13.2 Mesures de débit

Réalisés sur 63 stations différentes entre les années 1936 et 2010, les 3220 jaugeages répertoriés plus haut représentent un effort de mesure remarquable. Certaines campagnes de jaugeages ont été très intenses, produisant par exemple 322 mesures en 1955 et 467 en 1956 (étalonnage de nombreuses stations du réseau nouvellement créé) et 200 mesures en 1999 (programme POGR). A l'inverse, les jaugeages sont très rares voire absents certaines années, comme de 1993 à 1997 (fig. 5.13.A). Plus récemment, hormis les quatre débits mesurés en 2008 sur le Sénégal à Kayes et entre 2008 et 2010 sur le Kioma à Teliko, on ne dispose d'aucun résultat de jaugeage après l'année 2001. Nous ne savons pas si cela est dû à l'absence réelle de mesure ou à une transmission défailante des résultats.

Même pour une station parfaitement étalonnée, il est conseillé de vérifier la stabilité de l'étalonnage par des mesures régulières de débit. A fortiori pour une station mal étalonnée (courbe imprécise ou basée sur des jaugeages couvrant partiellement le marnage) ou sujette aux détarages, ces mesures s'avèrent indispensables pour la production de chroniques fiables de débit. Vu la quasi-absence de mesure de débit disponible pour les 10 dernières années, il est donc conseillé de réaliser assez rapidement de nouveaux jaugeages, à répéter si possible de façon régulière dans le cadre d'une veille minimale.

Les efforts de mesures de débit devront se concentrer en priorité sur les stations suivantes, retenues parmi celles (17) dont les observations de niveau sont à jour et parmi celles (12) qu'il est également conseillé de suivre (§ 5.13.1).

La Falémé à Fadougou village : l'étalonnage de cette station est déduit de celui de l'ancienne station (Fadougou drague) par une relation établie de façon indirecte entre les niveaux observés de façon non simultanée entre les deux échelles. Il doit être vérifié par de nouveaux jaugeages couvrant tout le marnage.

Le Falémé à Goubassy : cette station située à proximité d'un barrage en projet a subi un détarage qu'on situe en 1968. Son étalonnage actuel repose sur des jaugeages couvrant insuffisamment les hautes eaux (extrapolation nécessaire de près de 2 mètres). Il doit être vérifié par de nouveaux jaugeages, à réaliser surtout en hautes eaux.

Le Falémé à Kidira : cette station a subi plusieurs détarages. L'étalonnage actuel, qui donne pour une même cote un débit beaucoup plus faible que les précédents, repose sur des jaugeages peu nombreux et datant tous de plus de 10 ans. De nouveaux jaugeages sont nécessaires pour le confirmer, surtout en hautes eaux.

Le Tené à Bebele : l'étalonnage de cette station –au demeurant très précis- repose sur des jaugeages datant de plus de 40 ans. Pour vérifier qu'il est encore valable, de nouvelles mesures de débit sont nécessaires sur l'ensemble du marnage

Le Kioma à Salouma : les jaugeages de hautes eaux effectués en 1986 et 1987 donnent des résultats contradictoires qui ne peuvent être exploités. De ce fait, l'étalonnage de cette station repose sur des jaugeages datant de plus de 40 ans pour cette partie du marnage. De nouveaux jaugeages sont donc nécessaires, particulièrement en hautes eaux.

Le Bafing à Sokotoro : les jaugeages réalisés entre 1971 et 1993 présentent des résultats peu dispersés autour de l'étalonnage actuel de cette station, qui semble donc assez précis et stable. Mais vu l'ancienneté des mesures, des jaugeages de contrôle ne seraient pas inutiles.

Le Bafing à Balabori : les derniers jaugeages réalisés à cette station datent de plus de 20 ans. De plus, l'étalonnage de l'échelle actuelle est déduit de celui de l'ancienne échelle par une relation établie de façon indirecte (via les niveaux observés à Daka Saidou) entre les niveaux observés aux deux échelles. De nouveaux jaugeages sont donc conseillés sur tout le marnage pour préciser cet étalonnage.

Le Bafing à Boureya : cette station est étalonnée de façon très précise grâce à des jaugeages couvrant très bien l'ensemble du marnage. Malheureusement, ceux-ci datent tous de la même année et la stabilité du tarage n'est donc pas vérifiée. Ceci, ajouté à l'ancienneté des mesures (plus de 40 ans), justifie la réalisation de jaugeages de contrôle.

Le Bafing à Daka Saidou : les jaugeages réalisés à cette station montrent que son étalonnage de basses et moyennes eaux est assez stable entre 1955 et 1983. Cette stabilité n'est pas prouvée pour l'étalonnage en hautes eaux, basé sur des mesures très regroupées dans le temps et très anciennes (année 1955). Des jaugeages de contrôle sont conseillés, particulièrement en hautes eaux.

Le Bafing à Bafing Makana : contrôlant l'essentiel des apports dans le réservoir de Manantali, cette station occupe une position clé. Son étalonnage assez précis repose sur des jaugeages datant tous des années 1972 et 1973. Vu l'ancienneté de ces mesures et la faible période couverte, il est vivement conseillé d'y réaliser de nouveaux jaugeages.

Le Bafing à Manantali aval : il est vivement conseillé d'effectuer de nouveaux jaugeages à cette station, pour les trois raisons suivantes : i) les étalonnages théoriques des différents organes d'évacuation semblent être en désaccord entre eux (fig. 5.3.14.C) ; ii) de façon globale, les débits lâchés calculés par ces étalonnages pourraient être légèrement sous-estimés (§ 8.2.2.2) ; iii) les jaugeages réalisés de 1998 à 2001 à l'aval du barrage présentent trop peu de gradients limnimétriques positifs, ce qui ne permet pas de garantir la

fiabilité de l'étalonnage de l'échelle aval, déterminé par la méthode du gradient limnimétrique rendue nécessaire par les variations de niveau très rapides. Pour contrôler les étalonnages théoriques et préciser l'étalonnage de l'échelle aval, les nouveaux jaugeages devront être effectués si possible en régime permanent ou au moins de façon équilibrée entre gradients limnimétriques positifs et négatifs, relevés de façon précise. Des jaugeages de hautes eaux pourront être programmés à la faveur d'un éventuel soutien de crue par le barrage.

Le Baoulé à Siramakana : les jaugeages réalisés à cette station sont très peu nombreux, très anciens (plus de 40 ans) et ne couvrent que les basses et moyennes eaux. De nouveaux jaugeages sont nécessaires sur tout le marnage.

Le Bakoye à Oualia : basé sur des jaugeages réalisés de 1954 à 1984, l'étalonnage de cette station est assez précis et semble stable, au moins en basses et moyennes eaux. L'ancienneté des mesures justifie cependant de nouveaux jaugeages, surtout pour les hautes eaux qui sont mal couvertes.

Le Sénégal à Kayes : l'étalonnage actuel de cette station est basé sur des jaugeages relativement récents qui couvrent bien tout le marnage, à l'exception des plus hautes eaux. Des jaugeages de contrôle ne sont toutefois pas inutiles, en particulier au-delà de la cote 750 cm si l'occasion venait à se présenter.

Le Sénégal à Bakel : cette station a connu apparemment deux détarages importants, mais son étalonnage actuel est précis et basé sur des jaugeages assez récents couvrant bien tout le marnage. Pour s'assurer de l'absence de nouveau détarage, des jaugeages de contrôle peuvent être conseillés.

Le Sénégal à Matam, Kaédi, Salde et Boghe : ces stations ne contrôlent que les débits dans le lit mineur, qui ne représentent qu'une partie de l'écoulement total en période de crue. De ce fait, leur étalonnage de hautes eaux ne présente qu'un intérêt assez limité. L'effort de jaugeage à ces stations doit plutôt porter sur les basses et moyennes eaux, si l'on désire par exemple faire des bilans de volume permettant d'évaluer précisément les prélèvements et pertes par tronçon. Parmi ces quatre stations, c'est à Kaédi et Boghe que les basses et moyennes eaux manquent le plus de jaugeages récents.

Le Sénégal à Podor, Dagana et Richard Toll et le Doué à Guede : sauf pour Dagana, ces stations ne contrôlent dans le lit mineur qu'une partie de l'écoulement total passant dans la vallée pendant les hautes eaux. Mais surtout, le niveau y est influencé une grande partie de l'année par la cote maintenue à Diama. L'établissement d'une relation hauteur-débit, déjà complexe sans influence de Diama (non-bijectivité), y est désormais quasi-impossible. L'effort de jaugeage n'est donc pas prioritaire à ces stations. Mais à condition d'être réalisées assez fréquemment, de nouvelles mesures pourraient toutefois être utiles pour le calcul de bilans de volume par tronçons.

Le Sénégal à Diama : les jaugeages effectués à cette station ne couvrent pas tout le domaine d'utilisation des vannes du barrage en régime d'écoulement noyé (fig. 5.8.5.C). Pour confirmer et préciser l'étalonnage de ces vannes, de nouveaux jaugeages seraient souhaitables, à effectuer pour des énergies dissipées qui n'ont pas encore été échantillonnées ($Q \times (H_m - H_v)$ inférieur à $300 \text{ m}^4/\text{s}$ ou supérieur à $1000 \text{ m}^4/\text{s}$). Enfin, l'étalonnage actuel du régime d'écoulement à surface libre (Langue de Barbarie ouverte, vannes grandes ouvertes et hors d'eau) n'a pu être établi que de façon indirecte par le POGR, sans mesure d'appui. Il serait souhaitable de le vérifier par des jaugeages effectués dans ces conditions, si elles se présentent un jour.

année des dernières cotes observées disponibles	avant 1970	1970 à 1979	1980 à 1989	1990 à 1999	2000 à 2004	2005 à 2009	2010 à 2012
Falémé				2	1		Fadougou village Gourbassy Kidira
Téné Kioma				1		Bebele Teliko Salouma	
Samenta Bafing supérieur			1	1		Sokotoro	
Bafing (aval de confluence avec Kioma)	1		1	1		Balabori Mahina	Boureya Daka Saidou Bafing Makana Manantali amont Manantali aval
Baoulé Bakoye	1			3 1			Diangola Oualia Kayes
Sénégal moyen (de Galougo à Ambidedi)	1			1		Galougo Gouina Ambidedi	
moyenne vallée du Sénégal (de Bakel à la défluence du Doué)	3	1			1		Bakel Matam Podor
Ile à Morphil (Sénégal et Doué) basse vallée et delta du Sénégal	3	1		2 1	3	Dagana Rosso Saint-Louis Hydrobase	Richard Toll quai Diama amont Diama aval
Tahouey				1	1	Richard Toll RN côté fleuve Richard Toll RN côté Guiers Richard Toll CSS	
Guiers	1				1	Gnit Keur Momar Sarr (Guiers) Keur Momar Sarr (ferlo)	
Ferlo lit majeur de Bakel à Dagana				11	15		
stations secondaires (delta)	8			2	4	15	
Kolimbine	2			2			
Karakoro		1					

Tableau 5.13 : année des dernières cotes observées disponibles par zone et par station (ou par effectif de stations)

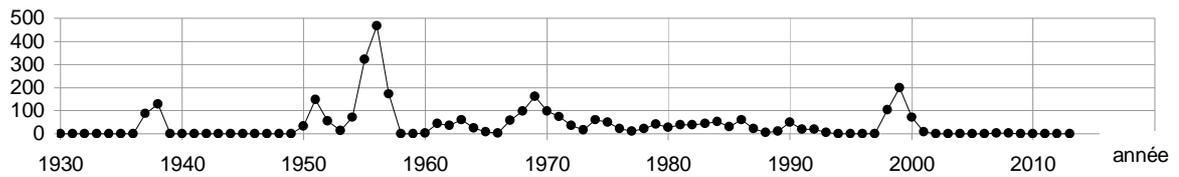


Figure 5.13.A : nombre de jaugeages réalisés par année sur le bassin du fleuve Sénégal

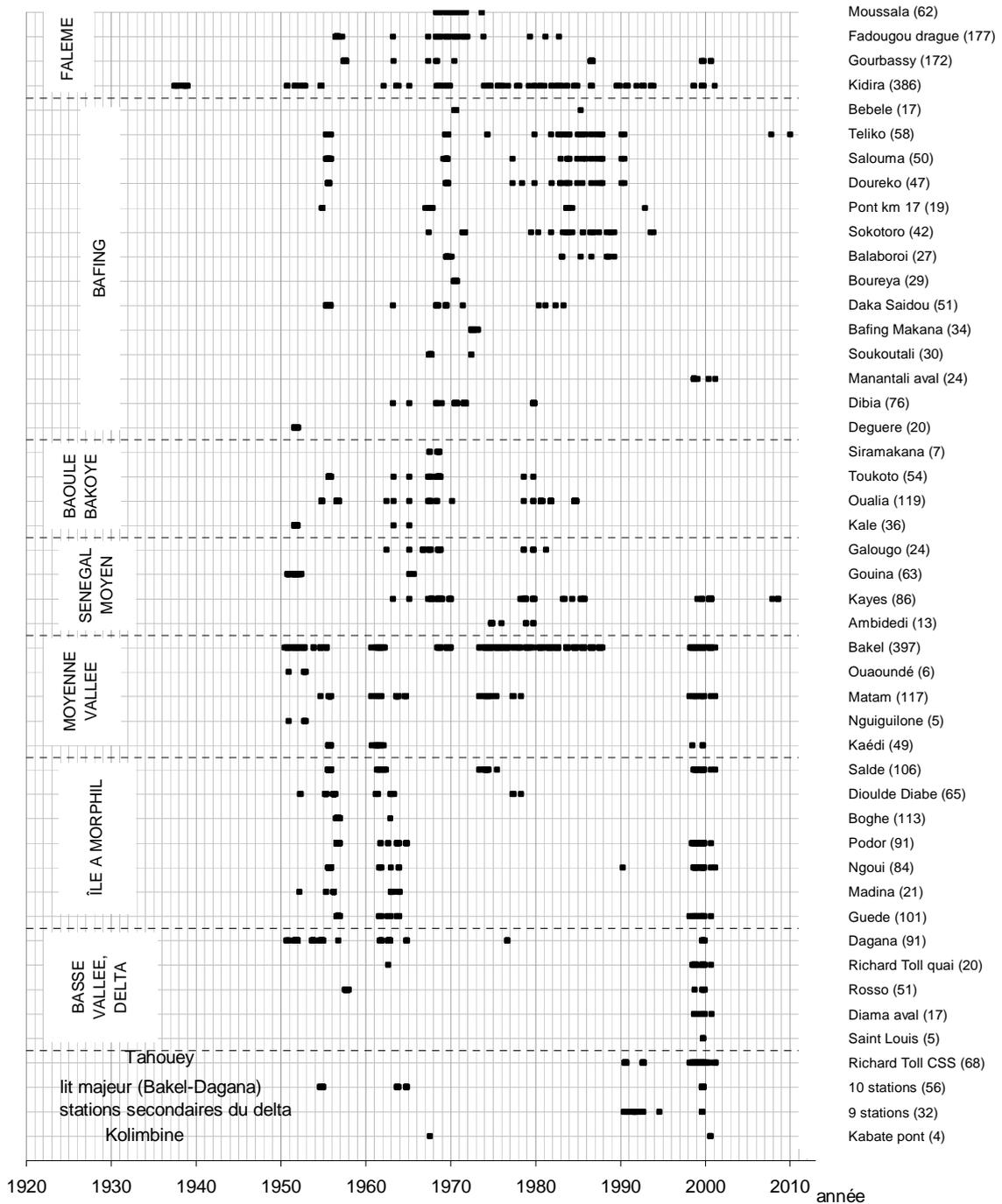


Figure 5.13.B : effectif et chronogramme des mesures de débit réalisées par station

6 ETUDE DU TARISSEMENT

D'après Roche (1963), « on appelle tarissement d'une rivière la décroissance des débits correspondant à la vidange des nappes en dehors de toute précipitation. » Le modèle conceptuel le plus fréquemment utilisé pour représenter cette phase d'écoulement, consiste à l'assimiler à la vidange d'un réservoir au travers d'un bouchon poreux. Ceci permet de décrire une décroissance exponentielle du débit entre deux instants T_0 et T , souvent observée dans la réalité :

$$Q(T) = Q(T_0) \exp(-\alpha(T-T_0))$$

Au pas de temps journalier, ce modèle peut s'exprimer ainsi :

$$Q(T+1) = Q(T) \exp(-\alpha) = K \times Q(T)$$

avec α : constante de tarissement (jour^{-1})

T : temps (jour)

K : taux de variation journalière du débit ($K = \exp(-\alpha)$), inférieur à 1

La constante de tarissement est a priori une caractéristique intrinsèque de chaque bassin versant, dépendant de divers facteurs conditionnant la vidange des nappes dans le lit du cours d'eau (géologie, morphologie, etc.). Mais bien souvent, le terme constante est abusif puisque pour un bassin donné, α peut légèrement évoluer au cours d'une phase de tarissement ainsi que d'une année sur l'autre.

Le calage du modèle est effectué ici en utilisant l'ensemble des débits moyens journaliers opérationnels réellement observés en phase naturelle de tarissement. Sont donc exclus de l'analyse les débits obtenus à partir de cotes reconstituées (code d'origine R dans la base), les débits non décroissants ou situés hors de la période du 15 septembre au 27 mai, ainsi que les débits influencés par le barrage de Manantali. L'examen des données montre que pour chaque station, le taux K de variation journalière du débit évolue chaque année de façon assez comparable pendant les phases de tarissement. L'analyse est donc effectuée sur échantillons pluri-annuels par périodes glissantes de 30 jours, dont la première s'étend du 15 septembre au 15 octobre. Pour chacune de ces périodes, on considère l'ensemble des couples éligibles de débits successifs $[Q(T), Q(T+1)]$, à partir desquels on détermine une valeur médiane pour le débit Q et le taux de variation K .

Les résultats de l'analyse sont présentés dans les tableaux 6.A et 6.B, qui donnent l'évolution des médianes interannuelles de Q et K en fonction du temps pendant les phases de tarissement. Bien que les données analysées recouvrent des périodes différentes selon les stations, on constate dans tous les cas un déroulement assez identique du tarissement en deux phases successives. Lors de la première phase, qui se termine généralement vers le mois de janvier (fig. 6.A et 6.B), le taux de variation K augmente avec le temps dans la plupart des cas. Après une période de stagnation, ce taux diminue ensuite lors de la seconde phase qui se prolonge jusqu'à la fin du tarissement. Assez rapide en début de tarissement, la décroissance relative du débit devient donc plus lente jusque vers janvier, avant de s'accélérer ensuite jusqu'à la fin. Ce comportement général est légèrement différent pour la station de Siramakana sur le Baoulé, où le tarissement très rapide s'accélère précocément dès fin octobre, ainsi qu'à Matam et Kaédi où le tarissement reste assez lent sur toute sa durée.

Enfin, les figures 6.C et 6.D montrent que l'accélération du tarissement se produit généralement quand le débit ne représente plus qu'entre 5 et 10% du débit de début octobre.

Pour la suite (chapitre 8.1.1 : utilisation du modèle de tarissement), on fait l'hypothèse que l'évolution temporelle conjointe des valeurs médianes du débit Q et de son taux K de variation journalière, peut en réalité être interprétée comme la conséquence d'une dépendance de K vis-à-vis de Q , caractéristique de chaque station.

période T1 à T2 T1 T2		Falémé								Samenta		Kioma		Tene		Bafing							
		Moussala		Fadougou		Gourbassy		Kidira		Doureko		Salouma		Bebele		Sokotoro		Balabori		Daka Saidou		Bafing Makana	
		Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K
15-sept	15-oct	51.8	0.918	155	0.921	239	0.921	345	0.920	6.14	0.933	27.1	0.967	167	0.959	81.4	0.966	424	0.951	620	0.953	645	0.954
20-sept	20-oct	45.4	0.930	135	0.928	201	0.925	293	0.924	5.28	0.943	24.3	0.967	138	0.958	75.2	0.965	374	0.953	559	0.954	578	0.957
25-sept	25-oct	38.0	0.937	109	0.937	168	0.929	239	0.927	4.35	0.952	20.4	0.967	109	0.959	66.2	0.964	323	0.958	491	0.955	511	0.960
30-sept	30-oct	31.5	0.939	88.9	0.943	139	0.934	195	0.932	3.97	0.957	18.8	0.967	93.1	0.962	59.8	0.964	284	0.958	429	0.955	455	0.961
5-oct	4-nov	25.6	0.948	73.0	0.947	114	0.940	159	0.936	3.51	0.964	16.4	0.968	80.9	0.963	52.9	0.962	252	0.959	379	0.956	410	0.964
10-oct	9-nov	20.1	0.950	59.8	0.953	92.6	0.946	128	0.943	3.06	0.964	12.8	0.967	71.8	0.964	46.9	0.960	219	0.962	319	0.957	347	0.965
15-oct	14-nov	16.4	0.954	50.5	0.957	75.5	0.952	101	0.949	2.71	0.966	11.0	0.966	62.6	0.966	40.7	0.960	190	0.964	268	0.958	296	0.967
20-oct	19-nov	13.5	0.959	43.5	0.961	59.9	0.955	83.1	0.954	2.28	0.967	9.74	0.968	57.5	0.968	35.6	0.959	161	0.964	228	0.959	255	0.968
25-oct	24-nov	11.4	0.961	37.2	0.964	49.0	0.959	68.4	0.958	2.07	0.971	8.48	0.970	49.2	0.970	29.5	0.959	142	0.965	191	0.960	225	0.970
30-oct	29-nov	9.64	0.964	31.3	0.967	40.4	0.961	57.3	0.961	1.89	0.976	7.23	0.974	40.2	0.968	24.1	0.959	124	0.966	160	0.963	194	0.972
5-nov	5-déc	7.65	0.964	26.3	0.970	32.1	0.964	45.8	0.964	1.65	0.977	6.11	0.978	33.2	0.972	19.5	0.961	103	0.969	129	0.966	167	0.974
10-nov	10-déc	6.56	0.964	22.9	0.973	27.3	0.967	37.7	0.966	1.52	0.979	5.50	0.981	30.0	0.973	16.8	0.964	86.7	0.971	112	0.970	149	0.975
14-nov	14-déc	5.88	0.964	20.6	0.973	23.4	0.969	32.3	0.967	1.44	0.981	4.91	0.982	26.4	0.975	15.0	0.966	79.5	0.972	97.6	0.972	134	0.978
29-nov	29-déc	3.38	0.961	13.6	0.974	15.2	0.974	16.2	0.967	1.16	0.984	3.66	0.987	20.1	0.979	9.71	0.968	56.2	0.979	67.7	0.979	96.7	0.982
14-déc	13-janv	1.92	0.958	10.1	0.976	11.4	0.975	9.44	0.964	1.00	0.984	2.82	0.987	14.3	0.979	6.23	0.968	39.9	0.980	51.3	0.981	73.5	0.985
29-déc	28-janv	1.08	0.954	7.80	0.976	7.95	0.974	5.20	0.960	0.833	0.985	2.01	0.986	9.65	0.978	3.91	0.969	28.5	0.980	39.6	0.983	57.8	0.987
13-janv	12-févr	0.492	0.943	5.56	0.973	5.51	0.973	2.99	0.949	0.705	0.983	1.65	0.985	7.68	0.986	2.54	0.967	22.3	0.981	31.9	0.982	46.8	0.984
28-janv	27-févr	0.167	0.915	3.78	0.972	3.68	0.968	1.80	0.940	0.586	0.979	1.33	0.982	5.86	0.986	1.62	0.966	16.8	0.980	24.5	0.980	35.1	0.980
12-févr	13-mars	0.060	0.882	2.63	0.967	2.03	0.960	1.70	0.933	0.456	0.976	1.02	0.979	4.05	0.983	1.01	0.970	12.4	0.978	17.7	0.979	25.0	0.976
27-févr	28-mars	0.025	0.857	1.42	0.959	1.29	0.951	1.46	0.922	0.352	0.972	0.696	0.978	2.84	0.977	0.738	0.970	9.17	0.978	13.0	0.975	17.0	0.971
13-mars	12-avr	0.016	0.833	0.691	0.946	1.11	0.948	0.823	0.905	0.282	0.970	0.479	0.974	1.79	0.960	0.536	0.967	7.19	0.976	9.38	0.973	10.9	0.964
28-mars	27-avr	0.004	0.750	0.225	0.927	0.985	0.941	0.411	0.875	0.252	0.961	0.362	0.971			0.389	0.962	5.53	0.976	6.84	0.970	7.12	0.952
12-avr	12-mai			0.178	0.910	0.847	0.939	0.298	0.845			0.324	0.970			0.328	0.956			4.70	0.966	5.29	0.942
27-avr	27-mai					0.519	0.920	0.084	0.766											4.27	0.960		

Tableau 6.A: valeurs médianes du débit Q (m³/s) et du taux K de variation journalière de débit, par périodes glissantes de 30 jours en phase de tarissement naturel pour la Falémé, le Samenta, le Kioma, le Téné et le Bafing (en gris : K maximal)

période T1 à T2 T1 T2		Bafing				Baoulé		Bakoye						Sénégal											
		Soukoutali		Dibia		Siramakana		Toukoto		Oualia		Kale		Galougo		Gouina		Kayes		Bakel		Matam		Kaédi	
Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K	Q	K		
15-sept	15-oct	664	0.962	981	0.958	21.6	0.891	248	0.955	219	0.940	697	0.946	1336	0.953	1638	0.955	1490	0.954	2059	0.954	2396	0.975	1916	0.987
20-sept	20-oct	587	0.962	878	0.958	14.9	0.896	216	0.956	174	0.941	596	0.942	1163	0.952	1410	0.954	1323	0.955	1765	0.954	2172	0.971	1822	0.983
25-sept	25-oct	509	0.963	723	0.960	10.8	0.901	175	0.956	133	0.943	440	0.935	982	0.952	1175	0.954	1155	0.957	1544	0.955	1900	0.968	1690	0.980
30-sept	30-oct	442	0.964	631	0.959	8.62	0.906	136	0.957	107	0.945	353	0.939	846	0.954	946	0.956	990	0.958	1286	0.955	1630	0.966	1533	0.977
5-oct	4-nov	378	0.965	556	0.960	5.85	0.916	109	0.959	89.2	0.947	297	0.942	720	0.956	805	0.959	867	0.959	1092	0.956	1377	0.964	1358	0.973
10-oct	9-nov	325	0.965	483	0.961	3.83	0.920	79.8	0.958	74.1	0.947	256	0.948	639	0.958	662	0.962	748	0.960	930	0.958	1175	0.963	1208	0.971
15-oct	14-nov	287	0.966	420	0.962	2.79	0.924	62.3	0.959	57.4	0.948	217	0.948	547	0.959	558	0.963	645	0.961	784	0.960	1002	0.963	1060	0.969
20-oct	19-nov	253	0.966	346	0.963	2.07	0.922	48.4	0.959	45.6	0.947	181	0.949	468	0.960	481	0.966	556	0.962	661	0.962	852	0.963	903	0.968
25-oct	24-nov	225	0.966	278	0.965	1.64	0.920	41.8	0.960	36.0	0.949	141	0.953	393	0.962	405	0.968	474	0.963	576	0.964	706	0.963	773	0.967
30-oct	29-nov	203	0.967	231	0.966	1.27	0.914	36.4	0.960	27.7	0.949	114	0.955	332	0.963	348	0.970	406	0.963	502	0.966	582	0.964	642	0.966
5-nov	5-déc	171	0.970	188	0.968	0.892	0.902	30.6	0.961	20.6	0.951	88.5	0.958	266	0.965	284	0.971	342	0.965	427	0.968	473	0.966	521	0.967
10-nov	10-déc	151	0.972	158	0.971	0.602	0.892	27.1	0.964	16.0	0.953	71.4	0.961	231	0.968	244	0.973	291	0.967	381	0.970	399	0.968	445	0.967
14-nov	14-déc	132	0.972	141	0.974	0.420	0.875	24.3	0.966	13.7	0.955	57.6	0.963	204	0.970	221	0.975	254	0.969	343	0.971	351	0.970	393	0.968
29-nov	29-déc	90.4	0.978	88.0	0.976	0.156	0.852	15.1	0.968	7.24	0.958	35.6	0.973	138	0.976	155	0.979	179	0.975	247	0.977	240	0.976	280	0.973
14-déc	13-janv	67.2	0.978	64.1	0.978			10.7	0.967	4.52	0.961	27.4	0.980	99.3	0.979	115	0.981	113	0.977	174	0.980	182	0.978	197	0.978
29-déc	28-janv	49.9	0.977	47.4	0.978			8.09	0.966	3.36	0.963	22.7	0.983	78.3	0.980	87.9	0.980	81.5	0.978	128	0.981	133	0.979	135	0.980
13-janv	12-févr	37.2	0.976	36.5	0.977			7.56	0.968	2.80	0.962	18.1	0.982	59.0	0.980	63.5	0.979	63.1	0.978	91.0	0.979	92.5	0.979	91.1	0.980
28-janv	27-févr	23.2	0.969	26.6	0.976			5.88	0.967	3.09	0.959	12.8	0.975	44.2	0.979	41.0	0.975	46.7	0.976	67.3	0.977	68.1	0.977	64.9	0.979
12-févr	13-mars	15.6	0.965	18.7	0.974			4.36	0.968	2.34	0.952	8.44	0.967	32.5	0.977	27.0	0.970	34.8	0.974	45.8	0.974	50.8	0.976	45.0	0.977
27-févr	28-mars	10.1	0.966	11.9	0.968			2.88	0.967	1.71	0.945	6.17	0.955	23.4	0.975	16.8	0.965	25.1	0.971	29.3	0.970	38.1	0.975	25.0	0.971
13-mars	12-avr	7.23	0.965	7.95	0.963			1.98	0.959	1.21	0.942	3.81	0.951	15.8	0.972	8.72	0.959	17.2	0.968	19.5	0.966	29.0	0.974	17.7	0.966
28-mars	27-avr	5.36	0.963	4.49	0.954			1.28	0.951	0.795	0.938	1.76	0.937	10.1	0.968	4.78	0.953	12.8	0.961	11.6	0.963	20.1	0.973	13.8	0.966
12-avr	12-mai	2.65	0.956					0.870	0.933	0.632	0.917	0.930	0.917	6.72	0.967	2.81	0.949	6.60	0.954	7.46	0.960	14.1	0.975	11.4	0.969
27-avr	27-mai	2.65	0.946					0.800	0.913	0.352	0.888	0.785	0.903	4.94	0.964	2.27	0.945	3.29	0.941	5.14	0.960	9.92	0.976	8.48	0.970
12-mai	11-juin													4.42	0.959			2.53	0.925	4.33	0.956	7.09	0.976	5.81	0.965

Tableau 6.B: valeurs médianes du débit Q (m³/s) et du taux K de variation journalière de débit, par périodes glissantes de 30 jours en phase de tarissement naturel pour le Bafing, le Baoulé, le Bakoye et le Sénégal (en grisé : K maximal)

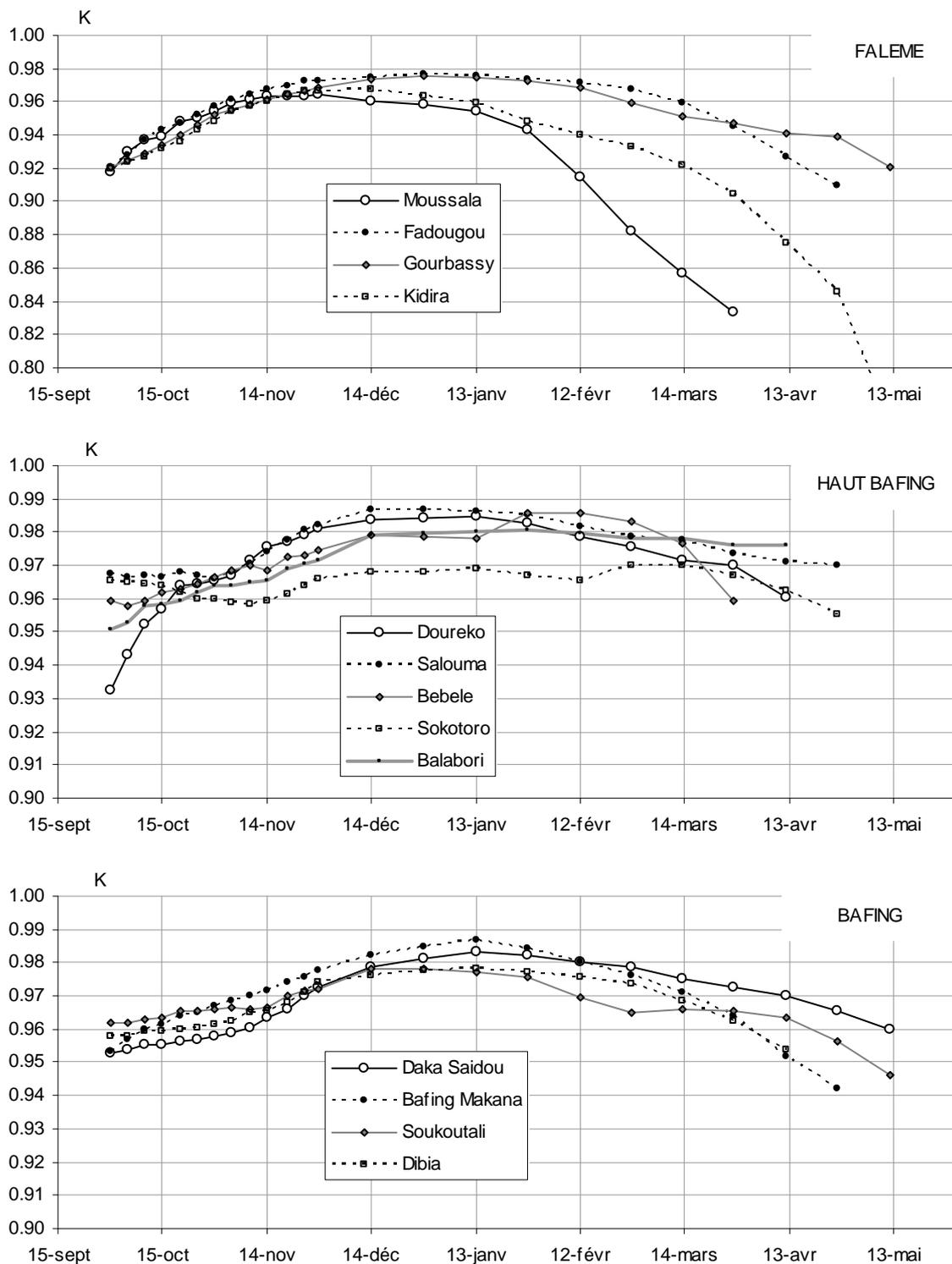


Figure 6.A : évolution du taux K de variation journalière du débit pendant la phase de tarissement. Valeurs médianes obtenues par périodes glissantes de 30 jours pour les stations de la Falémé et du Bafing

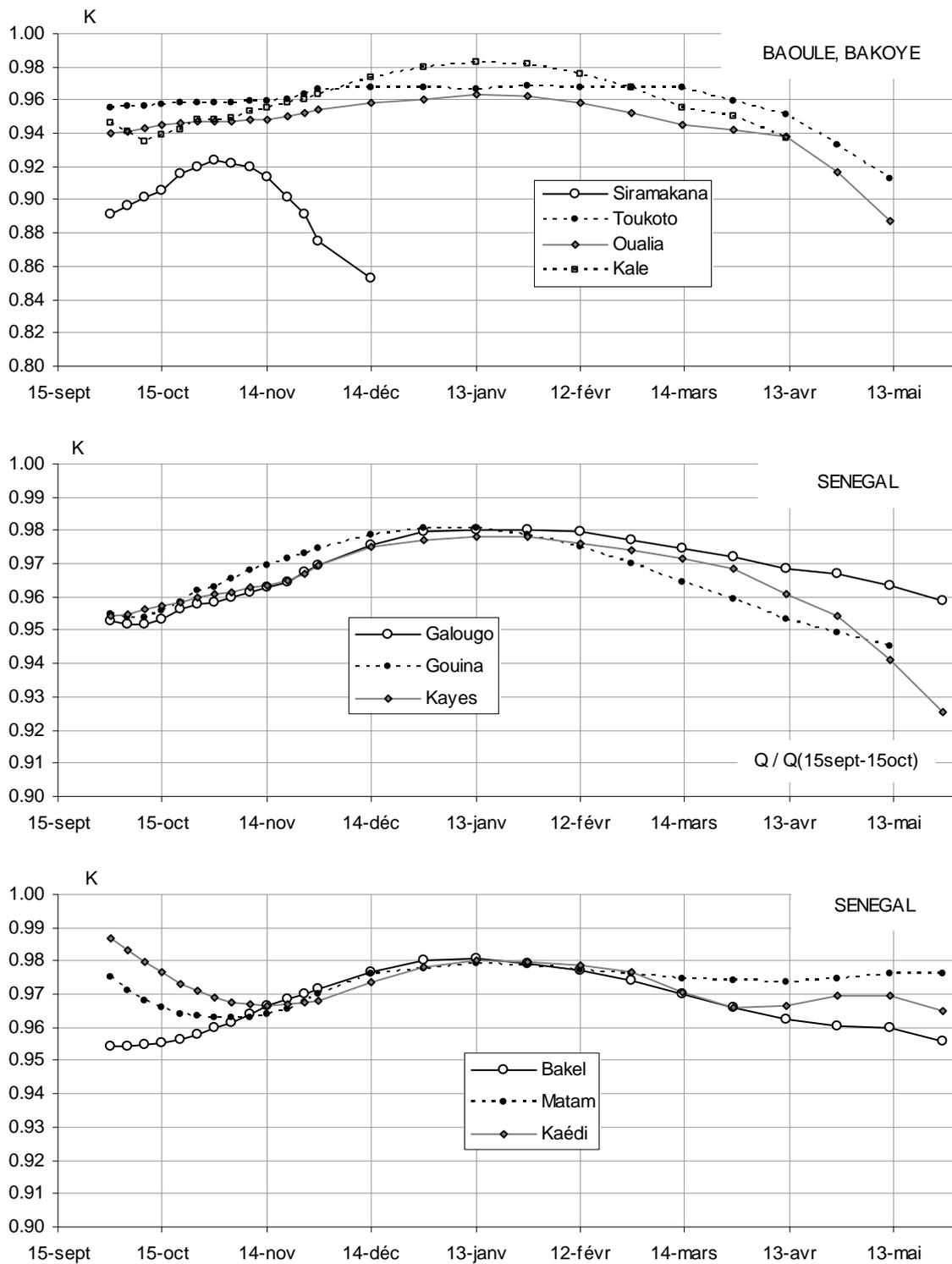


Figure 6.B : évolution du taux K de variation journalière du débit pendant la phase de tarissement. Valeurs médianes obtenues par périodes glissantes de 30 jours pour les stations du Baoulé, du Bakoye et du Sénégal

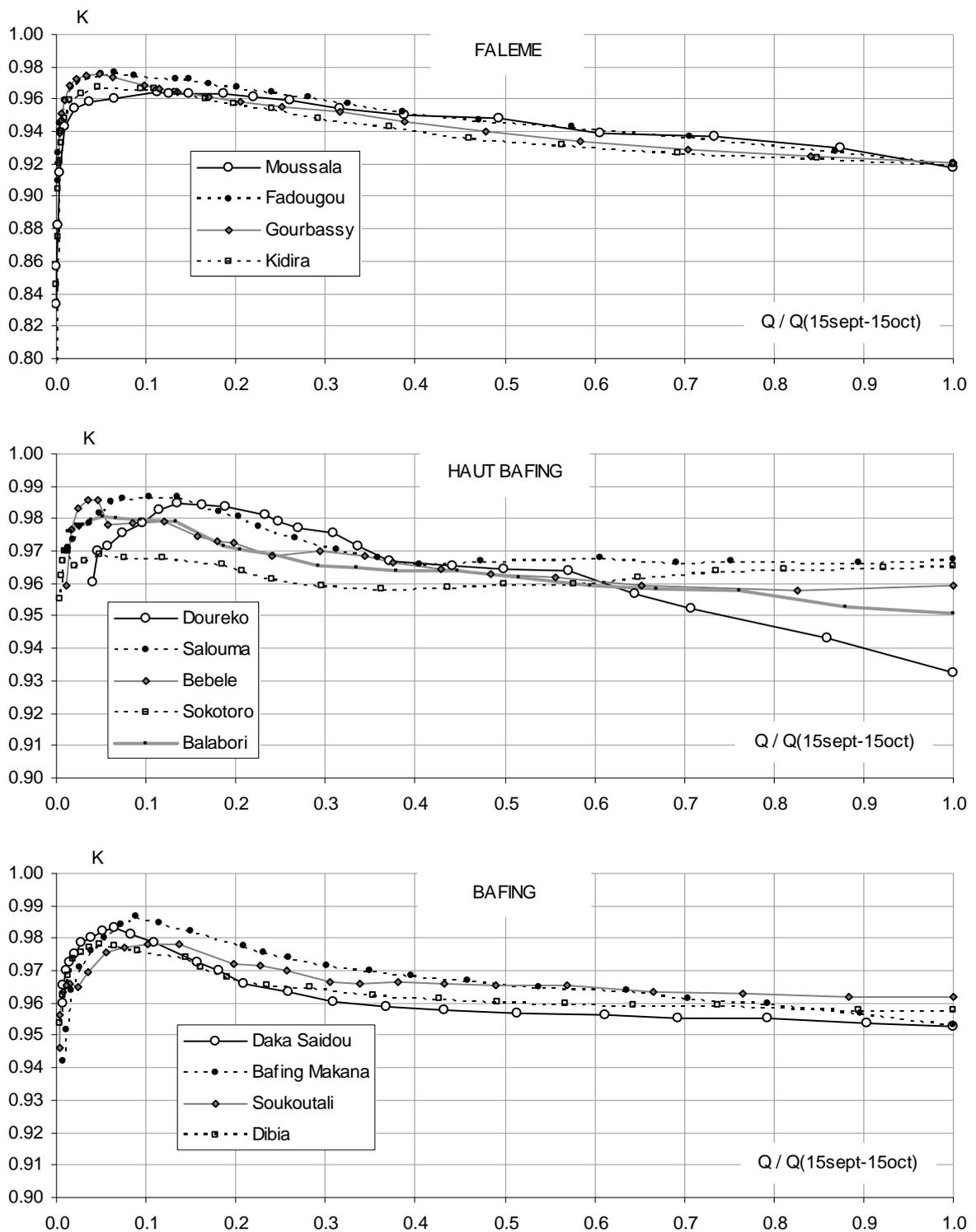


Figure 6.C : évolution du taux K de variation journalière du débit pendant la phase de tarissement, en fonction du débit Q divisé par le débit de la période du 15 septembre au 15 octobre. Valeurs médianes obtenues par périodes glissantes de 30 jours pour les stations de la Falémé et du Bafing

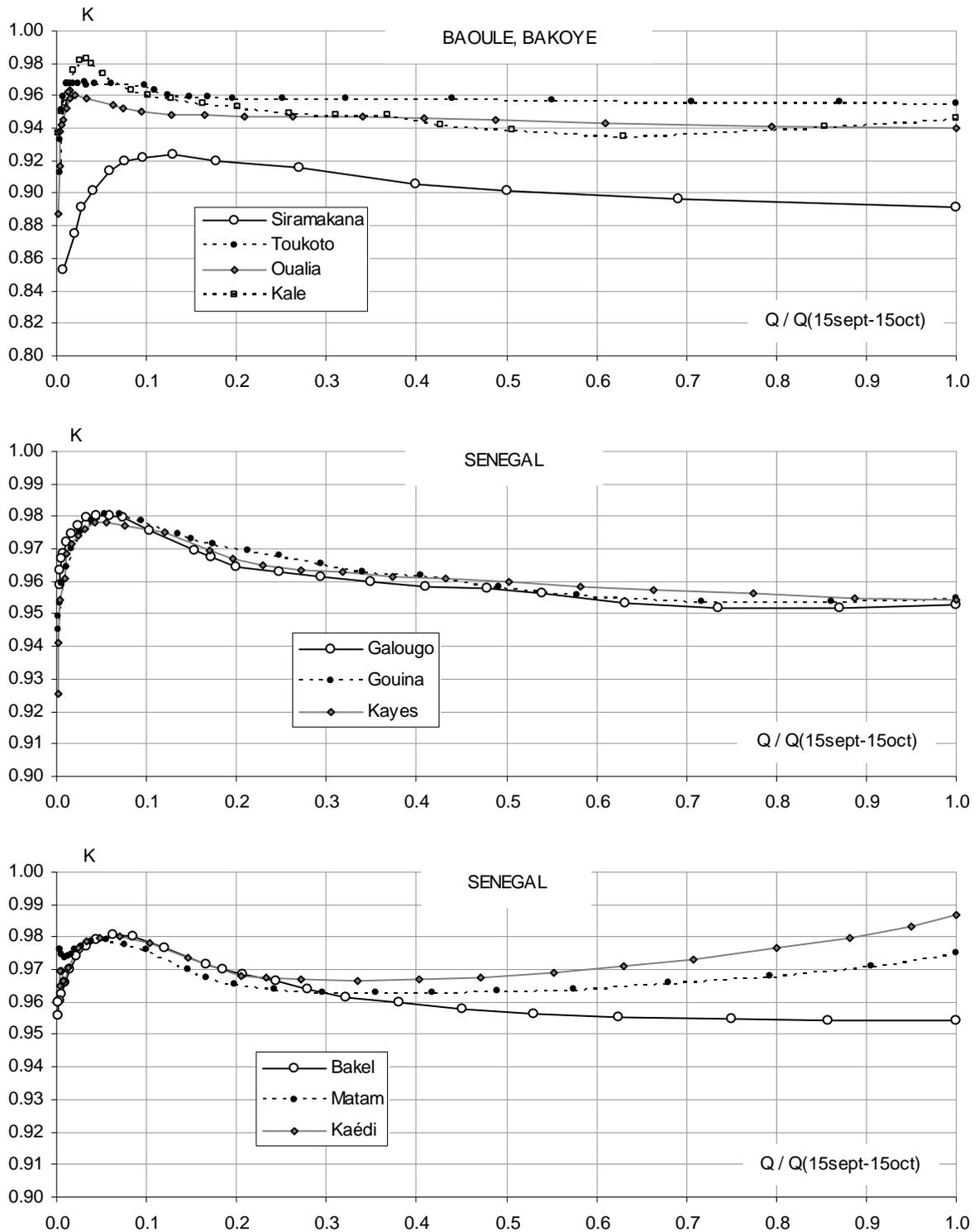


Figure 6.D : évolution du taux K de décroissance journalière du débit pendant la phase de tarissement, en fonction du débit Q divisé par le débit de la période du 15 septembre au 15 octobre. Valeurs médianes obtenues par périodes glissantes de 30 jours pour les stations du Baoulé, du Bakoye et du Sénégal

7 ETUDE DE LA PROPAGATION DES ECOULEMENTS

7.1 BIEFS NON INFLUENCES PAR LE BARRAGE DE DIAMA : MODELE DE PROPAGATION DE LAMAGAT

7.1.1 Principes du modèle de propagation de Lamagat

Le modèle de Lamagat (1983, 1987, 1990, 1993) a été tout particulièrement développé par son auteur pour décrire la propagation des écoulements dans les fleuves Niger et Sénégal. Justifié de façon théorique par Morel-Seytoux et al (1993), il est basé sur les équations de Barre de Saint Venant qui régissent les écoulements à surface libre monodimensionnels et graduellement variés. Pouvant être considéré comme un modèle d'onde diffusive (ou "zéro inertie"), il suppose que dans l'équation dynamique d'écoulement, les termes d'accélération locale et convective (proportionnels à la dérivée de la vitesse par rapport au temps et à l'abscisse respectivement) sont négligeables par rapport au terme des forces de pression (proportionnel à la dérivée de la profondeur d'eau par rapport à l'abscisse) et à ceux des forces de gravité et de frottement.

Exploitant la proportionnalité entre débit et racine carrée de la pente de friction (French, 1985), Morel-Seytoux et al (1993) montrent que la propagation d'un signal de niveau de surface libre de l'amont à l'aval d'un bief est alors régie par deux fonctions f et g du niveau amont H_m , donnant respectivement le niveau aval H_v et le délai T de propagation. Ce dernier est égal à la longueur du bief divisée par la vitesse moyenne de l'onde cinématique le long du bief. On a donc au temps t :

$$H_v(t+g(H_m(t))) = f(H_m(t))$$

Les fonctions f et g ne peuvent malheureusement pas être déterminées directement à partir de leur formules théoriques, où interviennent des paramètres qui en pratique ne sont jamais connus sur les cours d'eau naturels. Il faut donc les déterminer à partir de séries de valeurs de H_m et H_v observées à la fois en crue et en décrue, qui doivent être analysées par intervalles successifs de valeurs de H_m . Ces intervalles doivent être suffisamment petits pour que la fonction f puisse y être considérée comme linéaire, ce qui permet de la déterminer par la méthode des moindres carrés.

Pour caler le modèle sur un marnage $[H_{m1} ; H_{m2}]$ de valeurs de H_m , on procède donc par intervalles successifs F_n définis par $F_n = [H_{m1}+n \times L ; H_{m1}+A+n \times L]$, où A et L sont respectivement une amplitude et un décalage fixes, le rang n entier progressant entre zéro et $(H_{m2}-H_{m1})/L$.

D étant un pas de temps fixe et T_1 et T_2 les bornes minimale et maximale de délai de propagation à tester, l'analyse d'un intervalle F_n consiste à calculer pour chaque rang p entier situé entre zéro et $(T_2-T_1)/D$, l'erreur type $S_{n,p}$ de la corrélation linéaire entre les valeurs de $H_m(t)$ comprises dans F_n et celles de $H_v(t+T_1+p \times D)$. La valeur p_n de p minimisant $S_{n,p}$ désigne le délai de propagation optimal $T_n = T_1+p_n \times D$ affecté à l'intervalle F_n , pour lequel on retient également les valeurs moyennes H_{mn} et H_{vn} des couples H_m , H_v reliés par la corrélation associée. Dans cette analyse, les valeurs de $H_v(t+T_1+p \times D)$ sont obtenues par interpolation linéaire à partir des valeurs de H_v observées.

L'ensemble des triplets H_{mn} , H_{vn} , T_n obtenus en faisant varier n permet de définir la fonction f par le barème des valeurs H_{mn} et H_{vn} et la fonction g par celui des valeurs H_{mn} et T_n . Dans l'analyse, les paramètres A , L , T_1 , T_2 et D sont adaptés arbitrairement en fonction des échantillons de valeurs observées. Il est parfois nécessaire de les faire varier pour différentes parties du marnage.

Les fonctions f et g définies par le modèle de Lamagat décrivent la propagation des écoulements dans un bief dont les caractéristiques hydrauliques sont supposées constantes. Il ne convient donc pas quand l'écoulement est influencé par un contrôle hydraulique aval variable, comme c'est le cas à l'amont proche de Diama pour les stations situées dans le remous de l'ouvrage. Par ailleurs, la justification théorique du modèle suppose implicitement une constance des apports ou prélèvements intermédiaires entre les stations. Quand ces derniers varient assez peu par rapports aux débits de l'amont ou sont assez corrélés à ces derniers, le modèle peut toutefois être utilisé et donne d'assez bons résultats.

Enfin, la théorie du modèle et sa procédure de calage permettent de l'utiliser indifféremment de l'amont vers l'aval ou de l'aval vers l'amont. Pour des biefs où le débit est une fonction bijective de la cote, le modèle peut aussi être utilisé pour décrire la propagation des débits plutôt que celle des cotes, ou de façon mixte pour décrire par exemple les cotes à l'aval résultant des débits à l'amont.

7.1.2 Calage du modèle à partir des données opérationnelles

Le calage du modèle de propagation de Lamagat est effectué ici à partir des valeurs moyennes journalières de cote ou de débit de la base de données opérationnelle, en n'exploitant que des données correspondant à de réelles observations. Aucune donnée issue de reconstitution n'est utilisée.

L'analyse met en évidence quelques données douteuses résiduelles, que le crible de l'homogénéisation n'avait pas permis de détecter. Ces données, non utilisées pour l'élaboration des séries de données complètes, sont signalées dans le tableau A-10 de l'annexe 2A.

Les résultats sont présentés ci-dessous en distinguant :

- les calages, classés par bassins, effectués entre deux stations successives d'un bief situé à l'amont de Matam,
- les calages effectués entre débits de trois stations encadrant un confluent,
- les calages donnant la cote à une station en fonction d'un débit ou d'une cote à l'amont, sur des biefs situés à l'aval de Bakel,

Dans le cas de deux stations successives, les relations obtenues en calant le modèle de l'amont vers l'aval et de l'aval vers l'amont ne sont jamais exactement l'inverse l'une de l'autre. Les différences peuvent être assez importantes quand le modèle est calé à partir de points très dispersés, ce qui se produit en particulier pour des biefs soumis à des apports intermédiaires aléatoires relativement importants, où le modèle est forcément imprécis. De la même façon qu'une corrélation linéaire $Y=f(X)$ n'est pas l'inverse de la corrélation $X=f(Y)$, ceci n'est pas une anomalie. Le calage du modèle vise en effet à déterminer une relation minimisant l'erreur type sur le prévisande, et non pas une simple relation moyenne entre préviseur et prévisande.

Les notations utilisées dans la présentation des résultats sont les suivantes, sachant que les positions relatives du préviser et du prévisande ne sont pas liées au sens de l'écoulement :

- Q1 : débit préviser (m^3/s)
- H1 : niveau préviser observé à l'échelle (cm)
- Q2 : débit prévisande (m^3/s), calculé à partir du préviser Q1 ou H1
- H2 : niveau prévisande à l'échelle (cm), calculé à partir du préviser Q1 ou H1
- T : temps de propagation (jour), positif de l'amont vers l'aval et négatif dans le sens inverse
- Et : erreur type de la relation f du modèle
- N : effectif de points utilisés pour le calage du modèle par intervalles F_n (voir plus haut)

L'erreur type Et renseigne sur l'incertitude absolue du modèle, et donc sur le degré de vraisemblance des données qu'il permet de reconstituer (voir chapitre sur l'obtention des séries complètes). Quand le prévisande est un débit, cette incertitude absolue augmente généralement en fonction du préviser (voir résultats ci-dessous), ce qui correspond à une diminution de la précision absolue du modèle en hautes eaux. A l'inverse, le rapport $Et/Q2$ qui renseigne alors sur l'incertitude relative du modèle, tend souvent à diminuer en fonction du préviser, ce qui correspond à une augmentation de la précision relative du modèle en hautes eaux.

Enfin, chaque calage de modèle présenté ci-dessous est associé à un code qui est utilisé plus loin pour désigner les modèles utilisés dans le processus de reconstitution de données (cf § 8). Ce code commence par F pour les modèles concernant la Falémé, B pour le Bafing, BB pour le Baoulé-Bakoye, F pour le Sénégal, C pour les confluences, V pour les modélisations en cote à l'aval de Bakel et N pour celles qui concernent spécifiquement le régime naturel.

7.1.3 Propagation sur la Falémé

En additionnant les temps T présentés ci-dessous bief par bief, on obtient un temps de propagation des débits qui s'élève, entre Moussala et Kidira, à environ 3.1 jours en moyennes eaux et 4.7 jours en hautes eaux. Sur ce parcours long d'environ 400 km, la vitesse de propagation de l'onde se situe donc entre 5.4 et 3.5 km/h.

7.1.3.1 Débit de la Falémé à Fadougou en fonction du débit de la Falémé à Moussala (modèle F1)

Sur ce tronçon très court, la Falémé reçoit d'importants apports intermédiaires. Le modèle de propagation y est donc peu précis, avec une erreur type Et représentant plus de 30% du débit prévu Q2 sur presque tout le marnage.

Q1	7.0	25	45	59	74	90	104	119	132	148
Q2	15	49	81	106	136	168	188	213	232	263
T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2
Et	9.4	20	33	39	47	53	65	75	60	63
N	2625	621	352	332	257	214	189	148	99	60
Q1	166	187	202	221	246	272	294	323	378	
Q2	291	322	345	369	431	467	490	524	586	
T	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	
Et	76	99	108	118	137	147	141	133	121	
N	50	53	51	51	50	49	49	49	49	

Tableau 7.1.3.A : modèle calé entre Moussala (Q1) et Fadougou (Q2) sur la période 1972-1992

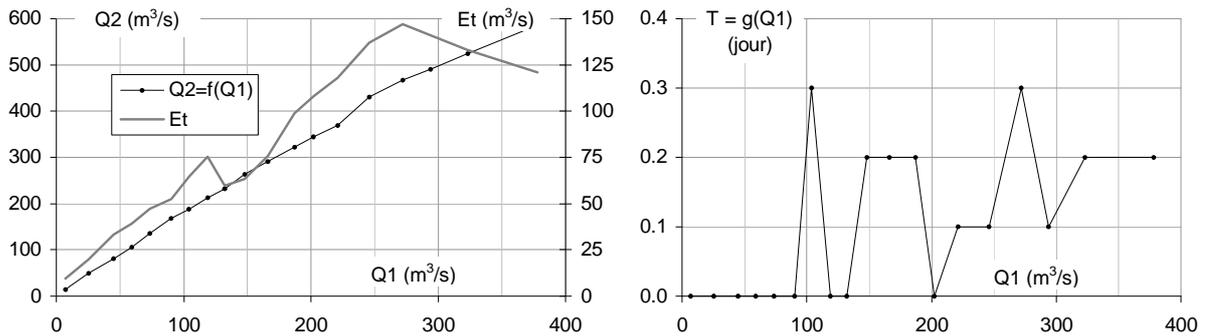


Figure 7.1.3.A : modèle calé entre Moussala (Q1) et Fadougou (Q2) sur la période 1972-1992

7.1.3.2 Débit de la Falémé à Moussala en fonction du débit de la Falémé à Fadougou (modèle F2)

Q1	15	53	88	117	148	178	205	236	268
Q2	7.9	30	52	71	89	104	115	126	142
T	-0.6	-0.3	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Et	4.2	11	16	18	19	30	37	39	45
N	2660	708	403	311	237	199	148	98	79
Q1	296	330	364	428	488	517	538	611	625
Q2	158	164	174	211	251	270	281	324	336
T	0.0	-0.4	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Et	53	60	61	67	74	75	75	86	85
N	63	53	52	50	53	50	51	50	50

Tableau 7.1.3.B : modèle calé entre Fadougou (Q1) et Moussala (Q2) sur la période 1972-1992

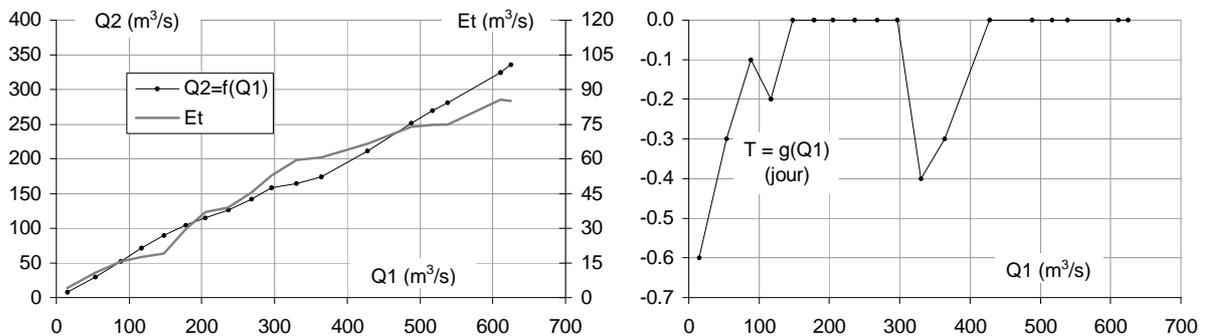


Figure 7.1.3.B : modèle calé entre Fadougou (Q1) et Moussala (Q2) sur la période 1972-1992

7.1.3.3 Débit de la Falémé à Gourbassy en fonction du débit de la Falémé à Fadougou (modèle F3)

Le modèle de propagation est moyennement précis sur ce tronçon, avec un rapport E_t/Q_2 situé entre 0.2 et 0.3 en moyennes et hautes eaux, et inférieur à 0.2 seulement en très hautes eaux.

Q1	10	37	57	78	98	119	139	159	179	199	219	239	260	280
Q2	13	48	81	116	147	176	202	232	254	288	330	346	372	413
T	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6	1.4	1.6	1.6	1.4	1.4	1.6	1.4	1.6
E_t	9.5	22	35	46	54	61	62	80	93	101	108	99	109	111
N	4721	1610	1078	770	602	483	407	352	311	275	246	218	189	180
Q1	299	319	341	359	380	398	419	440	486	582	676	774	906	1020
Q2	454	486	496	537	567	580	624	645	709	817	917	1070	1310	1410
T	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.2	2.0
E_t	94	97	121	147	133	126	156	154	183	188	200	218	207	181
N	167	143	139	132	119	106	84	74	333	225	137	66	42	41

Tableau 7.1.3.C : modèle calé entre Fadougou (Q1) et Gourbassy (Q2) sur la période 1954-2010

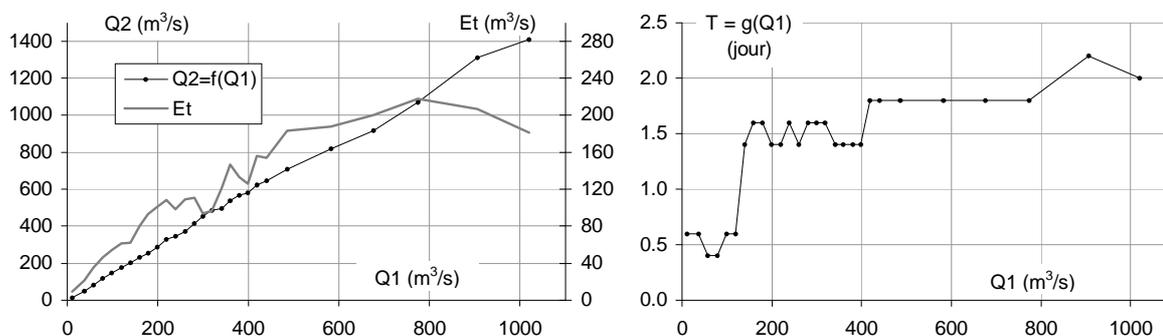


Figure 7.1.3.C : modèle calé entre Fadougou (Q1) et Gourbassy (Q2) sur la période 1954-2010

7.1.3.4 Débit de la Falémé à Fadougou en fonction du débit de la Falémé à Gourbassy (modèle F4)

Q1	4.0	11	17	22	40	181	285	391	495
Q2	4.5	11	16	20	32	131	203	271	336
T	-4.0	-4.0	-3.5	-3.5	-2.5	-1.8	-1.6	-1.4	-1.4
E_t	3.4	5.0	6.0	6.6	15	40	55	69	82
N	3394	1500	1075	808	6560	1517	877	588	453
Q1	592	685	788	888	989	1090	1200	1330	1430
Q2	396	456	526	573	602	641	708	867	979
T	-1.5	-1.5	-1.4	-1.5	-1.5	-1.6	-2.1	-2.1	-1.8
E_t	96	110	108	106	141	161	152	163	246
N	375	275	181	122	86	64	52	53	51

Tableau 7.1.3.D : modèle calé entre Gourbassy (Q1) et Fadougou (Q2) sur la période 1954-2010

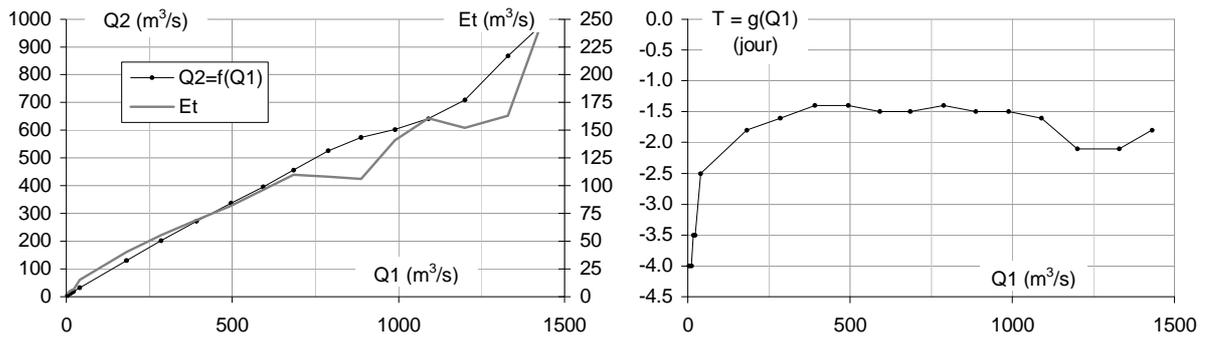


Figure 7.1.3.D : modèle calé entre Goubassy (Q1) et Fadougou (Q2) sur la période 1954-2010

7.1.3.5 Débit de la Falémé à Kidira en fonction du débit de la Falémé à Goubassy (modèle F5)

Le modèle de propagation est assez précis sur ce tronçon, avec un rapport Et/Q2 situé entre 0.15 et 0.25 en moyennes et hautes eaux.

Q1	39	182	287	389	494	592	689	788	886	990	1090	1190	1290	1390	1480
Q2	46	214	345	472	588	689	803	949	1130	1290	1440	1560	1780	1970	2070
T	1.4	1.6	1.4	1.4	1.4	1.6	1.8	2.2	2.2	2.4	2.6	2.4	2.6	2.6	2.4
Et	26	58	81	101	118	136	167	232	276	257	274	296	304	287	292
N	9954	2392	1465	1004	738	587	437	301	201	144	105	75	68	67	51

Tableau 7.1.3.E : modèle calé entre Goubassy (Q1) et Kidira (Q2) sur la période 1954-2010

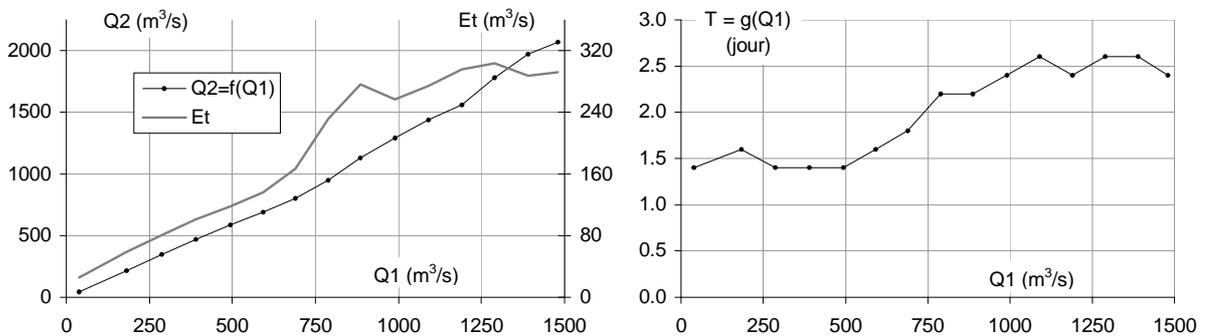


Figure 7.1.3.E : modèle calé entre Goubassy (Q1) et Kidira (Q2) sur la période 1954-2010

7.1.3.6 Débit de la Falémé à Goubassy en fonction du débit de la Falémé à Kidira (modèle F6)

Q1	48	225	359	493	610	730	858	985	1110	1240	1353	1510	1620	1756	1880	2020	2190
Q2	43	196	306	417	515	613	710	785	867	974	1011	1040	1098	1201	1260	1320	1410
T	-1.8	-1.7	-1.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.6	-1.6	-2.2	-2.3	-2.2	-2.2	-2.4	-2.3	-2.4	-2.5	-2.7
Et	17	42	61	81	95	102	111	122	125	153	179	199	210	200	217	227	194
N	10113	2325	1334	1026	827	533	322	207	149	118	79	66	73	62	57	54	50

Tableau 7.1.3.F : modèle calé entre Kidira (Q1) et Goubassy (Q2) sur la période 1954-2010

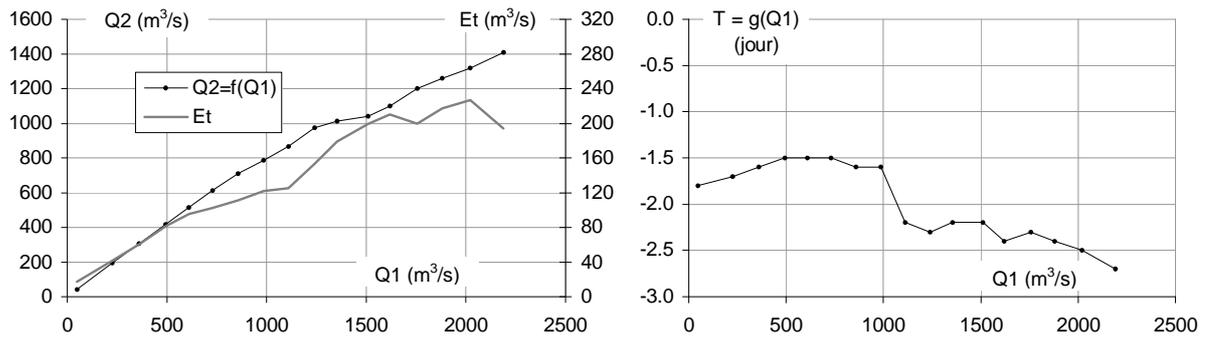


Figure 7.1.3.F : modèle calé entre Kidira (Q1) et Gourbassy (Q2) sur la période 1954-2010

7.1.3.7 Débit de la Falémé à Kidira en fonction du débit du Sénégal à Bakel (modèle F7)

Ce tronçon reçoit des apports intermédiaires très importants provenant du Sénégal. Le modèle de propagation n’y est donc que moyennement précis, avec un rapport Et/Q2 situé entre 0.2 et 0.3 en moyennes et hautes eaux.

Q1	152	471	720	970	1240	1490	1730	1980	2260	2500	2740	3000
Q2	22	78	122	169	236	307	376	447	525	594	645	693
T	-1.5	-1.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5
Et	14	30	42	56	76	91	112	132	147	168	179	185
N	3706	1697	1194	861	683	621	541	430	371	345	304	305
Q1	3210	3510	3700	4110	4450	4820	5080	5350	5660	6090	6530	
Q2	764	887	961	1160	1290	1440	1510	1610	1740	1830	1970	
T	-0.4	-0.4	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-1.4	-1.5	-1.6	-1.6	-1.7	
Et	220	266	282	352	383	403	426	430	411	395	452	
N	248	193	158	152	150	156	153	152	150	150	150	

Tableau 7.1.3.G : modèle calé entre Bakel (Q1) et Kidira (Q2) sur la période 1950-1986

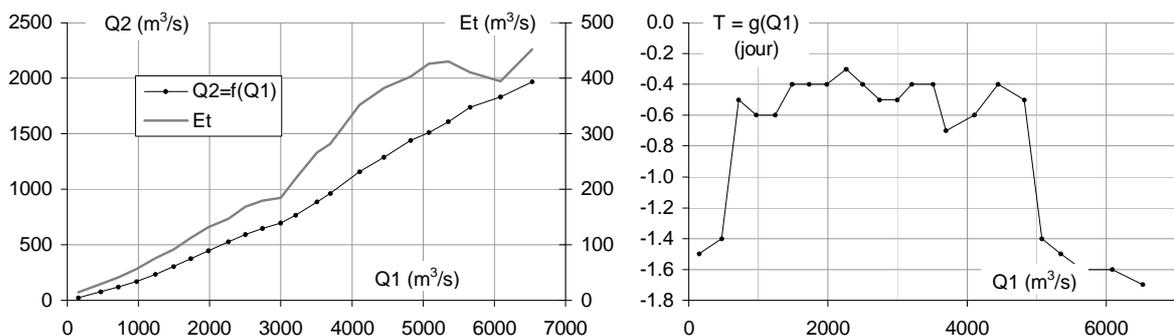


Figure 7.1.3.G : modèle calé entre Bakel (Q1) et Kidira (Q2) sur la période 1950-1986

7.1.4 Propagation sur le Bafing

En additionnant les temps T présentés ci-dessous bief par bief, on obtient un temps de propagation des débits qui s’élève en régime naturel, entre Balabori et Dibia, à environ 2.4 jours en moyennes et hautes eaux. Sur ce parcours long d’environ 430 km, la vitesse de propagation de l’onde s’élève donc à 7.5 km/h environ.

Sur la plupart des biefs du Bafing, les temps de propagation en basses eaux sont sensiblement plus longs qu'en hautes eaux.

7.1.4.1 Débit du Kiomé à Salouma en fonction du débit du Bafing à Balabori (modèle B1)

Plus de 90% du débit passant à Balabori provient d'apports intermédiaires sur ce tronçon. Le modèle de propagation y est donc forcément très peu précis, avec un rapport E_t/Q_2 d'environ 0.4 en moyennes et hautes eaux.

Q1	14	25	36	46	73	227	335	438	537	628	706	898
Q2	1.1	2.2	3.1	3.7	5.0	15	24	34	45	54	60	74
T	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.4	-0.1	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	-0.1
E_t	0.7	1.3	1.7	1.7	2.9	6.4	9.2	13	18	21	22	23
N	912	527	394	317	2017	683	514	389	317	227	144	25

Tableau 7.1.4.A : modèle calé entre Balabori (Q1) et Salouma (Q2) sur la période 1969-2007

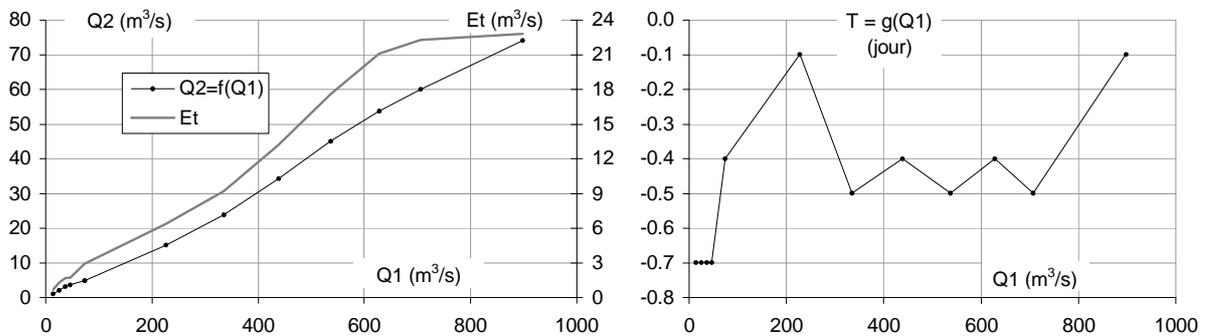


Figure 7.1.4.A : modèle calé entre Balabori (Q1) et Salouma (Q2) sur la période 1969-2007

7.1.4.2 Débit du Bafing à Sokotoro en fonction du débit du Bafing à Balabori (modèle B2)

Sur ce tronçon, le débit du Bafing augmente d'environ 80% du fait des apports intermédiaires. Le modèle de propagation y présente une précision très moyenne, avec un rapport E_t/Q_2 situé entre 0.2 et 0.35 en moyennes et hautes eaux.

Q1	12	25	31	92	143	200	259	294	352	403	457	575	707	834	1030	1140
Q2	1.7	4.3	5.7	20	35	47	56	62	74	81	94	116	131	153	200	224
T	-2.0	-1.8	-0.6	-0.2	-0.7	-0.6	-0.5	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.6	-0.5	-0.2	-0.5
E_t	1.3	2.1	3.1	7.6	11	10	13	18	25	28	29	31	33	38	48	73
N	822	380	1390	441	231	162	202	197	150	147	154	362	202	75	22	10

Tableau 7.1.4.B : modèle calé entre Balabori (Q1) et Sokotoro (Q2) sur la période 1969-2009

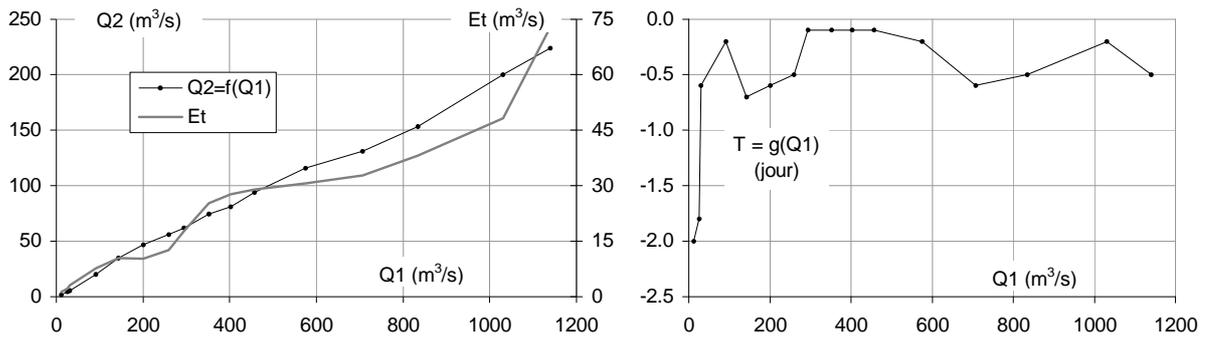


Figure 7.1.4.B : modèle calé entre Balabori (Q1) et Sokotoro (Q2) sur la période 1969-2009

7.1.4.3 Débit du Téné à Bebele en fonction du débit du Bafing à Balabori (modèle B3)

Sur ce tronçon, la précision du modèle de propagation est moyenne en moyennes eaux (ET/Q2 situé entre 0.2 et 0.3) et assez bonne en hautes eaux (Et/Q2 entre 0.1 et 0.2).

Q1	14	24	36	47	82	167	233	289	346	394	449
Q2	4.9	9.3	14	17	35	71	101	125	145	166	181
T	-2.0	-2.0	-2.0	-0.8	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3
Et	1.3	1.8	2.5	3.1	16	24	30	36	41	48	55
N	426	248	160	131	985	506	375	326	337	320	266
Q1	483	527	562	625	678	723	756	801	834	879	922
Q2	195	210	220	244	258	279	287	299	310	322	334
T	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Et	57	60	62	64	60	49	50	46	44	42	44
N	244	228	200	151	114	95	80	53	40	22	15

Tableau 7.1.4.C : modèle calé entre Balabori (Q1) et Bebele (Q2) sur la période 1970-2007

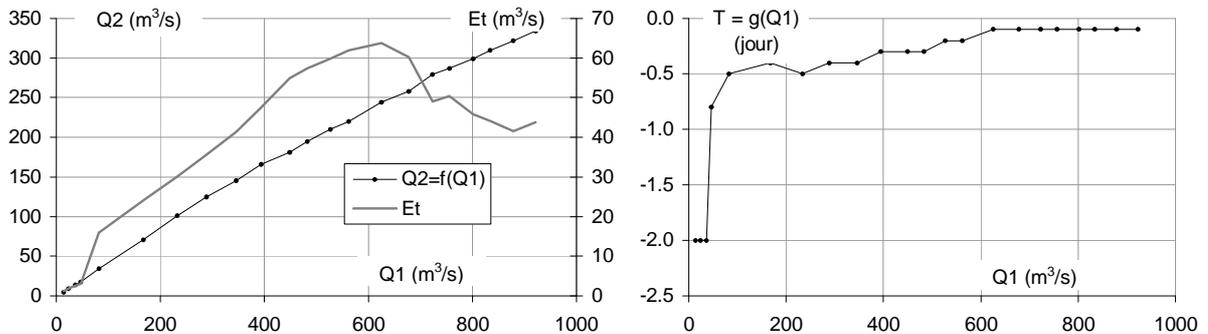


Figure 7.1.4.C : modèle calé entre Balabori (Q1) et Bebele (Q2) sur la période 1970-2007

7.1.4.4 Débit du Bafing à Balabori en fonction du débit du Bafing à Daka Saïdou (modèle B4)

Le modèle de propagation est précis sur ce tronçon, avec un rapport Et/Q2 proche de 0.1 sur presque tout le marnage.

Q1	11	24	32	86	140	198	246	299	351	397	443	601	745	876	1010	1160	1330
Q2	10	19	28	79	127	171	205	242	277	308	344	465	574	661	746	849	989
T	-2.0	-1.7	-1.8	-1.5	-1.4	-1.3	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.7	-0.8	-0.6	-0.5	-0.7	-0.7	-0.6
Et	2.7	3.6	6.0	11	17	23	22	20	22	27	34	57	72	76	83	102	104
N	1017	686	2006	713	319	204	176	159	173	164	445	385	347	259	145	64	27

Tableau 7.1.4.D : modèle calé entre Daka Saidou (Q1) et Balabori (Q2) sur la période 1969-2009

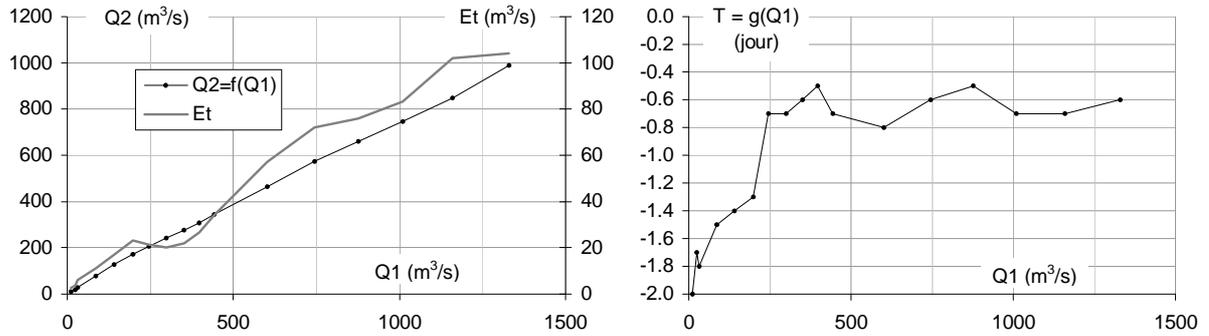


Figure 7.1.4.D : modèle calé entre Daka Saidou (Q1) et Balabori (Q2) sur la période 1969-2009

7.1.4.5 Débit du Bafing à Boureya en fonction du débit du Bafing à Daka Saidou (modèle B5)

Le modèle de propagation est assez précis en moyennes eaux (Et/Q2 entre 0.15 et 0.25) et précis en hautes eaux (ET/Q2 proche de 0.1) sur ce tronçon, qui reçoit peu d'apports intermédiaires.

Q1	28	85	139	230	298	381	434	539	613	632	663
Q2	27	85	134	213	268	351	400	518	597	617	640
T	-1.5	-1.6	-1.5	-0.7	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5
Et	8.7	21	30	47	49	89	93	94	97	98	81
N	738	222	106	105	100	104	100	103	103	101	106
Q1	688	726	761	812	876	933	969	1030	1090	1170	
Q2	668	709	744	799	876	939	978	1040	1090	1170	
T	-0.4	-0.6	-0.7	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	
Et	79	67	63	78	107	121	125	126	117	86	
N	104	101	100	101	101	101	100	101	49	29	

Tableau 7.1.4.E : modèle calé entre Daka Saidou(Q1) et Boureya (Q2) sur la période 1969-2010

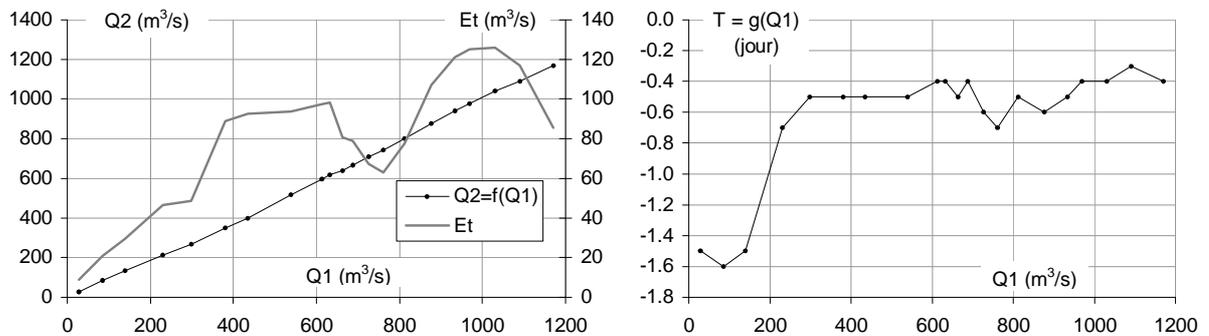


Figure 7.1.4.E : modèle calé entre Daka Saidou(Q1) et Boureya (Q2) sur la période 1969-2010

7.1.4.6 Débit du Bafing à Bafing Makana en fonction du débit du Bafing à Daka Saidou (modèle B6)

Avec un rapport $Et/Q2$ variant entre 0.1 et 0.2, le modèle est assez précis sur ce tronçon.

Q1	27	88	144	197	246	298	352	400	448	500	551	600	649
Q2	38	121	180	229	276	335	395	443	484	534	592	654	727
T	1.4	1.2	0.8	0.4	0.4	0.6	0.6	0.4	0.8	0.4	0.4	0.6	0.6
Et	8.7	15	21	34	45	52	57	54	50	72	88	103	127
N	7163	1967	1104	820	660	546	560	573	529	516	546	556	524
Q1	701	747	796	847	898	945	995	1090	1190	1250	1330	1430	
Q2	796	847	912	990	1060	1120	1190	1280	1420	1510	1610	1700	
T	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	0.6	0.2	
Et	143	140	140	157	187	203	233	166	172	236	255	227	
N	525	484	374	300	258	214	166	118	63	50	55	50	

Tableau 7.1.4.F : modèle calé entre Daka Saidou (Q1) et Bafing Makana (Q2) sur la période 1961-2010

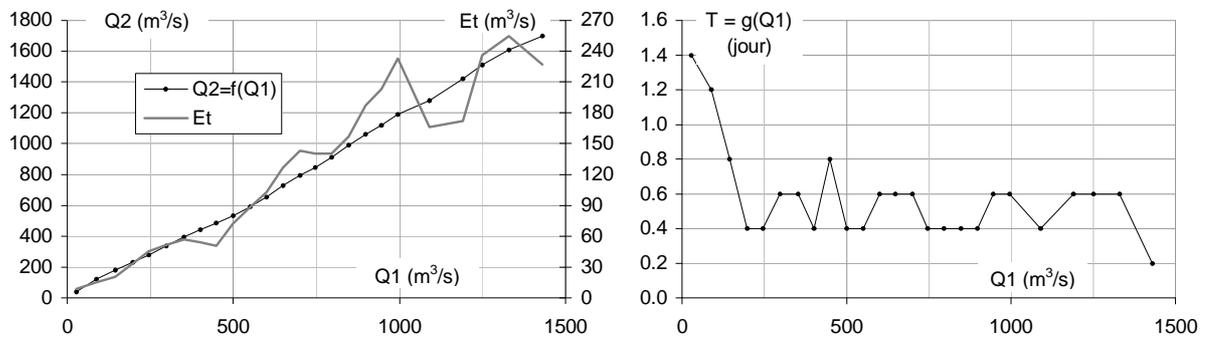


Figure 7.1.4.F : modèle calé entre Daka Saidou (Q1) et Bafing Makana (Q2) sur la période 1961-2010

7.1.4.7 Débit du Bafing à Daka Saidou en fonction du débit du Bafing à Bafing makana (modèle B7)

Q1	30	89	145	194	244	295	349	405	451	496	547	598	648	700
Q2	22	63	112	163	216	267	321	378	422	472	527	575	617	653
T	-2.0	-1.9	-1.6	-1.4	-1.3	-1.3	-1.4	-1.2	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Et	4.9	11	18	25	33	34	39	48	48	62	68	61	68	76
N	6577	2472	1436	1082	779	571	471	533	649	612	513	453	407	386
Q1	751	800	850	894	947	1000	1050	1090	1180	1350	1560	1770	1960	
Q2	687	723	754	787	823	853	889	915	948	1050	1200	1320	1440	
T	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.6	
Et	73	77	87	95	102	113	114	100	130	136	149	231	272	
N	381	364	350	282	204	196	194	158	258	165	89	55	30	

Tableau 7.1.4.G : modèle calé entre Bafing Makana (Q1) et Daka Saidou (Q2) sur la période 1961-2010

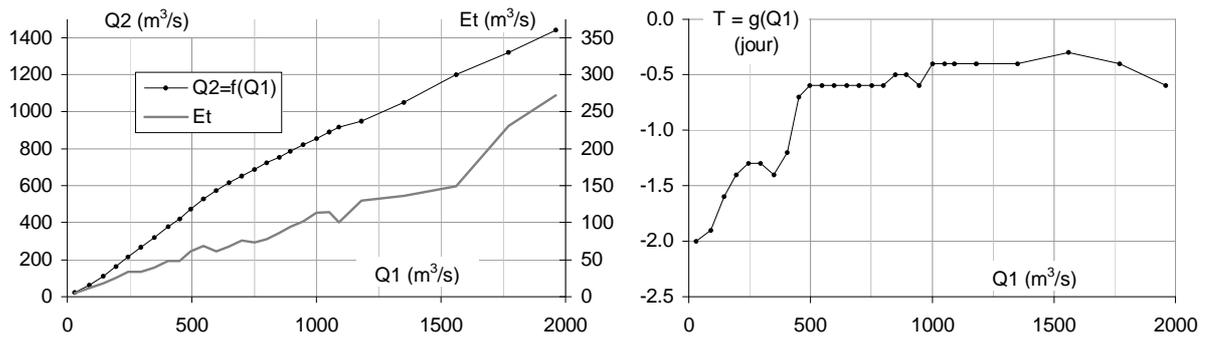


Figure 7.1.4.G : modèle calé entre Bafing Makana (Q1) et Daka Saidou (Q2) sur la période 1961-2010

7.1.4.8 Débit du Bafing à Soukoutali en fonction du débit du Bafing à Bafing Makana (modèle B8)

Sur ce tronçon, le modèle est précis en moyennes eaux (Et/Q2 entre 0.1 et 0.15) et très précis en hautes eaux (Et entre 0.05 et 0.1). Il faut cependant signaler que certaines analyses menées plus bas (cf § 8.2.2.4), permettent d'envisager la possibilité d'une légère surestimation des débits naturels calculés à Soukoutali à partir de ceux de Bafing Makana. Ceci pourrait éventuellement s'expliquer par un léger biais du modèle de propagation présenté ici.

Q1	19	48	74	99	123	151	198	225	278	346	404	456	494
Q2	11	32	61	90	125	158	221	253	320	407	478	543	589
T	1.1	1.1	1.1	1.1	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3
Et	4.3	7.4	11	11	16	22	20	28	44	59	64	69	70
N	796	434	355	314	256	252	153	126	307	253	238	233	248
Q1	546	590	641	687	742	799	848	898	945	1000	1040	1080	1140
Q2	652	699	752	800	855	901	947	999	1050	1120	1160	1200	1230
T	0.5	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8
Et	67	61	59	60	69	75	83	89	96	105	110	111	106
N	232	208	187	164	138	142	125	122	118	107	100	86	77
Q1	1200	1250	1290	1350	1400	1450	1500	1560	1650	1760	1830		
Q2	1280	1320	1350	1420	1490	1550	1620	1680	1760	1860	1920		
T	0.9	0.9	1.0	0.7	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8		
Et	105	113	125	135	135	121	111	111	130	148	134		
N	65	60	61	55	55	53	52	52	51	53	50		

Tableau 7.1.4.H : modèle calé entre Bafing Makana (Q1) et Soukoutali (Q2) sur la période 1967-1983

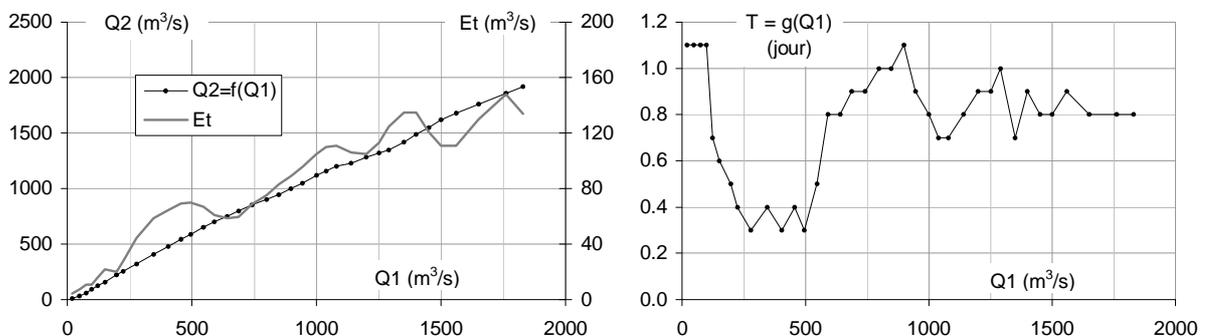


Figure 7.1.4.H : modèle calé entre Bafing Makana (Q1) et Soukoutali (Q2) sur la période 1967-1983

7.1.4.9 Débit du Bafing à Bafing Makana en fonction du débit du Bafing à Soukoutali (modèle B9)

Q1	14	48	74	96	147	193	245	293	343	407	459	498	552	606	663	702
Q2	23	62	85	103	143	177	217	259	303	358	403	432	478	515	543	586
T	-2.0	-1.5	-1.3	-1.3	-1.3	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7
Et	6.1	8.7	10	10	12	14	19	22	28	31	35	48	53	60	68	75
N	963	328	271	482	391	291	205	158	111	105	105	100	102	102	102	110
Q1	745	798	866	923	993	1050	1100	1140	1200	1260	1340	1440	1590	1750	1890	2000
Q2	625	687	781	821	891	940	1010	1030	1090	1140	1220	1320	1470	1630	1760	1870
T	-0.8	-0.8	-0.9	-0.8	-1.1	-1.1	-1.1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6
Et	77	81	90	92	110	107	103	95	92	93	103	99	95	105	113	111
N	113	103	109	100	103	103	105	101	101	102	101	82	67	52	43	32

Tableau 7.1.4.I : modèle calé entre Soukoutali(Q1) et Bafing Makana (Q2) sur la période 1967-1983

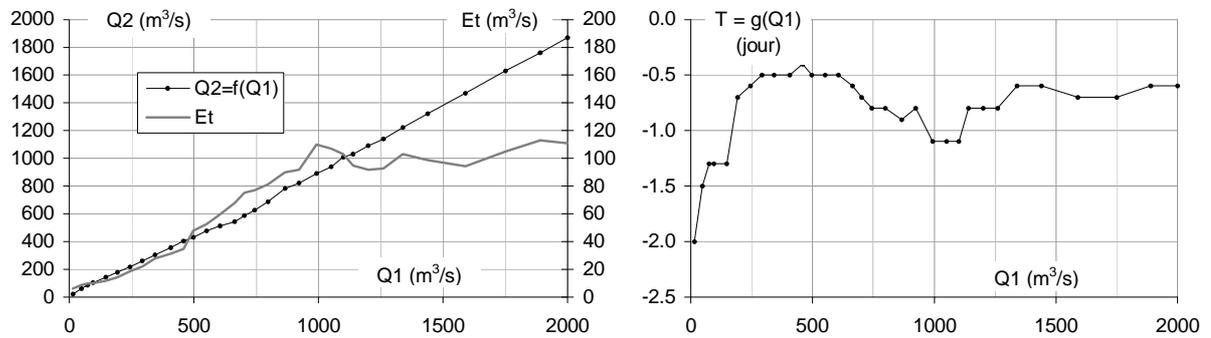


Figure 7.1.4.I : modèle calé entre Soukoutali(Q1) et Bafing Makana (Q2) sur la période 1967-1983

7.1.4.10 Débit du Bafing à Dibia en fonction du débit du Bafing à Soukoutali (modèle B10)

Sur ce tronçon, le modèle est assez précis en moyennes eaux (Et/Q2 entre 0.15 et 0.25) et précis en hautes eaux (Et/Q2 proche de 0.1)

Q1	46	140	213	290	370	453	522	604	671	736	824	893	969
Q2	37	116	189	272	349	431	507	587	666	758	877	945	1020
T	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.2
Et	11	30	53	74	81	85	102	121	116	100	116	144	148
N	1965	781	520	334	245	227	221	225	226	161	122	112	86
Q1	1050	1120	1200	1260	1360	1430	1540	1610	1720	1790	1870	1960	
Q2	1140	1230	1340	1400	1530	1650	1760	1840	1980	2050	2130	2230	
T	0.2	0.2	0.4	0.4	0.2	0.1	0.3	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	
Et	151	141	114	118	152	199	187	166	158	170	167	159	
N	87	88	79	60	50	51	52	52	50	53	50	50	

Tableau 7.1.4.J : modèle calé entre Soukoutali(Q1) et Dibia(Q2) sur la période 1967-1983

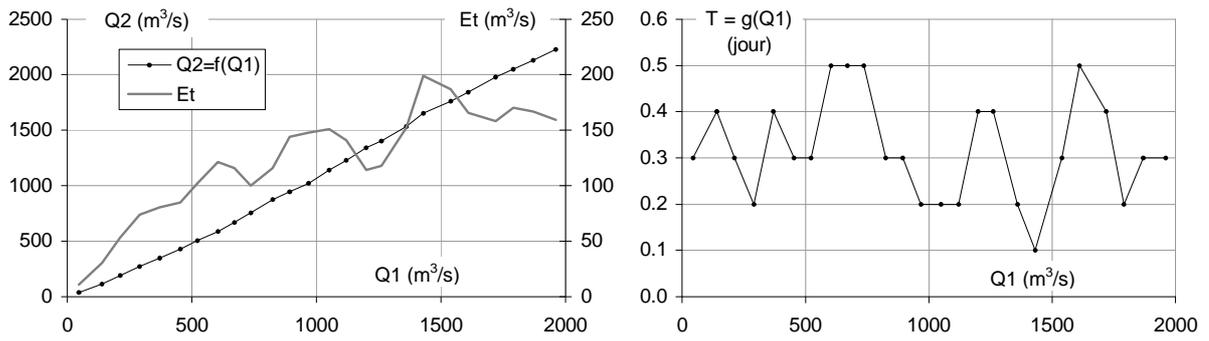


Figure 7.1.4.J : modèle calé entre Soukoutali(Q1) et Dibia(Q2) sur la période 1967-1983

7.1.4.11 Débit du Bafing à Soukoutali en fonction du débit du Bafing à Dibia (modèle B11)

Q1	44	136	212	288	372	449	522	590	673	748	818	897	978
Q2	56	167	241	322	409	483	542	588	657	712	761	839	905
T	-1.6	-1.4	-1.5	-1.7	-1.7	-1.3	-1.3	-1.3	-0.7	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2
Et	20	38	52	68	77	77	95	104	83	91	91	81	94
N	2039	677	422	286	241	232	213	166	135	149	136	109	101
Q1	1090	1160	1230	1320	1410	1510	1630	1800	1940	2100	2250	2370	2480
Q2	985	1060	1120	1200	1250	1320	1420	1580	1670	1780	1890	1970	2050
T	-0.2	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	-0.3	-0.2	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1
Et	88	82	83	81	99	121	127	138	154	165	156	145	143
N	101	100	103	103	103	101	55	51	51	43	36	25	10

Tableau 7.1.4.K : modèle calé entre Dibia (Q1) et Soukoutali (Q2) sur la période 1967-1983

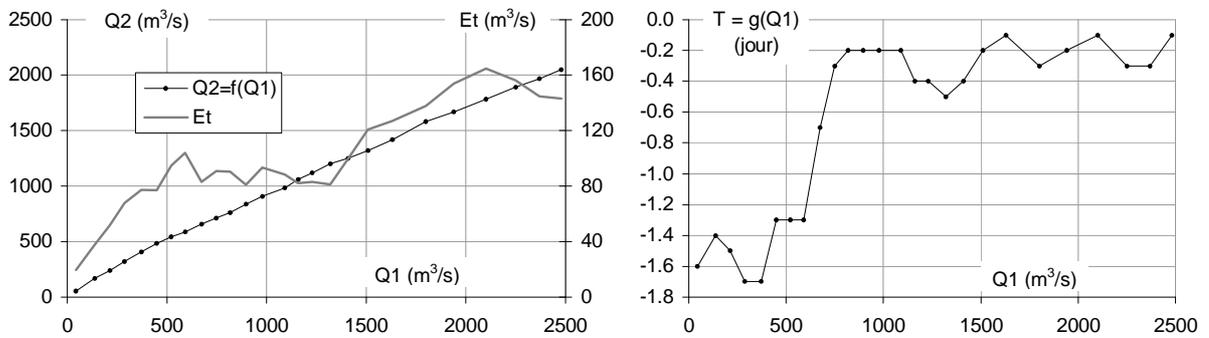


Figure 7.1.4.K : modèle calé entre Dibia (Q1) et Soukoutali (Q2) sur la période 1967-1983

7.1.4.12 Débit du Bafing à Dibia en fonction du débit du Sénégal à Galougo (modèle B12)

Malgré d'importants apports intermédiaires sur ce tronçon, provenant essentiellement du Bakoye, le modèle est précis en moyennes et hautes eaux sur ce tronçon (Et/Q2 inférieur à 0.15).

Q1	50	182	287	390	495	592	689	799	897	990	1090	1200	1290	1400	1510	1600
Q2	41	146	220	302	397	472	535	605	669	729	790	849	908	972	1040	1110
T	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.4	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.4
Et	13	32	50	71	74	74	83	94	107	118	121	125	138	122	145	162
N	4367	1170	748	549	473	423	328	273	270	238	183	157	142	120	123	128
Q1	1680	1890	2100	2290	2500	2690	2890	3080	3300	3510	3660	3860	4080	4280	4430	5010
Q2	1160	1250	1340	1430	1560	1640	1730	1810	1910	2090	2150	2260	2390	2460	2550	2940
T	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5
Et	166	167	196	205	207	212	221	237	247	270	260	182	198	230	207	388
N	260	211	208	201	182	166	138	109	87	87	73	40	25	19	10	11

Tableau 7.1.4.L : modèle calé entre Galougo (Q1) et Dibia (Q2) sur la période 1956-1986

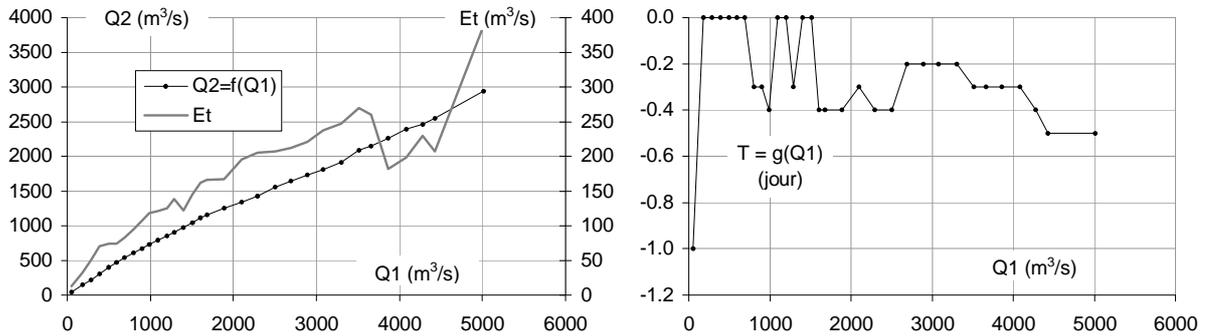


Figure 7.1.4.L : modèle calé entre Galougo (Q1) et Dibia (Q2) sur la période 1956-1986

7.1.5 Propagation sur le Baoulé et le Bakoye

En additionnant les temps T présentés ci-dessous bief par bief, on obtient un temps de propagation qui s’élève, entre Diangola et Oualia, à environ 1.1 jour en moyennes eaux et 2.6 jours en hautes eaux. Sur ce parcours long d’environ 220 km, la vitesse de propagation de l’onde se situe donc entre 8.3 et 3.5 km/h.

7.1.5.1 Débit du Bakoye à Toukoto en fonction du niveau du Bakoye à Diangola (modèle BB1)

Sur ce tronçon, le modèle de propagation est peu précis en moyennes eaux (Et/Q2 entre 0.3 et 0.4) et moyennement précis en hautes eaux (Et/Qt proche de 0.2).

H1	-14	8	30	58	85	108	126	154	178
Q2	0.1	0.2	0.4	2.0	5.0	15	30	56	78
T	0.1	0.1	0.0	0.3	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7
Et	0.8	0.9	3.0	8.1	11	12	14	21	27
N	338	488	490	463	623	887	735	388	279
H1	203	229	256	277	315	335	373	425	475
Q2	102	114	125	132	147	159	174	219	259
T	0.7	0.7	0.8	1.0	1.6	1.6	1.7	1.6	1.7
Et	30	36	42	45	35	32	39	44	52
N	180	111	82	56	56	50	53	52	50

Tableau 7.1.5.A : modèle calé entre Diangola (H1) et Toukoto (Q2) sur la période 1973-1992

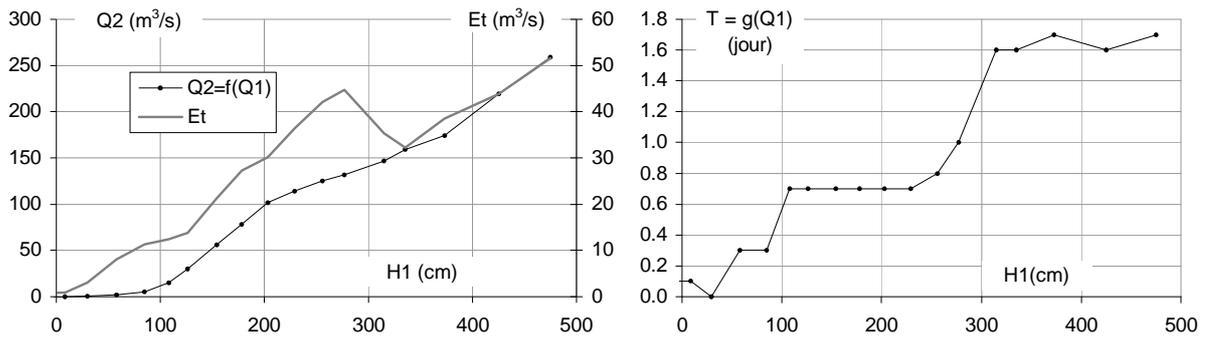


Figure 7.1.5.A : modèle calé entre Diangola (H1) et Toukoto (Q2) sur la période 1973-1992

7.1.5.2 Débit du Bakoye à Oualia en fonction du débit du Bakoye à Toukoto (modèle BB2)

Sur ce tronçon, le modèle est peu à très peu précis en moyennes eaux et moyennement précis en hautes eaux (Et/Qt entre 0.2 et 0.3).

Q1	10	45	70	96	122	139	192	245	299	350	392	445	492	546	595	660	728
Q2	14	69	119	166	219	252	358	471	584	711	807	929	1030	1080	1130	1240	1320
T	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.1	0.3	1.0	0.7	0.8	1.8	1.0
Et	18	51	76	98	118	127	156	172	201	208	188	207	249	281	284	304	273
N	7860	2053	1112	682	477	719	397	291	273	283	234	162	119	75	54	51	50

Tableau 7.1.5.B : modèle calé entre Toukoto (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1954-1992

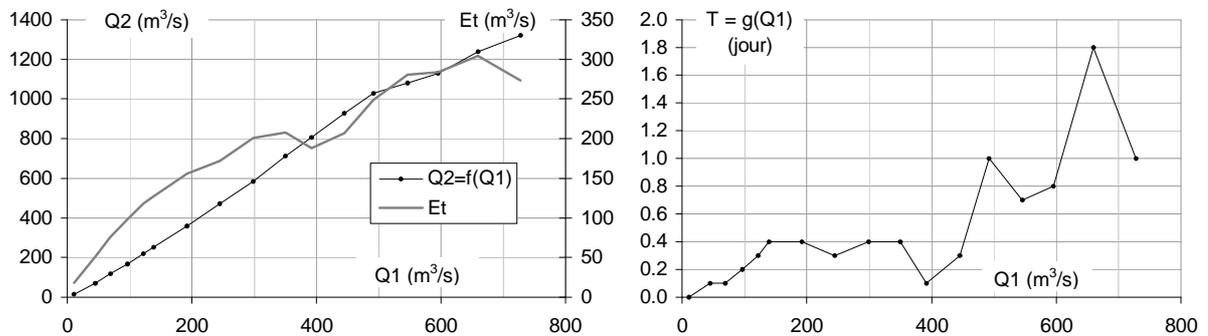


Figure 7.1.5.B : modèle calé entre Toukoto (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1954-1992

7.1.5.3 Débit du Bakoye à Toukoto en fonction du débit du Bakoye à Oualia (modèle BB3)

Q1	16	88	142	194	243	299	348	398	446	497
Q2	14	63	93	113	132	156	177	208	228	239
T	-0.7	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1
Et	9.3	25	41	53	60	58	57	66	77	79
N	8349	1540	789	510	335	254	217	175	153	140
Q1	550	595	660	695	740	901	1030	1190	1320	1490
Q2	271	306	343	353	359	406	464	532	603	731
T	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5
Et	89	90	87	92	98	105	112	125	129	160
N	134	106	118	121	287	243	193	126	76	42

Tableau 7.1.5.C : modèle calé entre Oualia (Q1) et Toukoto (Q2) sur la période 1954-1992

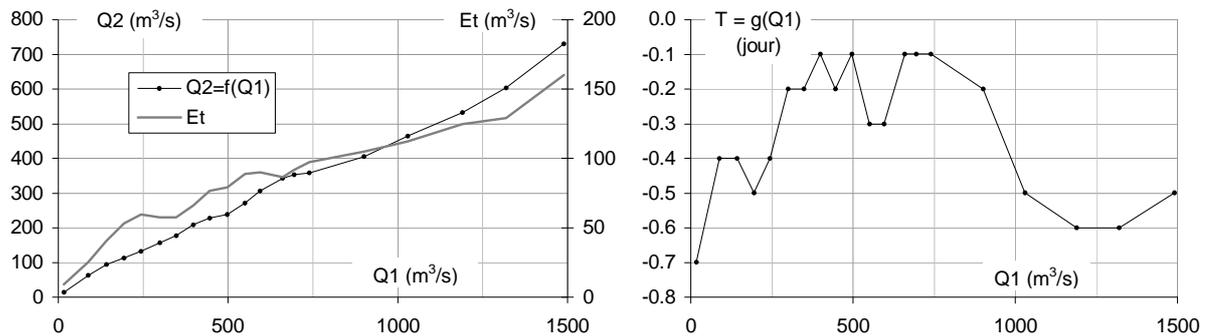


Figure 7.1.5.C : modèle calé entre Oualia (Q1) et Toukoto (Q2) sur la période 1954-1992

7.1.5.4 Débit du Baoulé à Siramakana en fonction du débit du Bakoye à Oualia (modèle BB4)

Moyennement précis en hautes eaux, le modèle est peu ou très peu précis sur ce tronçon pour les moyennes eaux.

Q1	12	90	142	192	243	296	325	433	523	647	736	833
Q2	3.1	27	51	77	95	122	133	174	211	261	306	347
T	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.1	-0.1
Et	6.9	21	28	36	42	44	46	55	59	60	57	47
N	5275	841	461	293	187	127	182	90	49	29	27	23

Tableau 7.1.5.D : modèle calé entre Oualia (Q1) et Siramakana (Q2) sur la période 1972-1992

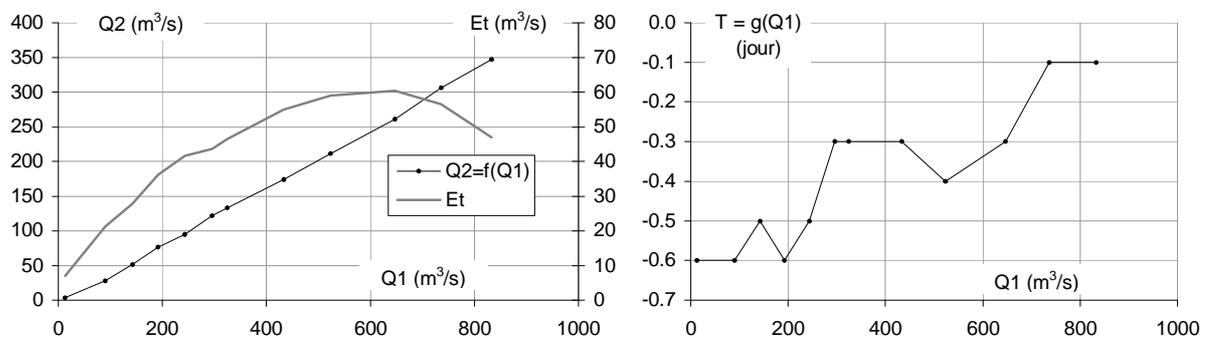


Figure 7.1.5.D : modèle calé entre Oualia (Q1) et Siramakana (Q2) sur la période 1972-1992

7.1.5.5 Débit du Bakoye à Oualia en fonction du débit du Sénégal à Galougo (modèle BB5)

Sur ce tronçon, qui reçoit des apports intermédiaires importants par le Bafing, le modèle est moyennement précis en moyennes et hautes eaux (Et/Q2 entre 0.2 et 0.3) et assez précis en très hautes eaux (Et/Q2 entre 0.15 et 0.1).

Q1	82	366	574	779	982	1180	1390	1600	1800	2010	2200	2400
Q2	17	77	123	180	235	303	377	418	462	559	648	710
T	-1.5	-1.0	-0.4	-0.7	-0.6	-0.3	-0.5	-0.6	-0.4	-0.3	-0.1	-0.2
Et	17	43	60	75	95	118	129	125	139	163	172	169
N	7411	1660	1062	767	578	420	304	243	216	213	205	181
Q1	2600	2800	2980	3200	3430	3510	3660	3870	4080	4260	4550	
Q2	790	855	906	982	1040	1100	1140	1210	1320	1390	1540	
T	-0.3	-0.3	-0.3	-0.6	-0.2	-0.2	-0.5	-0.1	-0.1	-0.4	-0.1	
Et	168	182	194	207	222	279	245	183	178	192	156	
N	180	183	145	105	106	94	77	43	34	29	20	

Tableau 7.1.5.E : modèle calé entre Galougo (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1954-1986

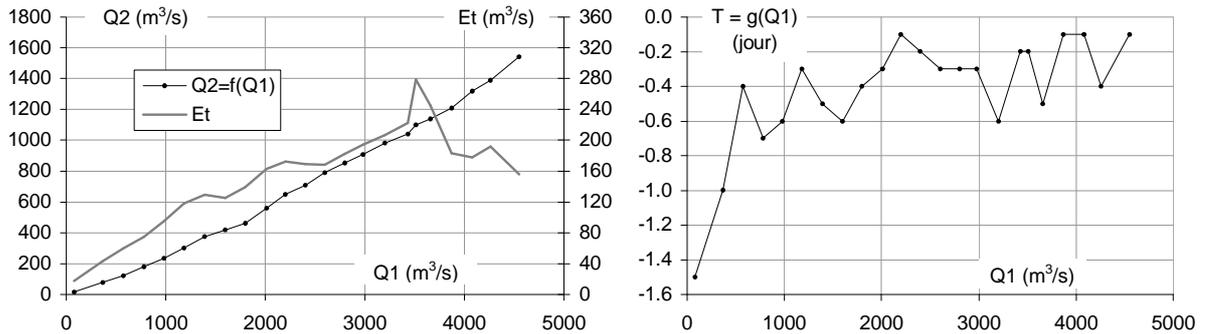


Figure 7.1.5.E : modèle calé entre Galougo (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1954-1986

7.1.6 Propagation sur le Sénégal en amont de Matam

En additionnant les temps T présentés ci-dessous bief par bief, on obtient un temps de propagation qui s’élève, entre Galougo et Bakel, à environ 1.8 jour en moyennes eaux et 3.9 jours en hautes eaux. Sur ce parcours long d’environ 230 km, la vitesse de propagation de l’onde se situe donc dans ces conditions entre 5.4 et 2.5 km/h environ.

7.1.6.1 Débit du Sénégal à Gouina en fonction du débit du Sénégal à Galougo (modèle S1)

Le modèle est précis en moyennes eaux (Et/Q2 proche de 0.1) et très précis en hautes eaux (Et/Q2 inférieur à 0.05) sur ce tronçon très court sans apport intermédiaire notable.

Q1	54	176	289	385	493	593	687	798	899	996	1100	1190	1290	1390
Q2	64	203	306	390	478	570	665	766	866	973	1090	1190	1280	1390
T	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
Et	11	21	29	41	51	71	87	82	74	77	81	87	115	112
N	7137	2162	1153	786	564	484	369	296	300	275	250	230	189	150
Q1	1510	1600	1700	1790	1910	2000	2110	2190	2300	2390	2500	2600	2700	2810
Q2	1520	1610	1710	1810	1900	1990	2150	2230	2290	2360	2480	2580	2680	2790
T	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3
Et	113	139	130	171	251	212	100	117	207	196	81	86	99	117
N	144	141	117	93	93	98	101	103	95	95	90	88	79	82
Q1	2900	2990	3100	3190	3310	3420	3510	3590	3720	3840	3990	4150		
Q2	2880	2970	3090	3180	3290	3400	3470	3560	3720	3830	3990	4160		
T	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1		
Et	116	113	133	173	177	121	114	105	114	107	107	170		
N	89	69	56	57	51	51	67	58	52	50	51	50		

Tableau 7.1.6.A : modèle calé entre Galougo (Q1) et Gouina (Q2) sur la période 1955-2009

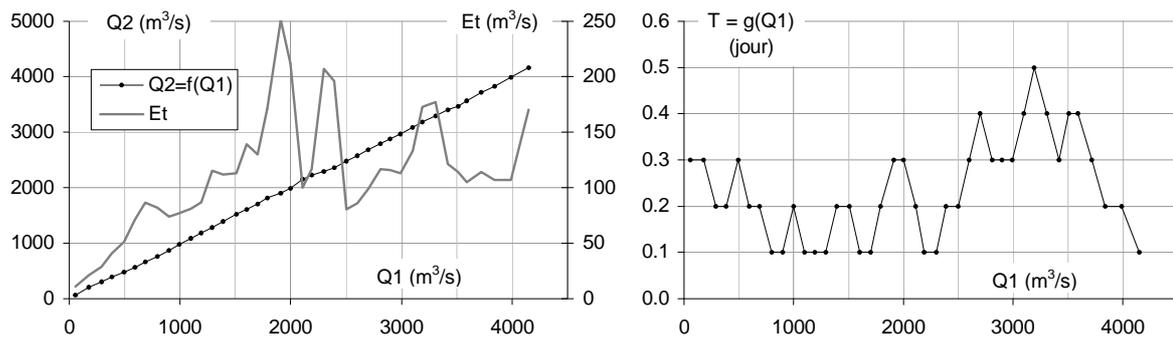


Figure 7.1.6.A : modèle calé entre Galougo (Q1) et Gouina (Q2) sur la période 1955-2009

7.1.6.2 Débit du Sénégal à Galougo en fonction du débit du Sénégal à Gouina (modèle S2)

Q1	56	181	283	383	491	589	691	791	899	995	1100	1190	1300	1400
Q2	48	157	266	383	514	626	733	822	919	1010	1120	1210	1300	1380
T	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
Et	8	23	37	67	105	136	130	87	77	49	66	92	103	112
N	6825	2549	1546	952	627	500	371	275	260	268	249	205	163	158
Q1	1500	1600	1700	1800	1920	2000	2100	2200	2300	2390	2510	2610	2710	
Q2	1460	1560	1670	1760	1880	1970	2080	2200	2300	2400	2530	2640	2730	
T	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	
Et	121	98	74	82	90	96	108	111	132	135	123	125	148	
N	143	119	111	102	100	109	108	113	116	103	102	104	101	

Tableau 7.1.6.B : modèle calé entre Gouina (Q1) et Galougo (Q2) sur la période 1955-2009

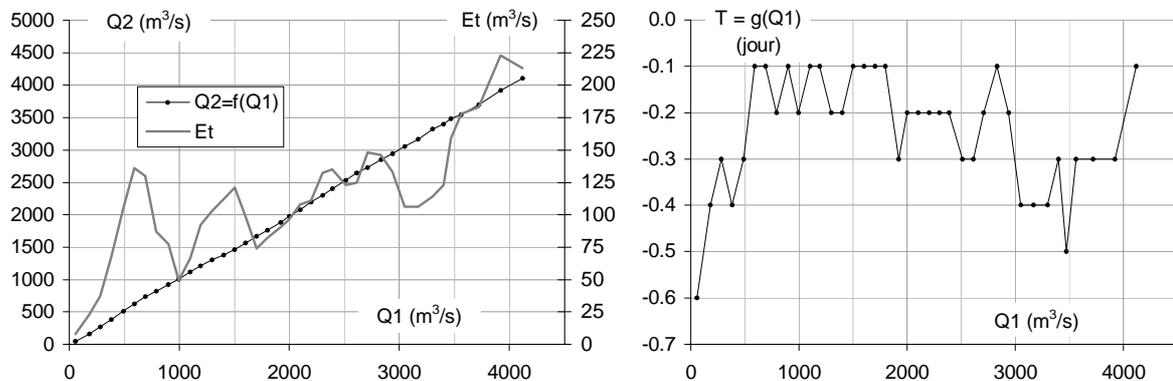


Figure 7.1.6.B : modèle calé entre Gouina (Q1) et Galougo (Q2) sur la période 1955-2009

7.1.6.3 Débit du Sénégal à Kayes en fonction du débit du Sénégal à Gouina (modèle S3)

Sur ce tronçon sans apport intermédiaire important, le modèle est très précis (Et/Q2 entre 0.1 et 0.05) en moyenne et hautes eaux.

Q1	64	183	284	384	492	590	691	791	898	998	1100	1190	1300	1400
Q2	61	186	306	426	556	673	783	879	967	1040	1140	1230	1300	1380
T	1.0	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
Et	13	31	45	55	68	87	92	78	69	60	86	98	84	97
N	5203	2251	1392	877	610	494	369	277	255	266	252	207	169	164
Q1	1500	1590	1700	1780	1910	2000	2100	2200	2300	2390	2500	2600	2690	2800
Q2	1460	1550	1660	1730	1840	1930	2020	2130	2240	2350	2470	2600	2710	2780
T	0.8	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7
Et	104	104	113	116	111	132	148	162	170	152	183	218	199	184
N	149	125	115	92	91	109	108	113	116	103	91	94	88	79
Q1	2890	3000	3090	3200	3320	3420	3490	3600	3740	3840	3960	4110	4550	
Q2	2860	2970	3120	3230	3310	3440	3530	3630	3780	3900	4020	4240	4680	
T	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.9	0.8	0.8	1.3	
Et	199	211	221	196	199	268	253	238	270	261	186	236	268	
N	70	66	62	52	50	62	67	54	50	50	50	51	50	

Tableau 7.1.6.C : modèle calé entre Gouina (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1955-2009

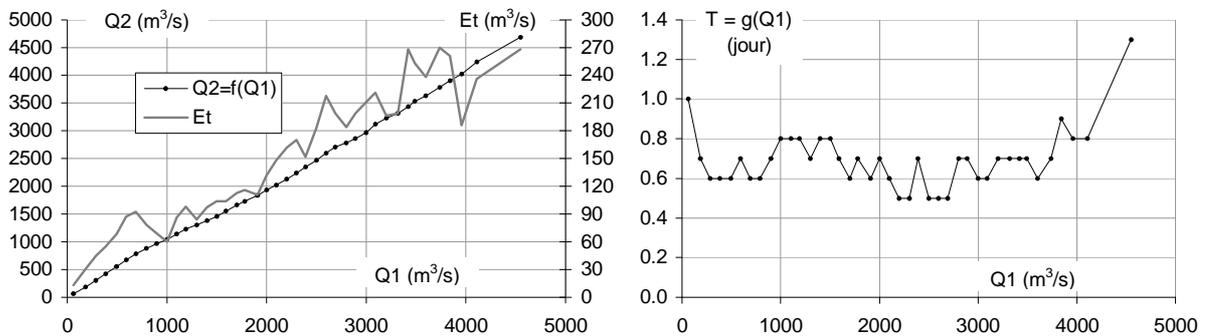


Figure 7.1.6.C : modèle calé entre Gouina (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1955-2009

7.1.6.4 Débit du Sénégal à Gouina en fonction du débit du Sénégal à Kayes (modèle S4)

Q1	60	179	287	387	493	597	690	797	896	998	1090	1190	1290	1400	1500
Q2	65	181	273	354	439	529	613	712	812	931	1040	1160	1280	1390	1520
T	-1.4	-1.1	-1.1	-1.1	-0.8	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7
Et	12	19	27	38	48	58	68	74	80	87	100	119	120	138	151
N	5176	1986	1185	847	595	494	404	331	306	306	304	266	223	189	165
Q1	1590	1700	1800	1900	1990	2090	2210	2320	2430	2510	2620	2740	2850	2960	3080
Q2	1630	1730	1860	1980	2070	2180	2270	2360	2470	2560	2670	2780	2870	2940	3050
T	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5
Et	133	127	127	128	122	104	111	118	111	109	142	151	155	190	201
N	131	107	102	111	117	106	104	103	106	101	103	100	101	103	105
Q1	3200	3260	3460	3740	3950	4200	4420	4710	4940	5230	5590	6310	6920		
Q2	3150	3220	3410	3620	3790	3980	4110	4360	4630	4910	5180	6200	6920		
T	-0.4	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.8	-0.7	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9		
Et	228	214	206	222	251	218	265	335	427	517	299	82	57		
N	105	141	116	83	67	41	23	16	14	8	6	6	6		

Tableau 7.1.6.D : modèle calé entre Kayes (Q1) et Gouina (Q2) sur la période 1955-2009

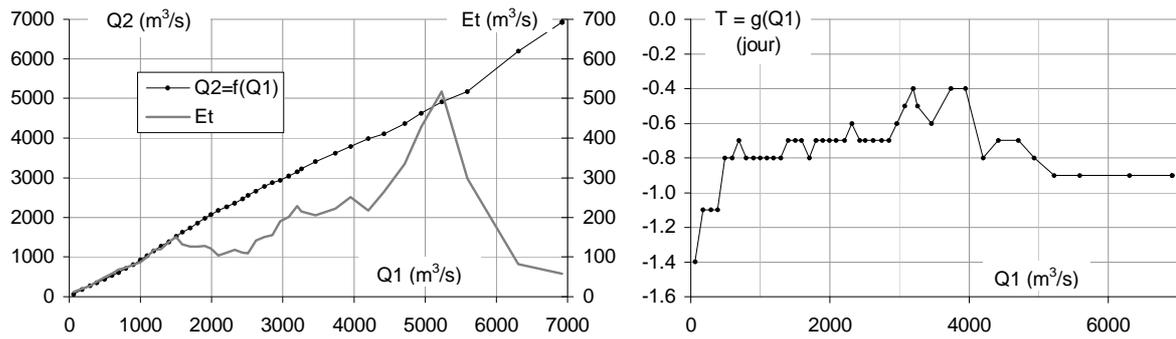


Figure 7.1.6.D : modèle calé entre Kayes (Q1) et Gouina (Q2) sur la période 1955-2009

7.1.6.5 Débit du Sénégal à Bakel en fonction du débit du Sénégal à Kayes (modèle S5)

Malgré les apports intermédiaires assez importants de la Falémé, le modèle est assez précis en moyennes et hautes eaux sur ce tronçon (Et/Q2 entre 0.1 et 0.2).

Q1	76	189	281	381	495	592	691	792	899	999	1090	1200	1290	1400	1500
Q2	90	215	329	476	641	777	911	1070	1240	1370	1480	1640	1820	1990	2130
T	1.2	1.2	1.2	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8
Et	33	64	91	112	141	162	174	205	236	248	258	286	305	308	311
N	9129	5657	3724	2077	1439	1234	985	776	668	659	598	531	490	426	365
Q1	1590	1700	1790	1900	2080	2300	2490	2680	2880	3100	3310	3480	3710	3910	4350
Q2	2250	2360	2470	2590	2810	3080	3330	3640	3960	4240	4550	4920	5520	6010	6660
T	1.0	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	1.2	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.2	2.2	2.4
Et	322	319	290	305	323	357	405	607	691	601	690	669	619	721	773
N	292	251	231	467	407	340	310	238	175	154	150	119	102	100	101

Tableau 7.1.6.E : modèle calé entre Kayes (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2010

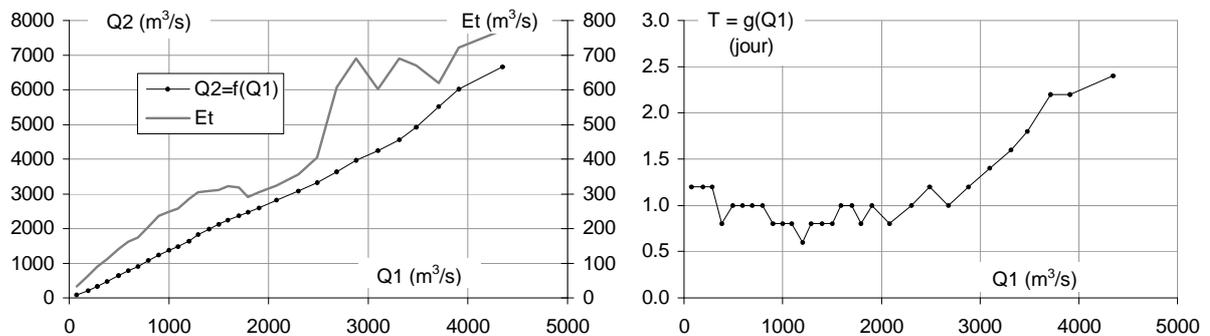


Figure 7.1.6.E : modèle calé entre Kayes (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2010

7.1.6.6 Débit du Sénégal à Kayes en fonction du débit du Sénégal à Bakel (modèle S6)

Q1	81	184	281	386	497	591	696	796	893	998	1100	1190	1300	1400	1500
Q2	75	172	249	321	396	462	541	615	684	774	839	894	970	1030	1080
T	-2.5	-2.3	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.3	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7
Et	20	36	48	55	70	87	96	98	113	134	149	149	146	160	172
N	8402	5581	3277	1841	1394	1190	953	831	698	605	544	468	432	401	357
Q1	1600	1700	1800	1890	1990	2100	2190	2300	2400	2490	2600	2700	2790	2980	3210
Q2	1140	1210	1280	1350	1420	1490	1560	1630	1720	1800	1870	1920	1980	2180	2400
T	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8
Et	174	185	183	187	206	198	202	243	253	248	266	283	311	291	286
N	347	360	338	282	234	226	231	228	243	222	190	195	177	410	304
Q1	3510	3700	3970	4220	4550	4860	5100	5390	5740	5970	6150	6570	7040		
Q2	2610	2760	2890	2980	3160	3330	3450	3610	3710	3860	3910	4150	4400		
T	-1.3	-1.3	-1.3	-1.4	-1.2	-1.3	-1.6	-1.7	-2.5	-2.5	-2.7	-2.7	-3.4		
Et	340	352	337	322	309	288	262	292	355	415	482	555	596		
N	241	189	120	101	100	103	102	105	105	101	101	100	100		

Tableau 7.1.6.F : modèle calé entre Bakel (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1950-2010

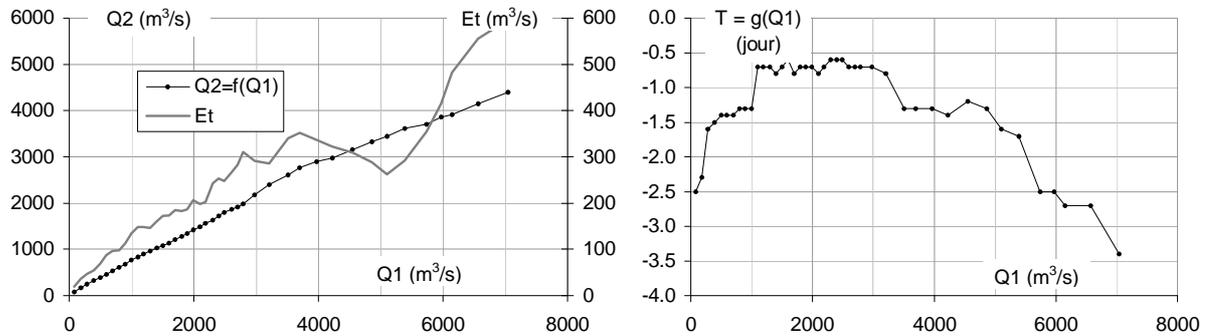


Figure 7.1.6.F : modèle calé entre Bakel (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1950-2010

7.1.6.7 Débit du Sénégal à Bakel en fonction du débit du lit mineur du Sénégal à Matam (modèle S7)

Sur ce long tronçon sans apport intermédiaire important, le modèle est assez précis en moyennes et hautes eaux (Et/Q2 proche de 0.15) et précis en très hautes eaux (Et/Q2 proche de 0.1).

Q1	73	188	284	390	493	593	697	792	894	999	1100	1190	1300		
Q2	80	191	279	377	476	577	678	768	861	951	1060	1170	1280		
T	-3.2	-2.6	-2.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.2	-1.2	-1.4	-1.4	-1.4	-1.2		
Et	19	30	41	58	72	82	97	112	126	139	152	166	183		
N	7900	4630	3070	1927	1408	1133	999	846	665	577	565	538	480		
Q1	1400	1500	1600	1690	1790	1900	2000	2090	2200	2300	2400	2500	2600		
Q2	1390	1510	1620	1730	1820	1910	2030	2130	2220	2350	2450	2530	2750		
T	-1.2	-1.4	-1.2	-1.2	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.6	-1.6	-1.8	-1.6	-1.6		
Et	209	229	245	266	277	296	327	342	349	350	328	304	354		
N	449	421	396	358	292	267	286	279	269	267	254	249	256		
Q1	2700	2790	2900	2990	3100	3200	3300	3390	3500	3590	3700				
Q2	2990	3140	3210	3300	3460	3730	4160	4640	5300	5880	6550				
T	-1.6	-2.4	-3.4	-4.4	-4.6	-4.6	-4.4	-3.8	-3.8	-3.8	-4.0				
Et	449	487	532	565	551	578	666	622	540	579	604				
N	261	240	226	219	205	190	174	161	153	132	103				

Tableau 7.1.6.G : modèle calé entre Matam (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2011

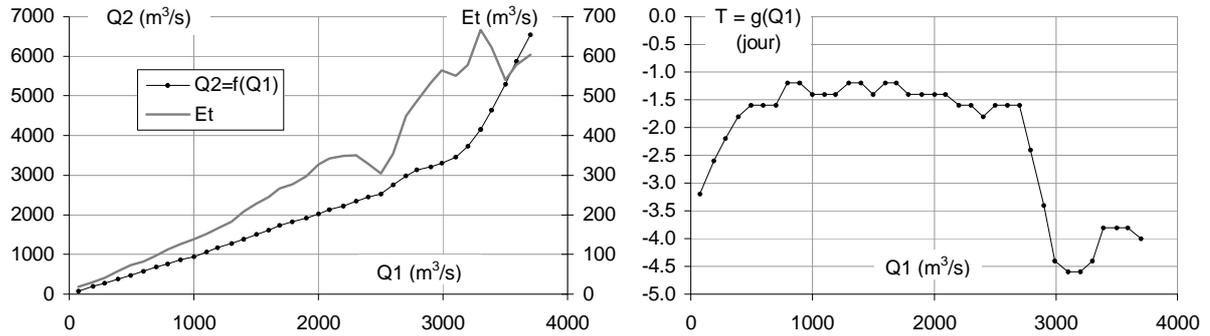


Figure 7.1.6.G : modèle calé entre Matam (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2011

7.1.6.8 Cote du Sénégal à Ambidedi en fonction du débit du Sénégal à Kayes (modèle S8)

Vu la faible distance séparant les deux stations (44 km), le modèle peut être calé de façon satisfaisante sur ce bief avec un délai de propagation nul.

Q1	4	9	15	20	25	31	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
H2	-46	-30	-14	-6	3	10	12	17	23	27	33	35	37	43	50	55	56	57
Et	9	9	10	8	11	11	7	11	11	10	13	14	11	10	13	13	12	10
N	326	205	137	128	114	144	184	180	180	198	220	266	248	157	120	131	169	222
Q1	95	97	102	146	200	246	293	344	397	445	499	548	597	645	694	748	795	852
H2	59	60	62	86	112	135	156	177	196	213	234	250	264	279	292	306	317	334
Et	9	9	12	12	11	11	12	13	16	17	19	19	18	21	22	21	26	28
N	239	116	2091	1863	1577	1480	1122	753	541	409	343	334	308	269	206	166	140	118
Q1	895	952	992	1048	1097	1149	1204	1242	1303	1347	1396	1444	1492	1559	1619	1667	1729	1793
H2	349	368	377	391	402	414	430	442	462	473	490	499	502	524	533	533	546	555
Et	29	33	29	24.4	28.8	27.1	30	35.6	43.1	42.6	36.9	42.4	41.4	42.7	50.1	46.9	47.9	37
N	97	98	115	114	114	102	109	94	79	85	73	64	52	50	51	51	51	51
Q1	1879	1928	1994	2043	2089	2186	2244	2310	2359	2419	2488	2532						
H2	573	587	607	620	629	647	658	665	674	685	698	710						
Et	34	35.7	35.4	38.3	37.9	40.2	39.1	37.5	38.8	36.8	36.5	36.3						
N	50	53	50	50	50	50	50	50	50	51	50	50						

Tableau 7.1.6.H : modèle calé entre Kayes (Q1) et Ambidedi (H2) sur la période 1980-2009

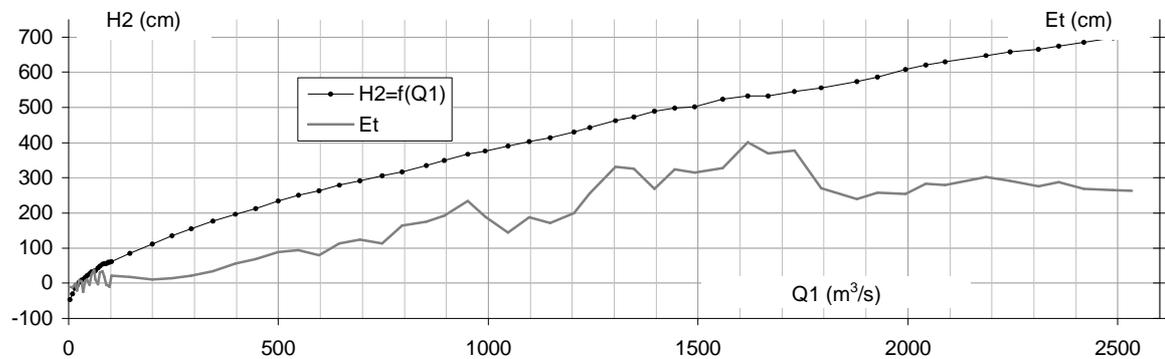


Figure 7.1.6.H : modèle calé entre Kayes (Q1) et Ambidedi (H2) sur la période 1980-2009

7.1.7 Propagation entre trois stations encadrant des confluences

On utilise ici le modèle en faisant implicitement l'hypothèse que les temps de propagation sont identiques depuis des stations situées sur deux cours d'eau à l'amont d'une confluence, jusqu'à une station située à l'aval de celle-ci. On peut alors utiliser la somme des débits des deux premières stations comme prévisseur. L'approximation commise en procédant ainsi est d'autant plus importante que les temps de propagation varient beaucoup en fonction du débit.

De la même façon, on peut utiliser comme prévisseur la différence des débits entre la station aval et l'une des deux stations de l'amont, et comme prévisseur le débit de l'autre station de l'amont.

Dans les deux cas, seule la précision obtenue dans le calage du modèle permet de justifier ou d'invalider les approximations commises.

7.1.7.1 Débit du Sénégal à Galougo en fonction de la somme des débits du Bafing à Dibia et du Bakoye à Oualia (modèle C1)

Entre ces trois stations, le modèle est précis en moyennes eaux ($Et/Q2$ entre 0.15 et 0.1) et très précis en hautes eaux ($Et/Q2$ entre 0.1 et 0.05), grâce à l'absence d'apports intermédiaires importants.

Q1	31	88	145	199	244	296	344	395	454	503	549	600	646	697	750
Q2	33	84	138	193	242	298	342	401	460	497	546	597	645	693	747
T	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5
Et	11	22	29	34	42	44	45	58	61	72	88	87	85	90	88
N	4458	1794	978	780	644	498	379	259	230	255	242	218	196	164	150
Q1	796	975	1190	1410	1590	1790	2000	2200	2400	2580	2780	2970	3200	3360	3700
Q2	800	983	1210	1470	1680	1910	2140	2340	2580	2780	2980	3210	3480	3650	4010
T	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0
Et	84	118	148	181	177	191	199	165	175	216	203	186	175	141	246
N	125	383	284	283	251	198	188	174	170	159	126	96	86	68	51

Tableau 7.1.7.A : modèle calé entre Dibia+Oualia (Q1) et Galougo (Q2) sur la période 1956-1992

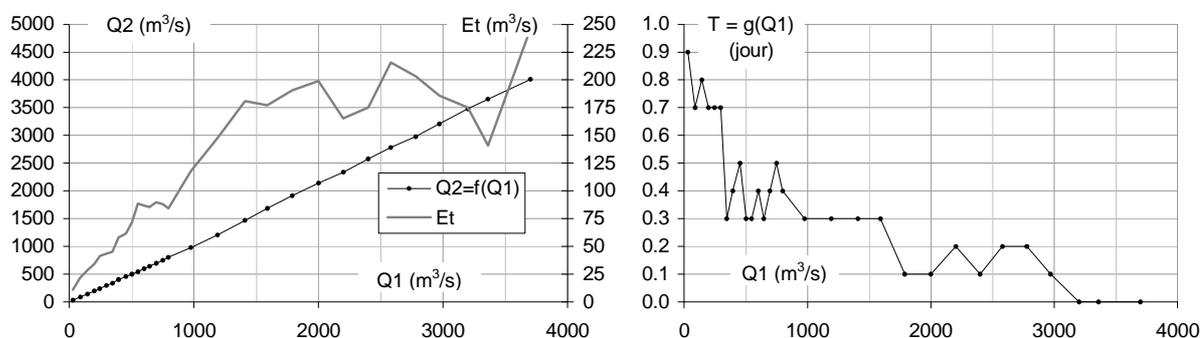


Figure 7.1.7.A : modèle calé entre Dibia+Oualia (Q1) et Galougo (Q2) sur la période 1956-1992

7.1.7.2 Débit du Bafing à Dibia en fonction de la différence entre les débits du Sénégal à Galougo et du Bakoye à Oualia (modèle C2)

Comme le précédent modèle calé autour de cette confluence, celui-ci est précis en moyennes eaux et très précis en hautes eaux.

Q1	51	182	284	396	493	589	695	793	893	990	1100	1200
Q2	52	186	292	406	500	590	682	765	858	957	1050	1120
T	-1.0	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	0.0
Et	20	46	69	73	76	90	98	104	115	114	105	112
N	5926	1454	823	605	525	397	296	231	183	156	137	139
Q1	1300	1400	1500	1600	1690	1890	2080	2280	2500	2670	2850	3050
Q2	1190	1270	1350	1440	1510	1670	1800	1970	2190	2340	2540	2740
T	0.0	-0.3	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2
Et	129	173	180	149	155	179	190	155	135	164	179	158
N	157	160	142	139	256	208	155	107	91	67	29	12

Tableau 7.1.7.B : modèle calé entre Galougo-Oualia (Q1) et Dibia (Q2) sur la période 1956-1992

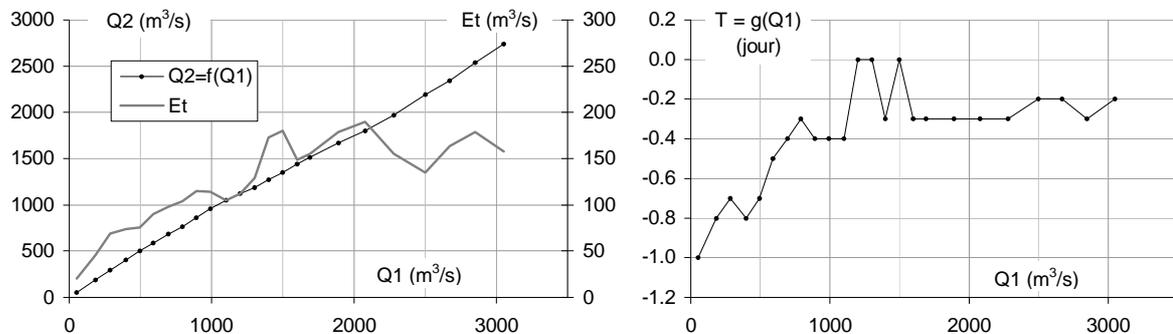


Figure 7.1.7.B : modèle calé entre Galougo-Oualia (Q1) et Dibia (Q2) sur la période 1956-1992

7.1.7.3 Débit du bakoye à Oualia en fonction de la différence entre les débits du Sénégal à Galougo et du Bafing à Dibia (modèle C3)

Ce modèle est moyennement précis en moyennes eaux (Et/Q2 entre 0.3 et 0.2) et assez précis en hautes eaux (Et/Q2 proche de 0.15).

Q1	15	91	145	195	243	295	344	398	447	500	551	595	691
Q2	19	93	132	177	222	270	307	342	381	427	458	484	568
T	-0.8	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
Et	27	47	55	64	76	93	99	101	102	103	122	120	115
N	6559	962	618	484	340	241	200	171	142	120	124	230	180
Q1	805	890	994	1100	1200	1290	1400	1480	1640	1720	1940	2160	
Q2	667	729	816	888	967	1010	1080	1160	1240	1270	1430	1690	
T	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	
Et	140	161	151	125	132	135	141	158	176	176	204	218	
N	162	153	126	116	119	106	83	59	54	50	50	12	

Tableau 7.1.7.C : modèle calé entre Galougo-Dibia (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1956-1992

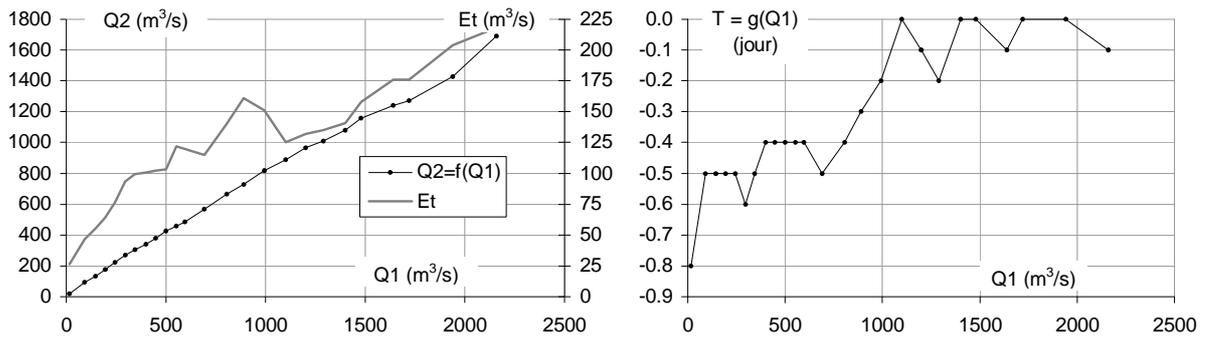


Figure 7.1.7.C : modèle calé entre Galougo-Dibia (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1956-1992

7.1.7.4 Débit du Bakoye à Oualia en fonction de la somme des débits du Bakoye à Toukoto et du Baoulé à Siramakana (modèle C4)

Le modèle est ici peu précis en moyennes eaux (Et/Q2 proche de 0.3) et assez précis en hautes eaux (Et/Q2 entre 0.10 et 0.2).

Q1	7	47	72	98	123	148	173	197	226	248	273	292	344	393	471	576
Q2	5.3	43	72	100	125	148	173	200	226	253	284	311	371	416	536	680
T	0.3	0.2	0.4	0.5	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.6	0.7	0.7	0.6	0.4	0.4
Et	6.9	17	25	32	34	41	52	58	71	85	84	97	116	115	111	94
N	4237	788	519	349	259	211	178	135	116	106	83	132	82	59	50	50

Tableau 7.1.7.D : modèle calé entre Toukoto+Siramakana (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1972-1992

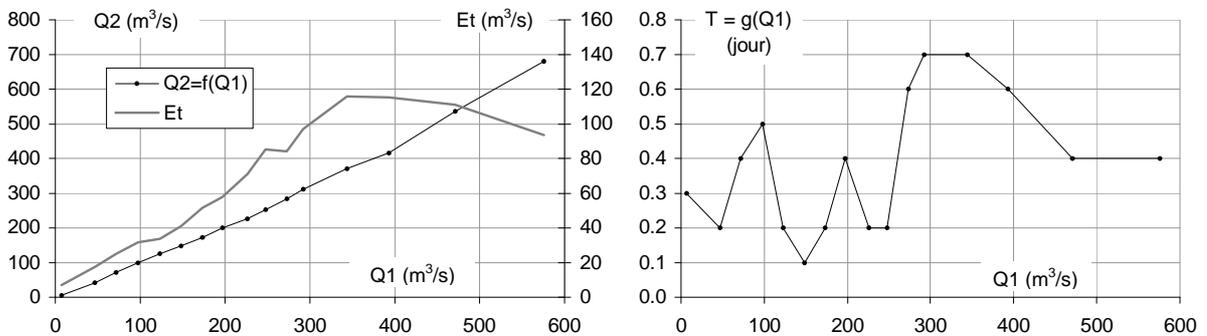


Figure 7.1.7.D : modèle calé entre Toukoto+Siramakana (Q1) et Oualia (Q2) sur la période 1972-1992

7.1.7.5 Débit du Sénégal à Bakel en fonction de la somme des débits du Sénégal à Kayes et de la Falémé à Kidira (modèle C5)

Le préviseur utilisé ici est la somme du débit du Sénégal à Kayes et de celui de la Falémé à Kidira du lendemain. Le modèle obtenu est précis en moyennes et hautes eaux (Et/Q2 proche de 0.1), grâce à l'absence d'apports intermédiaires importants entre les trois stations.

Q1	130	266	426	590	740	885	1040	1190	1350	1490	1650	1780	1950	2090
Q2	133	268	439	611	761	914	1080	1240	1410	1580	1740	1880	2070	2210
T	1.6	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.0
Et	30	47	66	79	94	114	121	128	142	145	163	170	175	204
N	7342	4446	2315	1628	1307	1000	797	705	653	591	527	429	361	353
Q1	2250	2400	2550	2700	2840	3000	3140	3290	3440	3600	3780	3950	4080	4240
Q2	2380	2520	2640	2780	2930	3090	3200	3300	3440	3590	3710	3860	4030	4220
T	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.4	1.6	1.6
Et	209	191	207	224	233	254	267	285	279	311	329	348	431	453
N	316	297	285	268	225	193	176	147	118	100	101	107	102	106
Q1	4460	4650	4830	4960	5190	5400	5550	5760	5950	6130	6320	6550		
Q2	4510	4770	5010	5170	5310	5510	5670	5850	6090	6300	6450	6680		
T	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4		
Et	507	580	612	624	566	513	486	462	521	532	560	570		
N	103	102	101	102	103	103	102	101	100	100	100	100		

Tableau 7.1.7.E : modèle calé entre Kayes+Kidira (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2010

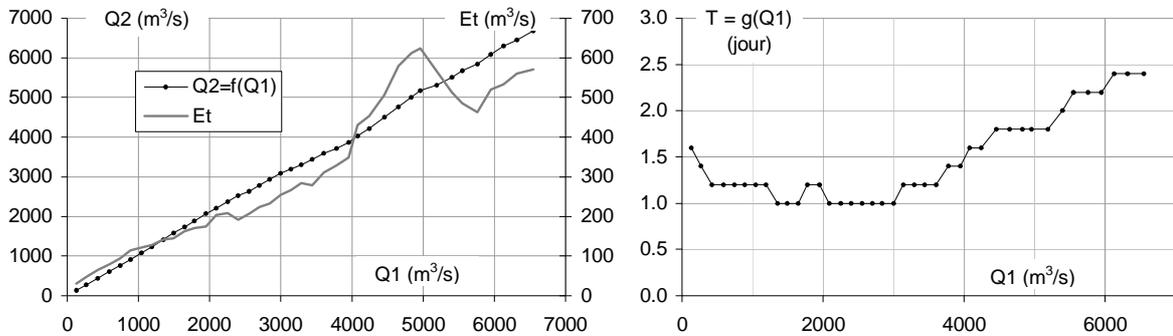


Figure 7.1.7.E : modèle calé entre Kayes+Kidira (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1950-2010

7.1.7.6 Débit du Sénégal à Kayes en fonction de la différence entre les débits du Sénégal à Bakel et de la Falémé à Kidira (modèle C6)

Ce modèle présente un calage légèrement moins satisfaisant que le précédent. Il peut être néanmoins considéré comme précis en moyennes et hautes eaux, avec un rapport Et/Q2 situé entre 0.15 et 0.1.

Q1	9	56	124	211	304	414	518	621	719	819	921	1020	1120	1220
Q2	11	55	125	213	300	407	508	596	683	784	881	970	1060	1150
T	-3.0	-2.7	-2.3	-1.7	-1.6	-1.6	-1.5	-1.3	-1.3	-1.4	-1.3	-1.2	-1.2	-0.8
Et	8.7	16	27	39	50	63	78	87	98	114	128	130	138	157
N	1147	3632	5183	4436	2769	1664	1234	1004	866	713	587	551	526	483
Q1	1320	1420	1550	1810	2060	2320	2540	2810	3060	3300	3600	3920	4190	4530
Q2	1240	1320	1440	1710	1990	2290	2530	2780	2960	3180	3480	3700	3810	4070
T	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-1.2	-1.3	-1.3	-1.6	-1.5	-1.3	-1.5	-2.5
Et	164	151	159	183	225	273	309	342	398	410	414	466	534	570
N	438	400	869	693	582	505	385	239	180	133	109	100	100	102

Tableau 7.1.7.F : modèle calé entre Bakel-Kidira (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1950-2010

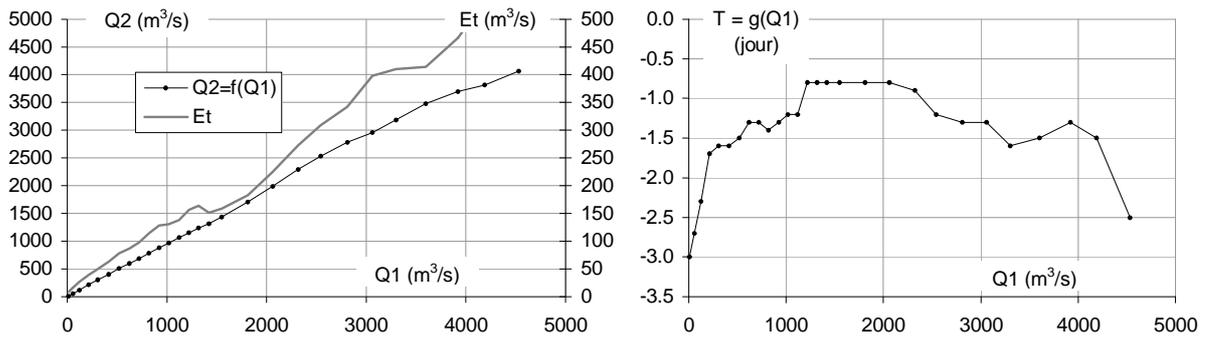


Figure 7.1.7.F : modèle calé entre Bakel-Kidira (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1950-2010

7.1.7.7 Débit du Sénégal à Kayes en régime naturel en fonction de la somme des débits du Bafing à Soukoutali et du Bakoye à Oualia (modèle C7)

Ce modèle ne concerne que le régime naturel. Il est néanmoins calé sur l'ensemble des débits observés à Soukoutali (puis Manantali à partir de 1987), Oualia et Kayes, par une procédure particulière décrite plus loin dans le paragraphe sur la reconstitution du régime naturel. Il est précis en moyennes eaux (Et/Q2 entre 0.15 et 0.1) et très précis en hautes eaux (Et/Q2 entre 0.1 et 0.05).

Q1	0	10	15	19	34	45	56	66	84	112	139	162	276	435	618
Q2	0	10	15	19	34	46	58	69	87	118	147	172	303	491	707
T	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.4	3.0	2.6	2.0	2.0	2.0	1.7	1.5	1.5
Et	24	25	25	25	26	26	29	32	37	44	50	53	62	80	99
Q1	780	934	1083	1223	1368	1521	1696	1856	2108	2384	2797	3014	3205	3516	
Q2	900	1082	1258	1425	1596	1777	1985	2175	2472	2799	3292	3559	3801	4208	
T	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5	
Et	115	129	163	195	222	233	244	245	247	253	218	206	195	177	

Tableau 7.1.7.G : modèle calé entre Soukoutali+Oualia (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1967-2012

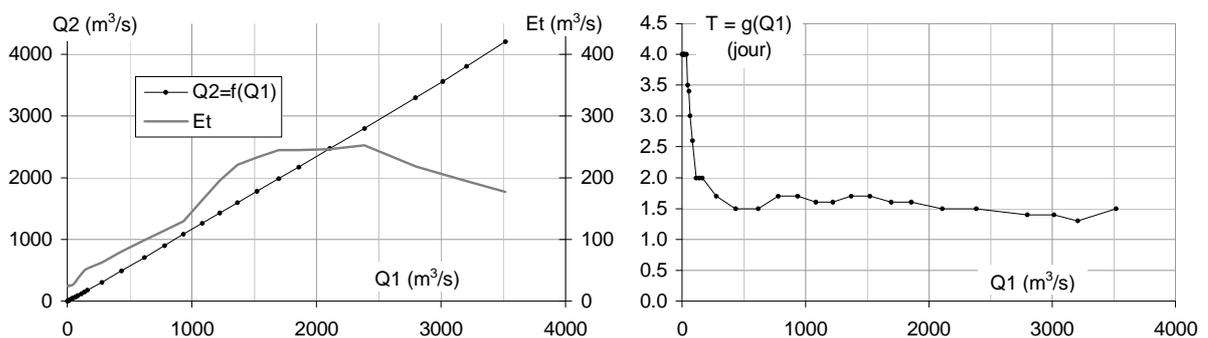


Figure 7.1.7.G : modèle calé entre Soukoutali+Oualia (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1967-2012

7.1.7.8 Débit du Sénégal à Bakel en régime naturel en fonction de la somme des débits du Sénégal à Kayes et de la Falémé à Gourbassy (modèle C8)

Ce modèle ne concerne que le régime naturel. Mais de la même façon que le modèle précédent, il est calé sur des débits observés en régime naturel (1954-1986) puis en régime influencé (1987-2012). Il est précis en moyennes et hautes eaux (Et/Q2 proche de 0.1).

Q1	0	42	48	89	177	369	617	813	1026	1212	1609	2038
Q2	0	41	47	90	182	386	649	860	1090	1292	1725	2195
T	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1
Et	21	27	28	33	45	59	87	98	119	150	171	241
Q1	2464	2829	3205	3673	4032	4436	4867	5205	5637	6381	7500	9000
Q2	2667	3074	3495	4025	4434	4896	5394	5787	6293	7172	8516	10356
T	1.1	1.1	1.2	1.6	2.1	2.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Et	278	294	340	478	554	579	605	633	670	685	709	741

Tableau 7.1.7.H : modèle calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1954-2012

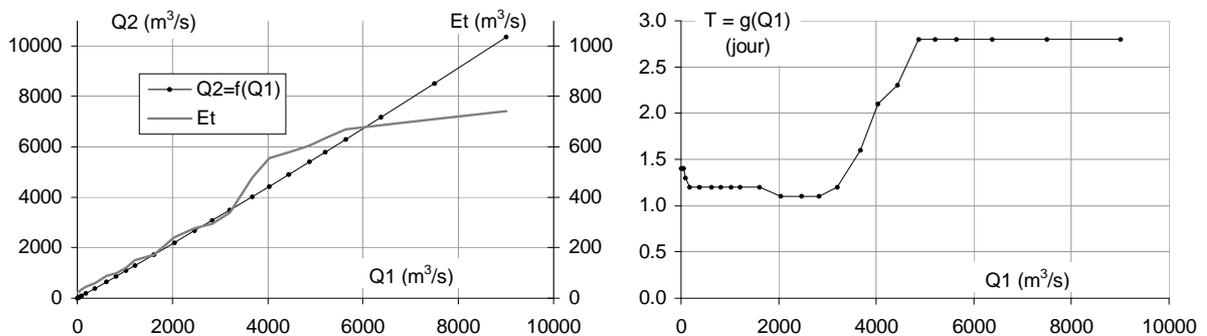


Figure 7.1.7.H : modèle calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1954-2012

7.1.8 Propagation à l'aval de Bakel, hors influence artificielle variable par le barrage de Diama

A l'aval de Bakel, la crue annuelle du fleuve Sénégal subit un amortissement considérable, provoqué par l'inondation d'un vaste lit majeur pendant les hautes eaux. Le limnigramme assez irrégulier observé à Bakel, avec plusieurs pointes de crue temporaires de juillet à octobre, s'adoucit progressivement vers l'aval pour ne plus présenter généralement qu'une unique onde annuelle très aplatie vers Dagana.

Pour bien représenter cet amortissement avec le modèle de propagation de Lamagat, il est préférable d'utiliser celui-ci avec un prévisseur évalué en moyenne mobile. Au lieu du niveau moyen journalier $H1(j)$ du jour j , on utilise donc la moyenne $H1(j-n \text{ à } j+n)$ calculée entre les jours $j-n$ et $j+n$, également notée ici $H1\{n\}$. Les meilleurs résultats sont obtenus avec une demi-durée n qui croît en fonction du niveau, à partir d'une valeur nulle en basses eaux. Par ailleurs, la signification physique du modèle impose d'utiliser des valeurs de n toujours inférieures au temps de propagation T , lui-même globalement croissant en fonction du niveau.

Pour la plupart des biefs situés à l'aval de Bakel, les résultats sont donc présentés ci-dessous pour plusieurs valeurs de N . Pour chacune de ces valeurs, ces résultats ne sont pris en compte que pour une plage de valeurs de $H1\{n\}$ ou $Q1\{n\}$ telle que :

- le temps de propagation T est supérieur à n pour toute la plage
- l'erreur type E_t obtenue est inférieure, pour une même valeur de H_2 , aux valeurs de E_t obtenues avec des demi-durées n inférieures

Comme on peut le constater à partir des résultats présentés ci-dessous bief par bief, la propagation de l'écoulement à l'aval de Bakel est caractérisée par :

- Une diminution de l'amplitude de la crue, de l'amont vers l'aval
- Un accroissement des temps de propagation, entre les basses et les hautes eaux. Ceci s'explique par la diminution du rayon hydraulique moyen de l'écoulement qui se produit à mesure du remplissage du lit majeur.
- Une stagnation la plupart du temps, et parfois une diminution, du temps de propagation entre les hautes et les très hautes eaux. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'au-delà d'un certain niveau, l'inondation du lit majeur cesse de s'étendre de façon importante en largeur. La majeure partie du lit majeur est déjà inondée, l'importance des écoulements latéraux diminue et le rayon hydraulique moyen dans le bief augmente en fonction du niveau amont.

Entre Bakel et Rosso, le temps de propagation est inférieur à une semaine en basses eaux et de l'ordre d'un mois et demi en hautes eaux.

Enfin, sur tous les biefs caractérisés par un amortissement important de l'onde de crue, on constate que la précision absolue du modèle de propagation est meilleure en basses et hautes eaux qu'en moyennes eaux.

7.1.8.1 Niveau du Sénégal à Matam en fonction du débit du Sénégal à Bakel, de 1954 à 2012 (modèle V1)

La relation moyenne entre le débit à Bakel et le niveau à Matam diffère assez nettement selon la période considérée. Un même niveau à Matam est ainsi relié à un débit à Bakel sensiblement plus élevé sur la période 1970-1994 que sur l'ensemble des autres années (1904-1969 et 1995-2012).

Ce constat jette un doute sur l'existence (ou du moins l'importance) réelle du détarage constaté à Bakel sur la période 1970-1994, malgré le grand nombre de jaugeages effectués à cette station. Se peut-il qu'avant un retour à l'état antérieur, une modification des caractéristiques hydrauliques du bief entre 1970 et 1994 ait à la fois entraîné un détarage à Bakel et modifié la propagation de l'écoulement entre Bakel et Matam ? Ou bien y aurait-il eu un biais dans certaines mesures de débit, en liaison avec un changement de site ou de matériel ? Nous ne sommes pas en mesure de répondre à ces questions et ne pouvons que constater cette modification surprenante de la propagation entre Bakel et Matam.

Quoi qu'il en soit, ceci n'empêche pas d'utiliser le modèle de propagation de Lamagat pour reconstituer des données à Matam, à condition que celui-ci soit calé sur une période adéquate.

Le calage moyen présenté ici, effectué sur la période 1954-2012, n'est utilisé plus loin que pour reconstituer le régime naturel à Matam de 1987 à 1994. Sa précision absolue est bonne en basses eaux (Et proche de 20 cm), assez moyenne en moyennes eaux (Et proche de 50

cm pour Q1= 2000 m³/s) et très bonne en hautes eaux (Et proche de 10 cm au-delà de 5000 m³/s).

Q1	14	43	70	96	121	143	170	194	220	245	269	293	320	344	369	393	419	444	469	496	520
H2	-14	29	58	79	95	115	137	157	175	189	205	222	239	251	265	277	287	303	315	324	335
T	2.6	3.8	4.4	4	3.6	3.6	3.4	3.4	3.6	3.8	3.4	3.4	3.2	3.4	3.6	2.8	3.6	3.2	2.8	3	2.8
Et	26	21	20	21	20	22	24	21	25	28	28	29	31	29	26	31	31	33	33	33	35
N	2691	1419	1081	1081	1389	1265	1030	993	902	924	794	620	518	509	447	393	322	284	266	272	288
Q1	544	569	592	696	795	894	996	1100	1190	1300	1400	1500	1600	1700	1890	1990	2100	2300	2400	2450	
H2	344	354	363	401	430	460	490	516	537	559	580	596	609	630	657	672	689	710	731	736	
T	2.8	3	3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.6	3.6	3.2	3.8	3.6	3.6	3.6	3.4	
Et	32	34	37	41	42	42	42	44	47	47	49	51	49	51	56	59	58	57	54	54	
N	274	250	1146	936	804	677	577	501	422	384	360	315	317	333	255	206	199	206	218	112	
Q1{2}	117	267	425	588	741	886	1050	1180	1350	1500	1650	1790	1940	2100	2240	2400	2540	2690	2850	2990	3140
H2	85	200	289	359	412	457	501	534	567	594	617	644	666	683	706	732	750	769	783	802	820
T	4.2	3.8	3.6	3.6	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6	3.4	3.4	3.4	3.6	4.2	4.2	4.2	4.6	5.2	5.8	6.4
Et	26	24	28	32	35	38	39	39	43	46	47	49	50	52	52	47	45	47	45	45	43
N	9427	4997	2580	1693	1321	1015	811	655	517	524	511	440	367	333	315	292	265	237	232	228	190
Q1{2}	3290	3450	3610	3720	3890	4040	4330	4490	4660	4760	5090	5250	5540	5830	6000	6190	6290	6420	6680	6870	7050
H2	829	835	844	855	860	868	879	887	897	903	907	924	921	928	930	933	937	940	948	955	960
T	5.6	5.2	6.2	7.2	6.2	7	7.2	7	8	9.2	8	8.2	8.6	8.4	9	9	8.4	8.6	8.6	8.2	7.8
Et	41	40	38	35	40	37	34	34	28	21	28	17	18	16	17	16	15	19	18	11	12
N	144	126	131	106	68	60	41	35	47	39	38	31	24	26	23	34	41	25	20	21	20
Q1{2}	7360	7540	7660	7890																	
H2	961	963	962	968																	
T	8.6	8.8	9.4	9.2																	
Et	11	11	9	10																	
N	21	21	21	20																	
Q1{4}	2240	2400	2540	2690	2850	3000	3140	3440	3720	3890	4030	4200	4340	4480	4650	4930	5240	5400	5560	5700	5840
H2	711	738	754	772	786	802	822	834	855	871	875	881	885	890	899	905	916	925	929	930	931
T	4.4	4.6	4.6	5.2	6.4	6.6	6	6.2	7.2	7	7.4	7.8	7.4	8.2	8.8	8	8.8	8	7.8	8.4	9
Et	46	41	38	38	41	40	39	34	33	32	30	29	30	28	24	23	15	11	13	14	13
N	305	272	262	239	227	210	186	130	96	75	60	48	50	43	38	38	31	26	31	32	26
Q1{4}	6010	6190	6270	6450	6720	6890	7030	7110	7280	7420	7700										
H2	935	937	940	946	952	958	961	961	965	965	972										
T	8.2	9	9.2	8.6	8.4	8.4	8.4	8.6	8.6	9.2	8.8										
Et	17	15	15	14	10	11	10	10	11	11	9										
N	25	37	34	20	21	20	20	20	22	20	20										
Q1{6}	2860	2990	3140	3310	3450	3590	3730	3920	4050	4180	4480	4650	4790	4960	5090	5260	5550	5860	5990	6270	6510
H2	789	802	818	830	838	847	859	869	879	885	891	897	907	912	915	920	928	932	940	946	950
T	6.6	6.6	6.6	7.6	7.2	7.4	7.6	7.6	7.8	8	8.4	8.4	9	8.4	8.4	8.4	8.6	8.8	8.4	9	8.4
Et	37	39	36	29	29	29	28	29	27	25	24	23	13	11	12	11	12	16	15	9	8
N	212	216	170	149	151	124	74	59	71	63	46	41	38	38	35	35	26	32	33	26	21
Q1{6}	6680	6790	6960	7120	7330																
H2	955	958	966	969	973																
T	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6																
Et	8	9	9	10	9																
N	21	22	22	20	21																
Q1{8}	3550	3800	4020	4160	4380	4580	4820	5020	5190	5590	5830	5970	6210	6380	6590	6810	6950				
H2	848	860	879	885	893	902	907	914	921	929	940	944	948	951	960	969	972				
T	8.2	8	8.4	8.4	8.6	8.6	8.8	9	8.8	8.8	9.4	9.4	8.8	8.6	8.6	8.4	8				
Et	26	25	19	22	21	14	11	10	10	13	10	10	8	7	8	10	9				
N	141	87	106	99	71	56	46	54	57	34	35	36	36	37	25	23	20				

Tableau 7.1.8.A : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur la période 1954-2012

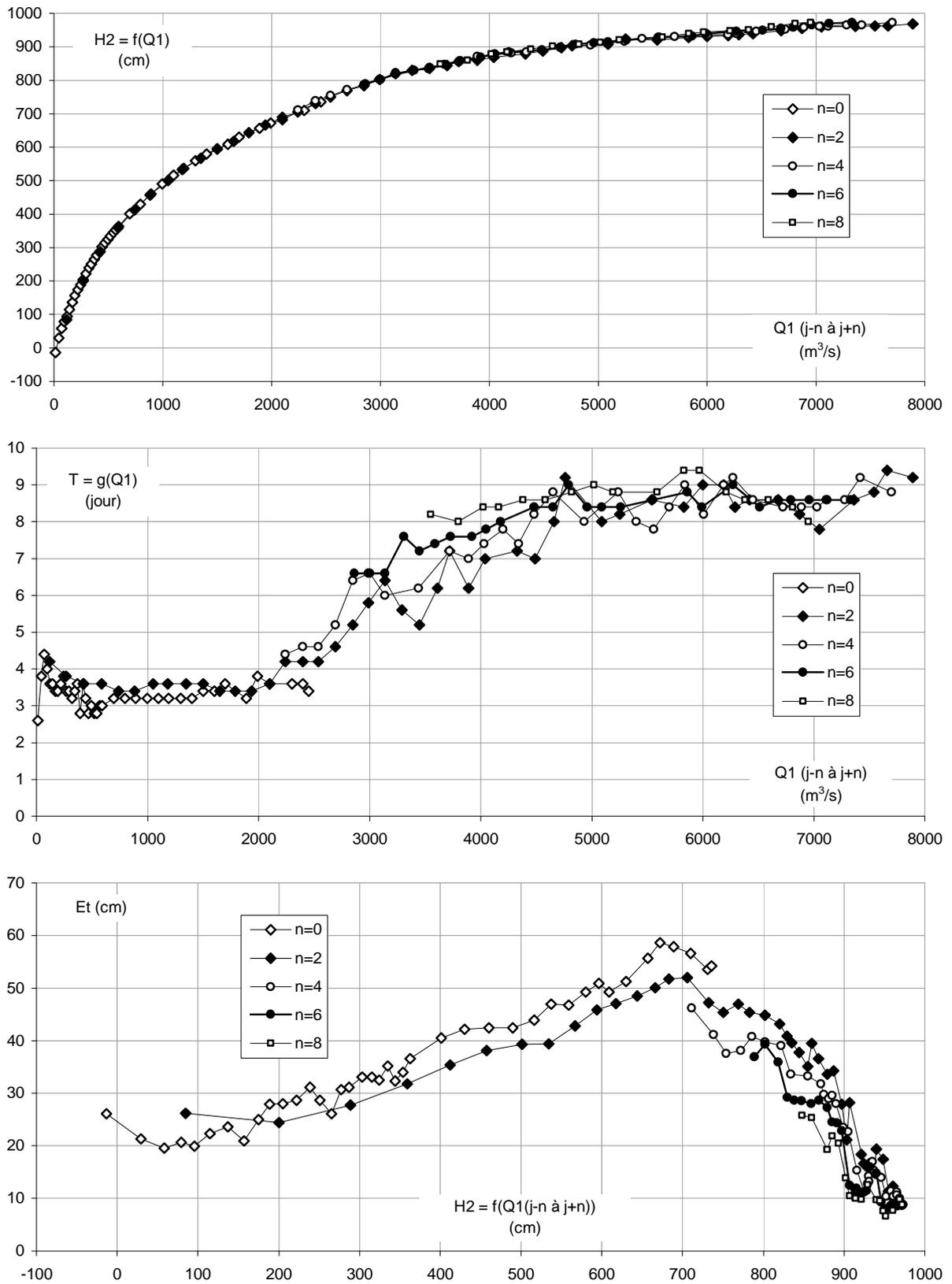


Figure 7.1.8.A : modèle calé entre Bakel ($Q1$) et Matam ($H2$) sur la période 1954-2012

7.1.8.2 Niveau du Sénégal à Matam en fonction du débit du Sénégal à Bakel, de 1904 à 1970 et de 1994 à 2012 (modèle V2)

Ce calage du modèle sur le tronçon Bakel-Matam est utilisé pour la reconstitution des données manquantes à Matam en régime observé, en dehors de la période de juin 1970 au 19/10/1994. Comme le modèle moyen présenté plus haut pour ce tronçon, sa précision absolue est meilleure en basses eaux (Et proche de 10 cm) et hautes eaux (Et proche de 15 cm) qu'en moyennes eaux (Et proche de 40 cm pour Q1=2000 m³/s).

Q1	9	19	29	40	49	60	71	80	89	102	112	120	130	140	149	160	170	180	190	200
H2	5	21	35	47	56	67	76	85	92	93	91	96	106	116	123	132	142	150	158	168
T	2.4	3.4	3.6	3.8	3.8	3.4	3.4	5	4.4	3.8	3.6	3.4	3.2	4	3.6	3.6	3.6	3.4	3.6	3.8
Et	7	9	10	12	13	14	14	13	14	19	22	22	21	22	26	27	24	23	22	21
N	1001	676	485	401	328	290	324	434	295	324	513	655	626	591	519	475	482	514	521	474
Q1	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	309	320	331	340	350	360	370	380	389	400
H2	177	184	187	192	199	205	211	221	230	236	244	251	254	257	264	272	275	277	285	294
T	3.6	4.2	4.2	2.8	3.6	4.2	3.8	3.8	4	3.8	3.8	3.6	3.6	3.8	3.8	4	4.2	4.6	4.4	4
Et	22	25	26	25	25	27	30	28	27	29	32	31	29	30	27	26	29	29	28	29
N	429	447	494	518	510	466	460	420	389	361	310	303	331	327	297	279	256	264	252	219
Q1	410	419	430	440	450	461	470	480	490	501	510	520	531	540	551	560	570	581	589	600
H2	298	304	312	318	321	326	333	338	342	353	360	358	359	366	372	375	377	382	386	393
T	4	4.4	4	3.6	3.8	3.6	3.2	3.8	3.6	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	4.2	3.8	3.8	4.2
Et	30	26	27	33	34	33	35	32	28	34	39	40	35	32	33	35	32	38	40	38
N	216	198	182	192	191	197	190	175	170	174	186	165	158	166	168	160	151	174	165	153
Q1	609	620	629	640	650	660	670	680	690	700	710	720	729	741	750	760	771	779	789	800
H2	398	401	405	406	406	410	419	426	424	429	432	435	438	442	445	448	449	454	458	458
T	4.4	3.8	3.8	4.2	4.6	4.4	3.6	3.4	3.8	3.8	3.6	3.4	3.4	3.8	3.8	3.8	4	3.8	3.6	4
Et	34	39	40	37	37	38	43	41	36	41	44	41	39	37	39	44	38	34	38	43
N	154	152	146	125	130	136	130	120	115	127	126	112	99	102	103	90	110	122	97	79
Q1	810	820	831	839	850	860	870	879	891	901	911	919	930	940	950	959	971	979	990	
H2	461	461	455	464	470	466	475	480	481	485	491	494	492	494	497	498	503	505	510	
T	4	4.2	3.4	3.4	4	4.2	4.4	4.4	4.2	4.2	4.4	3.8	3.6	4.4	3.8	4.4	4.6	4.2	3.6	
Et	42	45	45	39	32	40	46	38	32	35	33	35	40	44	43	39	39	37	36	
N	83	88	112	116	87	77	92	91	85	96	100	95	90	91	83	80	93	91	67	
Q1{1}	49	76	105	127	149	176	200	227	251	274	299	326	349	375	399	425	451	476	500	525
H2	55	79	91	103	122	146	166	185	198	216	236	250	263	278	291	308	321	335	351	360
T	4.4	4.4	4	3.6	3.8	3.8	3.8	4.2	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	4.2	4	4	3.6	3.6	4.2
Et	11	13	19	22	24	23	23	24	26	28	28	29	28	27	27	25	27	30	33	33
N	898	751	1081	1409	1286	1185	1122	1100	1170	1011	802	764	733	628	545	464	434	436	415	408
Q1{1}	551	575	601	625	649	677	700	725	752	775	801	826	850	876	902	925	952	975	1000	1030
H2	369	380	393	404	410	418	426	437	445	450	456	460	465	475	487	492	495	502	510	515
T	3.8	4.2	4.2	3.8	4	4.2	3.8	3.8	4.2	4	3.6	3.8	4.4	4.6	4.2	4.6	4.6	4.2	4.2	4
Et	32	35	37	36	37	39	39	37	36	38	41	41	36	35	35	35	36	38	39	38
N	430	415	388	367	319	319	307	245	245	259	245	246	235	219	230	220	209	207	200	197
Q1{1}	1050	1080	1100	1130	1150	1180	1200	1220	1250	1270	1300	1320	1350	1380	1400	1420	1450	1480	1490	
H2	523	534	542	545	552	560	565	570	576	577	576	585	591	595	603	609	621	624	626	
T	3.6	3.8	4.4	4.6	4.2	4.4	4	4	4.6	4.4	4	4.4	4.6	4.4	4.4	3.6	3.8	4.8	5.2	
Et	37	38	38	35	37	40	43	46	43	42	46	43	41	43	44	49	48	44	48	
N	211	219	182	158	167	168	158	145	144	139	139	143	121	118	146	139	114	110	53	
Q1{3}	109	150	201	250	297	347	395	449	501	551	598	649	699	750	801	848	900	951	1000	1050
H2	94	122	164	199	230	262	290	319	345	368	389	409	422	437	454	470	483	495	508	521
T	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.6	4.6	4.4
Et	19	22	22	24	26	26	24	24	28	29	31	36	35	35	34	32	32	31	32	32
N	2143	2597	2268	2046	1719	1367	1060	847	801	803	744	658	588	516	492	459	424	408	404	404
Q1{3}	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	2050
H2	538	550	556	568	582	593	601	610	619	626	639	649	655	665	671	672	679	691	702	707
T	4.6	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	4.4	4.8	5.2	4.6	4.8	5.2	4.8	4.8	5.2	5.2	4.8
Et	34	35	37	38	38	39	40	39	42	43	39	38	41	41	39	43	46	45	41	40
N	370	342	317	282	264	258	250	240	243	243	245	249	229	220	219	231	238	205	199	210
Q1{3}	2100	2150	2200	2250	2300	2350	2400	2450	2500	2550	2600	2650	2700	2750	2800	2850	2900	2950	2970	
H2	714	722	726	730	738	748	753	758	765	768	773	779	786	790	796	800	805	811	816	
T	4.8	5.2	5.4	6.2	5.8	5.6	5.4	5.6	5.6	5.8	5.6	5.4	5.8	6.2	5.6	6.4	6.6	6.6	6.6	
Et	41	42	42	39	37	36	36	37	35	35	33	35	35	35	36	34	37	38	33	
N	208	213	216	190	172	198	209	183	173	175	194	186	176	191	179	154	148	156	76	
Q1{5}	694	797	895	1000	1090	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2510	2600
H2	417	449	480	506	530	555	577	598	617	635	652	668	679	695	714	727	739	753	764	773
T	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.6	5.6	5.6	5.8	5.8	5.8	5.8	6.2
Et	34	30	29	30	32	35	37	38	37	36	38	39	39	38	36	35	33	32	31	31
N	1162	973	849	795	729	619	547	510	495	472	448	467	469	401	395	424	397	361	379	388

Q1{5}	2700	2800	2900	3010	3100	3210	3300	3400	3490	3600	3690	3810	3900	4000	4100	4200	4300	4400	4500	4610
H2	785	796	807	818	825	832	839	845	850	858	866	872	876	879	886	891	895	901	907	910
T	6.4	6.6	7.2	7	6.8	6.8	7.6	8.2	7.8	8.4	8.2	8.2	7.8	8.2	8.2	8.4	8.4	8.6	9.2	9.4
Et	30	30	31	29	32	34	32	28	26	24	23	22	23	24	23	21	18	19	21	17
N	392	363	306	312	280	244	229	213	200	164	134	128	139	125	110	99	83	77	71	69
Q1{5}	4690	4800	4890	5000	5090	5220	5320	5410	5490	5600	5710	5790	5930	6050	6140	6240	6340	6440	6620	6740
H2	911	911	911	915	918	924	926	928	929	932	939	943	943	945	947	948	949	952	957	967
T	8.6	8.4	8.4	8.4	8.8	8.4	8.4	8.8	8.6	9	8.6	8.4	8.6	8.8	8.8	9	9.2	8.6	8.4	8.6
Et	16	15	14	15	15	15	14	13	12	13	13	14	15	14	13	13	11	13	15	19
N	69	75	72	60	53	51	57	69	66	50	55	56	50	52	52	51	50	50	50	51
Q1{5}	6880	6930	6990	7160	7250	7390	7600	7790	7970	8130										
H2	971	973	974	972	974	980	986	989	991	993										
T	8.6	9	8.8	8.6	8.4	8.4	8.2	8	7.6	7.6										
Et	21	22	22	16	16	17	16	17	14	13										
N	50	52	51	50	51	51	51	50	50	50										
Q1{7}	2990	3100	3200	3300	3400	3490	3600	3700	3800	3900	4000	4100	4190	4300	4410	4490	4610	4690	4790	4910
H2	816	826	833	841	846	850	859	866	869	875	880	888	894	898	902	904	909	910	912	917
T	7.4	8.2	8.2	8.4	8.4	8.2	8.4	8.2	8.4	8.8	8.4	8.6	9	8.6	8.8	9.4	9.4	9	9	9
Et	28	26	25	24	22	20	24	24	20	18	17	17	16	15	16	17	16	16	15	12
N	293	262	235	221	217	184	158	140	132	130	113	106	105	90	92	90	85	76	52	56
Q1{7}	5000	5100	5210	5300	5400	5500	5600	5730	5850	5930	6020	6130	6260	6340	6460	6600	6760	6830	6960	7020
H2	919	922	925	927	930	935	937	937	942	945	949	951	952	954	957	961	968	970	972	974
T	8.8	9	9	9	8.6	8.8	9.6	9.2	8.8	9.2	9.2	9.4	8.8	9	8.6	8.2	8	8	7.8	7.8
Et	12	12	11	11	11	11	12	13	13	12	11	12	11	10	11	11	14	15	15	16
N	62	55	58	65	66	60	53	57	50	54	52	52	50	51	52	52	54	50	51	50
Q1{7}	7160	7360	7560	7800	7940															
H2	980	984	989	994	996															
T	8.2	7.4	7.6	7.4	7.4															
Et	17	14	15	14	12															
N	50	50	50	51	50															

Tableau 7.1.8.B : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur périodes 1904-mai 1970 et 20/10/1994-2012

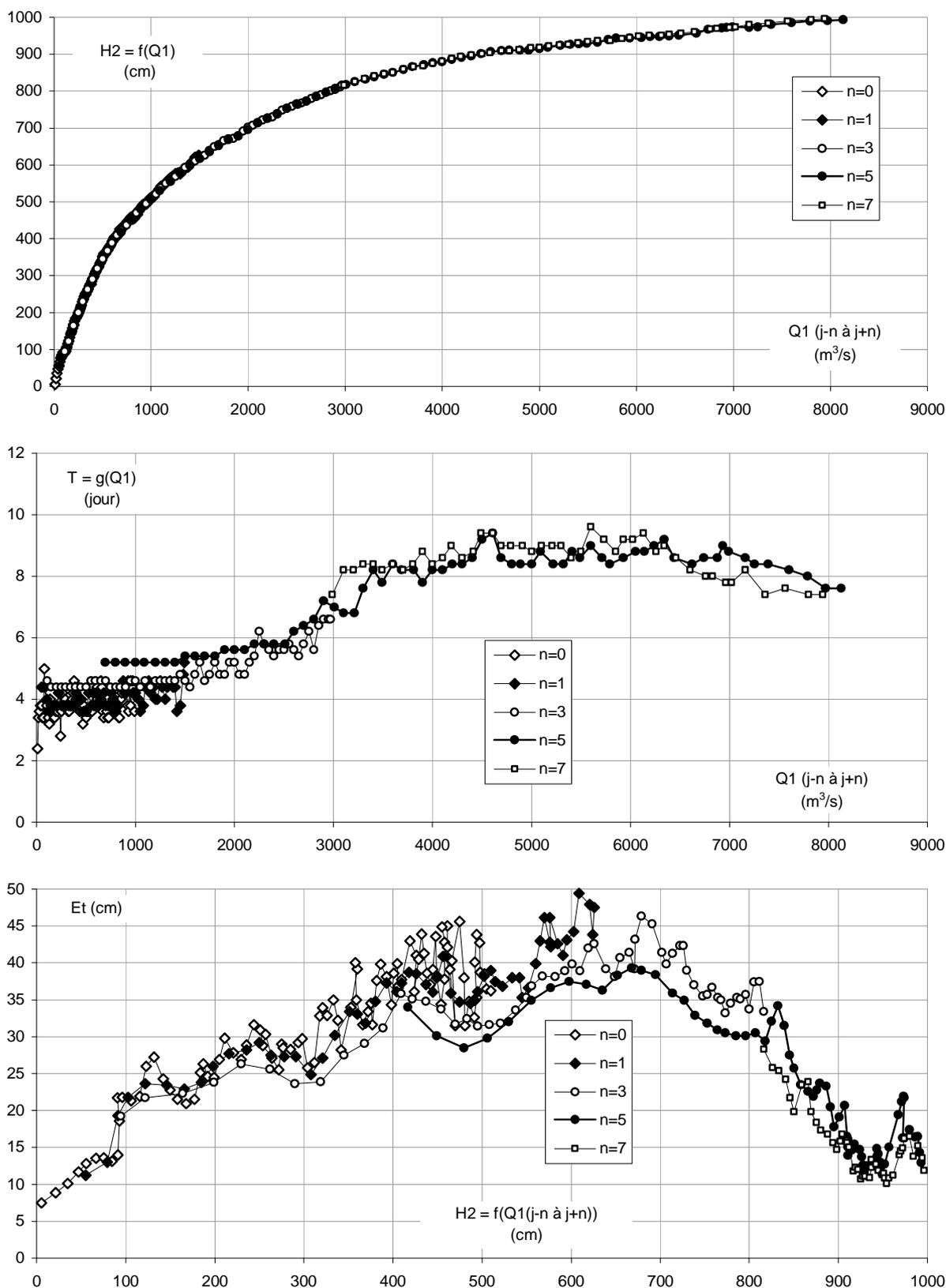


Figure 7.1.8.B : modèle calé entre Bakel ($Q1$) et Matam ($H2$) sur périodes 1904-mai 1970 et 20/10/1994-2012

7.1.8.3 Niveau du Sénégal à Matam en fonction du débit du Sénégal à Bakel, de 1970 à 1994 (modèle V3)

Ce calage du modèle sur le tronçon Bakel-Matam est utilisé pour la reconstitution des données manquantes à Matam en régime observé, de juin 1970 au 19/10/1994. Sa précision absolue est meilleure en basses et hautes eaux (Et proche de 15 cm) qu'en moyennes eaux (Et proche de 35 cm pour Q1=2500 m³/s).

Q1	5	25	40	54	70	85	100	116	129	144	160	175	191	205	219	236	250	264	280	295
H2	-52	-6	11	27	48	60	74	90	99	115	129	139	143	153	160	168	175	191	195	210
T	0.4	3.8	3.8	4.6	4.2	4.4	4.2	3.6	3.6	3.4	3.4	3.2	3.8	3	3.2	4.6	2.8	2.8	3.6	3.2
Et	14	14	15	14	15	16	19	16	15	13	19	17	19	19	18	33	40	28	24	21
N	1079	456	463	395	278	260	239	172	204	129	102	98	113	138	111	88	96	74	70	63
Q1	310	326	339	355	370	385	400	415	430	444	461	475	490	505	520	534	550	565	580	595
H2	220	221	231	238	247	248	255	264	271	283	285	293	307	305	309	316	322	327	335	340
T	2.8	3.2	3	3.2	3.2	2.8	2.8	3	3.2	3	3.8	3	3	3	3.2	3	3	3	3	2.8
Et	17	26	29	21	22	29	26	24	25	27	21	25	23	23	22	21	18	24	27	30
N	61	65	68	54	72	67	65	72	66	57	50	59	63	65	69	62	58	57	54	52
Q1	613	629	642	658	673	686	703	716	736	751	765	780	797	811	825	840	854	870	881	897
H2	344	348	354	358	361	371	377	382	380	388	394	393	403	411	416	410	414	421	421	426
T	2.8	3.2	3	3.4	3	2.6	2.6	3.4	3.2	3	3	3.2	3	2.4	2.8	3.4	3.4	3	2.8	2.8
Et	27	21	27	31	28	28	30	28	27	27	26	40	40	28	28	24	27	27	25	29
N	51	50	55	54	55	51	58	51	50	53	54	53	51	52	52	51	50	53	51	50
Q1	920	937	955	969	984	998	1020	1030	1040	1060	1070	1090	1110	1130	1140	1150	1160	1180	1190	1220
H2	431	440	448	455	456	460	462	469	468	477	483	486	487	488	493	491	496	499	503	509
T	3.2	3.2	2.8	3	3	3	3.4	3.2	3.2	3.4	2.8	3	2.8	3.2	2.6	2.4	2.6	2.4	2.6	2.6
Et	27	27	25	24	28	27	30	28	27	25	26	31	30	35	39	41	42	38	34	35
N	53	53	53	50	51	54	53	50	50	51	52	52	50	51	52	50	50	50	51	50
Q1	1230	1250	1260	1280	1290	1300	1320	1340	1350	1370	1380	1390	1410	1420	1440	1460				
H2	512	516	519	525	531	534	537	541	539	546	547	543	546	547	551	558				
T	2.6	2.6	2.6	2.8	2.8	2.6	2.6	2.6	2.6	3	3	3	3.2	2.8	2.4	2.4				
Et	36	34	30	28	27	26	27	24	23	25	27	30	31	29	31	27				
N	50	50	50	50	51	53	54	51	50	51	51	50	51	50	50	50				
Q1{2}	107	178	238	311	378	438	510	565	637	701	768	833	894	964	1030	1090	1160	1220	1290	1350
H2	79	134	170	214	245	274	306	326	350	374	394	410	427	449	465	480	499	515	528	538
T	4.4	4	4.2	3.6	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.2	3.4	3.2	3	3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.4	3.2
Et	15	17	20	18	19	20	19	18	19	20	19	19	23	23	20	22	26	24	22	23
N	979	606	443	338	327	316	314	260	200	209	182	184	148	111	112	103	79	67	74	80
Q1{2}	1420	1490	1550	1620	1680	1750	1800	1880	1950	2010	2070	2140	2210	2290	2400	2490	2530	2570	2660	2770
H2	551	564	573	583	594	604	608	623	627	633	643	648	658	666	683	703	706	712	719	738
T	3.2	3	2.8	3.2	2.8	2.8	3.4	2.8	3	2.8	3.2	3.8	3.8	3.6	3.2	3.2	3	3.4	3.8	4
Et	24	21	23	22	25	24	26	27	27	24	23	26	33	33	33	33	34	35	35	34
N	71	87	88	98	83	86	69	51	51	50	52	50	52	50	50	54	51	50	50	52
Q1{2}	2830	2880	2910	2980	3100	3210	3330	3400	3440	3520	3630	3820	3940	4120	4260	4570	4620			
H2	745	750	751	753	771	786	797	803	802	803	804	809	812	819	823	835	837			
T	4	4.2	4.6	5.2	5.4	5	4.2	4.6	4.8	5	6	6.6	7	7.8	8	8	8			
Et	34	34	36	34	32	29	27	23	22	23	24	27	27	25	25	24	24			
N	50	51	52	50	50	50	51	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50			
Q1{4}	2600	2810	2960	3210	3400	3820	4380													
H2	720	743	760	792	803	813	834													
T	4.4	4.8	5.4	4.8	5.2	6.6	7.6													
Et	26	29	28	21	21	22	21													
N	75	80	65	50	50	50	50													
Q1{6}	2910	2990	3090	3190	3320	3390	3520	3590	3770	3930	3990	4160	4250	4500	4570	4780	4860	5040		
H2	750	764	779	791	802	805	803	807	817	822	824	833	839	853	857	866	870	877		
T	7.4	6.8	6.2	6	6	6.2	6.2	6	6.6	7	7	7.2	7.4	7.8	7.8	7.8	7.8	8.2		
Et	25	20	18	17	17	19	18	18	19	20	19	18	17	13	13	12	12	12		
N	37	37	29	25	31	27	18	18	16	15	15	15	16	15	15	15	15	15		

Tableau 7.1.8.C : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur la période de juin 1970 au 19/10/1994

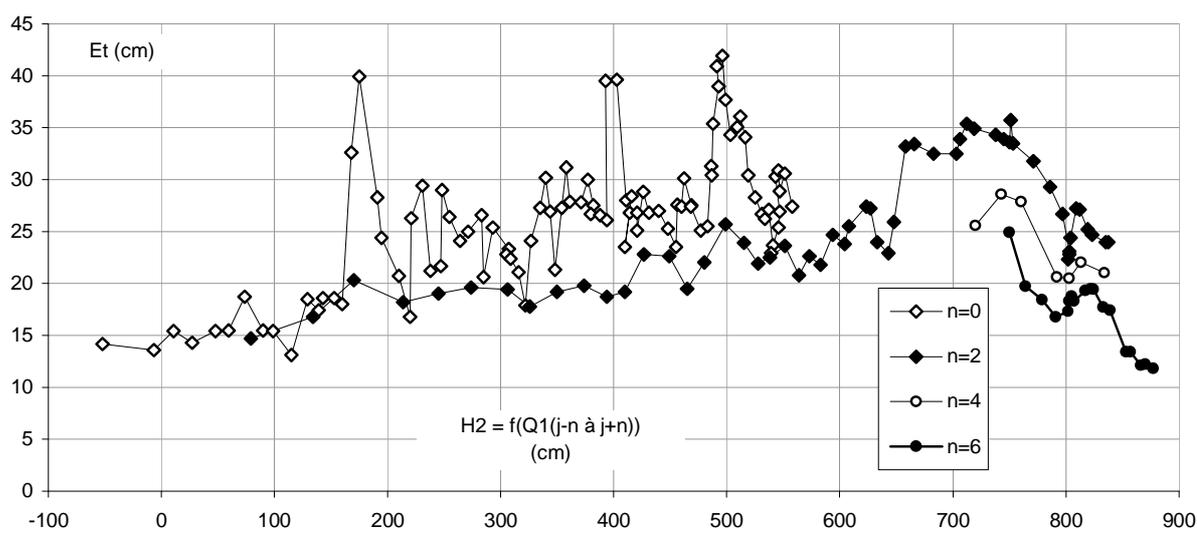
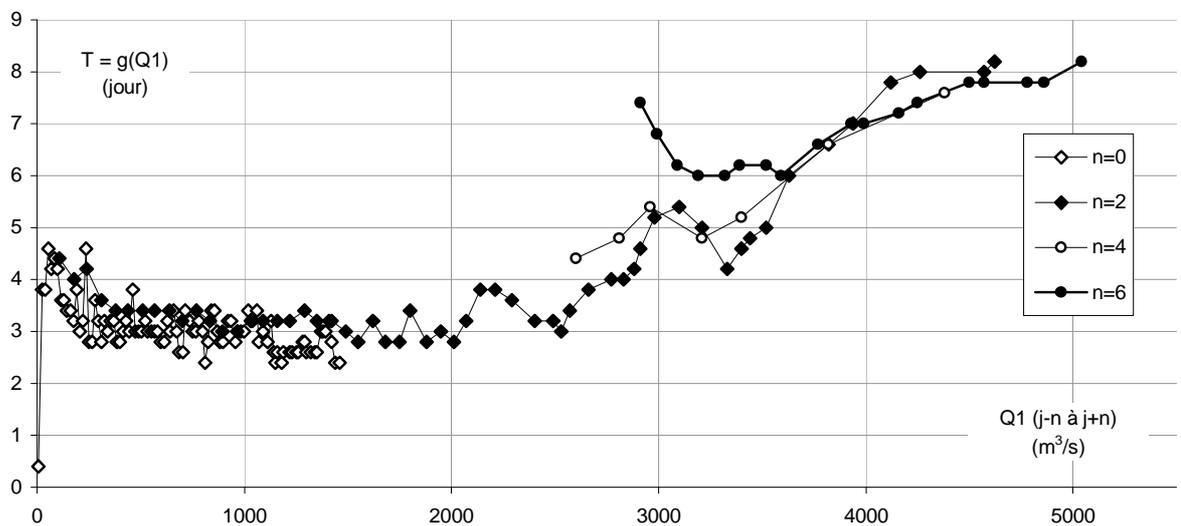
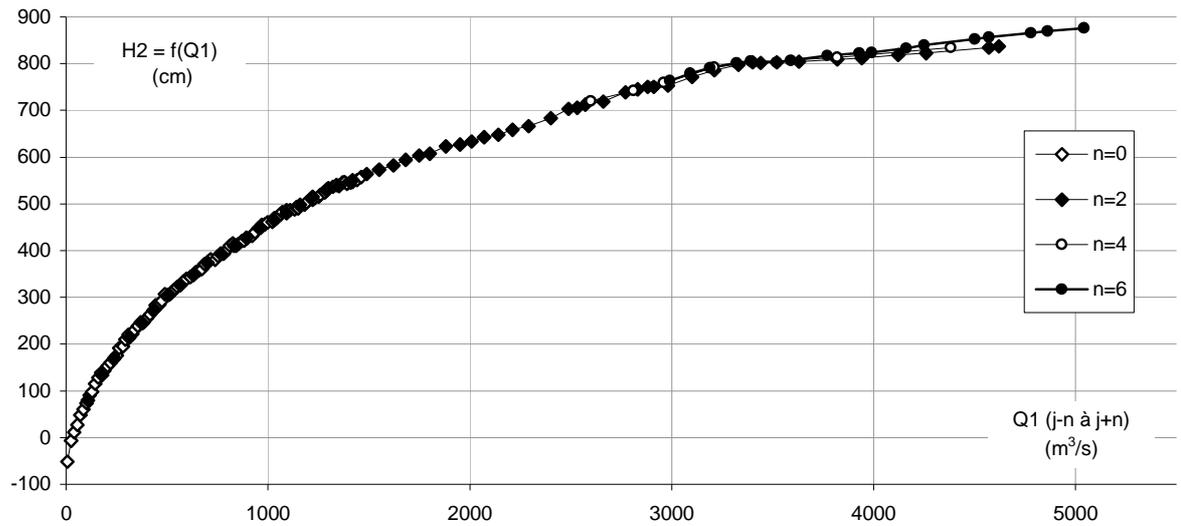


Figure 7.1.8.C : modèle calé entre Bakel (Q1) et Matam (H2) sur la période de juin 1970 au 19/10/1994

La précision est assez bonne en basses eaux (Et proche de 20 cm), moyenne en moyennes eaux (Et proche de 40 cm pour $Q1=2000 \text{ m}^3/\text{s}$) et bonne en hautes eaux (Et proche de 10 cm).

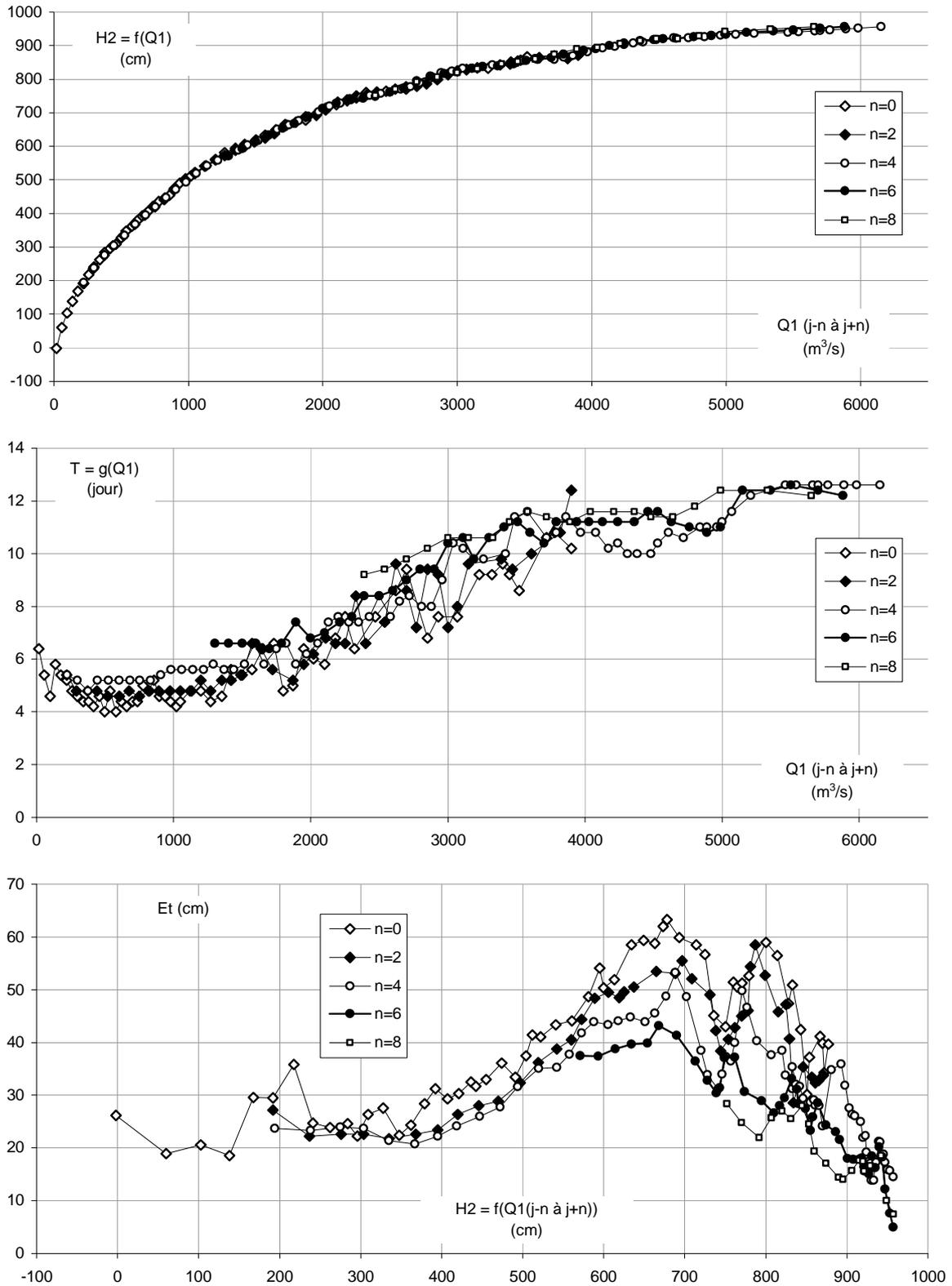


Figure 7.1.8.D : modèle calé entre Kayes+Gourbassy ($Q1$) et Matam ($H2$) sur la période 1954-juin 1987

7.1.8.5 Niveau du Sénégal à Kaédi en fonction du niveau du Sénégal à Matam, de 1903 à 1949 (modèle V5)

Sur ce tronçon, la propagation de l'écoulement diffère très légèrement selon la période considérée. Ainsi, un même niveau de moyennes eaux à Kaédi résulte d'un niveau à Matam légèrement moins élevé depuis juillet 1949 qu'avant cette date. Bien qu'assez faibles, les différences justifient le calage du modèle de propagation sur deux périodes distinctes, pour permettre des reconstitutions de données aussi précises que possible.

Le calage du modèle sur la période de 1903 à juin 1949 montre que l'onde de crue s'amortit nettement sur le bief pour les cotes supérieures à 500 cm à Matam. La précision du modèle, bonne en basses et hautes eaux (Et proche de 10 cm) est moyenne en moyennes eaux (Et proche de 50 cm pour H1 = 450 cm).

H1	-18	46	54	75	98	125	152	176	200	224	248	271	297	321	346	372	397	422	448	472	497
H2	-50	14	22	41	58	84	114	143	173	196	227	255	284	312	342	369	398	426	451	482	514
T	0.4	0.4	0	0	0	1	1	1	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	1.8	2.2	2.2	2.4	2.8	2.8	3.2
Et	6	26	25	25	28	28	30	34	34	33	32	34	37	41	46	47	47	49	52	50	45
N	34	33	97	152	179	113	196	318	377	489	580	560	520	498	446	427	426	411	415	443	455
H1	521	545	572	599	621	647	672	696	723	749	772	797	822	845	870	899	920	943	965	1000	1010
H2	541	566	592	616	637	656	673	688	710	729	744	765	785	803	822	846	862	879	895	912	918
T	3.4	4.4	4.8	4.8	4.6	4.8	5.2	5.6	6	6	7	7	6	6.2	6.4	6.6	7.2	7.2	6.6	6.8	6.4
Et	44	41	36	33	31	29	30	31	30	28	25	21	18	17	17	15	14	13	10	6	5
N	433	342	284	340	381	381	397	377	373	435	482	490	497	419	322	323	306	212	120	86	50
H1{1}	200	224	249	271	298	321	347	373	398	423	449	473	497	521	545	573	600	622	648	672	696
H2	173	197	228	255	283	311	343	371	397	426	451	483	514	541	567	592	616	637	656	673	690
T	1.6	1.4	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	2.2	2.4	2.6	2.8	2.8	3.2	3.4	4.4	5	4.8	4.6	4.8	5.2	5.4
Et	35	33	32	34	37	39	45	47	47	49	52	49	44	43	40	36	33	30	28	30	31
N	374	482	576	557	519	499	446	431	425	413	413	448	455	416	345	297	339	374	378	398	377
H1{1}	724	749	773	798	823	846	871	900	921	943	966	999	1010								
H2	710	729	745	766	786	804	823	846	862	880	896	912	918								
T	6	6	7	6.6	6	6.2	6.4	6.6	7.2	7.2	6.6	6.6	6.6								
Et	29	27	24	20	17	17	17	15	14	13	10	6	5								
N	380	443	489	480	486	418	318	322	308	205	118	86	48								
H1{2}	373	398	423	449	474	498	522	546	573	600	622	649	672	697	724	750	774	798	823	847	871
H2	371	399	426	451	484	515	542	568	593	617	637	658	673	690	711	730	746	767	787	805	824
T	2.2	2.4	3.2	2.8	2.8	3.2	3.6	4.4	5	4.8	4.6	4.6	5.4	5.6	6	6	7	6.4	6	6.2	6.4
Et	47	47	48	52	49	43	41	39	35	31	29	28	30	29	28	27	24	20	17	17	17
N	436	429	406	404	449	470	419	339	290	339	381	390	394	366	387	447	496	486	475	408	319
H1{2}	901	921	944	966	999	1010															
H2	847	863	881	896	912	918															
T	6.6	7.2	7.4	6.6	6.6	6.6															
Et	15	14	13	10	6	5															
N	326	303	196	118	85	47															
H1{3}	499	522	547	573	601	623	650	673	698	724	750	774	799	823	847	872	901	922	944	968	998
H2	515	542	570	595	618	638	659	673	691	711	731	747	769	788	806	825	848	864	882	897	912
T	3.2	3.6	4.4	4.8	4.8	4.8	4.8	5.4	5.6	6	6	7	6.4	6	6.2	6.4	6.6	7.2	7.4	6.6	6.6
Et	43	40	38	35	30	28	28	29	29	28	26	22	19	16	16	16	14	14	13	9	6
N	464	417	337	301	347	373	385	397	374	391	448	498	484	472	404	317	325	304	191	112	85
H1{4}	1010																				
H2	919																				
T	5.6																				
Et	5																				
N	45																				
H1{4}	522	548	574	601	624	650	673	699	725	751	774	799	824	847	872	902	922	946	969	999	1010
H2	543	571	597	618	638	658	673	692	712	732	749	770	789	807	825	848	864	884	899	913	919
T	4.2	4.4	4.6	4.6	4.8	4.8	5.4	6	6	6	7	6.6	6.2	6.2	6.4	6.6	7.4	7.4	6.6	6.4	6.4
Et	37	36	34	30	27	27	29	29	27	25	22	18	16	16	16	14	14	12	9	6	5
N	412	332	307	344	367	392	401	381	397	460	504	475	453	400	314	331	306	184	109	80	42
H1{5}	673	700	725	751	775	799	824	848	872	902	923	947	970	999	1010						
H2	674	694	713	733	751	771	791	808	827	849	865	884	900	913	919						
T	5.4	6	6	6	7	6.6	6.2	6.2	6.4	6.6	7.2	7.6	6.6	6.4	6.4						
Et	28	28	26	24	21	18	16	16	16	14	13	12	9	6	5						
N	401	389	409	453	508	485	437	390	321	326	298	185	109	76	38						

Tableau 7.1.8.E : modèle calé entre Matam (H1) et Kaédi (H2) sur la période 1903-juin 1949

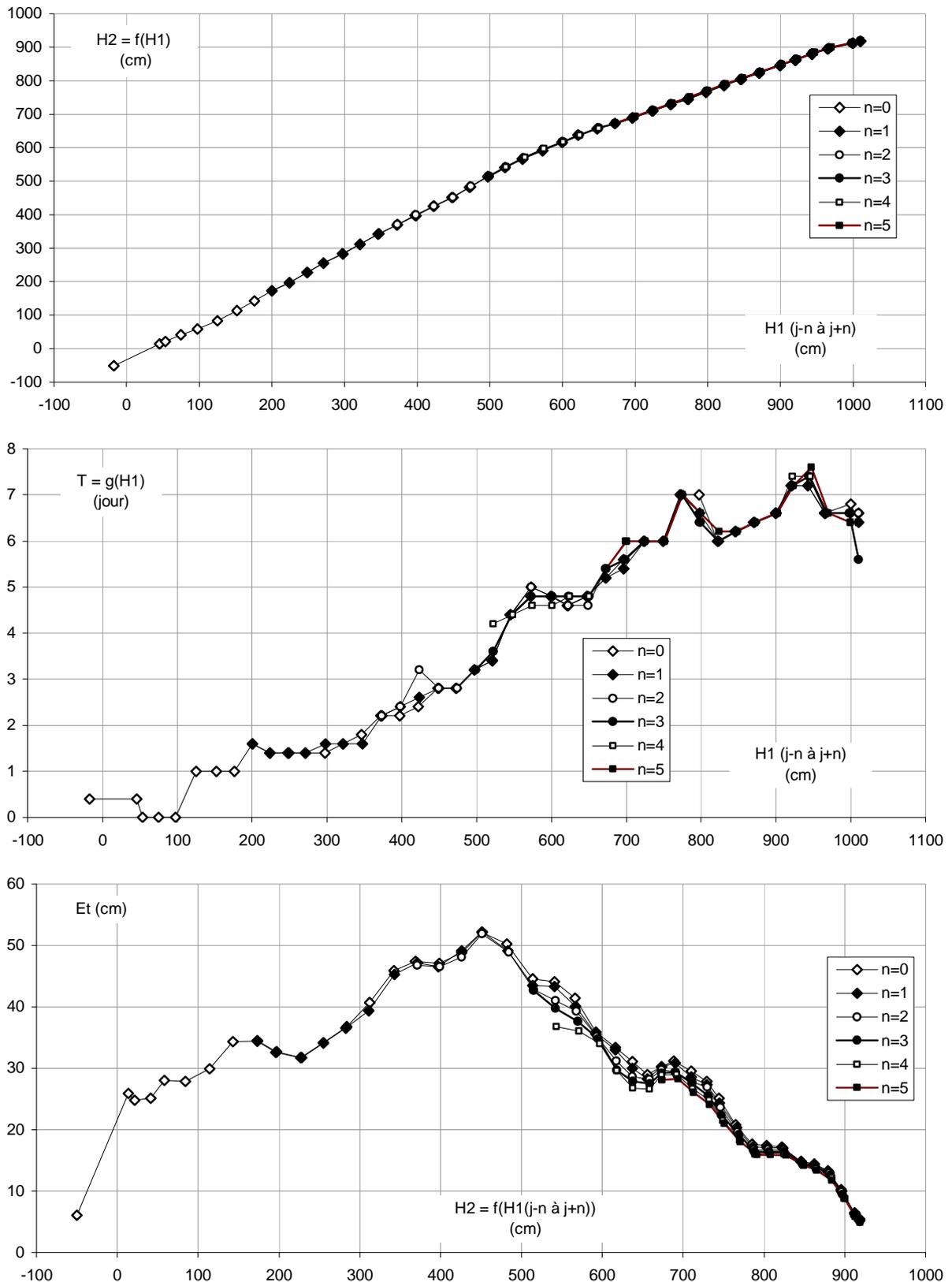


Figure 7.1.8.E : modèle calé entre Matam (H1) et Kaédi (H2) sur la période 1903-juin 1949

7.1.8.6 Niveau du Sénégal à Kaédi en fonction du niveau du Sénégal à Matam, de 1949 à 2004 (modèle V6)

Par rapport à la période précédente (1903-1949), le calage du modèle entre Matam et Kaédi sur la période de juillet 1949 à 2004 est quasi-identique pour les cotes supérieures à 500 cm à Matam. Il diffère par contre en basses et moyennes eaux, avec des niveaux légèrement supérieurs à Kaédi pour une même cote à Matam. La précision du modèle est bonne en basses et hautes eaux (Et proche de 10 cm) et assez bonne en moyennes eaux (Et proche de 30 cm pour H1 = 550 cm à Matam).

H1	-77	-66	-57	-39	-23	-8	6	18	33	51	66	79	94	108	125	140	153	169	185
H2	-99	-83	-72	-52	-38	-29	-18	-5	13	38	58	72	84	96	113	128	141	157	175
T	0	0.2	2.4	1.6	1.6	2	1	2	2	1.8	2.4	2.2	1.8	1.8	1.8	1.6	1.4	1.6	1.6
Et	4	7	10	14	14	15	17	17	17	18	16	14	13	15	17	16	14	14	15
N	52	271	390	378	463	662	879	867	676	659	931	1017	851	636	530	612	596	477	462
H1	199	215	230	244	259	274	289	304	320	333	349	364	381	394	409	424	440	454	469
H2	190	210	230	246	261	277	293	311	328	345	365	383	401	413	432	453	468	481	499
T	1.6	1.6	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	1.8	1.8	1.6	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2
Et	17	19	19	18	18	18	19	21	23	24	26	25	24	27	27	26	27	28	29
N	455	456	486	480	448	422	415	386	396	378	315	293	343	375	335	301	286	273	242
H1	484	500	515	530	543	560	575	589	604	619	634	650	664	680	695	709	725	740	756
H2	515	532	546	556	568	581	594	607	621	634	645	655	663	678	691	703	718	732	743
T	2.4	2.4	2.6	2.8	3.2	3	2.8	3	3.4	3.8	4.2	4.6	5.4	5	5.4	6	5.6	5.4	5.8
Et	31	34	33	33	34	34	34	34	32	28	27	28	27	28	26	24	23	22	19
N	224	224	238	259	241	227	249	262	245	233	215	196	184	185	202	208	209	210	221
H1	769	786	798	813	829	843	858	875	888	903	919	933	949	962	975				
H2	751	760	769	783	796	807	820	833	841	849	858	868	879	884	891				
T	6.4	6.6	6.6	6.8	6.8	6.8	7.4	7.8	7.6	7.2	7.2	7.4	6.8	6.2	6.4				
Et	17	15	15	14	12	11	11	10	9	9	9	9	10	10	9				
N	211	220	229	195	191	179	147	157	163	151	153	129	99	74	43				
H1{1}	6	19	34	51	66	79	94	108	125	141	153	169	186	199	215	230	245	259	275
H2	-18	-5	13	38	58	73	84	97	113	129	141	157	175	190	211	230	246	261	277
T	2	2	2	2.4	2.2	1.8	1.8	1.6	1.6	1.6	1.4	1.8	1.6	1.6	1.8	1.8	1.6	1.4	1.6
Et	17	17	18	17	15	13	13	14	15	15	14	13	14	16	19	19	18	17	17
N	883	855	670	646	907	1014	847	617	525	609	593	467	453	452	446	480	476	441	426
H1{1}	289	305	320	334	349	365	381	394	409	425	440	455	469	485	500	516	530	544	560
H2	293	311	329	346	365	383	399	414	433	453	467	482	499	514	533	548	556	570	582
T	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	1.8	1.6	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2	2.4	2.6	2.4	2.6	2.8	3	3
Et	18	20	22	24	24	23	24	26	26	26	25	27	28	29	32	33	33	33	33
N	415	385	397	368	300	300	355	373	324	294	292	270	237	225	242	254	243	236	236
H1{1}	576	589	605	620	634	650	664	681	696	710	725	740	756	769	786	798	815	830	843
H2	594	608	622	635	645	654	665	680	692	704	719	731	744	751	761	770	785	797	807
T	3	3	3.6	4	4.4	4.6	4.6	5.4	5.6	5.8	5.6	5.4	6	6.4	6.4	6.6	6.8	7.2	7.2
Et	32	30	27	26	26	27	28	24	23	22	21	20	19	17	14	14	14	12	11
N	250	253	241	239	215	199	190	184	198	199	206	207	225	218	225	226	195	198	169
H1{1}	860	876	888	904	919	934	950	962	976										
H2	821	834	841	850	858	869	879	884	893										
T	7.4	7.8	7.6	7.2	7.4	7.4	6.8	6.2	6.2										
Et	11	10	9	9	9	9	10	9	9										
N	143	162	160	148	150	128	104	72	38										
H1{2}	419	440	458	480	500	521	539	561	580	600	620	640	658	682	701	721	741	760	781
H2	445	468	488	510	531	550	566	583	599	619	635	649	661	681	698	715	732	747	759
T	2.2	2.2	2.4	2.6	2.8	2.8	2.6	2.8	3.2	3.4	4.2	4.4	4.8	5	5.6	5.8	5.6	6	6.4
Et	24	25	27	28	30	32	33	32	29	27	26	26	25	23	21	20	19	17	14
N	388	390	354	292	299	338	334	316	336	324	297	294	263	249	264	260	280	298	311
H1{2}	799	820	839	860	881	900	919	939	956	974									
H2	771	790	805	822	837	848	859	872	883	891									
T	6.6	6.6	6.8	7.4	7.8	7.6	7.4	7.2	6.6	6.2									
Et	14	13	11	11	9	9	9	9	10	9									
N	288	255	237	211	214	205	184	157	110	56									
H1{4}	627	648	677	702	726	752	776	799	825	849	877	900	924	948	966				
H2	640	657	681	700	720	742	758	774	795	814	834	849	863	879	888				
T	4.4	4.6	5.2	5.6	5.8	6	6.2	6.6	6.8	7.4	7.6	7.6	7.4	6.8	6.4				
Et	24	22	20	19	17	15	13	13	12	10	9	8	9	9	9				
N	406	356	290	322	326	358	396	351	307	271	256	272	219	154	87				
H1{6}	776	799	825	850	877	900	923	948	965										
H2	760	777	797	816	835	850	864	881	889										
T	6.2	6.6	7.2	7.6	7.6	7.8	7.4	6.8	6.4										
Et	12	12	11	9	8	8	8	9	10										
N	397	350	296	265	252	264	221	156	79										

Tableau 7.1.8.F : modèle calé entre Matam (H1) et Kaédi (H2) sur la période juillet 1949-2004

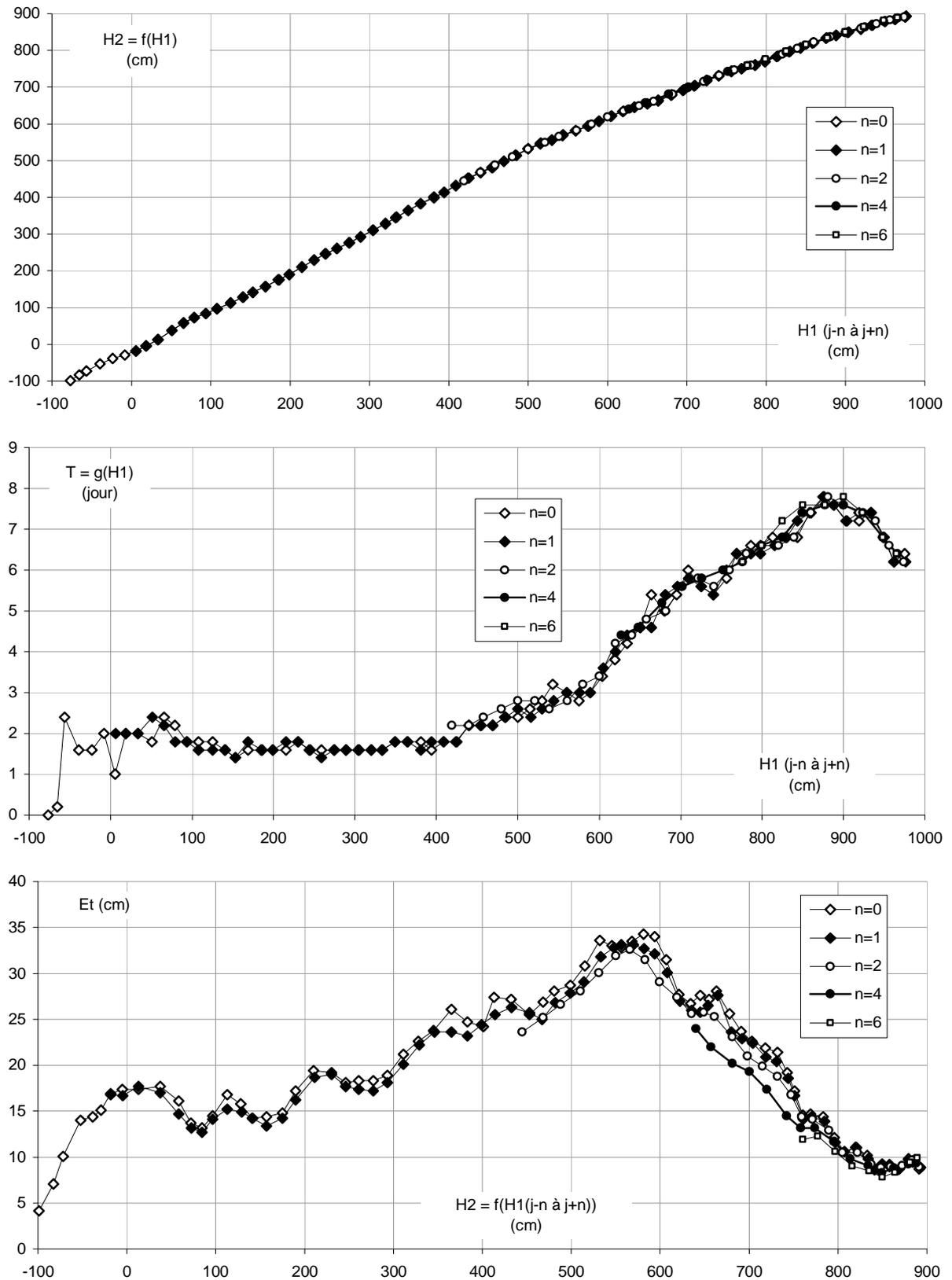


Figure 7.1.8.F : modèle calé entre Matam ($H1$) et Kaédi ($H2$) sur la période juillet 1949-2004

7.1.8.7 Niveau du Sénégal à Salde en fonction du niveau du Sénégal à Kaédi (modèle V7)

Entre Kaédi et Salde, l'absence d'amortissement notable de l'onde de crue permet d'utiliser directement la cote H1 à Kaédi, sans moyenne mobile, comme prévisseur dans le modèle de propagation. La précision du modèle est bonne sur l'ensemble du marnage (et entre 20 et 5 cm).

H1	-92	-79	-64	-49	-37	-21	-7	11	24	39	55	71	84	97	115	130	143	159
H2	-23	-9	9	27	45	67	83	103	114	128	143	160	175	186	199	212	223	238
T	0.8	0.8	1	1	1.2	1.6	2	2	2	1.8	1.4	1.2	1.4	1.6	1.4	1.2	1.2	1.2
Et	14	20	21	21	21	18	15	17	17	18	18	15	15	17	18	16	15	15
N	292	432	547	813	894	801	701	737	805	718	809	1057	1168	880	636	649	581	478
H1	174	189	204	220	234	249	265	280	294	310	324	340	354	370	385	399	414	429
H2	253	267	280	296	310	324	337	353	369	386	399	418	432	447	460	473	490	503
T	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Et	16	16	13	13	19	19	13	13	13	14	16	17	16	15	16	17	16	20
N	457	417	354	367	413	408	410	400	360	344	327	302	280	278	326	312	279	276
H1	445	460	474	490	504	520	536	549	563	581	594	610	624	639	654	670	684	700
H2	520	537	554	572	587	605	620	635	650	668	684	702	717	733	748	768	784	800
T	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4
Et	22	23	20	17	19	20	19	17	16	15	13	11	12	13	13	12	12	13
N	275	285	266	253	238	211	230	255	241	273	316	310	290	268	254	256	262	254
H1	714	730	745	759	773	790	803	819	836	849	862	877	888					
H2	817	833	847	861	876	893	907	920	939	958	979	1000	1012					
T	3.6	3.8	3.8	3.8	4.2	4.2	4.2	4.2	3.6	3.4	2.8	2.4	2					
Et	13	12	11	11	12	12	10	10	12	12	9	4	3					
N	259	293	352	361	297	259	247	209	217	233	190	135	73					

Tableau 7.1.8.G : modèle calé entre Kaédi (H1) et Salde (H2) sur la période 1903-2003

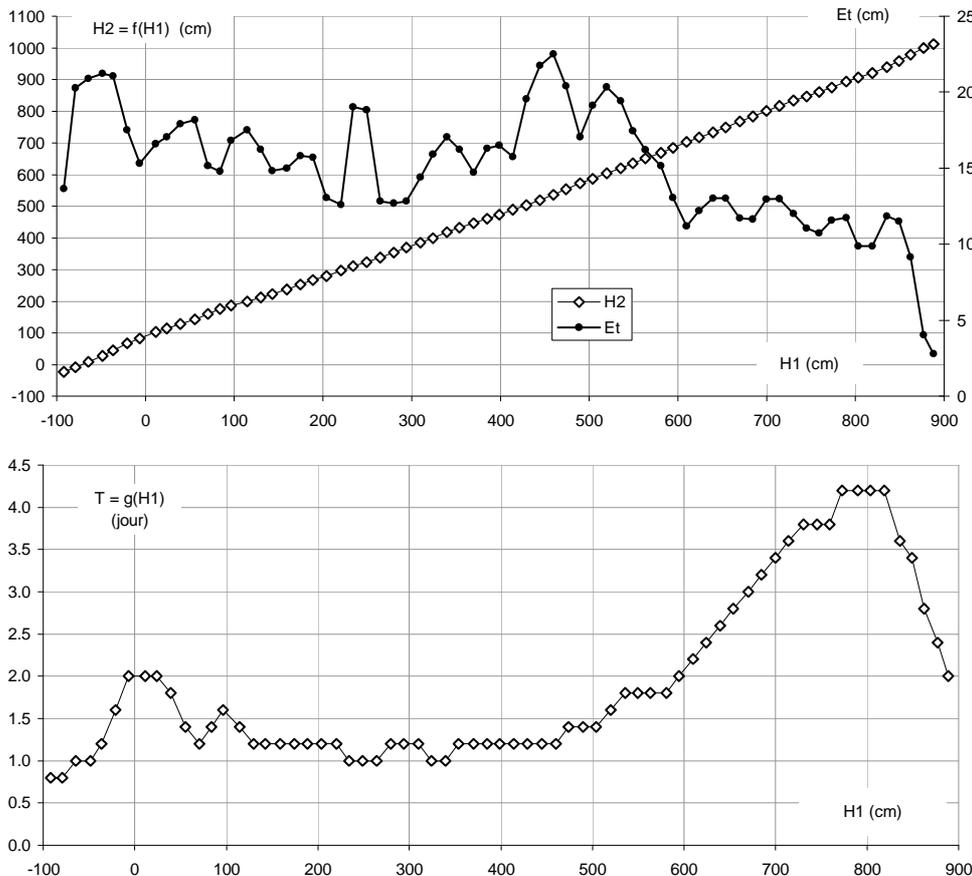


Figure 7.1.8.G : modèle calé entre Kaédi (H1) et Salde (H2) sur la période 1903-2003

7.1.8.8 Niveau du Sénégal à Boghe en fonction du niveau du Sénégal à Salde (modèle V8)

Sur ce tronçon, la précision du modèle est bonne en basses eaux (Et proche de 15 cm), assez bonne en moyennes eaux (Et proche de 25 cm) et très bonne en hautes eaux (Et proche de 5 cm).

La très faible pente de la relation $H2 = f(H1)$ en basses eaux s'explique sans nul doute par l'influence de la marée sur le niveau à Boghe.

H1	40	40	58	83	103	134	160	182	208	231	257	282	307	333	356	380	409	433	457	484	506
H2	86	86	88	93	101	117	136	152	173	191	213	237	259	283	305	328	356	378	408	442	464
T	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.4	0.8	0.8	1	1.2	0.8	0.8	1.2	1.2	1.4	1.6	2.2	2.4	2.4
Et	15	15	15	18	18	17	14	14	14	14	14	15	16	18	21	25	27	25	21	24	24
N	282	282	431	471	397	304	364	395	379	347	296	283	272	267	240	184	179	208	195	201	205
H1	531	560	583	607	634	658	683	708	732	758	784	808	835	857	882	909	928	958	980	1003	1015
H2	492	524	549	573	597	624	652	676	699	725	748	771	796	814	837	861	879	902	917	934	945
T	2.6	2.8	3.4	3.4	3.6	3.8	4.4	4.6	4.8	5.2	5.6	5.8	5.8	5.8	5.6	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.6
Et	26	26	26	26	28	27	20	18	18	18	17	15	13	11	10	9	8	7	7	7	5
N	178	188	201	193	200	221	241	261	256	259	300	315	377	419	352	352	310	253	228	153	63
H1{1}	282	308	333	356	381	409	434	458	485	507	532	560	583	608	634	658	684	708	733	758	784
H2	236	261	283	305	329	356	379	408	441	465	493	525	550	575	598	624	653	676	700	726	749
T	1.2	1.2	0.8	0.8	1.4	1.4	1.6	2.2	2.4	2.6	2.6	2.8	3.2	3.4	3.6	3.8	4.4	4.6	5	5.2	5.4
Et	14	14	16	18	21	25	27	25	20	23	25	26	26	26	28	27	20	18	18	19	17
N	266	261	264	236	182	180	207	199	197	177	188	195	186	200	218	244	262	254	257	299	
H1{1}	808	836	857	883	909	929	958	981	1003	1016											
H2	771	796	814	838	861	880	902	917	934	946											
T	5.8	5.8	5.8	5.6	5.4	5.4	5.4	5.4	5.2	5.6											
Et	15	12	11	10	9	8	7	7	7	5											
N	316	378	412	351	351	304	254	233	153	55											
H1{2}	484	508	531	560	583	609	634	658	684	708	732	758	784	808	836	857	882	909	929	958	981
H2	440	465	493	526	550	578	599	623	653	676	700	726	748	772	796	815	838	862	880	903	918
T	2.4	2.6	2.6	2.8	3.2	3.4	3.4	3.8	4.4	4.6	4.8	5.2	5.4	5.8	5.8	5.6	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
Et	20	22	24	26	26	25	28	26	19	17	18	18	17	15	12	11	10	9	8	7	7
N	190	192	183	187	187	178	201	222	244	258	248	261	299	316	377	404	345	353	307	251	234
H1{2}	1003	1016																			
H2	934	947																			
T	5.2	5.4																			
Et	7	5																			
N	152	53																			
H1{3}	583	608	635	658	685	708	733	759	784	809	835	857	882	909	929	959	981	1003	1016		
H2	551	579	600	623	654	676	701	726	749	772	796	815	838	862	880	903	918	935	947		
T	3.2	3.4	3.4	3.8	4.4	4.6	4.8	5.2	5.4	5.8	6	5.8	5.6	5.6	5.4	5.4	5.4	5	5.2		
Et	26	26	27	25	19	17	18	18	17	14	12	11	10	9	8	7	7	7	5		
N	186	176	200	222	242	255	247	268	298	314	374	395	346	353	301	253	236	147	52		
H1{4}	684	708	733	759	784	809	835	857	883	909	929	959	981	1002	1015						
H2	654	677	701	727	749	773	797	816	839	862	880	903	918	935	947						
T	4.4	4.6	4.8	5.4	5.4	5.8	6	5.8	5.6	5.4	5.4	5.2	4.8	5.2	4.8	5.2					
Et	19	17	18	18	17	14	12	11	9	9	8	7	7	7	4						
N	242	258	249	268	293	311	376	387	340	353	299	252	238	146	48						

Tableau 7.1.8.H : modèle calé entre Salde (H1) et Boghe (H2) sur la période 1903-1972

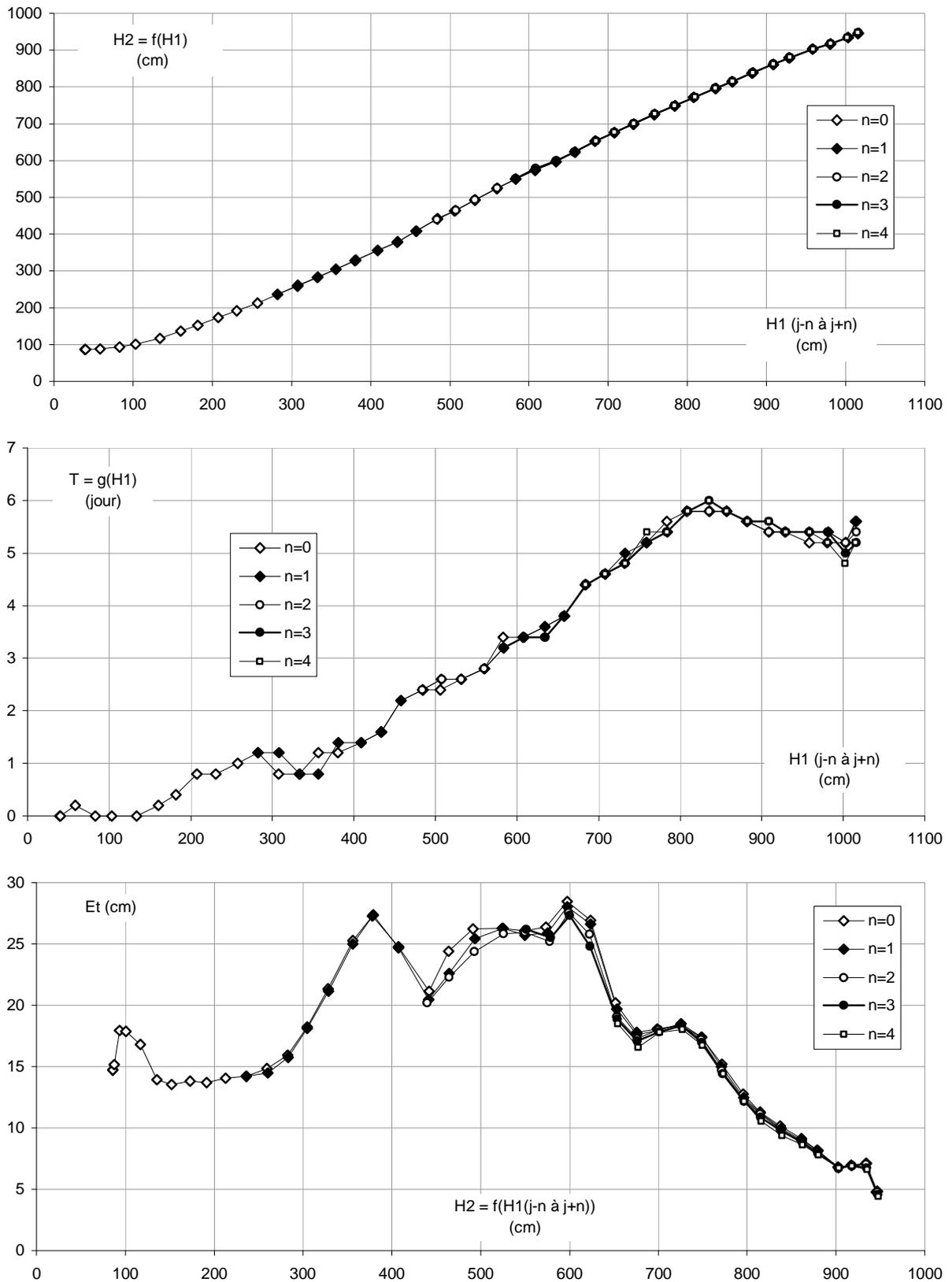


Figure 7.1.8.H : modèle calé entre Salde (H1) et Boghe (H2) sur la période 1903-1972

7.1.8.9 Niveau du Sénégal à Podor en fonction du niveau du Sénégal à Boghe (modèle V9)

Pour des cotes inférieures à 250 cm à Boghe, la très faible pente de la relation $H2 = f(H1)$ s'explique par l'influence de la marée, plus importante à Podor qu'à Boghe. Au dessus de cette valeur, la pente s'accroît mais demeure bien inférieure à 1, du fait de l'amortissement important subi par l'onde de crue sur ce bief.

Le modèle est ici précis en basses eaux (Et proche de 10 cm), assez précis en moyennes eaux (Et proche de 20 cm pour $H1 = 500$ cm) et très précis en hautes eaux (Et proche de 5 cm).

H1	72	82	91	101	124	138	153	168	183	197	212	228	244	258	273	288	302	318	332	348	362
H2	58	63	67	73	77	76	80	85	87	96	105	108	111	117	128	136	144	153	163	173	183
T	0.6	0.4	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.4	1.2	1.2	1.6	1.6
Et	10	10	10	12	15	14	15	15	15	16	16	15	15	15	15	15	16	17	16	16	16
N	177	579	750	432	210	218	241	266	272	299	284	264	347	391	420	431	404	364	336	303	288
H1	378	392	407	423	438	452	468	483	498	513	528	542	557	572	589	603	619	634	649	663	678
H2	191	201	214	224	233	244	258	273	286	296	307	318	332	345	358	368	380	389	400	410	421
T	2	2.2	2.2	2.4	2.8	3	3.2	3.2	3.4	4	4	4.4	4.6	4.8	5	5.4	5.6	5.8	6	6.4	6.6
Et	17	19	19	20	22	23	23	22	23	24	23	23	21	20	21	21	20	20	19	19	18
N	312	322	276	258	298	294	249	254	266	290	302	281	284	276	292	290	284	342	406	433	446
H1	693	707	723	738	753	768	783	798	813	827	843	858	872	887	903	916	932	945	957		
H2	431	443	455	467	478	491	503	515	528	539	553	566	578	595	613	625	642	654	665		
T	7	7.4	7.6	7.6	8	8.4	8.6	9	9.4	9.6	10	10.2	10.4	10.4	10	10	10	9.8	9.6		
Et	18	19	18	19	18	16	15	14	13	13	12	10	9	9	9	9	7	7	6		
N	447	420	422	468	512	537	560	624	696	682	633	611	565	469	479	431	323	237	105		
H1{2}	386	409	436	459	485	511	536	560	586	612	638	662	686	710	737	762	786	811	835	860	884
H2	197	214	232	251	275	296	314	335	356	374	393	409	427	445	466	485	506	526	546	568	592
T	2.2	2.4	2.6	3.2	3.4	3.6	4.2	4.6	5	5.6	6	6.4	7	7.4	7.6	8.2	8.8	9.4	10	10.2	10.4
Et	18	19	21	23	22	23	23	21	21	21	19	18	18	18	17	15	13	12	10	9	9
N	489	476	460	448	441	465	476	465	461	496	599	677	744	728	744	859	963	1078	1100	983	857
H1{2}	909	931	948																		
H2	618	641	657																		
T	10	10	10.2																		
Et	9	8	6																		
N	707	523	230																		
H1{4}	537	562	588	613	639	663	687	712	739	763	788	813	837	861	886	910	933	949			
H2	318	338	358	376	394	411	429	447	468	488	508	528	549	570	595	621	643	658			
T	4.2	4.6	5	5.4	6	6.4	7	7.4	8	8.4	9	9.4	10	10.4	10.4	10	9.6	9.6			
Et	23	21	21	20	18	18	18	18	18	16	14	13	12	10	9	9	7	6			
N	478	466	459	499	609	688	733	724	758	858	982	1068	1087	966	852	698	472	201			
H1{6}	666	689	714	740	765	790	815	839	863	889	912	934	949								
H2	414	431	450	471	491	511	531	551	573	599	623	646	660								
T	6.6	7	7.6	8	8.6	9	9.6	10	10.6	10.6	10	9.4	9.4								
Et	17	17	17	17	15	14	13	11	10	9	9	7	6								
N	695	726	710	767	864	986	1059	1078	942	825	686	433	171								
H1{8}	743	768	793	817	842	866	892	915	936	951											
H2	475	495	515	535	555	576	603	628	649	664											
T	8.2	8.8	9.4	10	10.6	10.8	10.6	10	9.2	8.8											
Et	16	14	13	12	11	9	9	8	7	6											
N	758	860	987	1066	1027	911	802	678	392	119											

Tableau 7.1.8.1 : modèle calé entre Boghe (H1) et Podor (H2) sur la période 1903-1972

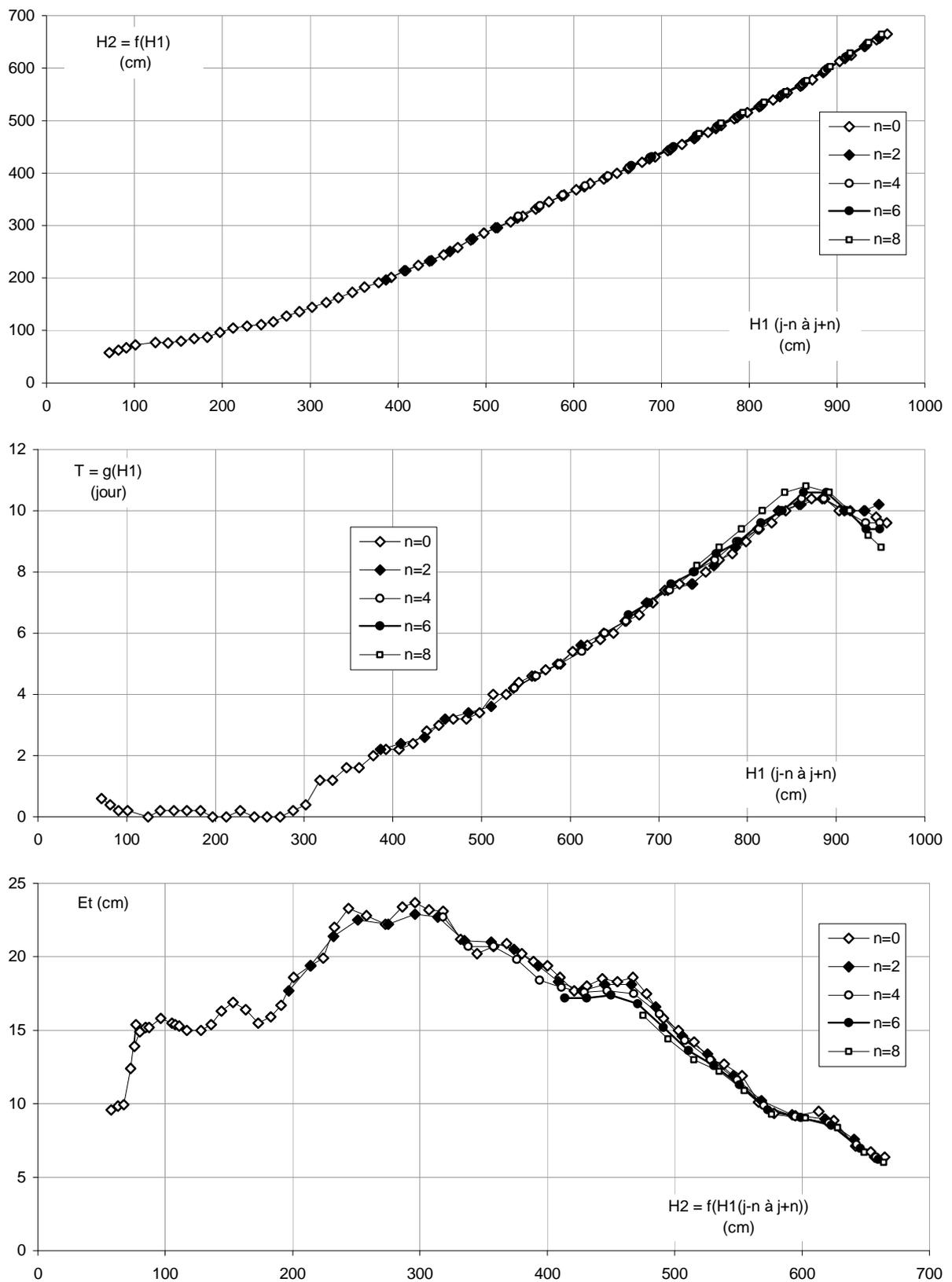


Figure 7.1.8.1 : modèle calé entre Boghe (H1) et Podor (H2) sur la période 1903-1972

7.1.8.10 Niveau du Sénégal à Podor en fonction du niveau du Sénégal à Salde (modèle V10)

Sur ce tronçon, le modèle est précis en basses et hautes eaux et assez précis en moyennes eaux.

Au dessus de 400 cm à Salde, l'amortissement de l'onde de crue est important, avec un marnage diminué d'environ 20% entre Salde et Podor. En dessous de cette cote, la faible pente de la relation $H2 = f(H1)$ est due à la forte influence de la marée sur le niveau à Podor.

H1	39	57	78	96	116	137	157	179	197	215	237	257	276	297	318	336	357	377	395	417
H2	55	55	56	57	60	64	71	78	84	87	91	97	103	108	116	123	130	137	146	163
T	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.4	0.6	1.2	1.4	1.8	2.2	2.4
Et	12	11	10	9	12	13	11	10	10	9	7	6	6	6	6	7	8	8	9	11
N	476	512	498	426	304	258	224	220	247	207	160	163	157	134	122	110	104	103	77	62
H1	439	458	478	497	518	537	559	578	596	618	639	658	677	696	714	736	759	776	796	821
H2	175	189	204	219	235	250	270	284	302	325	342	359	371	381	396	417	434	447	468	488
T	2.8	3	3.6	4	4.4	5.4	5.8	5.8	6.2	6.6	7	7.2	8.2	9.2	10	10.6	11.2	11.6	12.4	13
Et	12	13	16	20	25	26	25	26	27	27	26	24	22	22	21	21	18	17	14	10
N	72	79	90	97	99	101	105	112	103	100	114	124	124	115	91	68	71	66	44	49
H1	841	858	876	901	916															
H2	504	519	534	548	556															
T	13.6	14	14.6	15.2	16															
Et	10	12	14	13	14															
N	82	94	70	69	68															
H1{3}	460	482	509	532	560	581	607	635	658	683	704	732	760	779	810	837	858	882	910	921
H2	190	206	227	247	270	291	317	339	357	375	390	415	436	453	481	502	519	536	553	562
T	3.2	3.8	4.6	5.2	5.6	5.8	6.4	7	7.8	8.6	9.4	10.6	11.2	11.8	12.8	13.4	14	14.6	15.4	17.4
Et	13	16	20	24	25	26	27	25	23	22	22	20	18	15	11	10	11	14	14	12
N	100	109	118	123	128	130	114	129	156	155	112	75	84	71	56	89	104	78	83	60
H1{6}	610	634	660	682	704	733	760	780	809	836	856	883	909	920						
H2	322	339	358	376	396	423	440	457	483	502	517	537	555	563						
T	6.6	7.4	8.2	8.6	9.4	10.6	11.4	12	12.8	13.6	14	14.6	16	18.6						
Et	25	23	21	20	20	17	16	14	10	10	10	13	14	12						
N	112	125	146	151	102	66	73	66	55	82	93	77	85	55						
H1{9}	702	735	758	782	809	835	856	883	909	918										
H2	400	432	445	464	485	504	519	538	558	564										
T	9.6	10.6	11.6	12.4	13.2	13.8	14.6	15.4	16.6	19.2										
Et	16	13	13	13	11	9	9	12	13	12										
N	89	59	64	60	60	81	88	75	86	50										
H1{12}	784	811	834	856	883	907	916													
H2	472	490	507	522	541	559	566													
T	12.6	13.6	14.2	15.2	16	17.6	19.8													
Et	11	10	9	9	11	13	12													
N	53	64	83	84	74	77	41													

Tableau 7.1.8.J : modèle calé entre Salde (H1) et Podor (H2) sur la période mai 1968-septembre 1983

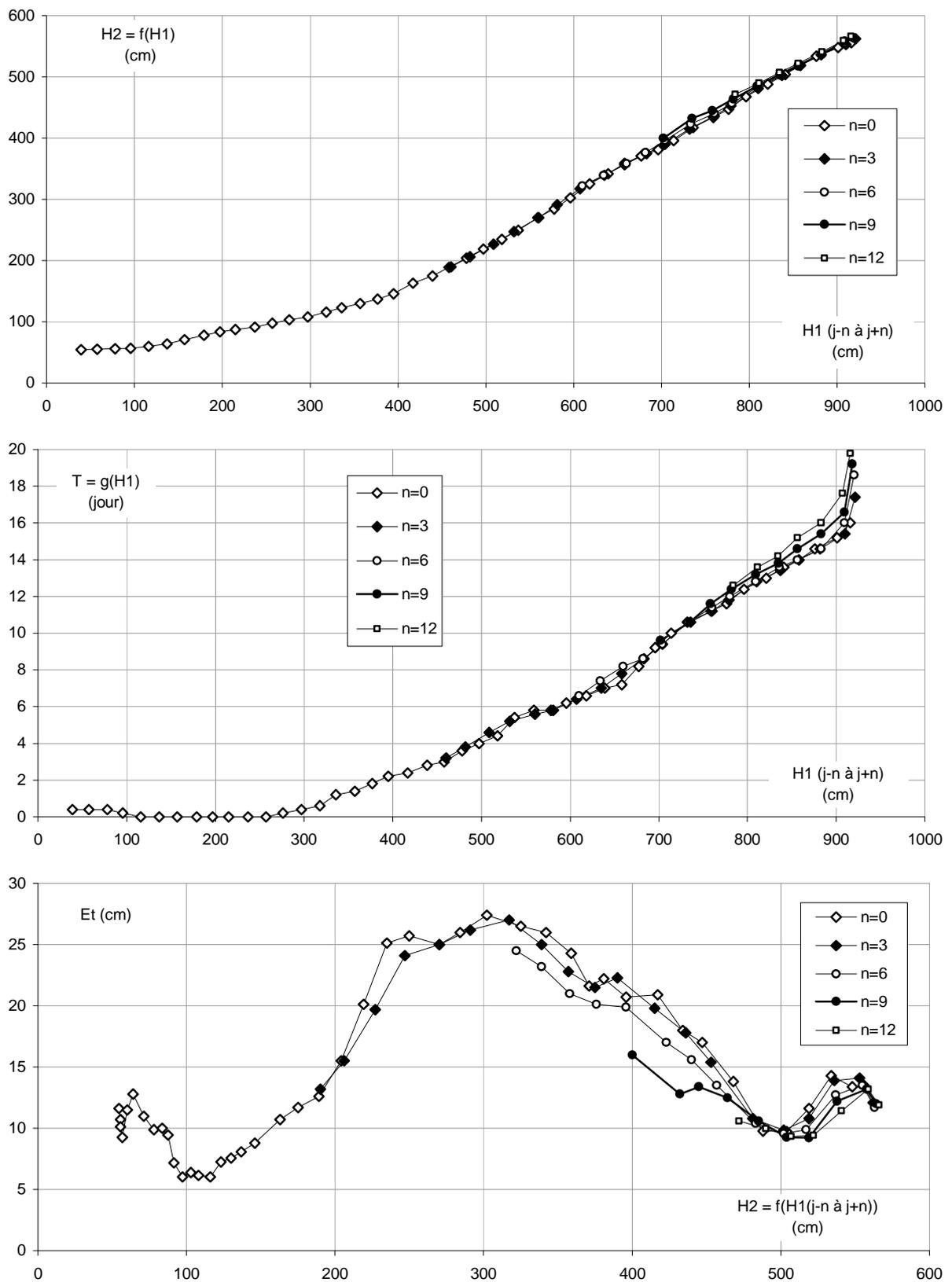


Figure 7.1.8.J : modèle calé entre Salde ($H1$) et Podor ($H2$) sur la période mai 1968-septembre 1983

7.1.8.11 Niveau du Sénégal à Dagana en fonction du niveau du Sénégal à Podor, de 1903 à 1974 (modèle V11)

Entre Podor et Dagana, l'écoulement se propage de façon légèrement différente selon la période considérée. A une même cote à Podor correspond ainsi, depuis mai 1974, une cote légèrement inférieure et plus précoce qu'avant cette date.

Pour la période 1903-1974, le modèle est précis sur tout le marnage, avec une erreur type Et proche de 10 cm.

H1	60	69	81	94	109	124	138	155	169	184	199	213	229	244	260	275	290	305	319	335	350	364
H2	58	63	71	80	90	98	106	114	121	129	137	146	154	163	172	180	188	197	206	216	226	234
T	1	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.8	1.2	1.4	1.4	1.6	1.6	2	2.2	2.2	2.4
Et	12	11	10	10	10	9	9	11	12	10	9	10	11	11	10	10	10	11	11	11	11	11
N	91	295	537	634	610	604	536	487	501	481	427	356	332	325	329	332	323	349	358	338	381	401
H1	380	395	410	425	439	454	470	485	500	515	529	544	560	574	588	605	619	634	647	661	672	
H2	245	254	264	274	283	293	303	312	322	332	342	353	365	377	390	406	422	437	451	467	480	
T	2.6	3	3.2	3.4	3.6	4	4.2	4.4	4.8	5	5.4	6	6.4	7	7.4	8	8.4	8.6	8.8	8.2	6.2	
Et	11	11	10	10	10	10	10	10	11	10	9	9	9	10	11	11	11	11	10	8	8	
N	430	524	558	586	584	563	593	635	678	753	764	737	710	669	501	412	422	388	283	160	56	

Tableau 7.1.8.K : modèle calé entre Podor (H1) et Dagana (H2) sur la période 1903-avril 1974

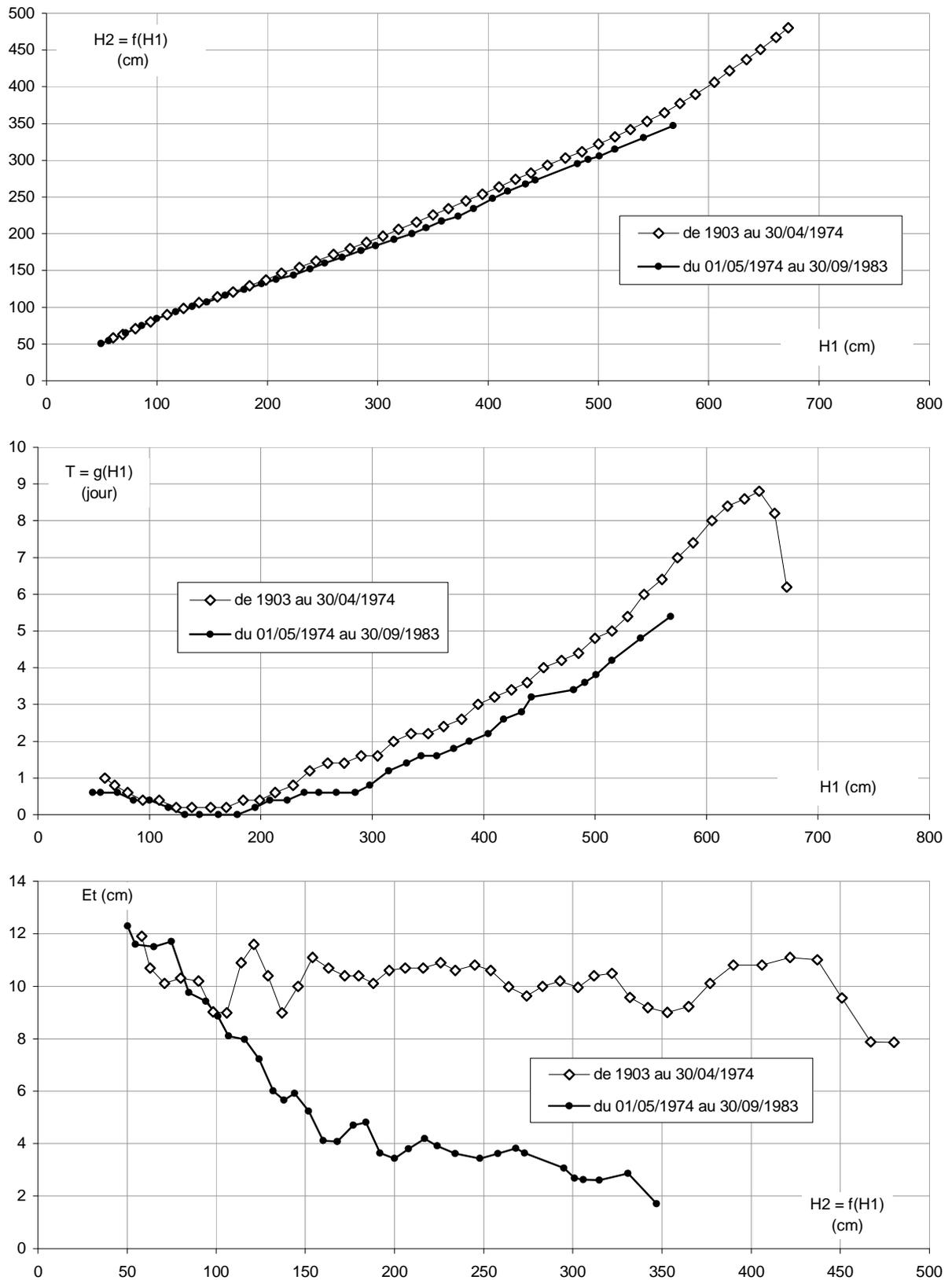


Figure 7.1.8.K : modèle calé entre Podor (H1) et Dagana (H2) sur 1903-avril 1974 et sur mai 1974-sept 1983

7.1.8.12 Niveau du Sénégal à Dagana en fonction du niveau du Sénégal à Podor, de 1974 à 1983 (modèle V12)

Le calage du modèle sur ce bief entre mai 1974 et septembre 1983 est encore plus précis que sur la période précédente (cf fig. 7.1.8.K).

H1	49	56	72	86	100	117	132	145	162	179	195	208	224	239	252	268	285
H2	50	55	65	75	85	94	101	107	116	124	132	138	144	152	160	168	177
T	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.2	0	0	0	0	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6
Et	12	12	12	12	10	9	9	8	8	7	6	6	6	5	4	4	5
N	1055	1380	890	607	334	202	174	123	75	70	80	80	80	92	80	57	63
H1	298	315	331	344	358	373	387	404	418	434	443	481	491	501	515	541	568
H2	184	192	200	208	217	224	234	248	258	268	273	295	301	306	315	331	347
T	0.8	1.2	1.4	1.6	1.6	1.8	2	2.2	2.6	2.8	3.2	3.4	3.6	3.8	4.2	4.8	5.4
Et	5	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	2
N	68	70	96	121	134	126	88	65	57	57	41	41	40	41	40	42	40

Tableau 7.1.8.L : modèle calé entre Podor (H1) et Dagana (H2) sur la période mai 1974-septembre 1983

7.1.8.13 Niveau du Sénégal à Richard Toll quai en fonction du niveau du Sénégal à Dagana (modèle V13)

Sur ce bief, la relation entre les cotes H1 à Dagana et H2 à Richard Toll est très étroite et quasi-assimilable à la relation linéaire suivante :

$$H2 \approx 0.859 \times H1 - 1.94.$$

Le modèle est très précis sur tout le marnage (Et proche de 5 cm)

H1	41	53	66	80	96	108	127	141	156	171	186	202	216	230	248
H2	38	46	55	67	82	94	110	120	132	144	155	168	180	192	208
T	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.8
Et	5	7	8	8	6	6	6	6	5	5	5	4	4	4	4
N	573	1018	1118	906	751	519	323	290	242	258	291	319	326	264	247
H1	262	276	292	307	322	337	350	365	380	396	413	426	438	450	
H2	220	232	245	259	273	286	299	312	326	341	355	366	377	391	
T	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.4	1.6	1.8	2.2	2.2	
Et	4	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2	2	3	3	
N	287	270	260	288	323	342	312	247	182	140	150	167	130	60	

Tableau 7.1.8.M : modèle calé entre Dagana (H1) et Richard Toll (H2) sur la période 1952-septembre 1983

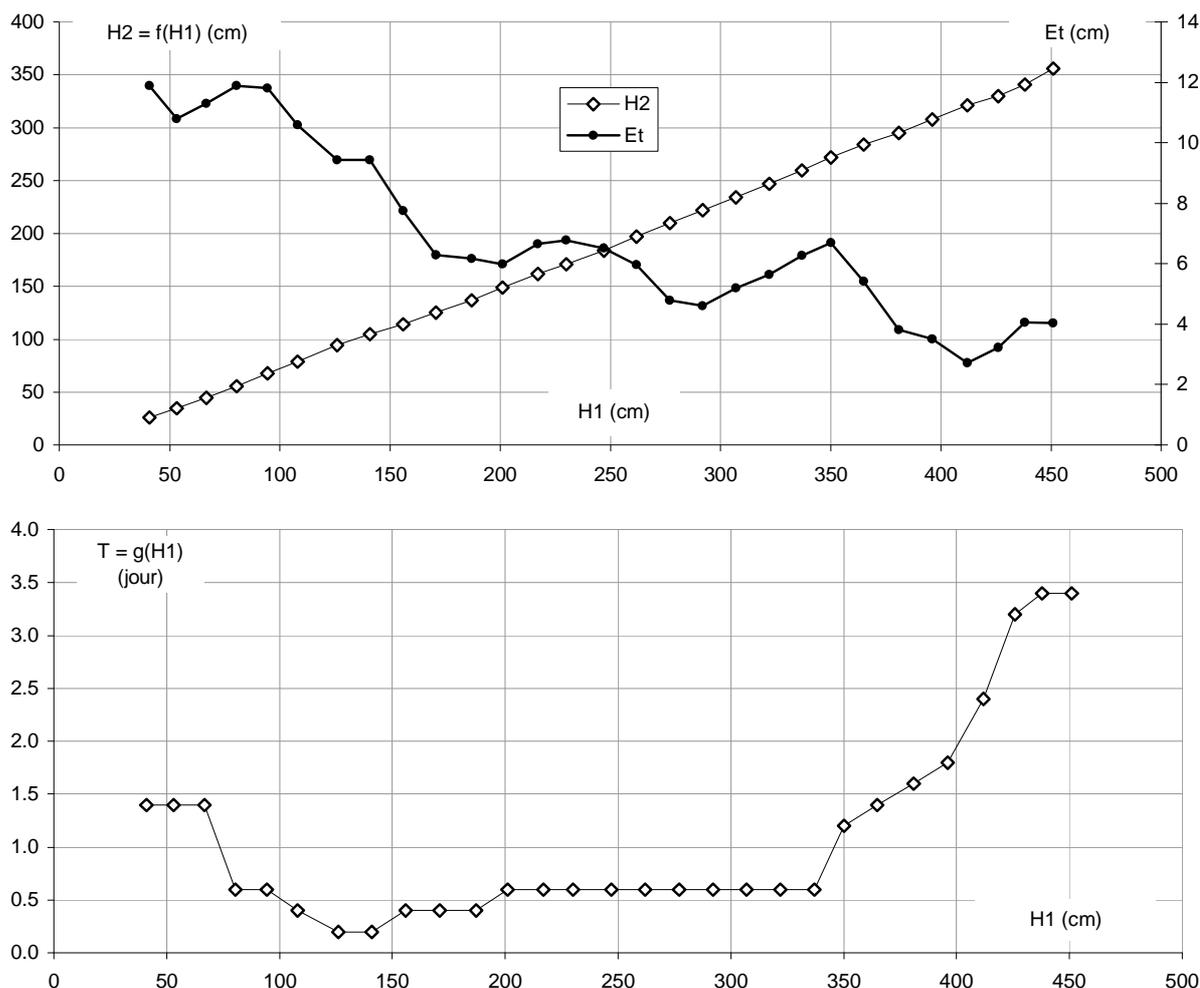


Figure 7.1.8.L : modèle calé entre Dagana (H1) et Richard Toll (H2) sur la période 1952-septembre 1983

7.1.8.14 Niveau du Sénégal à Rosso en fonction du niveau du Sénégal à Dagana (modèle V14)

Comme à Richard Toll, la cote H2 à Rosso est très liée à celle Dagana. La fonction f du modèle de propagation est quasi-assimilable à la relation linéaire suivante :

$$H2 \approx 0.798 \times H1 - 9.38.$$

Le modèle est précis en basses eaux (Et proche de 10 cm) et très précis en moyennes et hautes eaux (Et proche de 5 cm)

H1	41	53	67	80	95	108	126	141	156	171	187	201	217	230	247
H2	26	35	45	56	68	79	94	105	114	125	137	149	162	171	184
T	1.4	1.4	1.4	0.6	0.6	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6
Et	12	11	11	12	12	11	9	9	8	6	6	6	7	7	7
N	367	649	792	741	568	345	219	208	182	180	211	223	232	215	190
H1	262	277	292	307	322	337	350	365	381	396	412	426	438	451	
H2	197	210	222	234	247	260	272	284	295	308	321	330	341	356	
T	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2	1.4	1.6	1.8	2.4	3.2	3.4	3.4	
Et	6	5	5	5	6	6	7	5	4	4	3	3	4	4	
N	201	211	243	282	313	351	325	243	193	173	175	181	149	79	

Tableau 7.1.8.N : modèle calé entre Dagana (H1) et Rosso (H2) sur la période 1954-septembre 1983

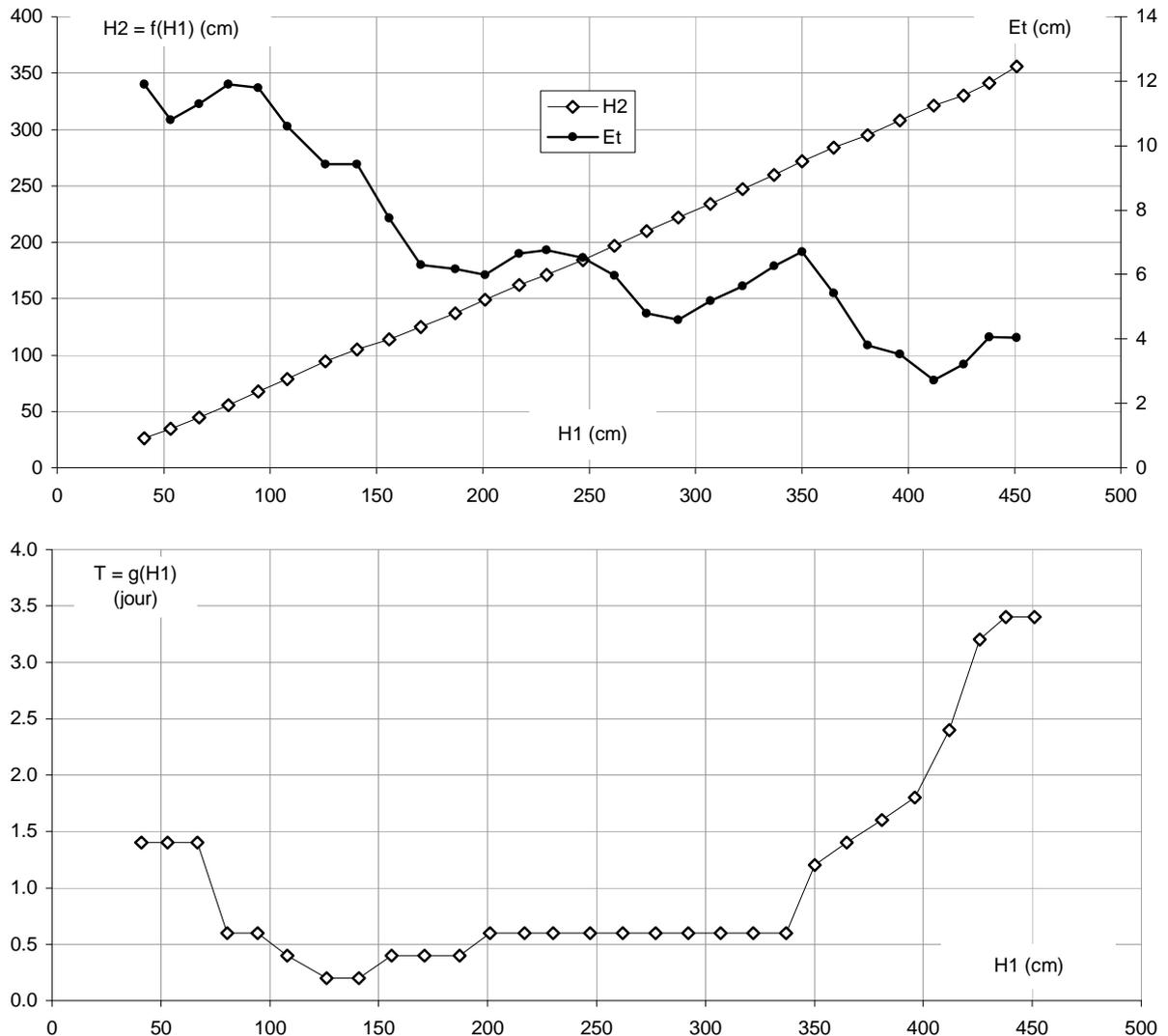


Figure 7.1.8.M : modèle calé entre Dagana (H1) et Rosso (H2) sur la période 1954-septembre 1983

7.1.8.15 Niveau du Doué à Guede en fonction du niveau du Doué à Ngoui (modèle V15)

En basses eaux, le niveau à Guede n'évolue que sous l'influence de la marée, tant que le niveau à Ngoui reste en dessous de 300 cm. Au dessus de cette valeur, la relation f entre H1 et H2 devient significative et montre un laminage important de l'onde de crue, avec un marnage pouvant se réduire de près de 30% entre les deux stations.

La précision du modèle sur ce bief est bonne en basses eaux (Et proche de 10 cm pour H1= 300 cm), assez bonne en moyennes eaux (Et proche de 20 cm pour H1= 750 cm) et très bonne en hautes eaux (Et proche de 5 cm pour H1 = 1100 cm).

H1	137	154	169	185	198	212	227	242	255	271	286	301	316	332	346	362	377	392	406
H2	91	87	82	79	74	72	73	72	73	78	84	93	102	112	121	133	146	160	174
T	0	0	0	0	0	0.2	0.4	0.2	0.2	0	0	0.2	0.4	0.6	1.2	1.4	1.4	1.4	1.6
Et	7	10	13	14	16	15	13	13	13	12	9	8	8	9	10	11	10	8	8
N	81	116	186	290	432	518	554	616	550	429	372	315	292	287	271	263	285	300	279
H1	467	482	497	512	526	541	556	570	585	602	618	632	646	662	677	692	421	436	451
H2	233	247	261	275	287	303	319	335	351	366	379	392	405	421	433	440	188	201	216
T	1.8	2	2	1.8	1.8	2.2	2.2	1.8	1.8	2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4	2.8	1.8	1.6	1.6
Et	10	11	14	17	17	16	14	15	17	19	19	19	20	22	22	22	9	11	10
N	189	199	189	179	153	125	119	107	89	78	79	94	102	95	101	107	247	219	187
H1	707	720	738	751	767	781	797	812	825	842	856	871	888	901	916	930	946	960	977
H2	456	471	482	491	503	514	525	536	547	559	565	573	585	595	612	622	631	639	648
T	2.8	3.2	3.8	3.8	3.8	3.8	4.4	4.8	5	4.8	4.8	5.6	6.6	7.4	7.4	7.6	7.8	8	8.6
Et	22	24	24	24	24	22	20	19	18	18	16	16	14	13	12	10	9	8	8
N	108	96	102	106	100	104	107	132	131	127	132	121	128	124	116	102	87	82	77
H1	993	1010	1020	1030	1050	1070	1080	1090	1110	1130	1140	1160	1170						
H2	655	664	671	676	685	693	703	708	717	725	733	743	747						
T	9.2	9.2	9.4	9.8	10.2	10.2	10.4	10.4	10.4	10.2	10	10	11						
Et	8	8	7	7	7	7	6	6	5	6	6	2	2						
N	88	115	155	135	110	107	99	85	68	86	80	60	41						
H1{2}	619	634	648	663	679	694	707	724	740	753	769	783	800	814	829	844	859	873	888
H2	380	394	408	421	431	443	457	473	485	495	506	518	529	538	550	559	568	576	585
T	2.2	2.4	2.4	2.4	2.8	2.8	2.8	3.2	3.6	3.8	3.6	4	4.6	4.8	5	5.2	4.8	5.8	6.8
Et	19	19	20	21	22	22	22	24	24	23	23	22	19	18	17	16	18	16	15
N	79	97	107	94	94	113	108	98	109	110	105	97	107	125	131	135	127	122	123
H1{2}	903	918	933	948	964	980	995	1010	1020	1040	1050	1070	1080	1100	1110	1130	1140	1160	1170
H2	599	614	624	632	642	650	657	665	671	677	687	694	703	709	719	727	735	743	750
T	7	7.6	7.4	7.8	8.2	8.6	9	9.2	9.6	9.8	10.2	10.4	10.6	10.4	10.4	10.2	10.2	10	10.6
Et	14	12	11	10	9	8	8	8	7	7	7	6	6	6	5	6	6	2	2
N	122	116	106	87	75	78	87	118	153	130	109	103	100	88	68	84	77	56	40
H1{4}	786	802	816	831	845	860	875	890	906	920	934	949	965	981	996	1010	1030	1040	1060
H2	521	530	541	552	559	569	580	590	603	616	625	633	643	651	658	667	672	679	688
T	4.2	4.6	5	5.2	5.4	5.2	5.6	6.6	7.4	7.4	7.4	8	8.4	8.8	9	9.4	9.8	10.2	10.4
Et	20	19	17	16	16	16	16	15	14	12	11	9	9	8	8	8	6	7	7
N	98	109	120	132	136	132	129	111	105	112	105	89	74	75	90	129	151	118	110
H1{4}	1070	1090	1100	1120	1130	1140	1160												
H2	695	704	711	720	728	736	744												
T	10.6	10.8	10.6	10.4	10.4	10.2	10.4												
Et	6	6	5	5	6	6	2												
N	106	96	83	69	87	77	49												

Tableau 7.1.8.O : modèle calé entre Ngoui (H1) et Guede (H2) sur la période 1955-septembre 1983

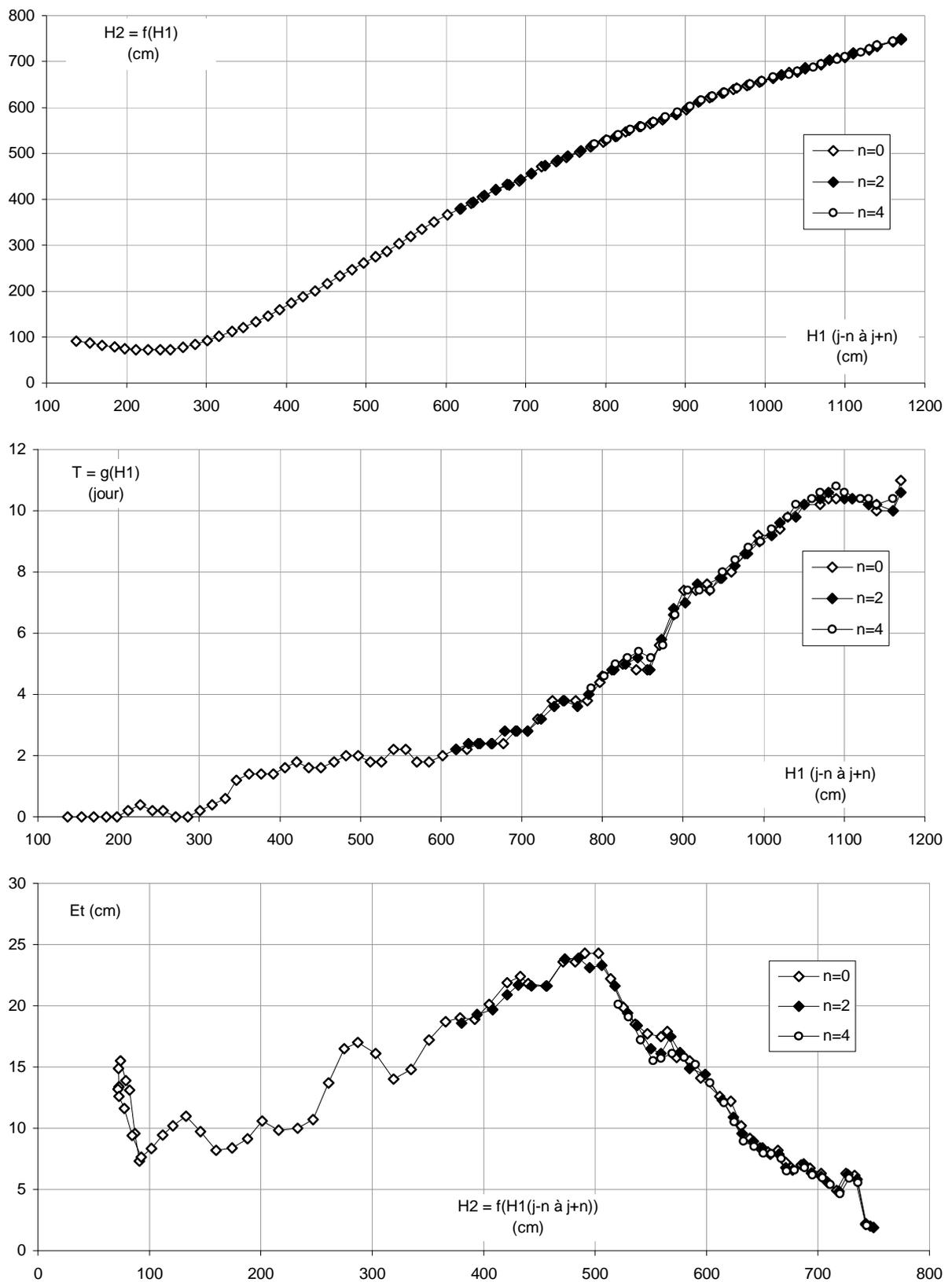


Figure 7.1.8.N : modèle calé entre Ngoui (H1) et Guede (H2) sur la période 1955-septembre 1983

7.2 BIEFS SITUES DANS LE REMOUS DU BARRAGE DE DIAMA : MODELE COREDIAM

Le niveau élevé de plan d'eau maintenu au barrage de Diama influence le niveau du fleuve sur une très longue distance à l'amont, pouvant théoriquement dépasser 250 km dans certaines circonstances. Dans cette partie du fleuve, dite zone de remous du barrage, le niveau de plan d'eau évolue bien sûr en fonction du débit variable arrivant de l'amont, mais aussi en fonction du niveau variable maintenu à Diama.

Le modèle Corediam, spécialement mis au point par l'ORSTOM/IRD pour le barrage de Diama (Bader 1992 ; POG 2001a ; Bader 2009), permet de représenter cette double dépendance des cotes vis-à-vis des conditions imposées par l'amont et par l'aval. Il combine la méthode de Silber de calcul des courbes de remous en régime permanent avec le modèle de propagation de Lamagat, pour estimer le niveau de plan d'eau à différentes stations sur le Sénégal et le Doué, en fonction des niveaux au barrage de Diama (influence aval) et à Bakel ou Kaédi (influence amont).

Le modèle s'exprime ainsi pour représenter le niveau de plan d'eau H_v à une station située dans le remous, en fonction du niveau H_m à une station non influencée de l'amont et du niveau H_d à Diama :

$$H_v(t+g(H_m(t))) = f(H_m(t), H_d)$$

Dans cette expression, le niveau H_d à Diama est supposé constant et la fonction $g(H_m)$ correspond au temps de propagation entre la station de l'amont et la station située dans le remous. Le modèle peut toutefois être utilisé pour un niveau variable à Diama, en supposant en première approximation que l'influence amont et l'influence aval se propagent à une vitesse identique jusqu'à la station située dans le remous.

Les figures 7.2.A à 7.2.E présentent les fonctions f et g du modèle Corediam, établies lors des études citées ci-dessus pour les stations de Podor, Dagana, Rosso et Guede, et utilisant les cotes à Kaédi comme prévisseur.

En régime influencé par Diama, le modèle Corediam produit à partir des niveaux observés à Diama (moyenne journalière) et Kaédi (moyenne mobile centrée sur 11 jours consécutifs) de 1987 à 2011 (fig. 7.2.F), des limnigrammes modélisés qui coïncident assez bien avec les niveaux observés aux quatre stations (fig. 7.2.G à 7.2.J). Quelques défaillances sont constatées en 1999 (sous-estimation des niveaux en décrue, due probablement à l'importance inhabituelle des apports intermédiaires depuis Kaédi cette année là), ainsi qu'en 2007 et 2011 (surestimation de pointe de crue). Mais la précision globale du modèle est assez bonne pour le régime influencé, avec des erreurs types décroissantes de l'amont vers l'aval et situées entre 17 et 6 cm, et des coefficients d'ajustement de Nash toujours supérieurs ou égaux à 0.97 (tab. 7.2.A).

Il est possible d'utiliser également le modèle Corediam pour un régime non influencé par le barrage de Diama. Sur la période allant de 1960 à septembre 1983, les cotes ainsi modélisées à partir Kaédi reproduisent assez bien toutes les cotes observées à Guede et Podor (fig. 7.2.K), avec un coefficient d'ajustement de Nash supérieur ou égal à 0.97 (tab. 7.2.A). Les niveaux sont également bien reproduits pour Dagana et Rosso, hormis ceux des plus fortes crues (années 1961 et 1964 à 1967), qui sont assez nettement sous-estimés. La précision du modèle est donc globalement assez bonne pour le régime non influencé, sauf pour les très fortes crues à Dagana et Rosso.

Aucune des crues observées à Kaédi depuis 1987 n'a atteint l'ampleur de celles de 1961 et de 1964 à 1967. On peut donc considérer comme assez fiables, même pour Dagana et Rosso, les cotes modélisées de 1987 à 2011 à partir des cotes observées à Kaédi pour un régime non influencé par Diama. Reportées sur les figures 7.2.G à 7.2.J, ces cotes permettent d'évaluer par différence avec les cotes modélisées pour le régime influencé, le rehaussement provoqué par le remous de Diama sur les pointes de crue observées depuis 1987 (fig. 7.2.L) :

- A Guede et Boghe, et a fortiori Ngoui et Salde, aucune pointe de crue n'a été rehaussée par l'influence du barrage de Diama
- A Podor, seules les pointes de crue les plus faibles arrivant de l'amont ont été rehaussées de façon significative par le remous de l'ouvrage : en 1987 (24 cm), 1990 (30 cm) et 2006 (38cm)
- A Dagana, toutes les pointes de crue ont subi un rehaussement allant de 15 cm en 1989 à 87 cm en 2006, et de moyenne 36 cm
- A Rosso, toutes les pointes de crue ont été rehaussées, entre 21 cm (année 1989) et 99 cm (année 2006) et en moyenne de 46 cm,

Chaque année depuis 1987, les niveaux de basses eaux ont été rehaussés de façon importante par le remous du barrage jusqu'à Boghe et Guede vers l'amont. A Salde, le seul rehaussement constaté a eu lieu en décembre 1993, à l'occasion d'un débit très faible arrivant de l'amont et d'un niveau maintenu assez haut à Diama. Il n'a pas dépassé une dizaine de centimètres. A Ngoui, aucun rehaussement n'a été constaté.

influence de Diama	période	Podor		Dagana		Rosso		Guede	
		Et	Nash	Et	Nash	Et	Nash	Et	Nash
OUI	1987-2011	15.1	0.971	8.7	0.982	5.8	0.990	17.3	0.985
NON	1960 - sept 1983	31.7	0.966	29.5	0.925	31.4	0.895	18.3	0.993
NON	1968 - sept 1983	21.0	0.978	18.3	0.975	19.3	0.935	17.4	0.992

Tableau 7.2.A : Erreur type(cm) et coefficient d'ajustement de Nash du modèle Corediam, en régime influencé et non influencé par le barrage de Diama

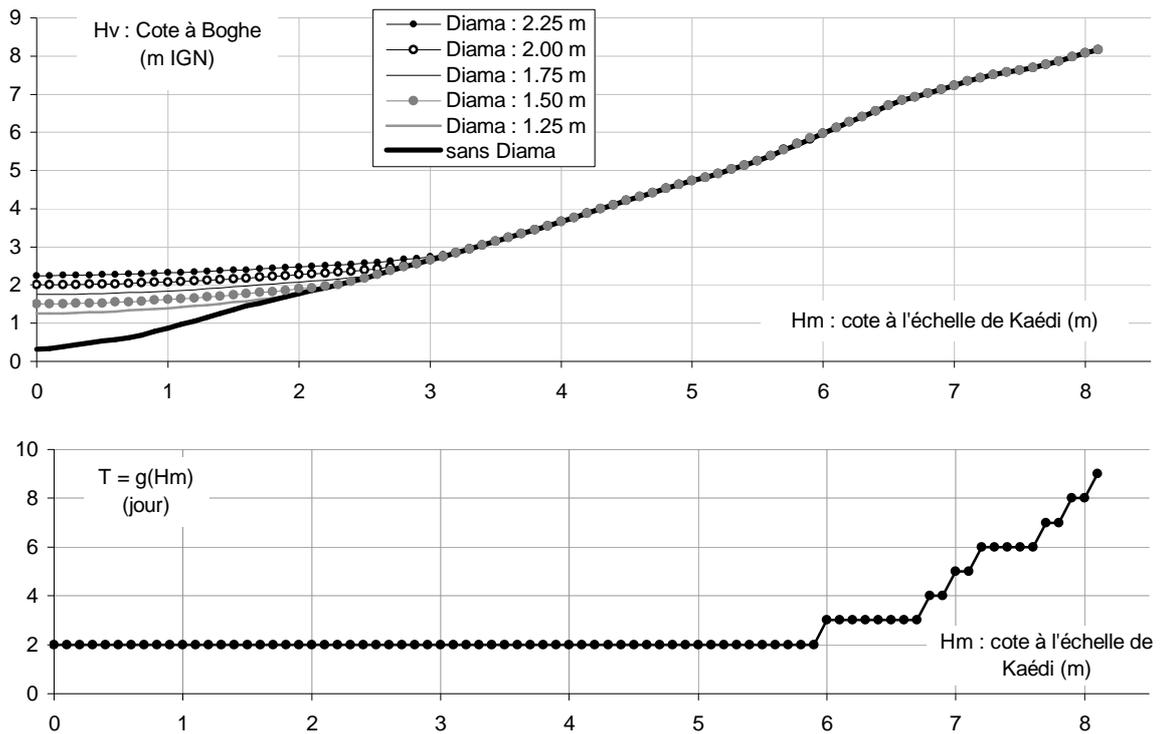


Figure 7.2.A : niveau IGN à Boghe en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN)

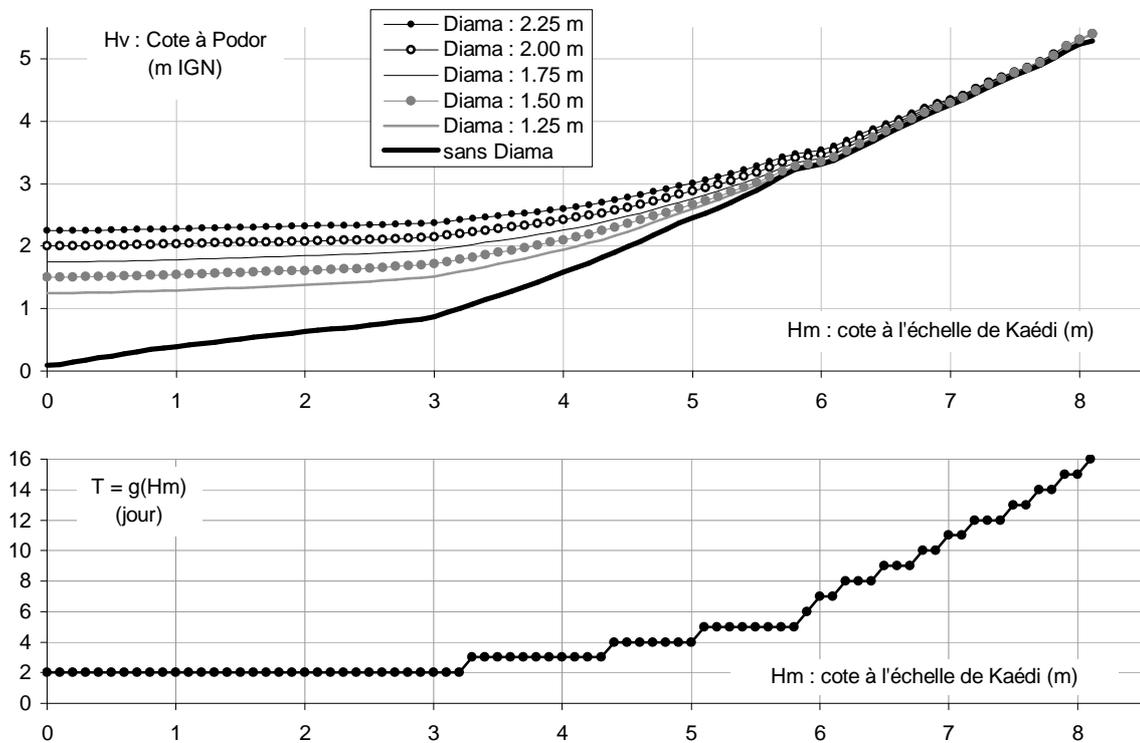


Figure 7.2.B : niveau IGN à Podor en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN)

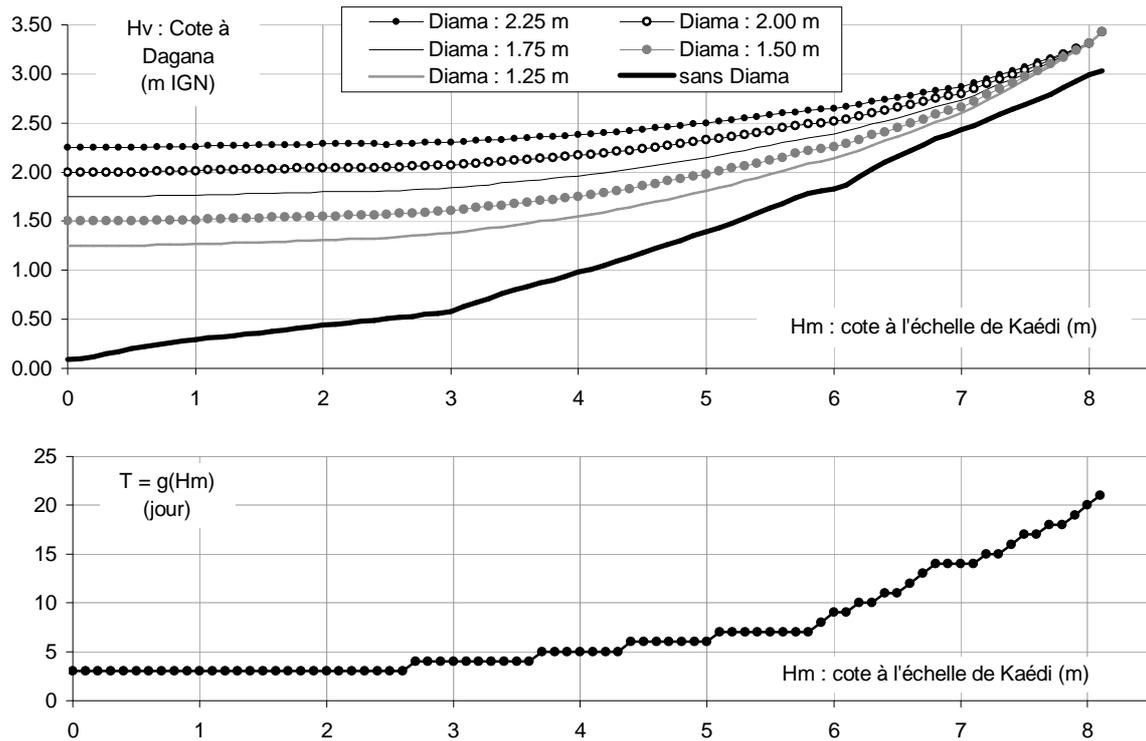


Figure 7.2.C : niveau IGN à Dagana en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN)

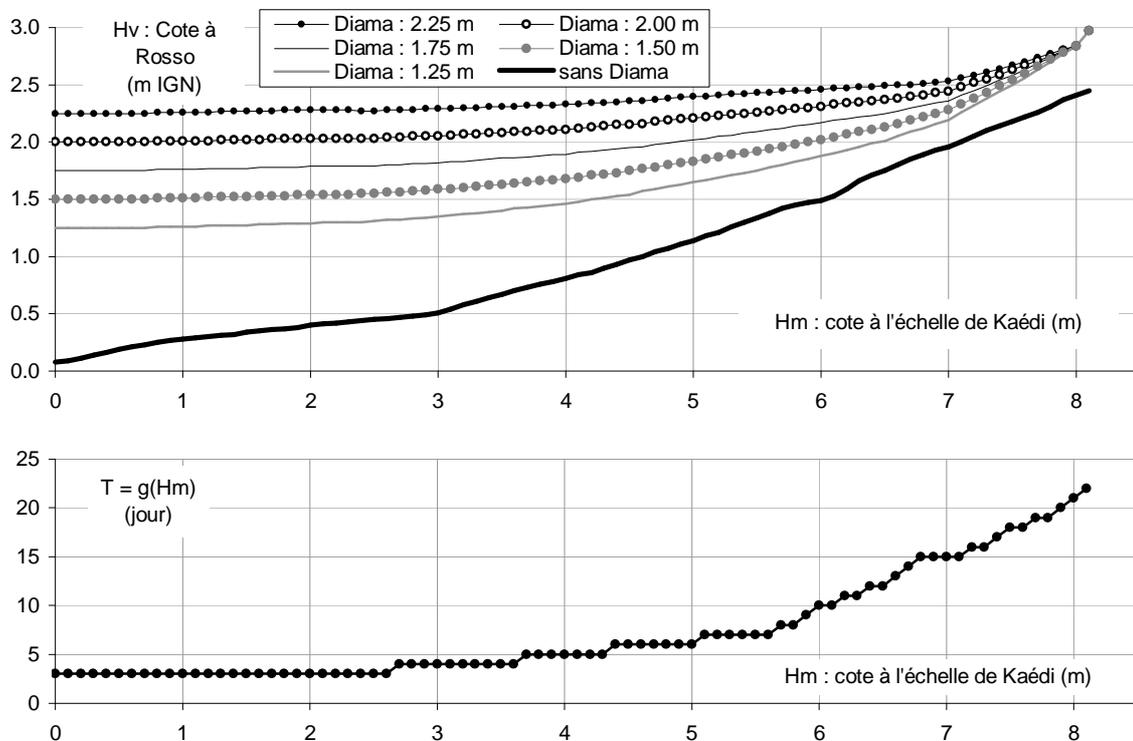


Figure 7.2.D : niveau IGN à Rosso en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN)

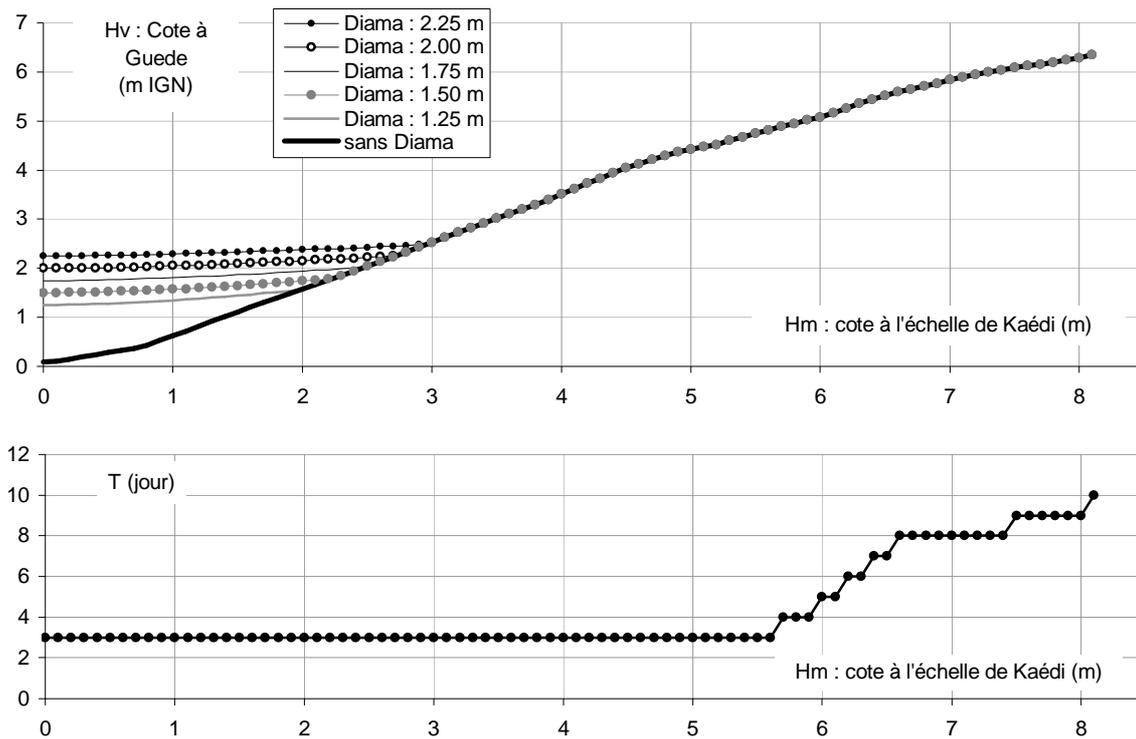


Figure 7.2.E : niveau IGN à Guede en fonction des niveaux à Kaédi (échelle) et à Diama (IGN)

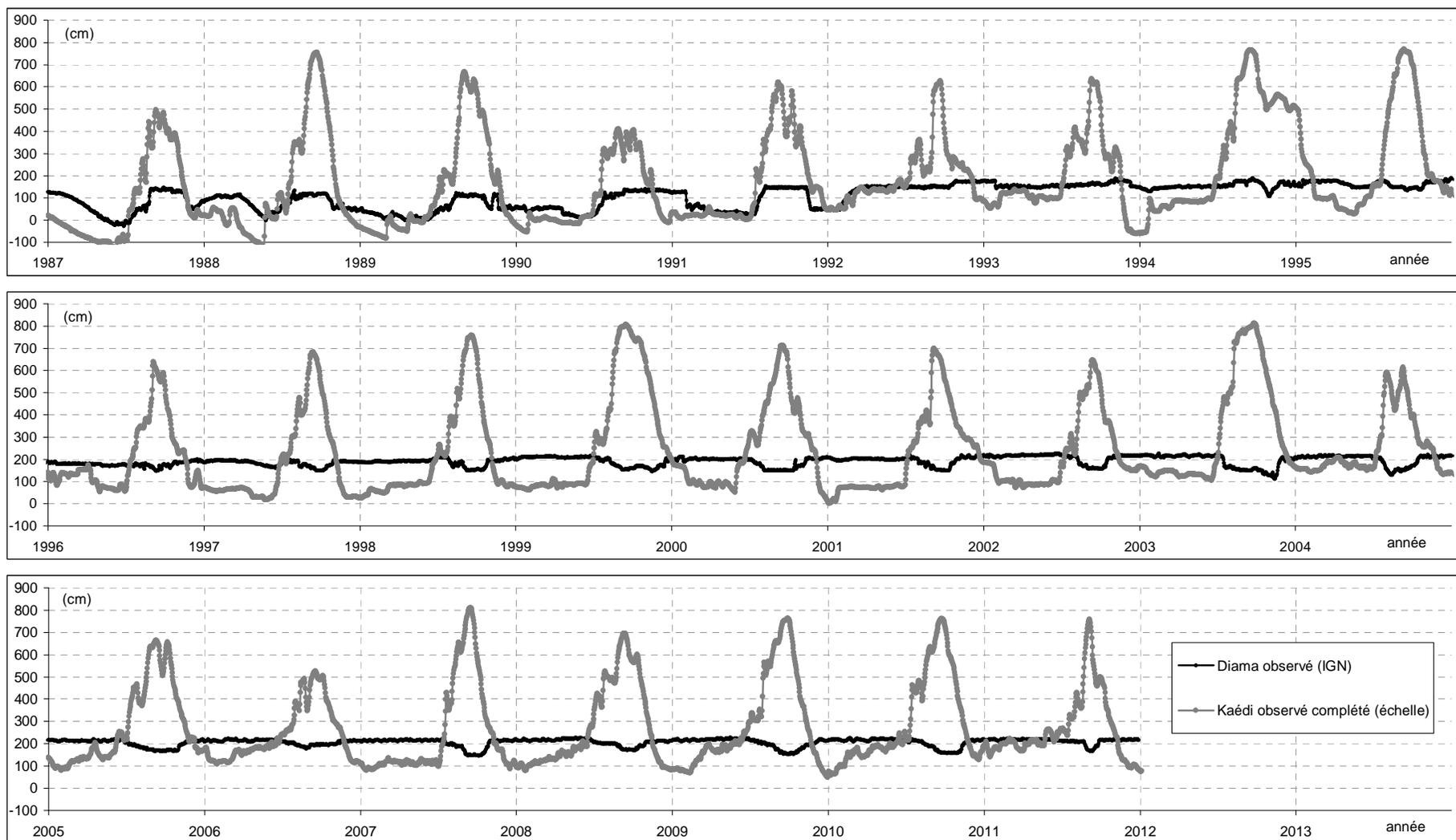


Figure 7.2.F : niveau observé à Diama et observé complété à Kaédi, conditionnant le niveau aux stations situées dans le remous de Diama

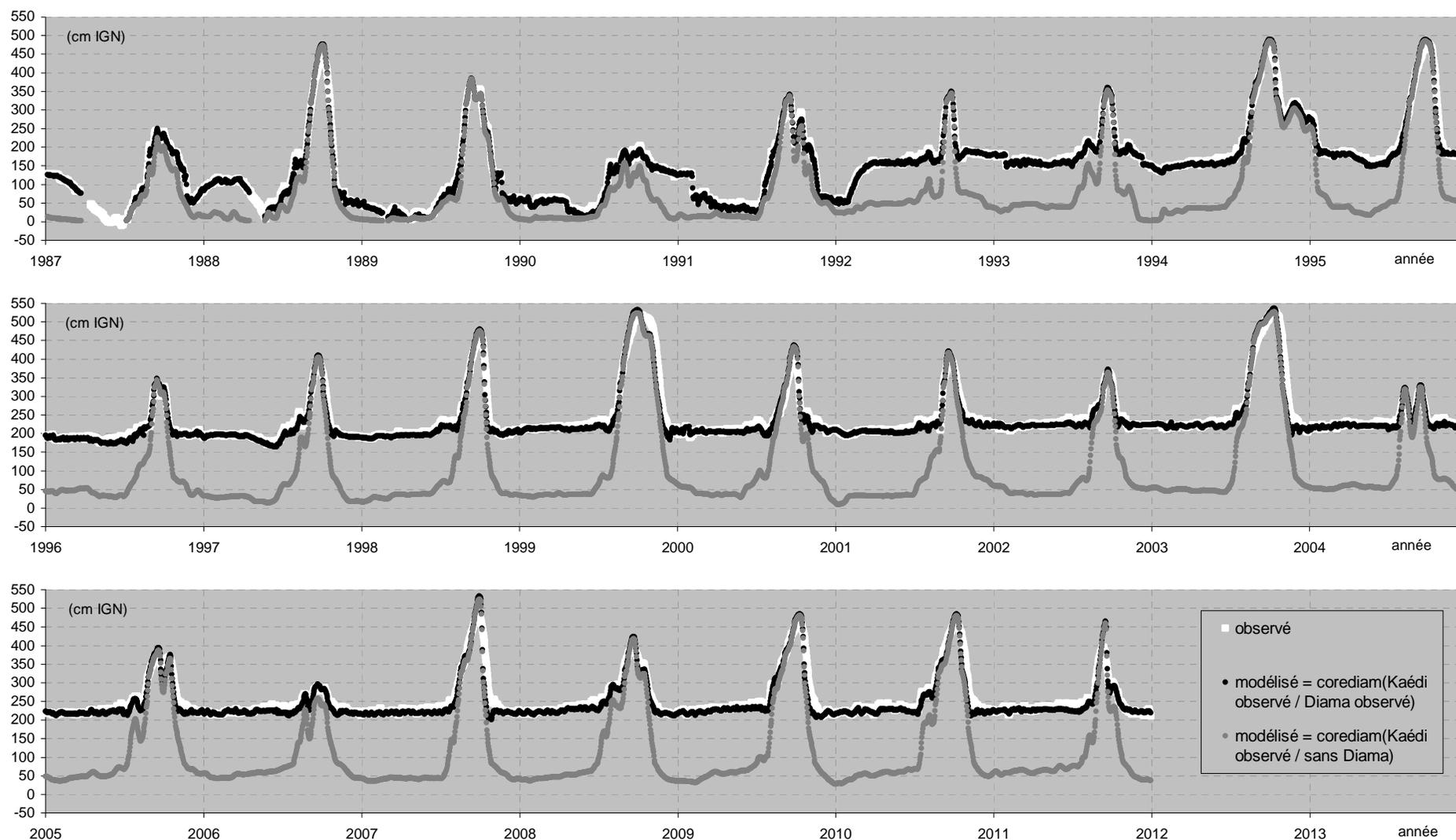


Figure 7.2.G : niveau à Podor. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi (avec et sans influence de Diama)

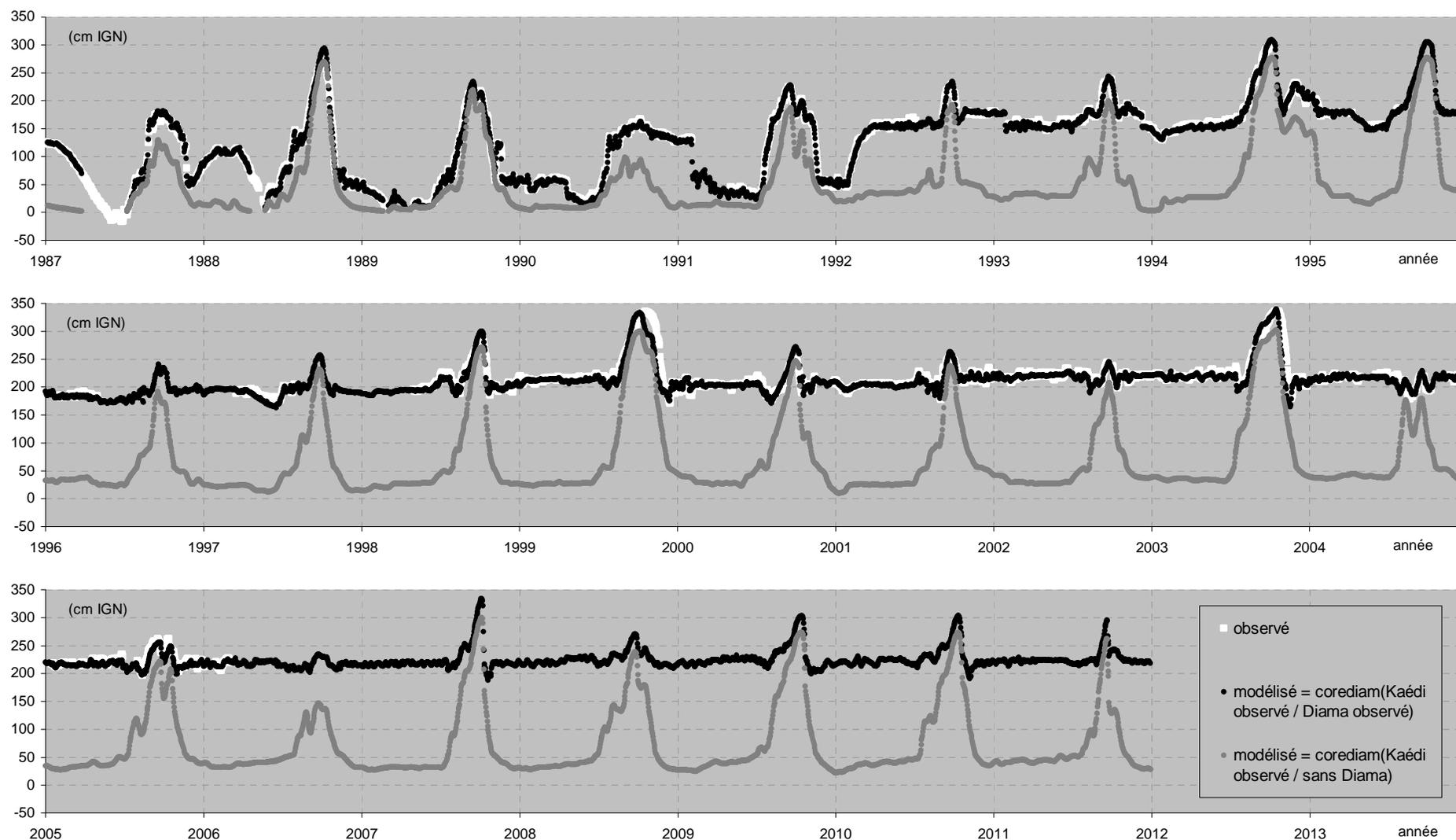


Figure 7.2.H : niveau à Dagana. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi (avec et sans influence de Diama)

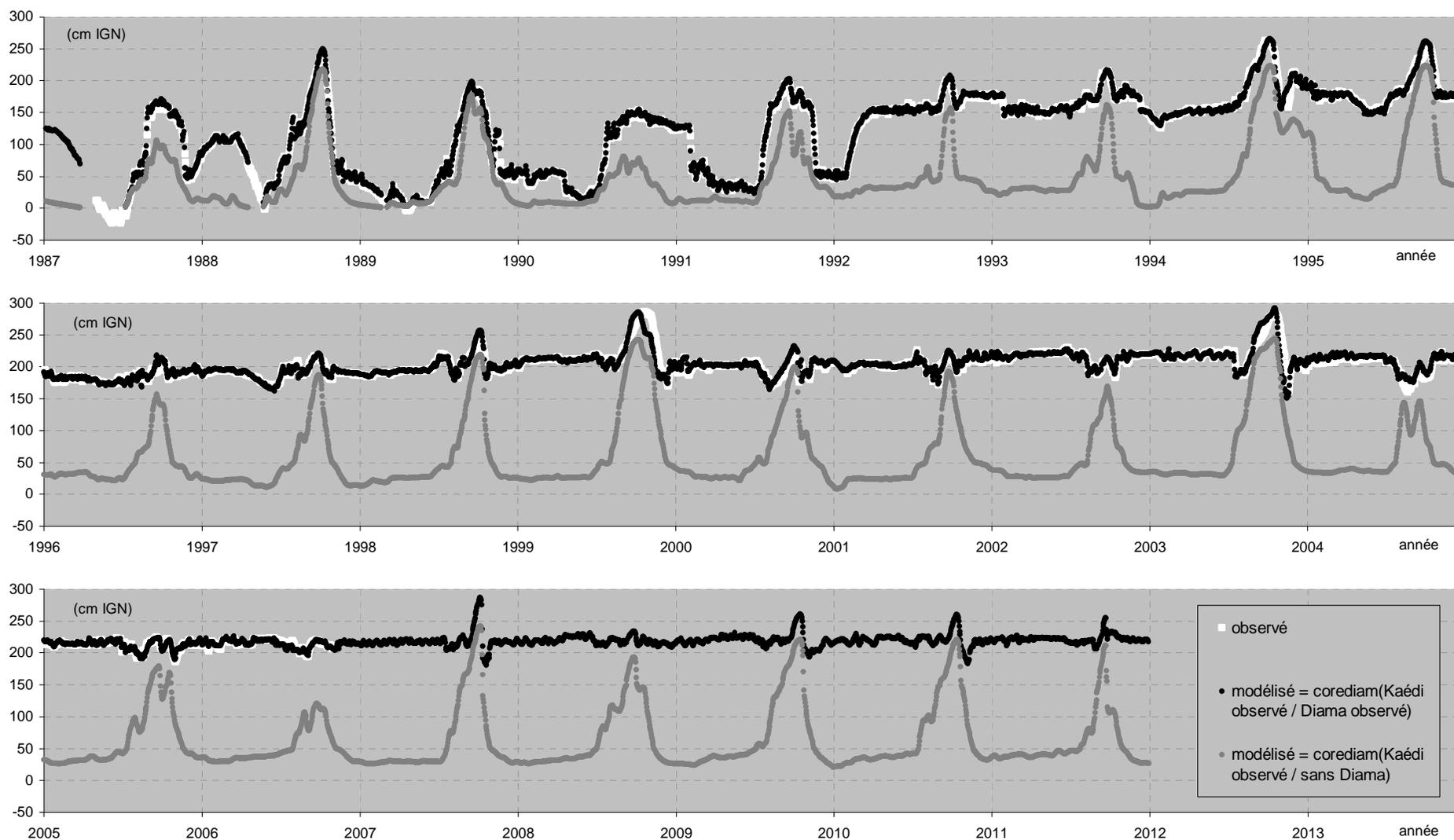


Figure 7.2.1 : niveau à Rosso. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi (avec et sans influence de Diama)

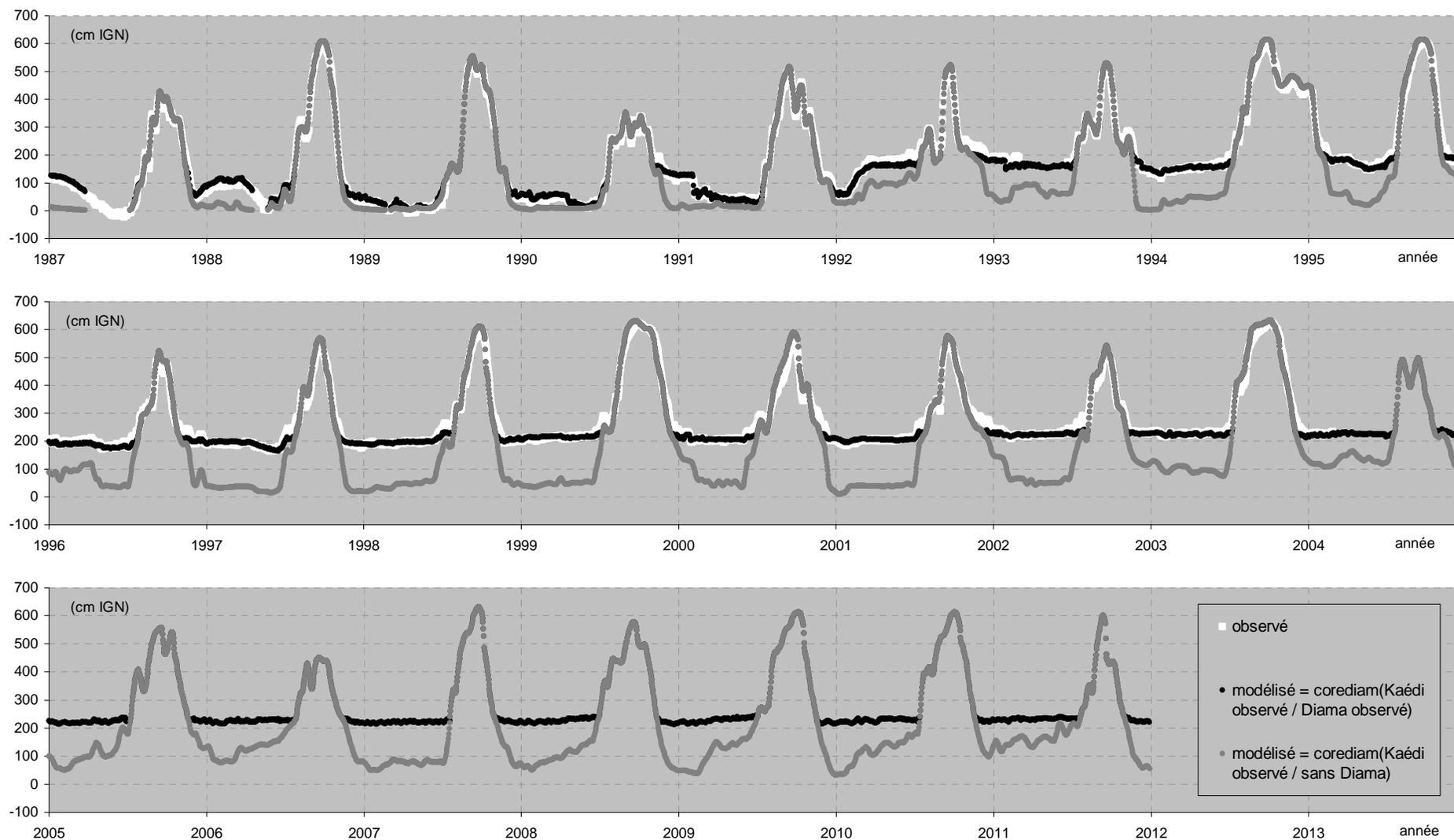


Figure 7.2.J : niveau à Guede. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi (avec et sans influence de Diama)

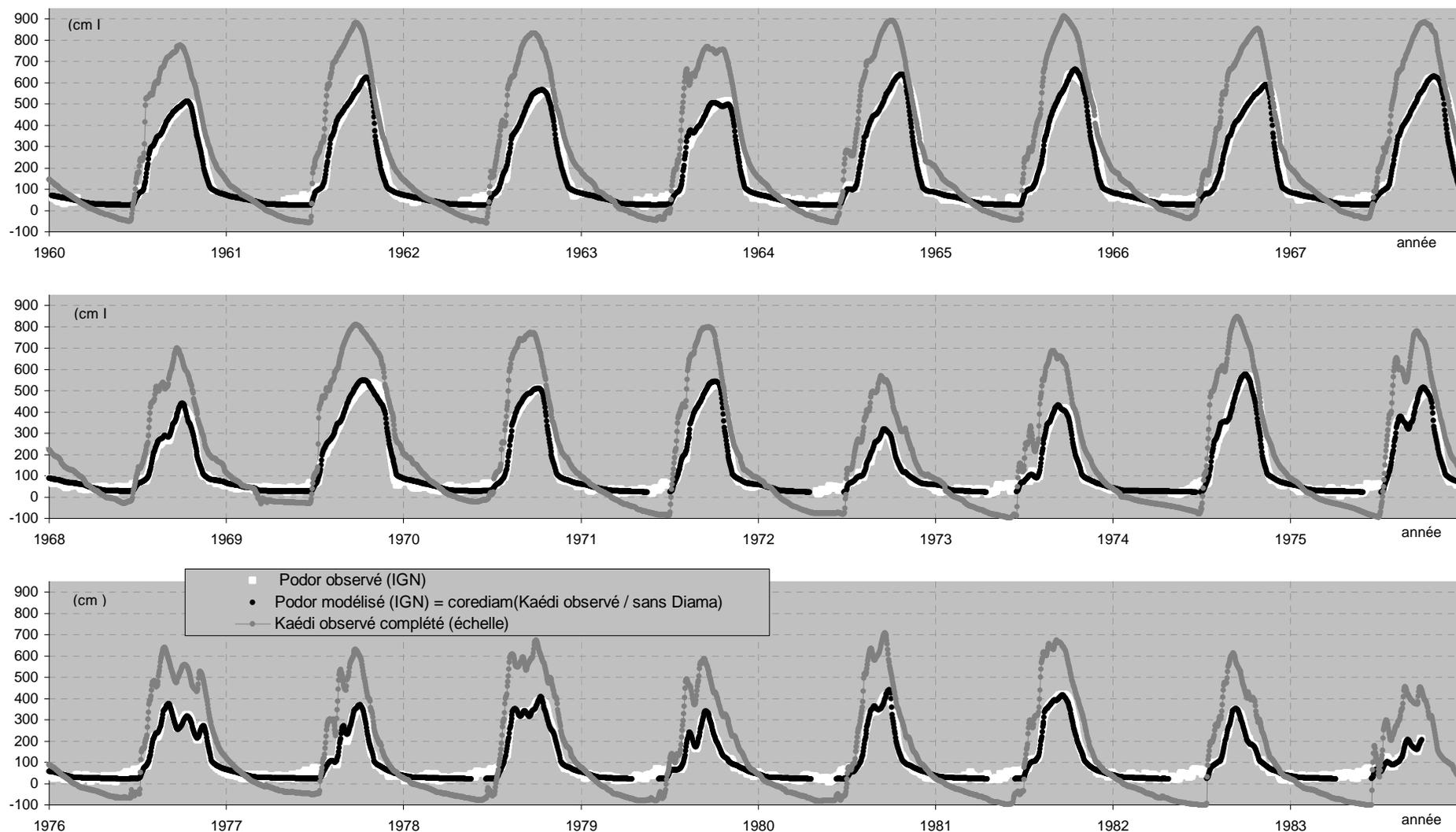


Figure 7.2.K : niveau à Podor. Valeurs observées et valeurs modélisées avec Corediam en fonction de la cote à Kaédi, avant l'influence du barrage de Diama

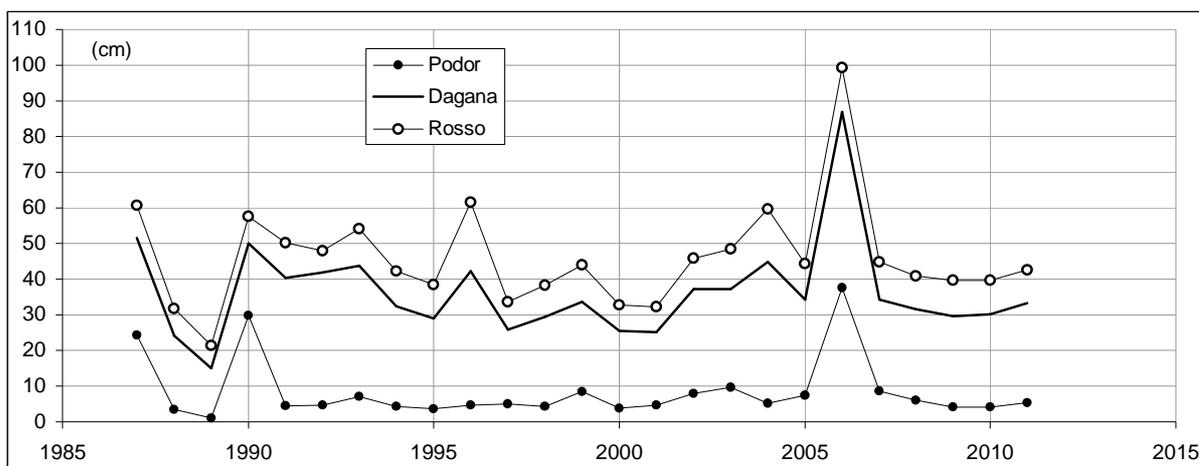


Figure 7.2.L : rehaussement du niveau maximal annuel provoqué par le remous du barrage de Diama sur les crues observées entre 1987 et 2011 à Podor, Dagana et Rosso

8 OBTENTION DE SERIES CHRONOLOGIQUES COMPLETES

L'analyse des régimes d'écoulement, décrite dans le chapitre suivant, nécessite des séries d'observations hydrométriques complètes. Pour le régime observé, naturel avant l'influence des barrages de Diama et Manantali et partiellement artificiel depuis, il faut donc compléter les observations en reconstituant les données manquantes. Pour le régime naturel, il faut remplacer les données recueillies en régime influencé depuis les années 1980 par des séries intégralement reconstituées.

Les séries de données utilisées pour élaborer des séries complètes sont les valeurs moyennes journalières des données opérationnelles, stockées sous les capteurs I-Op de niveau ou de débit dans la base Hydraccess, dont l'obtention est décrite plus haut (chapitre 5 : observations hydrométriques). **On en exclut toutes les données précédemment reconstituées, associées à un code d'origine R.**

Les reconstitutions de données sont effectuées au pas de temps journalier, en débit sur le haut bassin jusqu'à Bakel et en cotes à l'aval de cette station. Elles sont basées sur les modélisations présentées plus haut, qui décrivent la décroissance des débits en phase de tarissement et la propagation des écoulements entre stations.

Les termes utilisés par la suite se réfèrent aux définitions suivantes :

Régime observé : il s'agit des écoulements, observés ou non, qui se sont réellement produits. Ces écoulements ont pu être artificialisés par des ouvrages hydrauliques (régime influencé) ou non (régime naturel)

Régime naturel : il s'agit d'écoulements influencés par aucun ouvrage hydraulique. Quand le régime observé est influencé, le régime naturel ne peut être décrit qu'à partir de données entièrement reconstituées, déduites des données du régime observé auxquelles on soustrait l'influence de l'ouvrage.

Données observées : il s'agit des données issues d'observations directes. Elles correspondent donc forcément au régime d'écoulement observé.

Données reconstituées : il s'agit de données calculées, soit pour le régime observé (par exemple pour palier des lacunes d'observation), soit pour un autre régime (par exemple pour reconstituer les données d'un régime d'écoulement différent du régime observé).

8.1 DONNEES RECONSTITUEES POUR LE REGIME OBSERVE

Les modèles utilisés pour reconstituer des données aux stations sont tous affectés d'une incertitude, plus ou moins grande selon les cas. En période d'étiage, cette incertitude peut représenter une fraction très importante du débit, du fait de la faiblesse remarquable de celui-ci. La superposition graphique des limnigrammes (ou hydrogrammes) observés et modélisés, montre que les erreurs de modélisation ne varient généralement pas de façon purement aléatoire. Au contraire, elles présentent souvent une certaine persistance pendant un temps plus ou moins long.

Pour le tarissement, cette persistance des erreurs est due au fait que le modèle adopté n'est qu'une représentation moyenne de la décroissance des débits. Il ne tient pas compte de l'ampleur de la crue annuelle précédente, qui conditionne forcément le remplissage des nappes. Or il est probable que le coefficient de tarissement évolue non seulement en fonction du débit (ce que notre modèle est censé représenter), mais dépende également du remplissage des nappes en fin de mousson.

Pour la propagation des écoulements, le modèle adopté tient compte d'apports intermédiaires implicitement reliés de façon moyenne à la variable prévisseur de chaque bief. Quand ces apports s'écartent de façon importante de leur valeur moyenne, le phénomène peut avoir une certaine durée, correspondant par exemple au temps de vidange dans le bief d'une forte crue inhabituelle sur un affluent intermédiaire. Ceci explique la persistance des erreurs du modèle de propagation.

Pour le régime observé, la reconstitution de données peut s'appuyer sur les valeurs observées pour appliquer certaines corrections aux valeurs modélisées, mettant à profit la persistance des erreurs évoquée ci-dessus.

8.1.1 Utilisation du modèle de tarissement

On considère une station pour laquelle le débit Q est connu au jour $J1$ (situé en période de tarissement) et au jour $J2$, et inconnu du jour $J1+1$ au jour $J2-1$. Selon les cas, une ou deux séries de valeurs reconstituées sont calculées à partir du jour $J1+1$.

La première série, notée Q_t et obtenue à partir du modèle de tarissement moyen, est calculée en utilisant la relation $K(Q)$ caractéristique de la station, déduite de l'analyse présentée plus haut concernant l'évolution moyenne du taux K de variation journalière du débit (tab. 6.A et 6.B). Le calcul est effectué ainsi, en notant J_f le jour de fin estimé de la période de tarissement dont fait partie le jour $J1$:

$$Q_t(J1+1) = Q(J1) \times K(Q(J1))$$

$$Q_t(J) = Q_t(J-1) \times K(Q(J-1)) \text{ pour } J \text{ compris entre } J1+2 \text{ et } \min(J2-1, J_f)$$

La seconde série, notée Q_{tc} et censée exploiter la persistance des erreurs évoquée plus haut, n'est calculée que si le jour $J2$ est bien situé dans la période de tarissement dont fait partie le jour $J1$ ($J2 \leq J_f$) et si la décroissance des débits est bien constatée entre ces deux dates ($Q(J2) < Q(J1)$). Le calcul est alors effectué ainsi, avec l'hypothèse d'un taux constant K de variation journalière du débit entre les jours $J1$ et $J2$:

$$K = (Q(J2)/Q(J1))^{1/(J2-J1)} = \exp((\ln(Q(J2)/Q(J1)))/(J2-J1))$$

$$Q_{tc}(J) = Q(J1) \times (Q(J2)/Q(J1))^{(J-J1)/(J2-J1)} = Q(J1) \times \exp(((J-J1)/(J2-J1)) \times \ln(Q(J2)/Q(J1)))$$

Un contrôle graphique est effectué par superposition des hydrogrammes du débit observé Q à la station, des débits reconstitués Q_t et Q_{tc} ainsi que du débit observé à des stations voisines. Pour chaque période comportant des lacunes d'observation en période de tarissement, il permet de choisir comme débit reconstitué soit Q_{tc} , soit Q_c , soit aucun des deux. Ce choix, basé sur l'expérience de l'hydrologue, tient compte des dates de début et de fin plausibles du régime de tarissement et favorise l'absence de rupture entre valeurs observées et reconstituées, tant pour le débit que pour sa pente en fonction du temps. Les

débits Q_{tc} obtenus à partir de taux K constants trop éloignés des valeurs caractéristiques de la station (tab. 6.A et 6.B) ne sont pas retenus.

8.1.2 Utilisation du modèle de propagation

Sur tous les biefs étudiés, le modèle de propagation de Lamagat présente toujours un fort coefficient R d'autocorrelation de ses erreurs E sur un délai N d'un jour. Ce coefficient décroît cependant assez vite avec le délai, pour fluctuer ensuite autour de zéro. Ainsi, la figure 8.1.2 montre que sur le bief Soukoutali-Dibia, les erreurs E des jours $J+N$ ne sont plus corrélées de façon significative avec les erreurs des jours J dès que la durée N dépasse 6 jours, le coefficient d'autocorrelation devenant alors inférieur à 0.3. Inversement, on peut interpréter ce résultat comme le signe d'une certaine persistance des erreurs du modèle pendant 6 jours en moyenne.

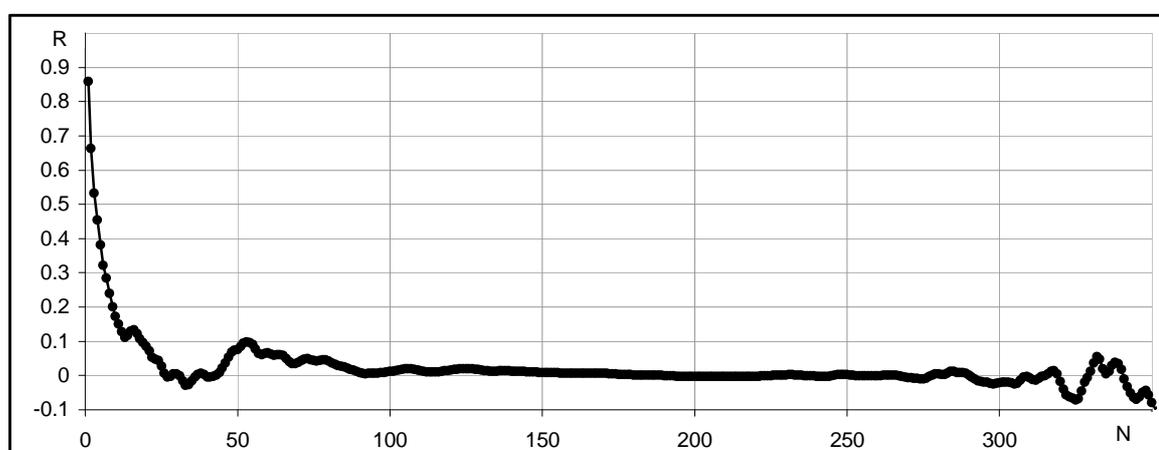


Figure 8.1.2 : coefficient d'autocorrelation R de l'erreur E du modèle de propagation de débit entre Soukoutali (partiellement complété) et Dibia sur la période 1956-1986, entre $E(J)$ et $E(J+N)$.

Pour toutes les reconstitutions effectuées ici par modèle de propagation, on retient la valeur 0.3 comme seuil d'autocorrelation des erreurs, pour déterminer le délai N_0 pendant lequel on peut tenir compte d'une erreur de modélisation constatée pour corriger une valeur modélisée. Les corrections effectuées visent à produire des données reconstituées les plus plausibles possibles, basées non seulement sur les données produites par le modèle en fonction du prévisseur, mais tenant compte aussi, de façon de plus en plus importante à mesure qu'on s'en approche, des données déjà connues pour la station (observées ou reconstituées lors d'une étape précédente). Le principe est décrit ci-dessous.

Etape 1. A partir de la série X_0 des valeurs déjà connues pour la station et de la série X_m des valeurs modélisées brutes produites par le modèle de propagation, on détermine pour commencer la série E des erreurs du modèle, égale à $X_m - X_0$. L'analyse des autocorrelations sur la série des erreurs E permet alors de déterminer le délai N_0 , en fonction du seuil de coefficient d'autocorrelation choisi (0.3). La valeur de N_0 , variable selon les biefs, s'élève généralement à quelques jours et dépasse rarement 20.

Etape 2. Ensuite, pour toute lacune de X_0 située à plus de N_0 jours de toute erreur évaluée E du modèle, une reconstitution est faite à partir d'une valeur modélisée brute X_m si elle existe. On obtient ainsi une série X_{om} constituée des valeurs déjà connues X_0 auxquelles s'ajoutent ces valeurs reconstituées non corrigées.

Etape 3. Après quoi, on détermine la série des erreurs E_e étendues du modèle, égales à $X_{om}-X_o$. Cette série prend les mêmes valeurs que la série E , auxquelles s'ajoutent les erreurs nulles correspondant aux valeurs de X_{om} issues directement de X_m .

Etape 4. Enfin, pour tout jour j en lacune situé à N_o jours ou moins de N_o jours d'une erreur évaluée E , la reconstitution si elle est possible ($X_m(j)$ existant) utilise une valeur modélisée à laquelle est ajouté un terme correctif. Ce dernier varie linéairement en fonction du temps le séparant de l'erreur évaluée E , comme il est expliqué ci-dessous :

Soit d_1 le délai (limité à $2N_o+1$ jours) séparant le jour j de la plus proche erreur étendue E_e évaluée précédente

Soit d_2 le délai (limité à $2N_o+1$ jours) séparant le jour j de la plus proche erreur étendue E_e évaluée suivante

Le terme correctif précédent vaut : $C_1(j) = E_e(j-d_1)$ si $d_1 \leq 2N_o$

$$C_1(j) = 0 \text{ si } d_1 > 2N_o$$

Le terme correctif suivant vaut : $C_2(j) = E_e(j+d_2)$ si $d_2 \leq 2N_o$

$$C_2(j) = 0 \text{ si } d_2 > 2N_o$$

Les valeurs modélisées corrigées X_{mc} sont obtenues ainsi :

$$X_{mc}(j) = X_m(j) - (C_1(j)+d_1 \times (C_2(j)-C_1(j)))/(d_1+d_2)$$

Etape 5. Un contrôle graphique systématique est effectué, par superposition des séries chronologiques X_o , X_{om} et X_{mc} avec les données d'une station voisine. Sur la base de l'expérience de l'hydrologue, ce contrôle permet de rejeter certaines valeurs de X_{mc} pour les remplacer par X_m , ou de rejeter à fois X_m et X_{mc} . La série complétée finale X_{omc} est alors obtenue en combinant les séries X_{om} et X_{mc} validées.

8.1.3 Calculs effectués

Dans un premier temps, les débits manquants en période de tarissement ont été reconstitués par modèle de tarissement, pour toutes les stations où celui-ci a été calé.

Les modèles de propagation ont ensuite été utilisés de l'amont vers l'aval, de Moussala sur la Falémé, Daka Saidou sur le Bafing et Diangola sur le Bakoye, jusqu'à Bakel sur le Sénégal, puis dans le sens inverse en partant de Matam.

Après quoi, l'intégration des dernières données transmises par l'OMVS (Octobre 2010 à fin 2011) et quelques reconstitutions ultimes par modèle de propagation et par interpolation linéaire sur de très brèves périodes ont permis d'obtenir des séries complètes de débit pour 21 stations du haut bassin.

Les séries complètes de cote pour les principales stations situées à l'aval de Bakel ont enfin été obtenues successivement de l'amont vers l'aval, en utilisant selon les cas les modèles de propagation ou le modèle Corediam. En plus de quelques interpolations linéaires sur de très

brèves périodes, certaines corrélations linéaires entre niveaux de stations voisines, décrites ci-dessous, ont également été utilisées.

Correl1 : niveau Hb à Boghe en fonction du niveau à Hg à Guede ou Hp à Podor

$$Hb(j) = Hg(j+1) + 4.68 \quad (245 \text{ points du } 21/11/1987 \text{ au } 22/07/1988, Et = 7.51 \text{ cm})$$

$$Hb(j) = Hp(j) + 14.11 \quad (245 \text{ points du } 21/11/1986 \text{ à juin } 1987, Et = 7.45 \text{ cm})$$

Ces relations sont établies à partir des cotes observées à Guede et Podor et des cotes reconstituées par Corediam à Boghe. Elles sont utilisées du 26/11/1983 à juin 1987 pour remplacer les cotes inférieures à 200 cm, mal reconstituées à Boghe par propagation des cotes de Salde. En effet pendant cette période, les basses eaux subissent une influence artificielle manifeste par l'aval, très semblable à Guede et Podor et logiquement à Boghe. Le rehaussement constaté, provoqué par le barrage de Diama dès la fin de crue en 1986, s'explique de 1983 à 1986 par l'effet d'un barrage anti-sel temporaire, précurseur de l'ouvrage définitif. Le modèle de propagation entre Salde et Boghe ne peut bien sûr pas prendre en compte cette influence.

Correl2 : niveau Hr à Rosso en fonction du niveau Hrt à Richard Toll

$$Hr = -2.1554E-06Hrt^3 + 7.8772E-04Hrt^2 + 9.4862E-01Hrt - 2.1316E+01$$

(calé sur 5811 points du 03/05/1985 au 26/05/2006, $R^2 = 0.9965$)

Cette relation est utilisée pour reconstituer des cotes subissant à Rosso une influence artificielle variable de l'aval, à partir de novembre 1983.

Correl3 : niveau Hrt à Richard Toll en fonction du niveau Hr à Rosso

$$Hrt = 6.1071E-09Hr^4 - 6.2223E-07Hr^3 - 4.0523E-04Hr^2 + 1.0405E+00Hr + 2.0834E+01$$

(calé sur 5811 points du 03/05/1985 au 26/05/2006, $R^2 = 0.9964$)

Cette relation est utilisée pour reconstituer des cotes subissant à Rosso une influence artificielle variable de l'aval, à partir de novembre 1983.

Correl4 : niveau Hda à Dagana en fonction des niveaux Hd à Diama et Hrt à Richard Toll

$$Hda = (0.0037151Hd - 0.15383364) \times (\max(0, Hrt - 40 - Hd))^{0.93438171} + 1.00754514Hrt + 4.556$$

(calé sur 4314 points du 01/01/1987 au 08/03/2006, Et = 5.62 cm)

Cette relation est utilisée du 09/03/2006 à 2011, période pendant laquelle elle produit de meilleurs résultats que Corediam (surtout en crue), par comparaison avec les observations de Richard Toll.

Correl5 : niveau Hn à Ngoui en fonction du niveau Hs à Salde

$$Hn = -1.428E-7 \times Hs^3 + 2.111E-4 \times Hs^2 + 8.897E-1 \times Hs + 194.0$$

(calé sur 11561 points de 1955 à 2004, $R^2 = 0.9989$, Et = 8.67 cm)

Correl6 : niveau Hg à Guede en fonction du niveau Hp à Podor

$$Hg = 0.9679Hp + 6.857$$

(calé sur 246 points du 12/02/1984 au 19/07/1986, $R^2=0.9746$, pour $H_p < 100$ cm)

Cette relation est utilisée de 1984 à 1986 pour reconstituer des cotes en très basses eaux.

Correl7 : niveau Het à l'embouchure de la Tahouey en fonction du niveau Hsa à Sanente

$$Het = 0.9816 Hsa + 1.6154$$

(calé sur 3174 points du 01/05/1985 au 19/12/1998, $R^2=0.9958$)

Correl8 : niveau Het à l'embouchure de la Tahouey en fonction du niveau Hgn à Gnit

$$Het = 0.9931 Hgn + 47.362$$

(calé sur 3905 points du 02/01/1985 au 19/12/1998, $R^2=0.9954$)

Correl9 : niveau Hcss à Richard Toll CSS en fonction du niveau Hn à Ndombo

$$Hcss = Hn - 500$$

Les séries complètes de cotes ou de débit pour le régime observé couvrent une période allant du 01/05/1903 jusqu'au 31/12/2011 pour les stations influencées par les barrages, et jusqu'au 30/04/2012 pour les stations non influencées. Elles sont intégrées dans la base de données Hydraccess sous des capteurs nommés J-Comp. La succession des opérations effectuées pour les obtenir est résumée dans le tableau 8.1.3.

Toutes les reconstitutions de données décrites ci-dessus concernent des valeurs moyennes journalières de cote ou de débit. Pour la station de Saint-Louis, ce sont les cotes instantanées enregistrées au rythme de 30 à 48 points par jour, qui sont complétées à partir des enregistrements de la station de l'Hydrobase du 15/07/2004 au 09/06/2005 et du 23/05/2006 au 14/12/2006. Les 2209 valeurs reconstituées concernent des cotes proches de l'étal de marée basse, non enregistrées à Saint-Louis en dessous de certains seuils variant selon les périodes entre 28 et 37 cm. Sur chaque période reconstituée, longue de quelques heures au maximum, elles sont obtenues en ajoutant aux enregistrements de l'hydrobase un terme correctif variant linéairement entre les écarts [$H_{\text{SaintLouis}} - H_{\text{Hydrobase}}$] constatés aux bornes de la période.

8.1.4 Séries complétées obtenues pour le régime observé

Débits sur la période de mai 1903 à avril 2012 (ou décembre 2011 pour les stations influencées par Manantali) :

La **Falémé** à Moussala, Fadougou, Goubassy et Kidira ; Le **Téné** à Bebele ; Le **Kioma** à Salouma ; Le **Bafing** à Sokotoro, Balabori, Boureya, Daka Saidou, Bafing Makana, Soukoutali et Dibia ; Le **Baoulé** à Siramakana ; Le **Bakoye** à Toukoto et Oulia ; Le **Sénégal** à Galougo, Gouina, Kayes et Bakel

Niveaux sur la période de mai 1903 à décembre 2012 :

Le **Sénégal** à Bakel, Matam, Kaédi, Salde, Boghe, Podor, Dagana, Richard Toll quai, Rosso ; Le **Doué** à Ngoui et Guede

Niveaux sur une période plus restreinte :

Le **Sénégal** à Ambidedi (janvier 1980 à décembre 2011) ; La **Tahouey** à Richard Toll CSS (juin 1990 à avril 2006) ; Le **lac de Guiers** à l'embouchure de la Tahouey (août 1955 à avril 2006)

Série résultante				Calculs effectués pour obtenir la série résultante						
nom	début	fin	lacunes	méthode	série d'origine	série prévisionneur	début	fin	valeurs	modèle
Salouma	02/11/1969	30/12/2007	7894	observé						
Bebele	03/08/1970	15/10/2007	10993	observé						
Sokotoro	02/01/1968	30/12/2009	5800	observé						
Balabori	11/07/1969	30/12/2009	11254	observé						
Boureya	19/04/1969	29/09/2010	13893	observé						
Daka Saidou	28/05/1952	10/10/2010	2260	observé						
Bafing Makana	13/06/1961	10/10/2010	4546	observé						
Soukoutali	02/06/1967	30/12/1983	1324	observé						
Dibia	08/06/1956	30/12/1992	3863	observé						
Toukoto	01/07/1904	30/12/1992	15892	observé						
Siramakana	06/01/1972	29/12/1992	1254	observé						
Oualia	01/06/1954	10/10/2010	1309	observé						
Galougo	02/05/1951	30/12/2009	900	observé						
Gouina	01/06/1955	29/06/2009	8049	observé						
Kayes	02/07/1903	09/10/2010	14952	observé						
Moussala	02/01/1972	30/12/1992	1149	observé						
Fadougou	27/05/1952	01/08/2010	10890	observé						
Gourbassy	05/03/1954	10/10/2010	3806	observé						
Kidira	15/07/1930	10/10/2010	11546	observé						
Bakel	05/01/1904	10/10/2010	8363	observé						
Sokotoro 01	02/01/1968	31/12/2009	4797	Tarissement	Sokotoro		31/10/1968	31/12/2009	1004	
Balabori 01	11/07/1969	31/12/2009	10945	Tarissement	Balabori		31/12/1969	31/12/2009	310	
Daka Saidou 01	28/05/1952	10/10/2010	1373	Tarissement	Daka Saidou		04/04/1953	14/05/1994	887	
Bafing Makana 01	13/06/1961	10/10/2010	2989	Tarissement	Bafing Makana		30/11/1962	12/01/2009	1557	
Soukoutali 01	02/06/1967	14/04/1984	798	Tarissement	Soukoutali		30/01/1972	14/04/1984	632	
Dibia 01	08/06/1956	30/12/1992	2562	Tarissement	Dibia		16/11/1956	09/04/1985	1301	
Toukoto 01	01/07/1904	31/12/1992	8938	Tarissement	Toukoto		03/11/1904	31/12/1992	6955	
Siramakana 01	06/01/1972	31/12/1992	1070	Tarissement	Siramakana		31/12/1972	31/12/1992	186	
Oualia 01	01/06/1954	10/10/2010	895	Tarissement	Oualia		30/04/1956	01/04/1996	414	

Série résultante				Calculs effectués pour obtenir la série résultante						
nom	début	fin	lacunes	méthode	série d'origine	série préveiseur	début	fin	valeurs	modèle
Galougo 01	02/05/1951	30/12/2009	847	Tarissement	Galougo		28/05/1974	01/02/1985	53	
Gouina 01	01/06/1955	29/06/2009	7575	Tarissement	Gouina		31/12/1955	31/12/1984	474	
Kayes 01	02/07/1903	09/10/2010	5294	Tarissement	Kayes		13/11/1903	31/05/1986	9658	
Moussala 01	02/01/1972	30/12/1992	444	Tarissement	Moussala		08/02/1972	30/05/1990	705	
Fadougou 01	27/05/1952	01/08/2010	7158	Tarissement	Fadougou		01/02/1953	01/01/2009	3732	
Gourbassy 01	05/03/1954	10/10/2010	1287	Tarissement	Gourbassy		07/03/1954	30/05/2010	2519	
Kidira 01	15/07/1930	31/12/2010	4906	Tarissement	Kidira		27/10/1930	31/12/2010	6722	
Bakel 01	05/01/1904	10/10/2010	491	Tarissement	Bakel		06/01/1904	25/06/1950	7875	
Bafing Makana 02	31/05/1952	10/10/2010	766	Propagation	Bafing Makana 01	Daka Saidou 01	30/05/1952	09/10/2010	5523	B6
Soukoutali 02	03/06/1952	10/10/2010	687	Propagation	Soukoutali 01	Bafing Makana 02	02/06/1952	10/10/2010	15263	B8
Dibia 01	08/06/1956	30/12/1992	2639	Suppression	Dibia 01		01/11/1957	30/11/1962	-77	
Dibia 02	05/06/1952	30/12/1992	1019	Propagation	Dibia 01	Soukoutali 02	04/06/1952	31/12/1986	3084	B10
Toukoto 02	01/07/1904	12/10/2010	11238	Propagation	Toukoto 01	H Diangola	02/06/1973	12/10/2010	4194	BB1
Touko+Siram 01				Somme	Toukoto 02	Siramakana 01				
Oualia 02	01/06/1954	10/10/2010	687	Propagation	Oualia 01	Touko+Siram 01	07/01/1972	30/12/1992	208	C4
Oualia 03	03/07/1952	11/10/2010	299	Propagation	Oualia 02	Toukoto 02	02/07/1952	11/10/2010	1087	BB2
Dibia+Oualia 01				Somme	Dibia 02	Oualia 03				
Galougo 01	02/05/1951	30/12/2009	941	Suppression	Galougo 01		15/08/1989	13/08/1991	-94	
Galougo 02	02/05/1951	30/12/2009	585	Propagation	Galougo 01	Dibia+Oualia 01	05/07/1952	30/12/1992	356	C1
Gouina 01	01/06/1955	29/06/2009	7819	Suppression	Gouina 01		01/08/1973	30/07/2007	-244	
Gouina 02	04/05/1951	29/12/2009	391	Propagation	Gouina 01	Galougo 02	03/05/1951	29/12/2009	9100	S1
Kayes 01	02/07/1903	09/10/2010	5320	Suppression	Kayes 01		23/11/1972	30/06/1976	-26	
Kayes 02	02/07/1903	09/10/2010	4490	Propagation	Kayes 01	Gouina 02	06/05/1951	29/12/2009	830	S3
Fadougou 01	27/05/1952	01/08/2010	7246	Suppression	Fadougou 01		10/07/1952	31/08/1954	-88	
Fadougou 02	27/05/1952	01/08/2010	5958	Propagation	Fadougou 01	Moussala 01	03/01/1972	29/12/1992	1288	F1
Gourbassy 02	30/05/1952	10/10/2010	755	Propagation	Gourbassy 01	Fadougou 02	29/05/1952	01/08/2010	1176	F3
Kidira 01	15/07/1930	31/12/2010	5121	Suppression	Kidira 01		01/07/1959	30/05/1968	-215	
Kidira 02	15/07/1930	31/12/2010	4029	Propagation	Kidira 01	Gourbassy 02	01/06/1952	10/10/2010	1092	F5
Kayes+Kidira 01				Somme	Kayes 02 (j)	Kidira 02 (j+1)				
Bakel 02	05/01/1904	10/10/2010	474	Propagation	Bakel 01	Kayes+Kidira 01	17/07/1930	09/10/2010	17	C5
Bakel 03	05/07/1903	10/10/2010	504	Propagation	Bakel 02	Kayes 02	04/07/1903	31/12/1949	154	S5

Série résultante				Calculs effectués pour obtenir la série résultante						
nom	début	fin	lacunes	méthode	série d'origine	série préveiseur	début	fin	valeurs	modèle
Bakel 04	20/06/1903	10/10/2010	335	Propagation	Bakel 03	Matam	19/06/1903	27/12/1949	184	S7
Bakel 05	20/06/1903	10/10/2010	287	Tarissement	Bakel 04		03/12/1903	06/06/1930	48	
Bakel 05	20/06/1903	10/10/2010	325	Suppression	Bakel 05		13/06/1910	02/07/1947	-38	
Bakel 06	20/06/1903	10/10/2010	50	Interpolation	Bakel 05		02/06/1906	03/07/1947	275	
Bakel 07	01/05/1903	10/10/2010	0	Médianes	Bakel 06		01/05/1903	31/07/1914	100	
Bakel-Kidira01				Différence	Bakel 07	- Kidira 02				
Kayes 03	02/07/1903	09/10/2010	4350	Propagation	Kayes 02	Bakel-Kidira 01	14/07/1930	08/10/2010	140	C6
Kayes 04	30/04/1903	09/10/2010	2	Propagation	Kayes 03	Bakel 07	29/04/1903	08/10/2010	4411	S6
Kayes 05	30/04/1903	09/10/2010	0	Interpolation	Kayes 04		29/04/1903	08/10/2010	2	
Gouina 02	04/05/1951	30/11/2009	421	Suppression	Gouina 02		01/12/2009	29/12/2009	-59	
Gouina 03	01/05/1903	07/10/2010	0	Propagation	Gouina 02	Kayes 05	30/04/1903	07/10/2010	18267	S4
Galougo 02	02/05/1951	30/11/2009	585	Suppression	Galougo 02		01/12/2009	30/12/2009	-30	
Galougo 03	02/05/1903	06/10/2010	0	Propagation	Galougo 02	Gouina 03	01/05/1903	06/10/2010	18427	S2
Kidira 03	01/05/1903	31/12/2010	0	Propagation	Kidira 02	Bakel 07	30/04/1903	29/12/1986	13966	F7
Gourbassy 03	01/05/1903	28/12/2010	0	Propagation	Gourbassy 02	Kidira 03	30/04/1903	28/12/2010	18761	F6
Galougo-Dibia01				Différence	Galougo 03	- Dibia 02				
Oualia 03	03/07/1952	11/10/2010	301	Suppression	Oualia 03		23/08/1960	24/08/1960	-2	
Oualia 04	06/06/1952	11/10/2010	58	Propagation	Oualia 03	Galougo-Dibia 01	05/06/1952	28/12/1992	270	C3
Oualia 05	02/05/1903	11/10/2010	0	Propagation	Oualia 04	Galougo 03	01/05/1903	29/12/1986	17991	BB5
Toukoto 02	01/07/1904	12/10/2010	13151	Suppression	Toukoto 02		12/08/1911	07/05/1951	-1913	
Toukoto 03	03/05/1903	12/10/2010	111	Propagation	Toukoto 02	Oualia 05	02/05/1903	10/10/2010	13479	BB3
Toukoto 04	03/05/1903	12/10/2010	8	Tarissement	Toukoto 03		10/06/1904	03/02/2008	103	
Toukoto 05	03/05/1903	12/10/2010	0	Interpolation	Toukoto 04		26/06/1904	22/06/1917	8	
Siramakana 02	03/05/1903	10/10/2010	0	Propagation	Siramakana 01	Oualia 05	02/05/1903	10/10/2010	32647	BB4
Galougo-Oualia 01				Différence	Galougo 03	- Oualia 05				
Dibia 03	03/05/1903	12/09/2010	100	Propagation	Dibia 02	Galougo-Oualia 01	02/05/1903	04/10/2010	25337	C2
Dibia 04	03/05/1903	12/09/2010	0	Propagation	Dibia 03	Galougo 03	02/05/1903	31/12/1986	100	B12
Soukoutali 03	03/05/1903	10/10/2010	0	Propagation	Soukoutali 02	Dibia 04	02/05/1903	28/12/1986	18616	B11
Bafing Makana 03	03/05/1903	10/10/2010	0	Propagation	Bafing Makana 02	Soukoutali 03	02/05/1903	28/12/1986	18692	B9
Daka Saidou 02	03/05/1903	10/10/2010	0	Propagation	Daka Saidou 01	Bafing Makana 03	02/05/1903	08/10/2010	19296	B7
Boureya 01	03/05/1903	09/10/2010	0	Propagation	Boureya	Daka Saidou 02	02/05/1903	09/10/2010	37996	B5

Série résultante				Calculs effectués pour obtenir la série résultante						
nom	début	fin	lacunes	méthode	série d'origine	série préveiseur	début	fin	valeurs	modèle
Balabori 01	11/07/1969	31/12/2009	10968	Suppression	Balabori 01				-23	
Balabori 02	03/05/1903	08/10/2010	0	Propagation	Balabori 01	Daka Saidou 02	02/05/1903	08/10/2010	35425	B4
Sokotoro 02	03/05/1903	07/10/2010	0	Propagation	Sokotoro 01	Balabori 02	02/05/1903	07/10/2010	28697	B2
Bebele 01	03/05/1903	07/10/2010	0	Propagation	Bebele	Balabori 02	02/05/1903	07/10/2010	36645	B3
Salouma	02/11/1969	30/12/2007	7915	Suppression	Salouma		02/05/1978	30/05/1978	-21	
Salouma 01	04/05/1903	07/10/2010	0	Propagation	Salouma	Balabori 02	03/05/1903	07/10/2010	33216	B1
Daka Saidou 03	03/05/1903	04/01/2012	0	Mise à jour	Daka Saidou 02		11/10/2010	04/01/2012		
Bafing Makana 04	03/05/1903	03/01/2012	0	Mise à jour	Bafing Makana 03		11/10/2010	03/01/2012		
Oualia 06	02/05/1903	03/01/2012	0	Mise à jour	Oualia 05		11/10/2010	03/01/2012		
Kayes 06	30/04/1903	04/01/2012	28	Mise à jour	Kayes 05		10/10/2010	04/01/2012		
Bakel 08	01/05/1903	03/01/2012	0	Mise à jour	Bakel 07		11/10/2010	03/01/2012		
Kidira 04	01/05/1903	03/01/2012	0	Mise à jour	Kidira 03		11/10/2010	03/01/2012		
Gourbassy 04	01/05/1903	04/01/2012	0	Mise à jour	Gourbassy 03		11/10/2010	04/01/2012		
Fadougou 03	27/05/1952	04/01/2012	6175	Mise à jour	Fadougou 02		02/08/2010	04/01/2012		
Bakel-Kidira 02				Différence	Bakel 08	- Kidira 04				
Kayes 07	30/04/1903	04/01/2012	0	Propagation	Kayes 06	Bakel-Kidira 02	01/01/1930	31/12/2011	28	C6
Gouina 04	01/05/1903	02/01/2012	0	Propagation	Gouina 03	Kayes 07	02/01/1951	02/01/2012	452	S4
Galougo 04	02/05/1903	01/01/2012	0	Propagation	Galougo 03	Gouina 04	02/01/1951	01/01/2012	452	S2
Galougo-Oualia 02				Différence	Galougo 04	- Oualia 06				
Dibia 05	03/05/1903	30/12/2011	0	Propagation	Dibia 04	Galougo-Oualia 02	02/01/1951	30/12/2011	474	C2
Toukoto 06	03/05/1903	01/01/2012	0	Propagation	Toukoto 05	Oualia06	02/01/1951	01/01/2012	446	BB3
Siramakana 03	03/05/1903	01/01/2012	0	Propagation	Siramakana 02	Oualia06	02/01/1951	01/01/2012	448	BB4
Soukoutali 04	03/05/1903	03/01/2012	0	Propagation	Soukoutali 03	Bafing Makana 04	03/01/1967	03/01/2012	450	B8
Boureya 02	03/05/1903	01/01/2012	0	Propagation	Boureya 01	Daka Saidou 03	01/01/1970	01/01/2012	449	B5
Balabori 03	03/05/1903	01/01/2012	0	Propagation	Balabori 02	Daka saidou 03	01/01/1960	01/01/2012	450	B4
Sokotoro 03	03/05/1903	30/12/2011	0	Propagation	Sokotoro 02	Balabori 03	02/01/1960	30/12/2011	449	B2
Bebele 02	03/05/1903	29/12/2011	0	Propagation	Bebele 01	Balabori 03	02/01/1960	29/12/2011	448	B3
Salouma 02	04/05/1903	30/12/2011	0	Propagation	Salouma 01	Balabori 03	02/01/1960	30/12/2011	449	B1
Gourbassy 05	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Gourbassy 04		07/03/1954	30/04/2012	117	
Kidira 05	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Kidira 04		27/10/1930	30/04/2012	118	
Bafing Makana 05	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Bafing Makana 04		01/05/1903	30/04/2012	120	

Série résultante				Calculs effectués pour obtenir la série résultante						
nom	début	fin	lacunes	méthode	série d'origine	série prévisueur	début	fin	valeurs	modèle
Daka Saidou 04	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Daka Saidou 03		01/05/1903	30/04/2012	119	
Oualia 07	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Oualia 06		01/05/1903	30/04/2012	119	
Toukoto 07	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Toukoto 06		01/05/1903	30/04/2012	122	
Siramakana 04	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Siramakana 03		01/05/1903	30/04/2012	122	
Soukoutali 05	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Soukoutali 04		01/05/1903	30/04/2012	120	
Boureya 03	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Boureya 02		01/05/1903	30/04/2012	122	
Balabori 04	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Balabori 03		01/05/1903	30/04/2012	122	
Sokotoro 04	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Sokotoro 03		01/05/1903	30/04/2012	124	
Bebele 03	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Bebele 02		01/05/1903	30/04/2012	125	
Salouma 03	01/05/1903	30/04/2012	0	Tarissement	Salouma 02		01/05/1903	30/04/2012	125	
Galougo 05	01/05/1903	01/01/2012	0	Tarissement	Galougo 04		01/05/1903	31/12/1986	1	
Dibia 06	01/05/1903	30/12/2011	0	Tarissement	Dibia 05		01/05/1903	31/12/1986	2	
Oualia 07			171	Suppression	Oualia 07		26/09/1953	15/03/1954	-171	
Oualia 08	01/05/1903	30/04/2012	0	Propagation	Oualia 07	Galougo 05	02/01/1953	29/12/1986	171	BB5
Toukoto 07			806	Suppression	Toukoto 07		27/07/1904	15/10/1980	-806	
Toukoto 08	01/05/1903	30/04/2012	0	Propagation	Toukoto 07	Oualia 08	01/05/1903	28/04/2012	806	BB3
Fadougou 04	29/04/1903	25/04/2012	315	Propagation	Fadougou 03	Gourbassy 05	28/04/1903	25/04/2012	23898	F4
Fadougou 05	29/04/1903	07/05/2012	0	Tarissement	Fadougou 04		01/03/1952	07/05/2012	327	
Moussala 02	30/04/1903	05/05/2012	135	Propagation	Moussala 01	Fadougou 05	29/04/1903	05/05/2012	32459	F2
Moussala 03	30/04/1903	05/05/2012	0	Tarissement	Moussala 02		08/02/1972	06/03/1993	135	
Siramakana 04	01/05/1903	30/04/2012	171	Suppression	Siramakana 04		25/09/1953	14/03/1954	-171	
Siramakana 05	01/05/1903	30/04/2012	0	Propagation	Siramakana 04	Oualia 08	02/01/1951	28/04/2012	171	BB4
H Bakel	05/01/1904	03/01/2012	8363	observé						
H Matam	21/06/1903	03/01/2012	11675	observé						
H Kaedi	23/06/1903	28/02/2004	13694	observé						
H Salde	22/06/1903	19/11/2003	18742	observé						
H Boghe	29/07/1903	30/09/1972	11199	observé						
H Podor	19/06/1903	03/01/2012	12669	observé						
H Dagana	27/07/1903	08/03/2006	16121	observé						
H R-Toll-quai	01/07/1952	03/01/2012	7101	observé						
H Rosso	01/07/1954	30/10/2006	7180	observé						

Série résultante				Calculs effectués pour obtenir la série résultante						
nom	début	fin	lacunes	méthode	série d'origine	série préveiseur	début	fin	valeurs	modèle
H Ngoui	13/08/1955	30/03/2004	3285	observé						
H Guede	03/07/1940	28/02/2004	4304	observé						
H Bakel 01	01/05/1903	03/01/2012	0	Etalonnage	H Bakel	Bakel 08			8612	
H Matam 01	02/05/1903	06/01/2012	539	Propagation	H Matam	Bakel 08	01/05/1903	06/01/2012	11189	V2 ; V3
H Matam 02	01/05/1903	06/01/2012	0	Interpolation	H Matam 01		01/05/1903	16/06/1983	540	
H Kaedi	23/06/1903	28/02/2004	13731	Suppression	H Kaedi		21/11/1916	29/04/1932	-37	
H Kaedi 01	03/05/1903	07/01/2012	852	Propagation	H Kaedi	H Matam 02	02/05/1903	07/01/2012	15800	V5 ; V6
H Kaedi 02	01/05/1903	07/01/2012	0	Interpolation	H Kaedi 01		01/05/1903	16/06/1987	854	
H Kaedi M5				moyenne (j-5 à j+5)	Hkaedi 02					
H Salde 01	05/05/1903	07/01/2012	202	Propagation	H Salde	H Kaedi 02	04/05/1903	07/01/2012	21559	V7
H Salde 02	01/05/1903	07/01/2012	0	Interpolation	H Salde 01		01/05/1903	30/06/1971	206	
H Boghe	29/07/1903	30/09/1972	11407	Suppression	H Boghe		23/11/1916	30/04/1942	-208	
H Boghe 01	03/05/1903	31/12/2011	320	Propagation et Corediam	H Boghe	H Salde 02	02/05/1903	31/12/2011	25510	V8
H Boghe 02	01/05/1903	31/12/2011	0	Interpolation	H Boghe 01		01/05/1903	03/03/1989	322	
H Boghe 02	01/05/1903	31/12/2011	998	Suppression	H Boghe 02		03/11/1983	07/07/1987	-998	
H Boghe 03	01/05/1903	31/12/2011	0	Correlation	H Boghe 02	H Guede ; H Podor	03/11/1983	07/07/1987	998	Correl1
H Podor 01	03/05/1903	03/01/2012	468	Propagation	H Podor	H Boghe 03	02/05/1903	30/04/1968	12248	V9
H Podor 02	03/05/1903	03/01/2012	66	Propagation et Corediam	H Podor 01	H Salde 02	02/05/1968	31/12/2011	402	V10
H Podor 03	01/05/1903	03/01/2012	0	Interpolation	H Podor 02		01/05/1903	15/04/1987	68	
H Dagana	27/07/1903	08/03/2006	16606	Suppression	H Dagana		01/05/1996	30/04/1998	-485	
H Dagana 01	04/05/1903	30/12/2011	220	Propagation et Corediam	H Dagana	H Podor 03	03/05/1903	30/12/2011	18593	V11 ; V12
H Dagana 02	01/05/1903	30/12/2011	0	Interpolation	H Dagana 01		04/07/1906	18/09/1911	223	
H Rosso 01	05/05/1903	30/10/2006	1052	Propagation	H Rosso	H Dagana 02	04/05/1903	18/11/1983	24886	V14
H Rosso 02	05/05/1903	03/01/2012	337	Correlation	H Rosso 01	H R-Toll-quai	01/11/1983	03/01/2012	2606	Correl2
H Rosso 03	05/05/1903	03/01/2012	4	corediam	H Rosso 02		04/01/1987	30/12/2011	333	
H Rosso 04	01/05/1903	03/01/2012	0	Interpolation	H Rosso 03		01/05/1903	30/06/2009	8	
H R-Toll-quai 01	01/07/1952	03/01/2012	5245	Correlation	H R-Toll-quai	H Rosso 04	20/11/1983	03/01/2012	1856	Correl3
H R-Toll-quai 01	01/07/1952	03/01/2012	5277	Suppression	H R-Toll-quai 01		01/12/1967	01/01/1968	-32	
H R-Toll-quai 02	03/05/1903	03/01/2012	0	Propagation	H R-Toll-quai 01	HDagana3	02/05/1903	19/11/1983	23234	V13
H R-Toll-quai 03	01/05/1903	03/01/2012	0	Interpolation	H R-Toll-quai 02		01/05/1903	02/05/1903	2	
H Dagana 02	01/05/1903	08/03/2006	0	Suppression	H Dagana 02		09/03/2006	30/12/2011	-2123	

Série résultante				Calculs effectués pour obtenir la série résultante							
nom	début	fin	lacunes	méthode	série d'origine	série préverseur	début	fin	valeurs	modèle	
H Dagana 03	01/05/1903	30/12/2011	0	Correlation	H Dagana 02	H R-Toll-quail 01 ; H Diama	09/03/2006	30/12/2011	2123	Correl4	
H Ngoui 01	02/05/1903	07/01/2012	346	Correlation	H Ngoui	H Salde 02	01/05/1903	07/01/2012	24874	Correl5	
H Ngoui 02	01/05/1903	07/01/2012	0	Interpolation	H Ngoui 01		19/05/1971	01/06/1990	228		
H Guede 01	03/05/1903	28/02/2004	328	Propagation	H Guede	H Ngoui 02	02/05/1903	18/11/1986	17552	V15	
H Guede 02	03/05/1903	30/12/2011	179	Corediam	H Guede 01		04/01/1987	30/12/2011	3011		
H Guede 03	03/05/1903	30/12/2011	38	Correlation	H Guede 02	H Podor 03	02/05/1984	27/06/1986	141	Correl6	
H Guede 04	01/05/1903	30/12/2011	0	Interpolation	H Guede 03		01/05/1903	06/09/2011	40		
H emb-Tahouey	02/01/1985	19/12/1998	1195	observé							
H emb-Tahouey1	28/07/1955	30/03/2004	9524	Correlation	H emb-Tahouey	H Sanente	28/07/1955	30/03/2004	4350	Correl7	
H emb-Tahouey2	28/07/1955	26/05/2006	6392	Correlation	H emb-Tahouey1	H Gnit	02/01/1976	26/05/2006	3919	Correl8	
H emb-Tahouey3	28/07/1955	26/05/2006	5466	Interpolation	H emb-Tahouey2		28/07/1955	26/05/2006	976		
H R Toll CSS	01/06/1990	26/05/2006	2955	observé							
H R Toll CSS 1	01/06/1990	26/05/2006	3079	Correlation	H Ndombo		02/09/1998	18/02/1999	124	Correl9	
H Ambidedi	01/01/1980	30/12/2009	2088	observé							
H Ambidedi 01	01/01/1980	03/01/2012	0	Propagation	H Ambidedi	Kayes 07	02/01/1980	03/01/2012	2822	S8	

Tableau 8.1.3 : succession des opérations effectuées pour obtenir des séries de données opérationnelles complètes. Les séries dont le nom commence par H contiennent des cotes, les autres des débits. Les noms grisés correspondent aux séries les plus complètes de chaque station.

8.2 DONNEES RECONSTITUEES POUR LE REGIME NATUREL

8.2.1 Dates de début des reconstitutions de donnée

Avec au moins une observation par jour, l'évolution du niveau dans le réservoir de Manantali est connue depuis le 19/07/1987. Cette date correspond au début du remplissage du réservoir et marque le début de l'influence de l'ouvrage sur le régime des écoulements du fleuve Sénégal, comme le confirme la comparaison des hydrogrammes de Bafing Makana et Dibia sur le Bafing.

Les observations de niveau à Diama amont débutent quant à elles le 19/05/1986. Cependant, une influence artificielle variable par l'aval s'observe très nettement à Richard Toll quai, Dagana, Podor et Guede dès le 20/11/1983, se répétant chaque année jusqu'à la mise en fonction du barrage de Diama. Cette influence est celle du bouchon de Rheune (16°33'N 16°07'O), ouvrage anti-sel temporaire précurseur du barrage définitif, remis en place chaque année en novembre. Elle se traduit par un rehaussement important du niveau en début d'étiage par l'accumulation d'eau douce, suivi par un fort abaissement en dessous du niveau de l'océan du fait du tarissement des apports et enfin par un fort rehaussement en début de crue, avant que cette dernière ne finisse par emporter l'ouvrage. Le régime des écoulements est donc influencé dans la basse vallée du fleuve Sénégal par la présence d'un ouvrage anti-sel à l'aval, dès le 20/11/1983.

Enfin, une influence artificielle locale semble se manifester en basses eaux entre le 17/12/1986 et le 13/07/1990 aux stations de Salde et Ngoui, situées à l'aval immédiat de la défluence entre le Sénégal et le Doué. Pendant quatre années de suite, un rehaussement brutal de niveau survient à Salde en fin de décrue pour une cote située entre 200 et 300 cm IGN, simultanément à un abaissement de niveau tout aussi brutal à Ngoui. Un écart inhabituel de niveau entre les deux stations perdure alors pendant plusieurs mois, avant de disparaître brutalement à l'arrivée de la crue suivante. Les niveaux observés à l'amont (Kaédi) et à l'aval (Podor, Guede) ne fournissant aucune explication, cette anomalie pourrait être due, sauf artefact, à un ouvrage temporaire favorisant l'écoulement du fleuve vers le Sénégal plutôt que vers le Doué pendant les basses eaux. Quoi qu'il en soit, les niveaux relevés à Salde et Ngoui pendant ces périodes ne semblent pas naturels.

Au barrage de Manantali, la série complète des débits naturels est disponible avec la station de Soukoutali, dont les débits observés sont étendus depuis juillet 1987 à partir des données de Daka Saidou et Bafing Makana (voir chapitre précédent). D'après ce qui précède, le début des reconstitutions du régime naturel doit se situer aux dates suivantes pour les stations situées à l'aval de Manantali :

Kayes, Bakel, Matam, Kaédi : juillet 1987

Salde, Ngoui : décembre 1986

Boghe, Podor, Dagana, Richard Toll, Rosso, Guede : novembre 1983

8.2.2 Régime naturel du Sénégal à Kayes depuis juillet 1987

La reconstitution du débit naturel à Kayes consiste essentiellement à ajouter au débit observé à la station en régime artificiel, un terme correctif opposé à la modification de débit entraînée par le barrage de Manantali. On retient pour ce terme une moyenne des deux évaluations suivantes, rendues possibles par les données disponibles :

- Par différence entre le débit naturel au barrage (débit à Soukoutali) et le débit lâché par l'ouvrage (calculé par le gestionnaire à partir des étalonnages des organes d'évacuation)
- Par calcul du stockage dans le réservoir, à partir de l'évolution de son niveau, de la relation de cubature et de l'évaporation moyenne.

Le détail des opérations, qui tient compte également de la propagation des écoulements entre Soukoutali/Manantali, Oualia et Kayes, est décrit ci-dessous.

8.2.2.1 Détermination des apports intermédiaires entre Manantali, Oualia et Kayes

Soit une station fictive nommée Soukoutali/Manantali+Oualia, dont les débits en régime observé sont calculés en sommant les débits observés sur le Bafing à Soukoutali (02/06/1967 au 30/12/1983) puis Manantali (18/07/1987 au 27/12/2011), avec les débits observés à Oualia sur le Bakoye. La propagation des débits entre cette station fictive (Q1) et Kayes (Q2) est analysée sur la période 1967-2012 avec le modèle de Lamagat.

Les résultats obtenus montrent des temps de propagation $T=g(Q1)$ assez importants en très basses eaux, qui décroissent rapidement en fonction du débit (tab. 8.2.2.A, fig. 8.2.2.A). La relation moyenne $Q2=f(Q1)$ s'écarte assez nettement de la première bissectrice. On fait l'hypothèse que cet écart est essentiellement dû aux apports intermédiaires entre Soukoutali/Manantali+Oualia et Kayes, plutôt qu'à une déformation d'onde de crue entre les stations. Ces apports intermédiaires Q_i peuvent alors être estimés à partir des seules données observées, comme expliqué ci-dessous.

En conservant la fonction $T=g(Q1)$ déterminée ci-dessus, mais en remplaçant la fonction f par une fonction identité, on applique le modèle de propagation sur les débits $Q1$. Le débit $Q1p$ ainsi obtenu représente théoriquement celui qui aurait pu être observé à Kayes de 1967 à 2012, en l'absence de tout apport ou perte intermédiaire entre Soukoutali/Manantali, Oualia et Kayes. En première approximation, la différence entre le débit $Q2$ observé à Kayes et ce débit théorique $Q1p$ propagé pur depuis l'amont, représente les apports intermédiaires Q_i estimés à partir des seules données observées :

$$Q_i(j+g(Q1(j))) = Q2(j+g(Q1(j))) - Q1p(j+g(Q1(j))) = Q2(j+g(Q1(j))) - Q1(j)$$

En remplaçant la série $Q1$ par une série complète $Q1c$, l'application du modèle de propagation dans les mêmes conditions donne une série $Q1cp$ équivalente à $Q1p$, mais complète, dont on déduit une série complète Qic d'apports intermédiaires.

Q1	10	15	19	34	45	56	66	84	112	139	162	276	435	618
Q2	13	19	23	38	49	59	68	89	119	153	185	327	538	773
T	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.4	3.0	2.6	2.0	2.0	2.0	1.7	1.5	1.5
Et	9	10	13	18	26	31	33	40	50	59	72	104	161	207
N	1047	866	1577	1302	1207	1207	1374	2799	3164	3063	9475	5424	2266	1185
Q1	780	934	1083	1223	1368	1521	1696	1856	2108	2384	2797	3014	3205	3516
Q2	966	1144	1254	1386	1541	1705	1892	2055	2313	2595	3137	3488	3759	4295
T	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5
Et	227	240	238	248	257	229	226	218	197	190	229	258	241	193
N	841	671	552	425	308	228	176	297	211	114	71	53	31	10

Tableau 8.2.2.A : modèle de propagation calé entre Soukoutali/Manantali+Oualia (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1967-2012

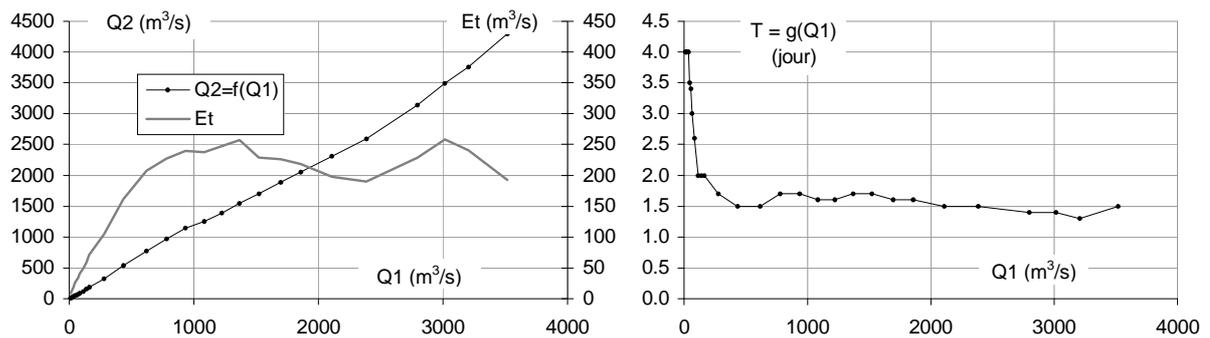


Figure 8.2.2.A : modèle de propagation calé entre Soukoutali/Manantali+Oualia (Q1) et Kayes (Q2) sur la période 1967-2011

8.2.2.2 Relation entre débits des apports intermédiaires et débits naturels de l'amont

On considère maintenant la série complète Q1nc des débits naturels à la station fictive Soukoutali/Manantali+Oualia, obtenue en sommant les séries complètes de débit de Soukoutali et Oualia sur la période 1967-2012. Toujours avec la même fonction g et avec une fonction f identité, le modèle de propagation appliqué cette fois sur Q1nc donne une série Q1ncp. Celle-ci représente théoriquement le débit qui aurait pu être observé à Kayes par propagation pure des débits naturels de l'amont, c'est-à-dire en l'absence d'influence de Manantali et en l'absence d'apports ou pertes intermédiaires entre Soukoutali, Oualia et Kayes :

$$Q1ncp(j+g(Q1nc(j))) = Q1nc(j)$$

Du fait que le régime d'écoulement est entièrement lié aux pluies de mousson, les débits Qi des apports intermédiaires entre Soukoutali/Manantali, Oualia et Kayes sont relativement liés aux débits Q1ncp simultanés, produits théoriquement à Kayes par la propagation pure des débits naturels de l'amont. Plus il pleut à l'amont, plus il pleut en moyenne sur le bassin intermédiaire. La relation moyenne h entre Q1ncp et Qi (tab. 8.2.2.B et fig. 8.2.2.B) peut être paramétrée ainsi :

$$Q_i = h(Q1ncp) = -0.8030 + 0.02870Q1ncp + 0.0002595Q1ncp^2 \quad \text{si } Q1ncp < 300$$

$$Q_i = h(Q1ncp) = -24.16 + 0.1844Q1ncp \quad \text{si } 300 \leq Q1ncp < 2600$$

$$Q_i = h(Q1ncp) = 525.6 - 0.2385Q1ncp + 0.00008133Q1ncp^2 \quad \text{si } 2600 \leq Q1ncp$$

Ces différents résultats permettent de déterminer les paramètres moyens du modèle de propagation C7 (tab. 7.1.7.G), donnant le débit naturel à Kayes en fonction de la somme des débits naturels à Manantali et Oualia. Dans ce modèle, les valeurs de Q1 et T sont reprises dans le tableau 8.2.2.A, les valeurs de Q2 sont égales à $Q1+h(Q1)$ et les valeurs de l'erreur type sont déduites du tableau 8.2.2.B.

La relation moyenne h entre Q1ncp et Qi est assez lâche sur l'ensemble des points de la période 1967-2011, d'autant plus qu'elle présente deux calages assez différents sur les périodes 1967-1987 et 1987-2012 (fig. 8.2.2.C). D'après ces calages, pour un même débit naturel Q1ncp purement propagé à Kayes depuis l'amont, le débit Qi des apports intermédiaires entre Soukoutali/Manantali, Oualia et Kayes paraît plus élevé depuis 1987

qu'avant cette date. Ceci pourrait s'expliquer par une légère sous-estimation des débits lâchés par les organes du barrage, par une légère surestimation des débits naturels estimés à la station de Soukoutali, ou par une modification de la répartition spatiale des pluies, dont la coïncidence avec la mise en service du barrage de Manantali paraît cependant assez peu probable.

Q1ncp	7.478	46.5	90.5	144	236	337	447	551	740	942	1127	1325	1662	2041	2448	2917
Qi	-1.26	1.89	5.60	11.7	23.7	36.4	49.1	65.2	108	143	184	239	301	349	392	489
Et	24.6	26.5	38.3	51.4	58.4	68.0	81.7	92.8	111	130	174	218	244	246	254	206
effectif	3415	1855	2055	1244	1503	974	746	725	1294	1100	876	629	684	339	149	92

Tableau 8.2.2.B : relation moyenne discrétisée entre Q1ncp et Qi sur la période 1967-2012, pour la propagation entre Soukoutali/Manantali+Oualia et Kayes

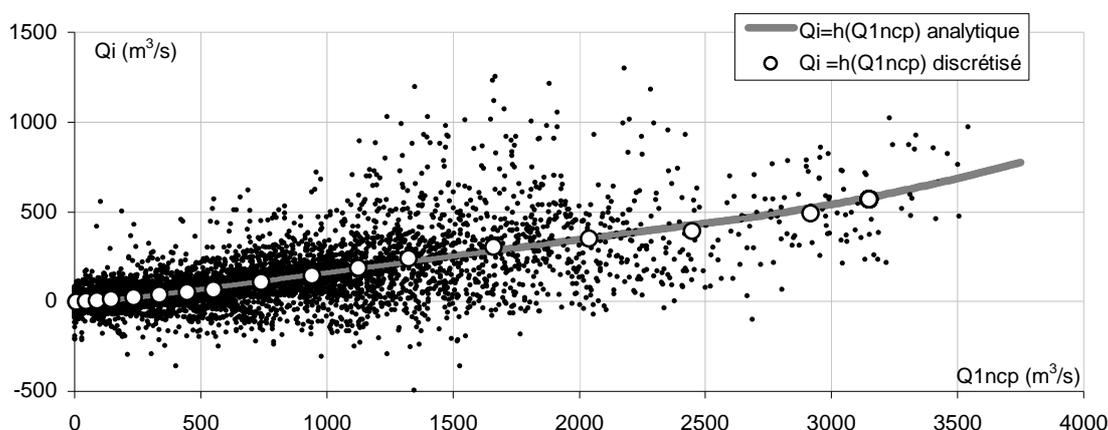


Figure 8.2.2.B : relation moyenne entre Q1ncp (débit naturel purement propagé à Kayes depuis l'amont) et Qi (débit des apports intermédiaires) sur la période 1967-2012.

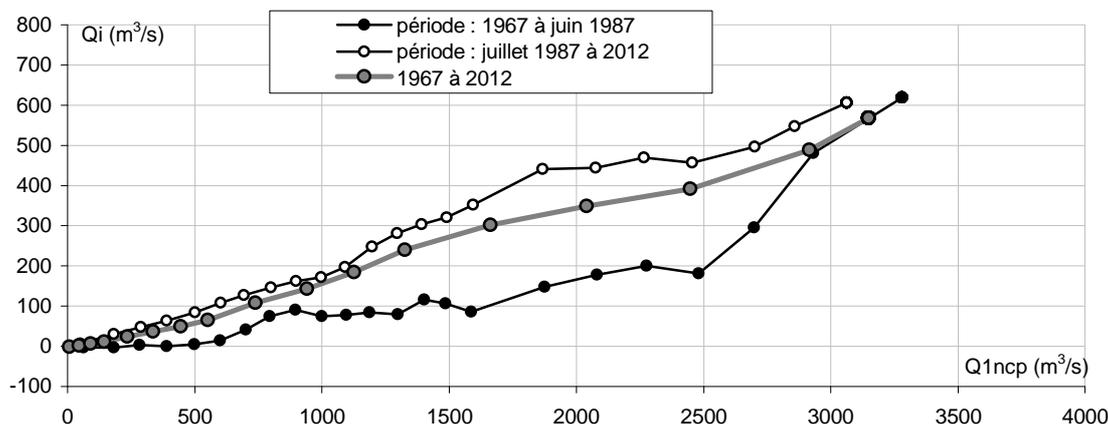


Figure 8.2.2.C : relation moyenne discrétisée $Qi=h(Q1ncp)$ entre Soukoutali/Manantali+Oualia et Kayes, sur les périodes 1967-1987, 1987-2012 et 1967-2012

8.2.2.3 Débits naturels à Kayes évalués à partir des débits observés à Kayes et des débits naturels et observés à l'amont

Une première évaluation KAYnat1 du débit naturel à Kayes est effectuée sur la seule base du débit naturel amont Q1nc de la station fictive Soukoutali\Manantali+Oualia, en sommant celui-ci avec un débit d'apport intermédiaire estimé par la relation moyenne h. Ce calcul revient tout simplement à utiliser le modèle C7.

$$\begin{aligned} \text{KAYnat1}(j+g(Q1nc(j))) &= Q1ncp(j+g(Q1nc(j))) + h(Q1ncp(j+g(Q1nc(j)))) \\ &= Q1nc(j) + h(Q1nc(j)) \end{aligned}$$

Une seconde évaluation KAYnat2 est faite en tenant compte du débit naturel amont Q1nc, du débit observé amont Q1c et du débit observé à Kayes Q2. On somme ici le débit naturel Q1ncp propagé depuis l'amont, à un débit d'apports intermédiaires estimé par différence entre le débit Q2 observé à Kayes et le débit Q1cp issu de la propagation pure du débit Q1c observé à l'amont :

$$\text{KAYnat2}(j) = \max(0 ; Q1ncp(j) + (Q2(j-1) + Q2(j) + Q2(j+1))/3 - (Q1cp(j-1) + Q1cp(j) + Q1cp(j+1))/3)$$

La valeur KAYnat3 conservée combine les deux évaluations précédentes. Pour des débits amont inférieurs à 400 m³/s, les temps de propagation jusqu'à Kayes sont en effet assez variables (fig. 8.2.2.A), et l'estimation de KAYnat2 présente alors des risques d'erreur importante. Il est donc préférable d'adopter pour les faibles débits les valeurs de KAYnat1, plus régulières, alors que celles de KAYnat2, plus précises, peuvent être conservées pour les forts débits :

$$\text{Si } \text{KAYnat2}(j) > 400 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{alors } \text{KAYnat3}(j) = \text{KAYnat2}(j)$$

$$\text{Si } \text{KAYnat2}(j) \leq 400 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{alors } \text{KAYnat3}(j) = \text{KAYnat1}(j)$$

Au-delà des détails de calcul, qui permettent d'exploiter les données disponibles en tenant compte au mieux de la propagation des débits, l'évaluation de KAYnat3 peut être schématisée ainsi, en considérant un temps de propagation D1 constant entre Manantali, Oualia et Kayes (environ 1.5 jour pour QKayes > 400) :

$$\text{KAYnat3}(j+D1) \approx \text{Qkayes}(j+D1) + \text{Qsoukoutali}(j) - \text{Qmanantali}(j)$$

Dans cette relation, Qkayes, Qsoukoutali et Qmanantali désignent les débits observés à Kayes, naturel à Manantali et observés à Manantali.

8.2.2.4 Bilan de volume sur le réservoir de Manantali

Les analyses effectuées ici mettent en évidence trois erreurs résiduelles dans la série des cotes opérationnelles de Manantali amont (surestimation de 20 cm le 28/11/1989 et sous-estimation de 20 cm le 20/01/2002 et de 10 cm 28/12/2011), qui sont corrigées pour la suite. A partir des valeurs moyennes mensuelles d'évaporation nette sur le réservoir (tab. 8.2.2.C) et des superficies de plan d'eau observées, on calcule une chronique journalière Qévap de débit évaporé sur la retenue. Dans ce calcul, les valeurs négatives d'évaporation nette sont considérées comme nulles. Pour les bilans de volume, ceci revient à supposer que la pluie des mois concernés, tombée sur la retenue en eau ou sur le bassin naturel équivalent, se retrouve intégralement à Soukoutali.

Le débit évaporé ainsi évalué de juillet 1987 à 2011 (moyenne 16 m³/s ; maximum 40 m³/s), atteint chaque année ses plus fortes valeurs pendant les mois de mars et avril, période pendant laquelle il dépasse toujours 30 m³/s, sauf en 1988 et 1989 et de 1995 à 1997.

Le débit stocké journalier est quant à lui estimé sur 48 heures, à partir des volumes observés la veille et le lendemain dans le réservoir. Globalement positif chaque année en période de crue (maximum = 2010 m³/s le 11/09/2010), il est toutefois très négatif pendant certaines phases de soutien de crue (minimum = -1444 m³/s le 08/09/2000). Il est toujours négatif en période d'étiage, avec des valeurs situées entre -150 et -350 m³/s la plupart du temps.

En toute théorie, les apports Q_{soukoutali} de l'amont au droit du barrage devraient être en permanence égaux à la somme du débit lâché Q_{manantali}, du débit stocké Q_{stocké} et du débit évaporé Q_{évap}. En réalité, la somme Q_{soukoutali}-Q_{manantali}-Q_{stocké}-Q_{évap}, qui fluctue très normalement autour de zéro du fait des incertitudes de ses différents termes, est plutôt globalement positive et vaut en moyenne 22 m³/s. Les valeurs intégrées de cette somme (fig. 8.2.2.D) exprimées en volume, qui s'accroissent régulièrement avec le temps et voient leur progression s'accélérer à partir de 2001, dépassent 16 km³ en 2011. Elles augmentent surtout en seconde partie d'année, du fait que l'anomalie de bilan de débit se manifeste tout particulièrement en période de décrue (fig. 8.2.2.E).

Les causes possibles de l'anomalie constatée sont les suivantes :

- **Surestimation des apports naturels Q_{soukoutali} dans le réservoir**, entièrement reconstitués depuis 1987 à partir des débits observés à Bafing Makana et Daka Saidou.
- **Sousestimation des débits Q_{manantali} lâchés par le barrage**, entièrement estimés par le gestionnaire à partir des étalonnages des organes d'évacuation
- Sousestimation des débits stockés dans le réservoir, évalués à partir des niveaux et de la relation de cubature V(H)
- Sousestimation des pertes sur le réservoir, évaluées à partir des niveaux, de la relation de cubature S(H) et des valeurs moyennes mensuelles interannuelles d'évaporation, considérées comme nulles de juillet à septembre

janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
156	184	234	234	204	98	-92	-181	-60	48	96	99

Tableau 8.2.2.C : valeurs d'évaporation nette mensuelle sur le réservoir de Manantali, d'après Gibb et al (1987)

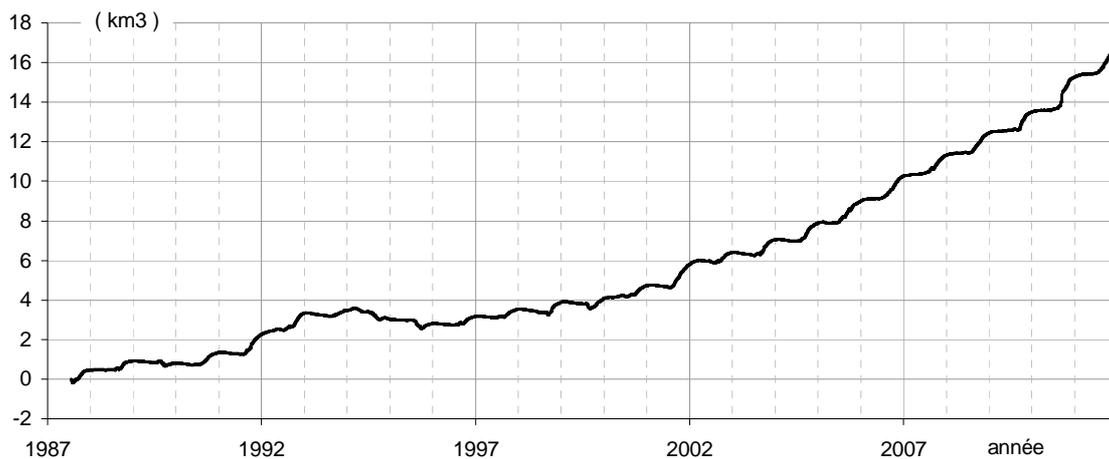


Figure 8.2.2.D : valeurs cumulées de Qsoukoutali-Qmanantali-Qstocké-Qévap

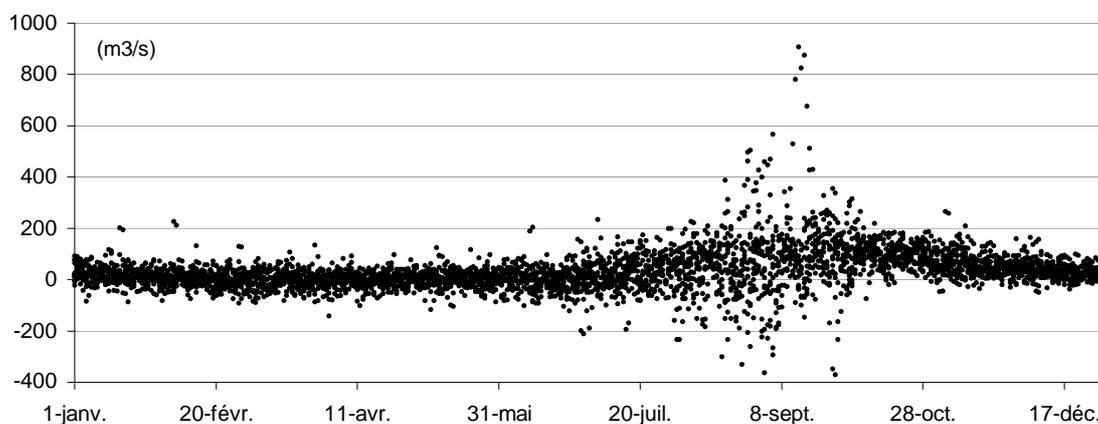


Figure 8.2.2.E : Somme de débit Qsoukoutali-Qmanantali-Qstocké-Qévap en fonction de la date dans l'année, sur la période 2000-2011

8.2.2.5 Débits naturels à Kayes évalués à partir des débits observés à Kayes et des débits stockés et évaporés sur le réservoir de Manantali

Ce qui précède montre que le terme Qsoukoutali-Qmanantali, qui intervient directement dans l'évaluation de KAYnat3, pourrait être surévalué. On effectue donc ici une nouvelle évaluation KAYnat4 du débit naturel à Kayes, exploitant cette fois les données de niveau à Manantali à partir desquelles sont calculés le débit stocké et le débit évaporé sur le réservoir. Le calcul est fait ainsi :

$$Q_{\text{bilan}}(j) = \text{moyenne}(j-7 \text{ à } j+7) \text{ de } [Q_{\text{soukoutali}} - Q_{\text{manantali}} - Q_{\text{stocké}} - Q_{\text{évap}}]$$

$$KAY_{\text{nat4}}(j) = KAY_{\text{nat3}}(j) - Q_{\text{bilan}}(j-2)$$

Au détail près du lissage de Qbilan, et en considérant un temps de propagation constant de 2 jours entre Manantali et Kayes, le calcul effectué revient schématiquement à évaluer le débit KAYnat4 de la façon suivante :

$$KAY_{\text{nat4}}(j) \approx Q_{\text{kayes}}(j) + Q_{\text{stocké}}(j-2) + Q_{\text{évap}}(j-2)$$

En moyenne, le débit KAYnat4 est inférieur de 21 m³/s par rapport à KAYnat3.

8.2.2.6 Débits naturels à Kayes évalués à partir des débits observés à Kayes, des débits naturels et observés à l'amont et des débits stockés et évaporés sur le réservoir de Manantali

Faute de pouvoir juger quelle série est la plus fiable entre KAYnat3 et KAYnat4, on retient finalement la moyenne des deux pour déterminer la série définitive KAYnat5 des débits naturels reconstitués à Kayes :

$$KAYnat5(j) = (KAYnat3(j)+KAYnat4(j))/2$$

Dans cette série, les débits inférieurs à 75 m³/s en période de tarissement sont remplacés par des valeurs calculées par modèle de tarissement. Ceci permet d'éliminer certaines irrégularités entièrement artificielles.

Très schématiquement, en considérant un temps de propagation constant D1 entre Manantali et Kayes, les calculs effectués reviennent à évaluer le débit KAYnat5 ainsi :

$$KAYnat5(j+D1) \approx Q_{kayes}(j+D1) + (Q_{soukoutali}(j)-Q_{manantali}(j)+Q_{stocké}(j)+Q_{évaporé}(j))/2$$

8.2.3 Régime naturel du Sénégal à Bakel depuis juillet 1987

Comme pour Kayes, la reconstitution du débit naturel à Bakel consiste à ajouter au débit observé à la station en régime artificiel, un terme correctif opposé à la modification de débit induite par le barrage de Manantali. Les calculs, effectués selon les mêmes principes, sont décrits ci-dessous de façon moins détaillée que pour Kayes.

8.2.3.1 Détermination des apports intermédiaires entre Kayes, Goubassy et Bakel

On considère cette fois la station fictive Kayes+Goubassy, dont les débits Q1 en régime observé sont la somme de ceux du Sénégal à Kayes et de la Falémé à Goubassy. L'analyse de la propagation des débits entre cette station fictive et Bakel sur la période 1954-2011 (tab. 8.2.3.A et fig. 8.2.3.A) détermine la fonction g reliant de façon moyenne le temps de propagation T au débit amont Q1. Cette fonction est utilisée pour calculer ainsi les débits intermédiaires Qi qui s'ajoutent à Q1 pour donner les débits Q2 à Bakel :

$$Q_i(j+g(Q1(j))) = Q_2(j+g(Q1(j))) - Q_1(j)$$

Q1	42	48	89	177	369	617	813	1026	1212	1609	2038
Q2	48	55	95	184	384	656	863	1096	1318	1788	2247
T	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1
Et	14	13	24	45	73	107	129	149	170	214	247
N	3515	1615	6284	10348	5060	2564	1822	1376	2194	1451	1009
Q1	2464	2829	3205	3673	4032	4436	4867	5205	5637	6381	
Q2	2672	3007	3390	3894	4344	4941	5592	5967	6517	7180	
T	1.1	1.1	1.2	1.6	2.1	2.3	2.8	2.8	2.8	2.8	
Et	279	306	392	553	622	647	613	631	627	632	
N	767	609	433	319	239	177	141	102	60	60	

Tableau 8.2.3.A : modèle de propagation calé entre Kayes+Goubassy (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1954-2011

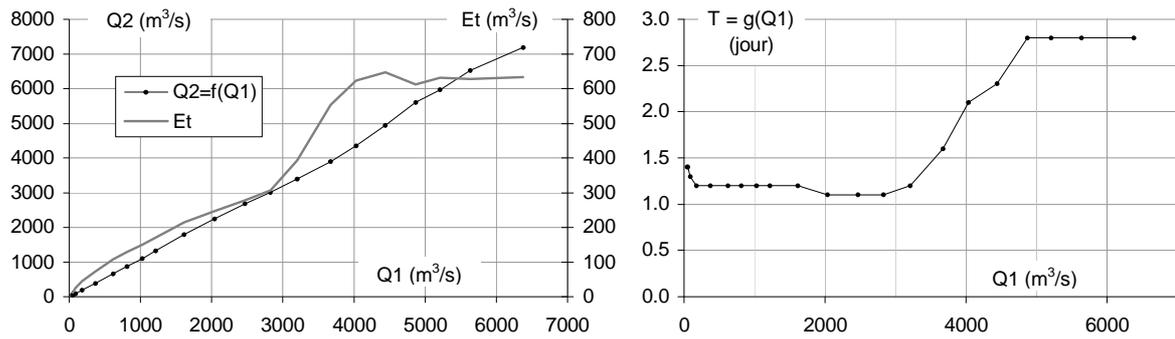


Figure 8.2.3.A : modèle de propagation calé entre Kayes+Gourbassy (Q1) et Bakel (Q2) sur la période 1954-2011

8.2.3.2 Relation entre débits des apports intermédiaires et débits naturels de l'amont

Soit $Q1_{nc}$ la série complète des débits naturels à la station fictive Kayes+Gourbassy, obtenue en sommant les séries complètes de débit de KAYnat3 et Gourbassy sur la période 1954-2011. Avec la fonction g déterminée ci-dessus et avec une fonction f identité, le modèle de propagation appliqué sur $Q1_{nc}$ donne une série $Q1_{ncp}$. Celle-ci représente théoriquement le débit qui aurait pu être observé à Bakel par propagation pure des débits naturels de l'amont, c'est-à-dire en l'absence d'influence de Manantali et en l'absence d'apports ou pertes intermédiaires entre Kayes, Gourbassy et Bakel. On a donc :

$$Q1_{ncp}(j+g(Q1_{nc}(j))) = Q1_{nc}(j)$$

Les débits intermédiaires Q_i sont reliés aux débits propagés $Q1_{ncp}$ simultanés par une relation moyenne h (tab. 8.2.3.B et fig. 8.2.3.B), qui peut être paramétrée ainsi :

$$Q_i = h(Q1_{ncp}) = -3.262 + 0.04805Q1_{ncp} + 0.00001685Q1_{ncp}^2 \quad \text{si } Q1_{ncp} < 1000$$

$$Q_i = h(Q1_{ncp}) = -10.12 + 0.06176Q1_{ncp} + 0.000009999Q1_{ncp}^2 \quad \text{si } 1000 \leq Q1_{ncp}$$

Ces résultats permettent de déterminer les paramètres moyens du modèle de propagation C8 (tab. 7.1.7.H), donnant le débit naturel à Bakel en fonction de la somme des débits naturels à Kayes et Gourbassy. Dans ce modèle, les valeurs de $Q1$ et T sont reprises dans le tableau 8.2.3.A, les valeurs de $Q2$ sont égales à $Q1+h(Q1)$ et les valeurs de l'erreur type sont déduites du tableau 8.2.3.B.

La relation moyenne h entre $Q1_{ncp}$ et Q_i est très dispersée sur l'ensemble des points de la période 1954-2012 et paraît évoluer dans le temps. On constate ainsi (fig. 8.2.3.C) que pour un même débit naturel propagé depuis Kayes et Gourbassy, le débit des apports intermédiaires jusqu'à Bakel est plus fort sur la période 1970-1994 que sur les périodes 1954-1970 et 1994-2012. **Cette anomalie pourrait s'expliquer par une certaine surestimation des débits observés à Bakel entre 1970 et 1994, ou par leur sous-estimation le reste du temps.** La coïncidence des dates avec celles des détarages de la station de Bakel renforce cette hypothèse, qui jette un doute sur la réalité des détarages constatés, ou du moins sur leur ampleur.

Q1ncp	30	183	287	394	494	599	700	792	894	998	1098	1199
Qi	-4	14	19	17	22	32	37	37	37	53	68	77
Et	26	46	55	60	73	86	95	99	97	113	134	151
effectif	5627	2438	1527	1116	916	800	804	738	611	568	557	552
Q1ncp	1300	1399	1494	1788	1983	2193	2773	3150	3901	4943	5908	6607
Qi	87	102	114	152	201	211	202	200	333	727	847	715
Et	146	146	156	196	231	269	288	324	545	610	693	682
effectif	540	501	435	619	495	417	627	457	386	205	81	35

Tableau 8.2.3.B : relation moyenne discrétisée entre Q1ncp et Qi sur la période 1954-2012, pour la propagation entre Kayes+Gourbassy et Bakel

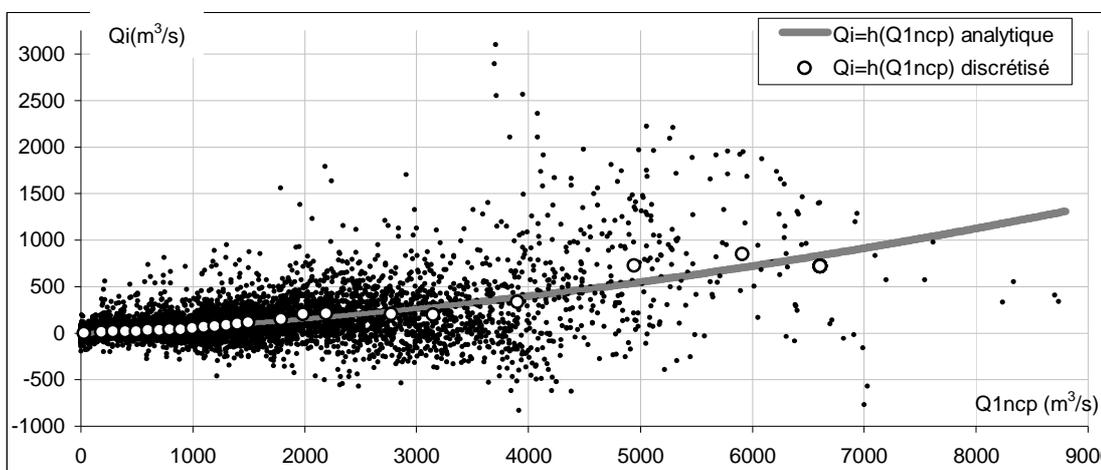


Figure 8.2.3.B : relation moyenne entre Q1ncp (débit naturel purement propagé à Bakel depuis Kayes et Gourbassy) et Qi (débit des apports intermédiaires) sur la période 1954-2012

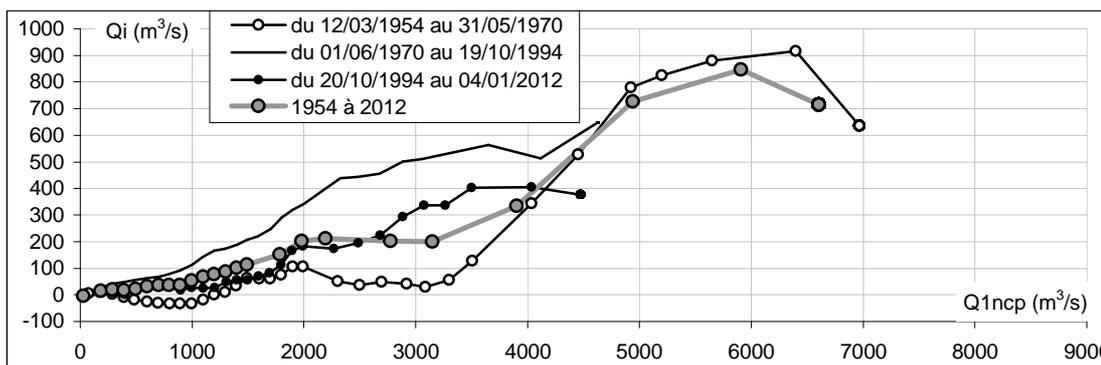


Figure 8.2.3.C : relation moyenne discrétisée $Qi=h(Q1ncp)$ entre Kayes+Gourbassy et Bakel, sur les périodes 1954-1970, 1970-1994, 1994-2012 et 1954-2012

8.2.3.3 Débits naturels à Bakel évalués à partir des débits observés à Bakel et des débits naturels et observés à l'amont

Une première évaluation BAKnat1 du débit naturel à Bakel est faite à partir du débit naturel amont Q1nc, auquel on ajoute un débit d'apports intermédiaires estimé par la relation h. Ceci revient à utiliser le modèle C8. La seconde évaluation BAKnat2 est faite suivant le même principe, mais avec des apports intermédiaires estimés directement par différence entre le débit Q1cp (débit amont observé purement propagé jusqu'à Bakel) et le débit Q2 observé à Bakel. La série BAKnat3 finalement conservée reprend la série BAKnat2, dont les faibles valeurs sont remplacées par celles de BAKnat1, plus régulières.

$$\text{BAKnat1}(j+g(\text{Q1nc}(j))) = \text{Q1nc}(j) + h(\text{Q1nc}(j))$$

$$\text{BAKnat2}(j) = \max(0 ; \text{Q1ncp}(j) + (\text{Q2}(j-1) + \text{Q2}(j) + \text{Q2}(j+1))/3 - (\text{Q1cp}(j-1) + \text{Q1cp}(j) + \text{Q1cp}(j+1))/3)$$

$$\text{Si } \text{BAKnat2}(j) > 700 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{alors } \text{BAKnat3}(j) = \text{BAKnat2}(j)$$

$$\text{Si } \text{BAKnat2}(j) \leq 700 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{alors } \text{BAKnat3}(j) = \text{BAKnat1}(j)$$

En première approximation, et en supposant des temps de propagation constants D1 et D2 de Manantali à Kayes et de Kayes à Bakel, le calcul de BAKnat3 peut être assimilé à l'évaluation suivante :

$$\text{BAKnat3}(j+D1+D2) \approx \text{Qbakel}(j+D1+D2) + \text{KAYnat3}(j+D1) - \text{Qkayes}(j+D1)$$

$$\text{BAKnat3}(j+D1+D2) \approx \text{Qbakel}(j+D1+D2) + \text{Qsoukoutali}(j) - \text{Qmanantali}(j)$$

La différence entre le débit naturel (Qsoukoutali) et le débit observé (Qmanantali) à Manantali constitue donc l'essentiel du terme correctif ajouté au débit observé à Bakel (Qbakel), pour estimer le débit naturel BAKnat3 à cette station.

8.2.3.4 Débits naturels à Bakel évalués à partir des débits observés à Bakel, des débits naturels et observés à l'amont et des débits stockés et évaporés sur le réservoir de Manantali

Du fait de la surestimation possible du terme Qsoukoutali-Qmanantali (voir paragraphe 8.2.2), on effectue comme pour Kayes une nouvelle estimation BAKnat4 du débit naturel à Bakel, exploitant les valeurs observées de débit stocké (Qstocké) et évaporé (Qévaporé) sur le réservoir de Manantali. Le calcul est fait ainsi :

$$\text{Qbilan}(j) = \text{moyenne}(j-7 \text{ à } j+7) \text{ de } [\text{Qsoukoutali} - \text{Qmanantali} - \text{Qstocké} - \text{Qévap}]$$

$$\text{BAKnat4}(j) = \text{BAKnat3}(j) - \text{Qbilan}(j-3)$$

En moyenne, le débit BAKnat4 est inférieur de 21 m³/s par rapport à BAKnat3. En première approximation, son calcul peut être assimilé à l'évaluation suivante :

$$\text{BAKnat4}(j) \approx \text{Qbakel}(j) + \text{Qstocké}(j-3) + \text{Qévap}(j-3)$$

La série BAKnat5 finalement conservée pour le débit naturel du Sénégal à Bakel, est la moyenne des séries BAKnat3 et BAKnat4.

$$\text{BAKnat5}(j) = (\text{BAKnat3}(j) + \text{BAKnat4}(j))/2$$

Dans cette série, les débits inférieurs à 90 m³/s en période de tarissement sont remplacés par des valeurs calculées par modèle de tarissement.

8.2.4 Régime naturel du Sénégal à Matam et Kaédi depuis juillet 1987

Les modèles V2 et V3 (fig. 7.1.8.B et 7.1.8.C) utilisés pour compléter les cotes du régime observé à Matam à partir des débits de Bakel donnent des cotes très différentes en très basses eaux pour un même débit amont. Par souci d'homogénéité, il est donc décidé de ne pas les utiliser pour reconstituer les cotes du régime naturel à cette station. Celles-ci sont reconstituées à partir de la somme des débits naturels de Kayes et Gourbassy de juillet 1987 au 23/10/1994 (modèle de propagation V4, calé sur la période 1954 à juin 1987 (fig. 7.1.8.D), et ensuite à partir des débits naturels de Bakel (modèle V1, calé sur 1954-2012 (fig. 7.1.8.A)). Ces deux modèles donnent des cotes très peu différentes pour des débits amont nuls. Leur période d'application est choisie sur la base de leurs performances respectives pour reproduire les cotes du régime observé : meilleures pour le modèle utilisant Kayes et Gourbassy de 1970 à octobre 1994 et meilleures ensuite pour l'autre modèle.

Le modèle de propagation V6 (fig. 7.1.8.F), calé sur la période 1949-2004, est utilisé pour reconstituer les cotes naturelles à Kaédi à partir des cotes naturelles à Matam, depuis juillet 1987.

8.2.5 Régime naturel du Sénégal à Salde depuis décembre 1986 et à Boghe depuis novembre 1983, et du Doué à Ngoui depuis décembre 1986

A partir du 17/12/1986, les cotes naturelles du Sénégal à Salde sont reconstituées en fonction des cotes naturelles à Matam, à l'aide du modèle de propagation V7 (fig. 7.1.8.G) calé sur la période 1903-2003.

Pour la même période, les cotes naturelles du Doué à Ngoui sont ensuite reconstituées à partir des cotes naturelles à Salde, à l'aide du modèle corrélatore correl5 (cf § 8.1.3).

Enfin, les cotes naturelles du Sénégal à Boghe sont reconstituées en fonction des cotes naturelles à Salde à partir de novembre 1983, par le modèle de propagation V8 (fig. 7.1.8.H) calé sur la période 1903-1972.

8.2.6 Régime naturel du Sénégal à Podor depuis novembre 1983

Avec le modèle de propagation V10 (fig. 7.1.8.J) calé sur la période 1968-1983, les cotes naturelles du Sénégal à Podor sont reconstituées à partir du 20 novembre 1983 en fonction des cotes naturelles à Salde. Il est décidé d'appliquer certaines corrections à cette série initiale, notée Hm, pour les raisons expliquées ci-dessous.

Un des objectifs principaux de la reconstitution du régime naturel consiste en effet à évaluer l'impact des barrages par comparaison des limnigrammes du régime artificiel observé et du régime naturel reconstitué. Or, notamment en crue, les différences de niveau entre ces régimes peuvent être assez limitées à Podor, du fait de l'important laminage subi par l'onde de crue propagée depuis Salde. Ces différences, faibles en comparaison de la variabilité interannuelle des niveaux de pointe de crue, sont souvent du même ordre de grandeur que que les incertitudes liées au modèle V10 de propagation depuis Salde (erreur type entre 10 et 27 cm). L'évaluation de l'impact des barrages sur les niveaux à Podor, par simple comparaison de Hm avec les niveaux observés, risque donc d'être assez imprécise. Il est

préférable de l'effectuer en comparant des séries de niveaux entièrement reconstituées par un même modèle pour le régime naturel et le régime influencé. Les corrections apportées à la série Hm à partir du 01/01/1987, détaillées ci-dessous, sont effectuées dans ce but.

On détermine les valeurs suivantes de cotes caractéristiques annuelles de crue sur N jours (valeur atteinte ou dépassée pendant seulement N jours dans l'année) à Podor, à partir de 1987 :

- HCom(N) : pour le régime observé, modélisé avec le modèle Corediam en fonction des cotes observées à Kaédi (en moyenne mobile de j-5 à j+5) et Diama amont
- HCoo(N) : pour les niveaux observés
- HCnm(N) : pour le régime naturel modélisé avec le modèle Corediam en fonction des cotes observées à Kaédi

Les différences HCom(N)-HCnm(N) représentent donc l'impact des barrages sur les niveaux à Podor (voir ci-dessus), alors que les différences EC(N) = HCom(N)-HCoo(N) représentent les erreurs de modélisation liées au modèle Corediam. En faisant l'hypothèse que les erreurs de modélisation en crue sont comparables pour le régime observé et le régime naturel, on évalue ainsi les cotes caractéristiques de crue HC du régime naturel reconstitué :

Pour N= 1 :

$$HC(1) = HCnm(1)-EC(1) = HCnm(1) - HCom(1) + HCoo(1)$$

Pour N>1 :

$$HC(N) = 0.5(\min(HCnm(N)-EC(N);HC(N-1))+HC(N-1)+HCnm(N)-HCnm(N-1))$$

$$HC(N) = \min(HCnm(N)-HCom(N)+HCoo(N);HC(N-1))/2+(HC(N-1)+HCnm(N)-HCnm(N-1))/2$$

La série H définitive du régime naturel reconstitué est obtenue en remplaçant par HC(N) chaque valeur Hm coïncidant avec HCnm(N) pour tout N inférieur ou égal à 75. Ainsi, les corrections effectuées sur la série Hm respectent les principes suivants :

- La différence de cote maximale annuelle entre H et les cotes observées est égale à celle qu'on obtient entre les séries modélisées par Corediam pour le régime naturel et le régime observé.
- Chaque année le rang de chacune des 75 plus fortes cotes modélisées Hm est conservé pour la cote H correspondante.
- Pour N>1, la correction effectuée sur Hm est un compromis permettant de tenir compte pour moitié de l'erreur de modélisation constatée au rang N (premier terme), et pour moitié du gradient limnimétrique modélisé (second terme).

8.2.7 Régime naturel du Sénégal à Dagana, Richard Toll et Rosso, et du Doué à Guede depuis novembre 1983

Pour Dagana, les cotes du régime naturel sont reconstituées à partir du 20/11/1983 en fonction des cotes naturelles à Podor, avec le modèle de propagation V12 (fig. 7.1.8.K), calé entre 1974 et 1983.

Les cotes naturelles à Dagana sont ensuite utilisées pour reconstituer, sur la même période, celles de Richard Toll avec le modèle V13 (fig. 7.1.8.L) calé entre 1952 et 1983, et celles de Rosso avec le modèle V14 (fig. 7.1.8.M) calé entre 1954 et 1983.

Enfin pour Guede, les cotes du régime naturel sont considérées égales à celles du régime observé jusqu'au 02/07/1987, sauf pendant certaines périodes de basses eaux pendant lesquelles se manifeste une influence artificielle de l'aval : du 22/11/1983 au 11/07/1984 ; du 09/11/1984 au 22/07/1985 ; du 06/11/1985 au 19/07/1986 ; du 19/11/1986 au 02/07/1987. Pour ces périodes, les cotes du régime naturel sont calculées à partir des cotes naturelles du Doué à Ngoui, avec le modèle de propagation V15 (fig. 7.1.8.N), calé entre 1955 et 1983. A partir du 03/07/1987, elles sont calculées avec le modèle Corediam, à partir des cotes naturelles à Kaédi.

9 ANALYSE DES REGIMES D'ÉCOULEMENT

Sur l'ensemble du bassin du fleuve Sénégal, les écoulements naturels sont caractérisés par une forte saisonnalité. De juillet à octobre, les pluies de mousson engendrent des débits de crue importants sur les hauts bassins de la Falémé, du Bakoye, du Baoulé et surtout du Bafing. A mesure de leur propagation vers l'aval, ces débits reçoivent des apports supplémentaires de plus en plus faibles, qui deviennent même négligeables à l'aval de Bakel la plupart du temps. Un régime de tarissement s'installe ensuite pendant la saison sèche, avec des écoulements alimentés par la vidange des nappes dans le lit. Les débits finissent par devenir extrêmement faibles et s'annulent même avant l'arrivée de la crue suivante, de façon systématique sur le Baoulé et le Bakoye, souvent sur la Falémé, le Bafing et le Sénégal.

Une forte irrégularité interannuelle caractérise également les écoulements naturels sur le bassin, avec un débit moyen annuel pouvant aller du simple (220 m³/s en 1984-1985) au sextuple (1349 m³/s en 1936-1937) à la station de Bakel.

Enfin, les écoulements naturels sont très influencés par la faiblesse des pentes dans la vallée du fleuve Sénégal à l'aval de Bakel. Ainsi, en inondant un vaste lit majeur, l'onde de crue fortement laminée s'y déplace à une vitesse très lente. Et en période de tarissement, le niveau du fleuve est directement influencé par celui de la marée sur plusieurs centaines de kilomètres à l'amont de Saint-Louis (Boghe, PK 379), alors que la salinisation des eaux peut se faire sentir jusqu'à plus de 150 km (Dagana, PK 169).

Depuis sa mise en service en 1987, et de façon plus marquée depuis 2002 (début d'installation des turbines), le barrage de Manantali stocke du volume en période de crue et en déstocke le restant de l'année. Depuis 1986, le barrage de Diama contrôle la vidange des eaux du fleuve vers l'estuaire. Il empêche ainsi la remontée des eaux salées vers l'amont, tout en rehaussant sensiblement le niveau du fleuve sur plusieurs centaines de kilomètres pendant les basses eaux (Boghe, PK 379).

Depuis sa mise en service, le barrage de Manantali a donc pour effet global d'abaisser les débits de crue et d'augmenter les débits d'étiage à toutes les stations situées à l'aval. Le rehaussement des niveaux provoqué par le barrage de Diama décroît quant à lui avec la distance à l'ouvrage et avec le débit. Les différences entre régime naturel et régime influencé observé varient donc d'une station à l'autre.

Pour décrire les régimes d'écoulement observé et naturel aux différentes stations, on utilise des paramètres synthétiques évalués à partir des valeurs moyennes journalières de débit ou de cote à l'échelle. Ces paramètres, calculés par année hydrologique écoulée du 1^{er} mai au 30 avril de l'année suivante, sont listés ci-dessous :

- Débit moyen mensuel de chaque mois de l'année
- Débit caractéristique d'étiage Q_{en}. C'est le débit moyen journalier qui a été dépassé tous les jours de l'année, sauf n jours. Autrement dit, c'est la n-ième valeur des débits journaliers de l'année hydrologique, classés par ordre croissant.
- Débit caractéristique de crue Q_{cn}. C'est le débit moyen journalier qui n'a été atteint ou dépassé que pendant n jours dans l'année. Autrement dit, c'est la n-ième valeur des débits journaliers de l'année hydrologique, classés par ordre décroissant.
- Débit journalier médian Q_m

- Cotes caractéristiques d'étiage H_{en} et de crue H_{cn} : mêmes définitions que Q_{en} et Q_{cn} , mais pour des cotes à l'échelle au lieu des débits.
- Volume écoulé annuel V
- Débit moyen annuel

Par ailleurs, les figures et tableaux de résultats fournissent une indication sur l'importance relative des données observées. Pour les cotes, il s'agit du pourcentage K_h des données journalières réellement observées parmi les données utilisées de l'année. Pour les débits, c'est le pourcentage K_q du volume écoulé calculé à partir de débits réellement observés, par rapport au volume écoulé annuel. Un pourcentage de 100 signifie qu'aucune des données utilisées n'est une valeur reconstituée. Un pourcentage nul signifie au contraire que toutes le sont.

Les résultats statistiques sont évalués sur trois périodes de référence : 1903-2011 (ensemble des observations, avec des périodes d'hydraulicité variée), 1970-2011 (période récente, globalement déficitaire en écoulement) et 1987-2011 (période des écoulements influencés).

Enfin, des hydrogrammes ou limnigrammes iso-fréquence sont présentés pour certaines stations. Ces graphes montrent l'évolution du débit ou de la cote sur une année hydrologique, en reliant entre elles les valeurs correspondant à une même fréquence de dépassement pour chaque jour de l'année. Ces dernières sont évaluées sur les périodes de référence 1950-2011, 1970-2011 et 1987-2011.

9.1 DEBITS DE LA FALEME

Les résultats obtenus pour ce bassin sont présentés dans les figures et tableaux suivants :

- débits moyens mensuels et débits caractéristiques de crue et d'étiage : tableaux B-1-1 à B-1-4 de l'annexe 2B
- synthèse des écoulements moyens pour différentes périodes de référence : tableau 9.1.A
- Hydrogrammes iso-fréquence pour la station de Gourbassy : figure 9.1.A
- évolution chronologique et analyse statistique des débits caractéristiques de crue et d'étiage : figures 9.1.B à 9.1.I et tableaux 9.1.B à 9.1.I

Sur ce bassin où le régime demeure encore entièrement naturel, le module annuel présente une très forte variation interannuelle (coefficient de variation entre 0.55 et 0.58 sur la période 1950-2011). Il a très fortement diminué pendant la période 1970/2011 (de 58 à 59% selon les stations, tab. 9.1.A), par rapport à la période 1950-1969. A Gourbassy, la crue annuelle démarre généralement en juillet et culmine vers la première quinzaine de septembre (fig. 9.1.A). Une décroissance globale du débit s'amorce ensuite, malgré quelques pointes de crue passagères pouvant encore se produire jusque vers mi-novembre. Le débit devient insignifiant dès janvier-février et finit généralement par s'annuler de mars-avril jusqu'en mai, avant l'arrivée de la crue suivante.

période (années hydrol.)	débit moyen annuel : moyenne interannuelle (m ³ /s) et coefficient de variation					Kq : pourcentage de volume écoulé calculé à partir de débits observés					débit journalier maximal (m ³ /s) et date		
	1903 2011	1950 2011	1950 1969	1970 2011	1987 2011	1903 2011	1950 2011	1950 1969	1970 2011	1987 2011	ensemble	observé	jauge
Moussala	48 0.49	42 0.57	70 0.26	29 0.39	31 0.32	8	17	0	37	15	1337 02/09/1964	690 23/08/1974	592
Fadougou	88 0.47	76 0.55	126 0.25	53 0.38	57 0.33	27	55	53	59	46	1826 02/09/1964	1526 23/08/2011	1180
Gourbassy	127 0.49	108 0.56	177 0.25	75 0.43	78 0.39	41	86	77	95	99	2130 04/09/1964	2130 04/09/1964	1370
Kidira	158 0.53	133 0.58	221 0.28	91 0.43	95 0.40	59	92	87	98	99	3184 08/09/1961	3184 08/09/1961	1930

Tableau 9.1.A : débits de la Falémé : moyenne interannuelle et coefficient de variation du module annuel, index d'observation des volumes écoulés et débit journalier maximal

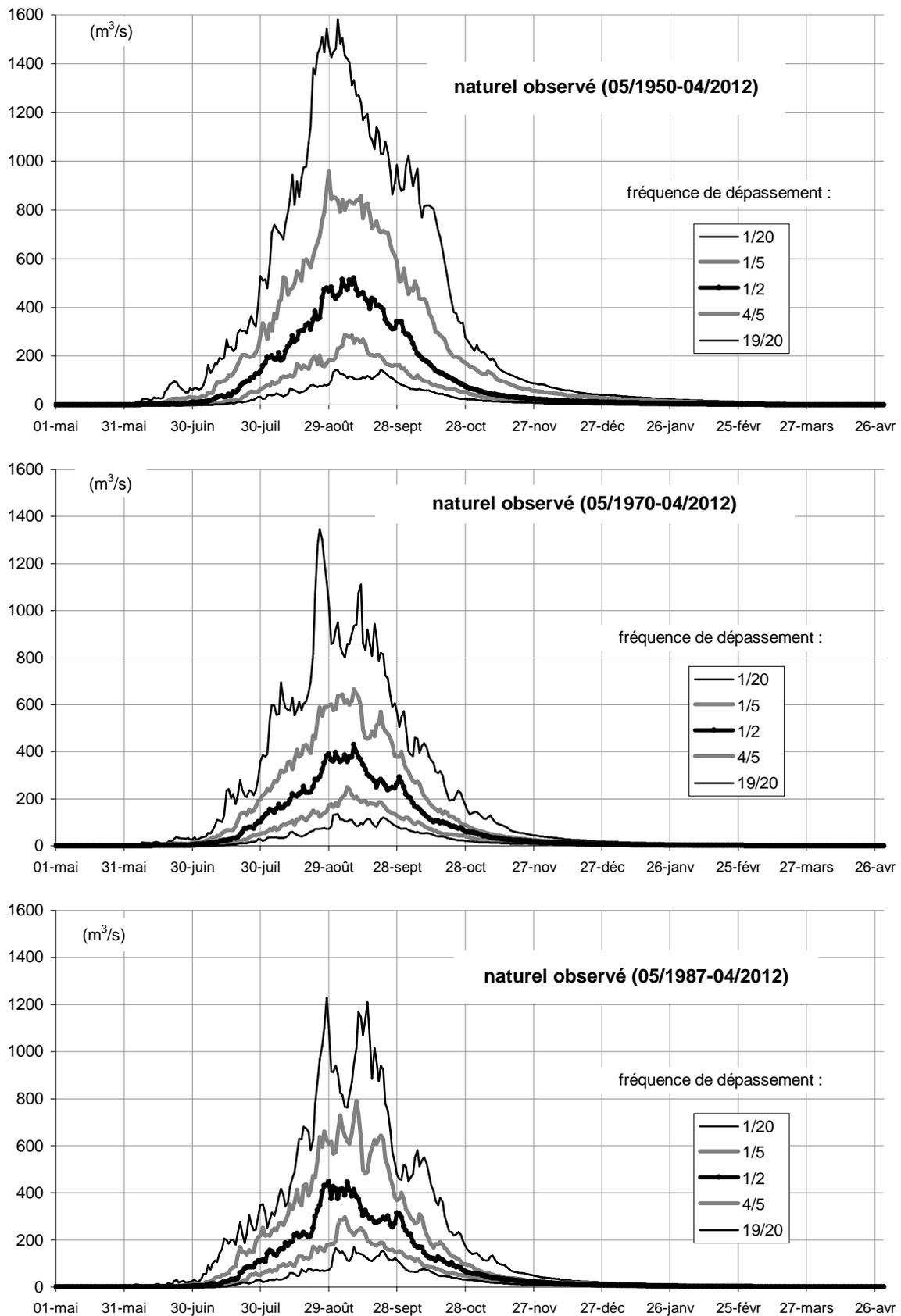


Figure 9.1.A : hydrogrammes annuels iso-fréquence de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé

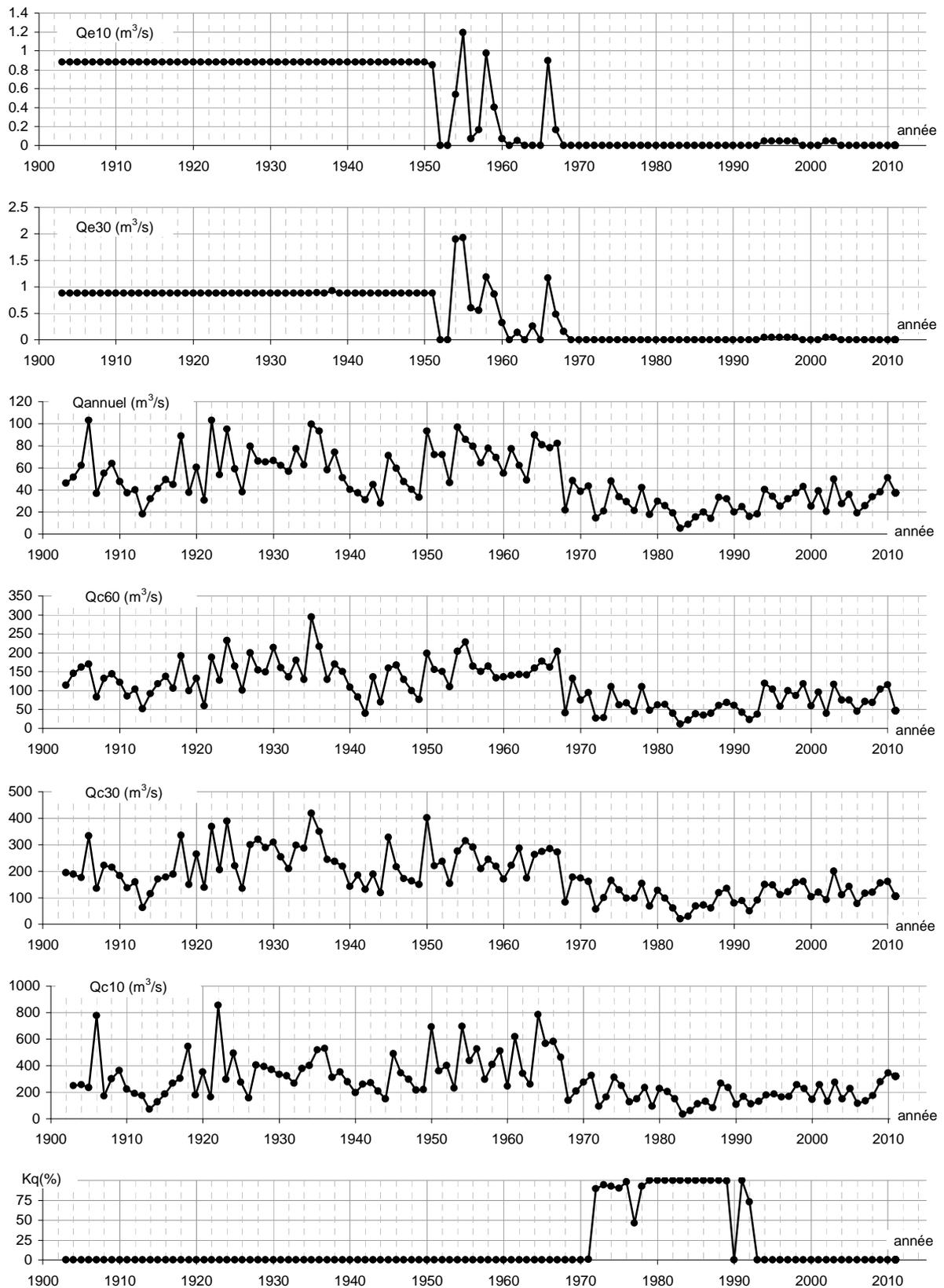


Figure 9.1.B : évolution des débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé

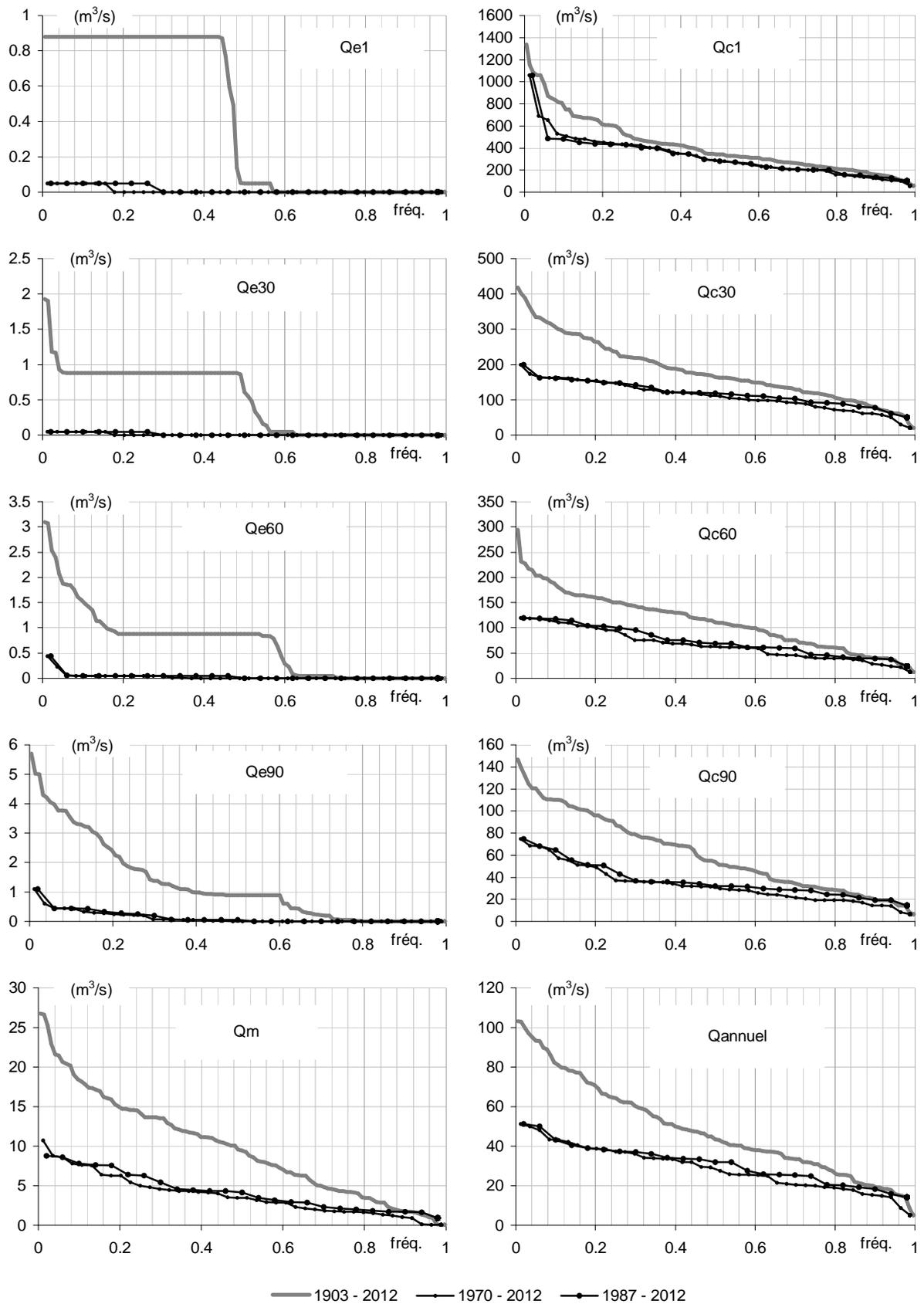


Figure 9.1.C : statistique des débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé

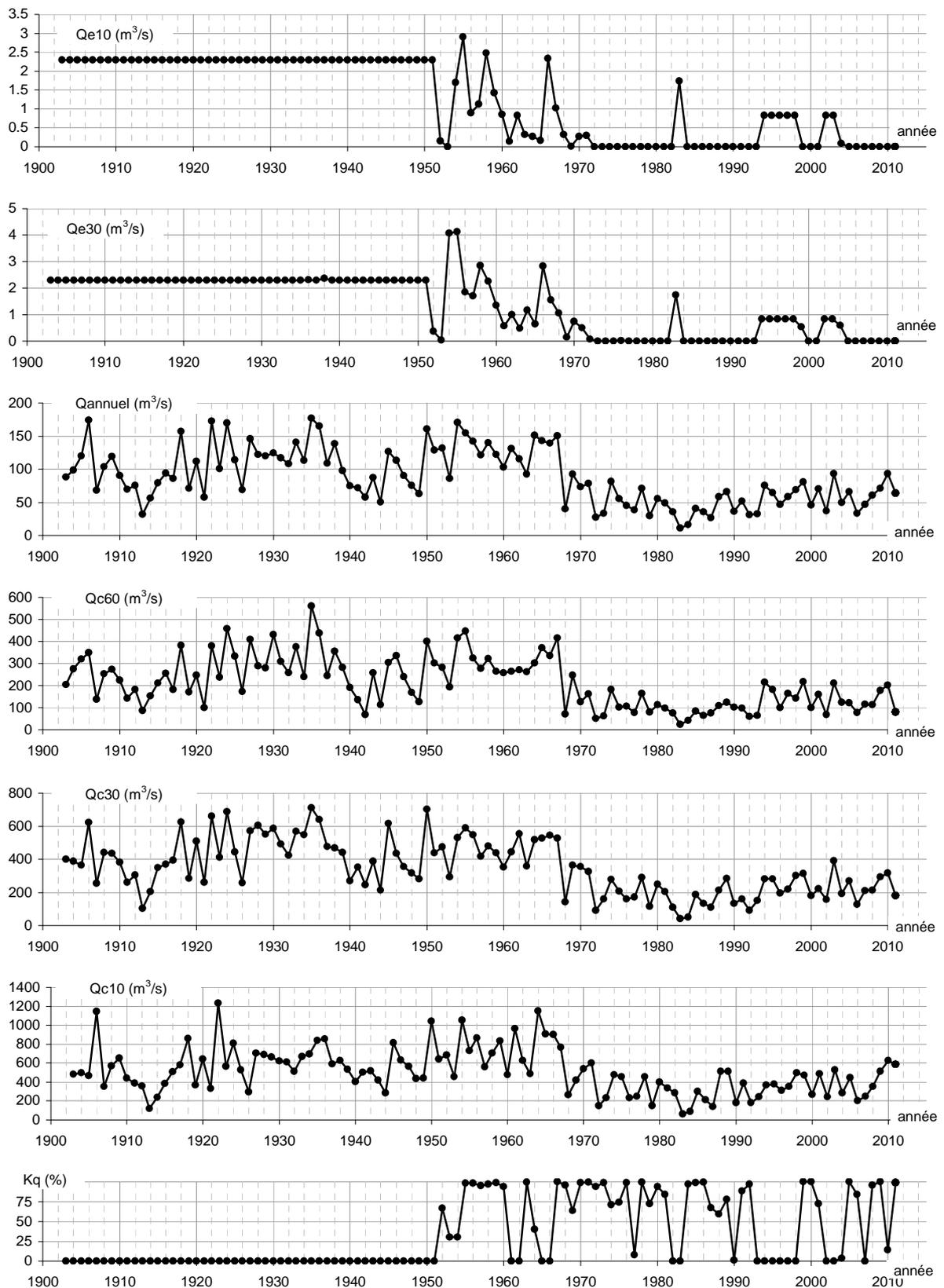


Figure 9.1.D : évolution des débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé

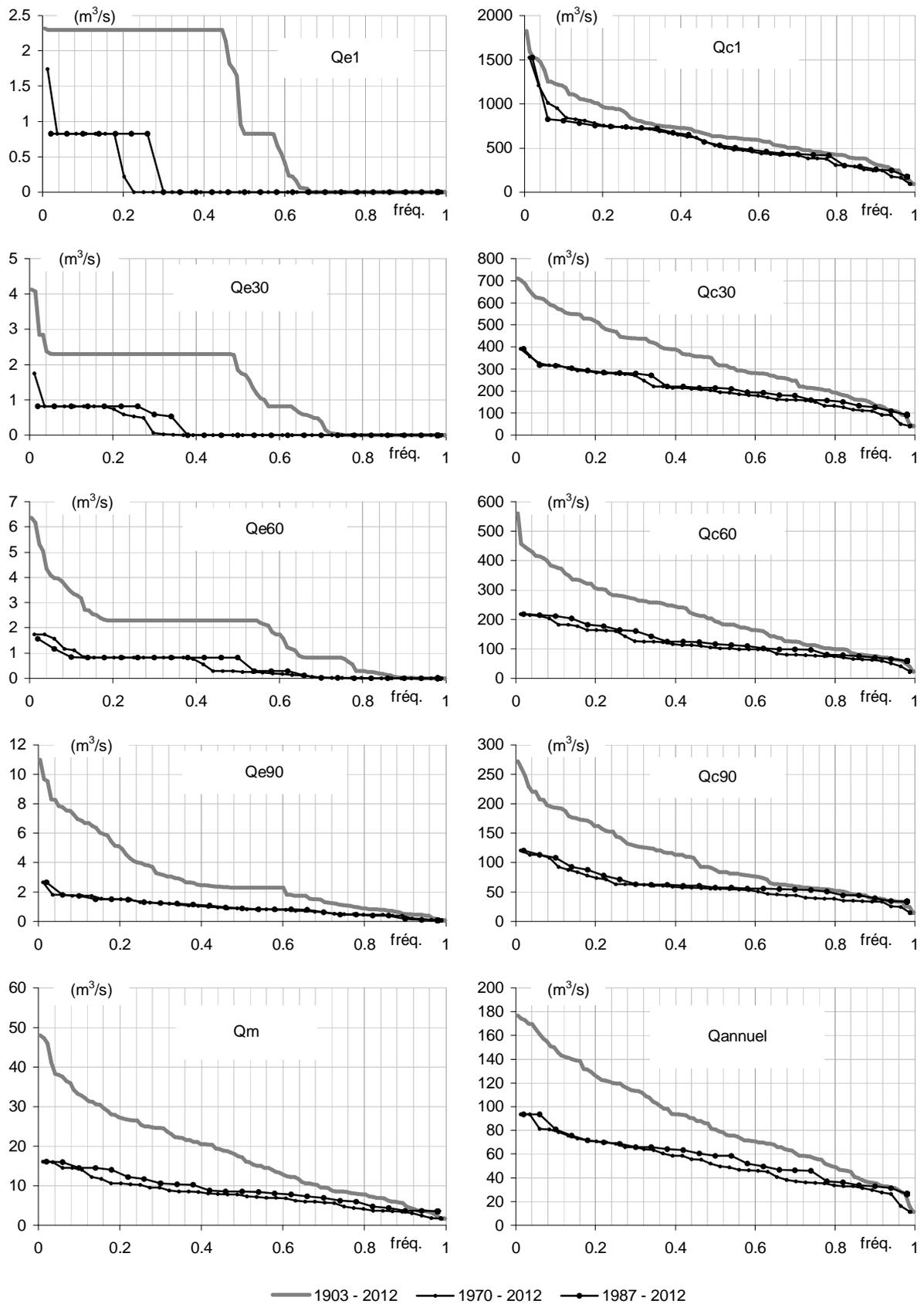


Figure 9.1.E : statistique des débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé

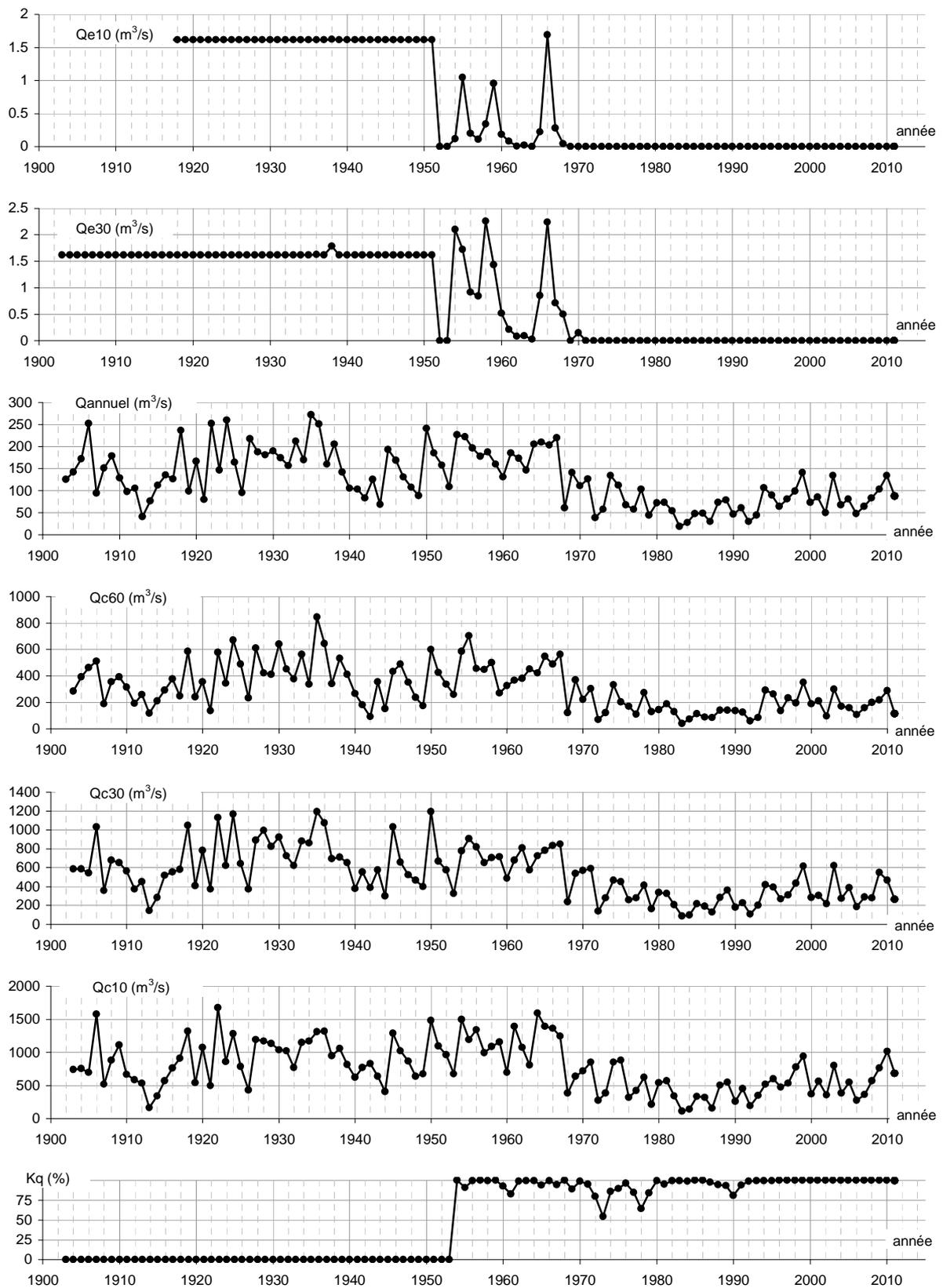


Figure 9.1.F : évolution des débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé

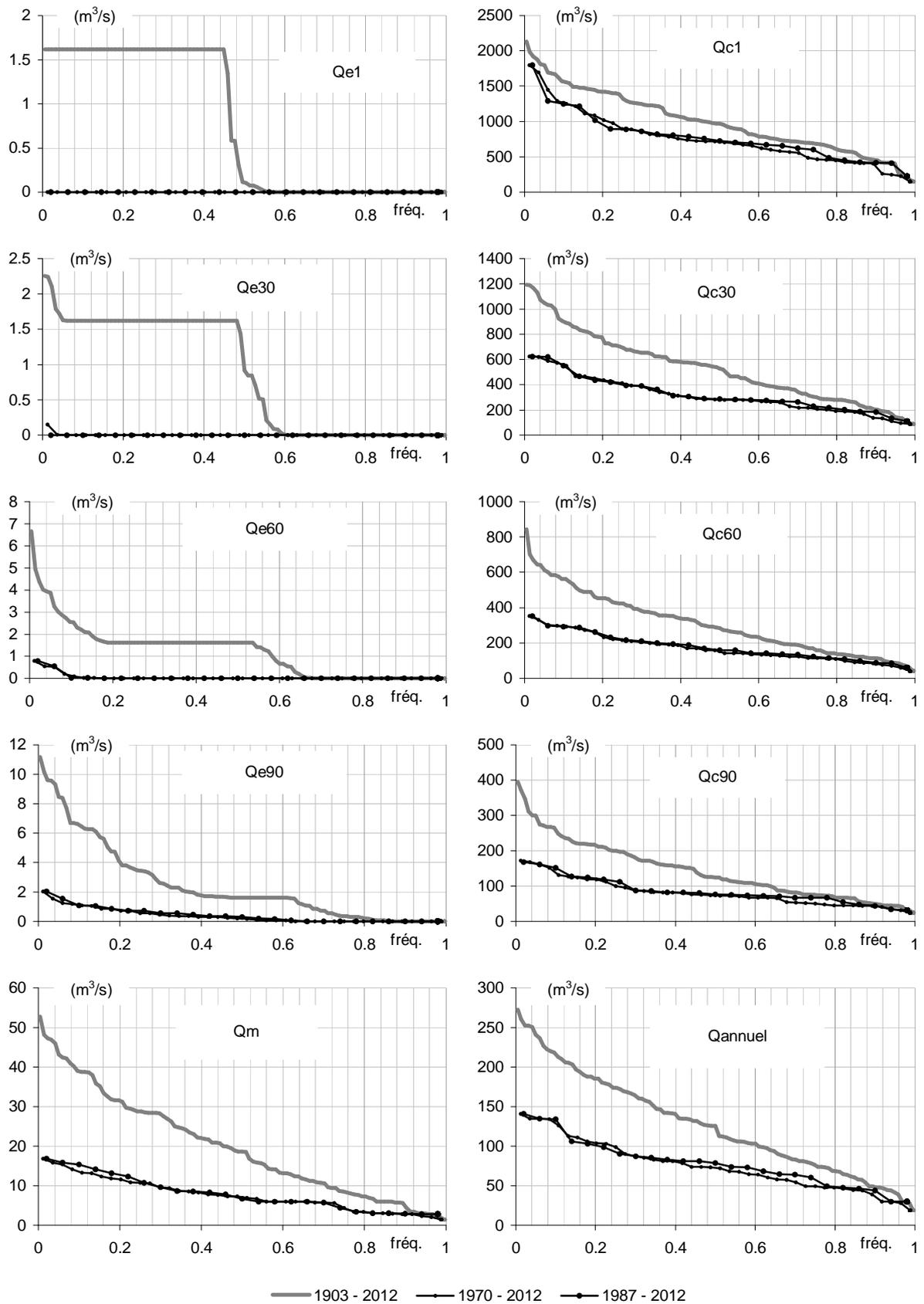


Figure 9.1.G : statistique des débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé

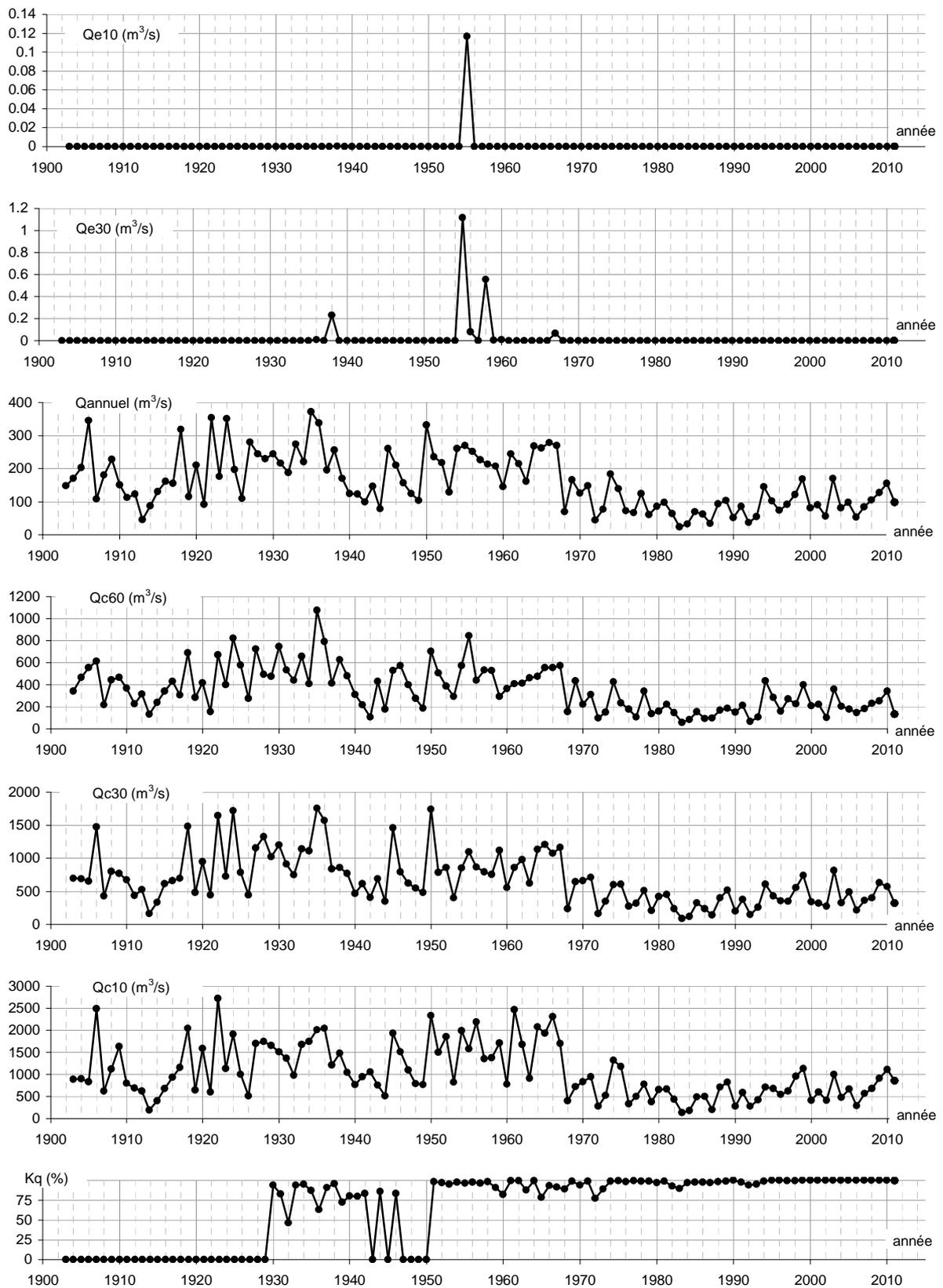


Figure 9.1.H: évolution des débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé

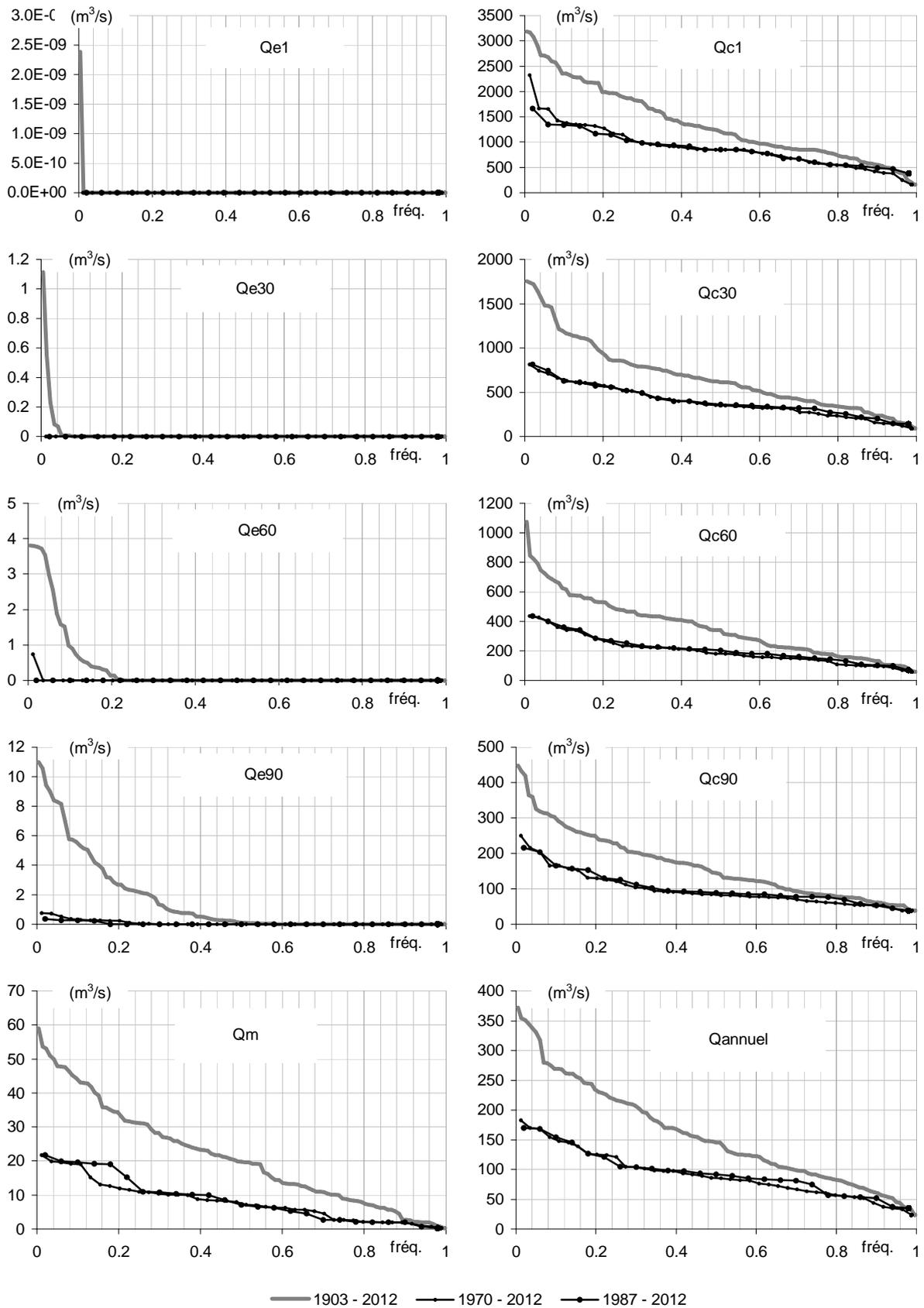


Figure 9.1.I: statistique des débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	1	1	1	1	2	2	3	5	9	15	27	47	78	143	257	408	502	814	983	1182	1225	103
50	0.020	1	1	1	1	1	1	3	5	9	15	26	41	73	134	229	392	465	781	932	1082	1103	101
30	0.033	1	1	1	1	1	1	2	4	9	14	23	38	73	124	216	366	441	695	901	1039	1059	97
20	0.050	1	1	1	1	1	1	2	4	8	14	21	38	71	121	204	336	416	622	783	911	981	94
10	0.100	1	1	1	1	1	1	2	3	7	12	18	32	64	110	185	305	335	524	643	741	784	82
5	0.200	1	1	1	1	1	1	1	2	5	9	15	25	50	96	160	265	314	388	525	604	615	70
4	0.250	1	1	1	1	1	1	1	2	4	8	14	23	44	88	150	237	289	352	432	498	542	64
3	0.333	1	1	1	1	1	1	1	1	3	7	12	21	38	76	137	211	241	311	360	430	452	57
2	0.500	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4	9	16	28	54	111	165	193	256	306	325	341	43
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	11	18	36	82	136	161	194	224	267	273	36
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	14	31	66	119	140	168	196	227	232	31
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	7	13	29	60	107	121	151	183	202	210	26
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	10	20	40	79	97	127	138	154	158	19
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	17	35	61	75	94	118	126	128	16
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	14	27	58	67	83	94	99	106	15
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	12	23	44	56	68	73	91	94	12
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	18	26	32	48	56	69	70	7

Tableau 9.1.B : statistique des débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	18	40	71	119	185	262	334	557	778	856	50
30	0.033	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	9	18	37	69	119	176	245	327	518	694	727	50
20	0.050	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	9	18	36	69	118	168	224	321	501	645	667	49
15	0.067	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8	16	33	67	117	164	213	316	469	582	615	47
10	0.100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	14	27	59	112	162	200	288	383	473	514	43
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	12	20	49	100	154	190	258	350	427	452	39
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	18	37	95	148	171	249	315	413	434	37
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	9	17	36	76	128	160	226	296	364	400	34
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	13	31	63	111	126	168	220	271	283	28
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	11	23	46	95	116	138	175	201	210	21
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	10	19	41	80	98	128	143	183	201	20
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	9	19	40	72	88	113	136	150	155	19
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	14	28	60	73	93	114	122	124	15
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	14	24	52	67	84	96	101	108	14
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	12	23	42	55	73	83	97	103	12
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	21	29	35	57	67	93	97	8
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	18	26	32	47	55	79	82	7

Tableau 9.1.C : statistique des débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	2	2	2	3	3	4	6	10	17	28	48	78	128	266	500	705	816	1186	1411	1626	1686	175
50	0.020	2	2	2	2	3	3	6	10	16	27	46	70	120	252	450	691	775	1148	1338	1505	1546	173
30	0.033	2	2	2	2	3	3	5	8	16	26	41	65	117	228	437	658	748	1051	1281	1454	1502	170
20	0.050	2	2	2	2	2	2	4	8	15	25	38	65	113	220	417	625	712	970	1151	1310	1386	166
10	0.100	2	2	2	2	2	2	3	7	13	22	33	57	109	193	379	581	617	848	989	1097	1197	148
5	0.200	2	2	2	2	2	2	2	5	10	17	27	44	84	163	307	515	593	679	846	948	969	126
4	0.250	2	2	2	2	2	2	2	4	8	15	26	42	76	146	282	470	552	636	738	821	924	120
3	0.333	2	2	2	2	2	2	2	3	7	12	22	39	66	125	258	426	476	581	645	728	762	108
2	0.500	1	1	1	1	2	2	2	2	4	9	17	29	48	87	193	326	388	490	577	612	632	81
3	0.667	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	11	21	33	62	134	260	316	390	445	505	516	66
4	0.750	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	9	15	28	56	112	212	258	348	390	447	457	56
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	14	25	52	99	193	232	289	365	409	422	49
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	9	19	39	75	137	170	233	264	285	312	35
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	14	34	63	109	123	152	212	239	248	31
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	12	33	59	94	111	141	153	175	184	28
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	4	9	25	48	79	93	109	122	150	151	23
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	7	20	34	47	57	77	100	114	116	14

Tableau 9.1.D : statistique des débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	1	1	1	1	1	1	2	2	5	8	16	32	70	117	216	373	510	613	845	1158	1351	94
30	0.033	1	1	1	1	1	1	2	2	4	8	16	31	65	114	215	360	482	604	835	1063	1239	93
20	0.050	1	1	1	1	1	1	2	2	4	7	15	28	55	113	213	338	430	591	826	998	1089	86
15	0.067	1	1	1	1	1	1	1	2	4	7	15	25	49	112	209	323	400	570	788	919	993	81
10	0.100	1	1	1	1	1	1	1	2	3	7	14	24	46	97	189	315	390	532	683	792	875	79
5	0.200	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	11	21	36	74	164	285	330	501	604	728	759	71
4	0.250	0	0	0	0	0	1	1	1	3	5	10	19	32	64	161	281	325	479	587	713	738	69
3	0.333	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	9	16	30	61	124	235	308	450	560	645	704	64
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	13	25	55	104	200	242	344	403	503	516	51
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	6	12	21	45	82	160	208	249	333	403	420	39
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	9	19	39	77	152	180	234	278	357	383	36
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	9	16	38	74	132	160	209	259	284	305	34
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	6	12	34	61	104	123	151	196	225	247	29
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	10	28	54	92	112	142	153	177	196	27
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	4	9	25	47	75	89	119	141	168	169	22
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	7	23	39	50	60	86	117	153	155	16
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	7	20	33	47	56	76	98	130	132	14

Tableau 9.1.E : statistique des débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	2	2	2	2	2	2	6	11	19	30	50	93	181	381	761	1192	1291	1626	1761	1983	2044	265
50	0.020	2	2	2	2	2	2	5	10	18	30	48	87	165	355	680	1173	1259	1584	1716	1904	1938	255
30	0.033	2	2	2	2	2	2	4	10	17	29	47	84	159	310	643	1123	1234	1494	1703	1856	1867	252
20	0.050	2	2	2	2	2	2	4	8	16	27	43	82	151	299	613	1048	1201	1399	1603	1791	1800	242
10	0.100	2	2	2	2	2	2	3	7	14	23	39	71	133	258	563	902	1026	1315	1463	1557	1564	216
5	0.200	2	2	2	2	2	2	2	4	10	18	31	56	106	216	453	762	931	1126	1311	1402	1420	185
4	0.250	2	2	2	2	2	2	2	3	8	16	29	52	96	200	423	696	838	1061	1221	1297	1336	174
3	0.333	2	2	2	2	2	2	2	2	6	13	25	46	85	172	369	626	741	1094	1195	1224	156	
2	0.500	0	0	0	0	0	1	2	2	4	8	19	33	62	124	284	526	595	741	839	931	968	125
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	11	22	41	87	195	372	455	557	620	706	732	88
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8	17	32	75	159	299	369	502	580	653	680	76
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	14	28	68	138	279	341	410	526	583	604	68
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	21	49	113	205	254	325	378	416	453	48
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	17	44	86	143	165	217	308	368	397	41
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	15	42	76	133	143	167	181	214	248	31
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	14	33	68	105	130	150	170	197	210	29
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	12	29	52	93	109	129	155	166	168	24

Tableau 9.1.F : statistique des débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	16	34	88	170	341	620	780	971	1541	1727	1742	138
30	0.033	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	16	31	77	169	334	619	746	945	1536	1687	1706	135
20	0.050	0	0	0	0	0	0	1	1	3	7	16	29	67	164	314	601	712	905	1360	1525	1549	135
15	0.067	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	15	28	61	158	301	584	694	874	1230	1379	1402	135
10	0.100	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	14	27	57	137	295	556	661	850	1130	1240	1263	129
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	12	23	47	118	236	438	517	726	858	938	1027	104
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	11	21	40	100	217	415	464	620	772	879	897	99
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	9	17	38	85	197	352	450	563	669	782	813	84
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	14	29	73	151	281	355	488	588	688	708	72
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	12	24	60	127	244	296	357	481	549	574	58
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	10	21	50	113	208	257	333	379	438	463	49
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	9	20	45	107	190	239	312	353	415	449	47
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	16	43	82	137	159	210	288	333	361	36
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	14	36	73	117	138	166	191	219	250	30
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	14	33	67	104	129	149	172	209	237	29
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	13	31	58	95	114	138	166	201	216	27
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	12	29	51	93	108	128	154	181	191	24

Tableau 9.1.G : statistique des débits de la Falémé à Gourbassy, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)			
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue										
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1		
100	0.010	0	0	0	0	0	1	4	11	19	34	56	104	210	439	939	1745	1988	2587	2921	3144	3171	362	
50	0.020	0	0	0	0	0	0	4	10	18	33	53	98	189	424	830	1725	1879	2475	2855	3071	3108	352	
30	0.033	0	0	0	0	0	0	4	9	18	32	51	95	178	365	786	1636	1825	2327	2622	2866	2879	344	
20	0.050	0	0	0	0	0	0	3	8	17	29	48	87	174	327	725	1485	1810	2194	2508	2661	2711	332	
10	0.100	0	0	0	0	0	0	1	5	14	25	44	77	148	298	622	1186	1554	1969	2168	2311	2350	269	
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	3	8	16	34	63	115	247	530	936	1255	1672	1854	1972	1991	234	
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	2	7	15	31	59	111	228	475	852	1090	1511	1792	1855	1890	217	
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	1	5	13	26	51	92	194	433	768	901	1157	1495	1604	1622	189	
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	20	38	73	145	340	614	725	885	1065	1165	1209	146	
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	12	28	49	102	223	441	566	680	764	845	880	104
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	20	42	85	185	372	462	597	695	794	839	91	
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	17	36	78	162	341	416	513	622	681	734	83	
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	29	62	132	236	314	401	449	494	553	61	
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	22	54	99	164	196	280	354	384	417	46	
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	20	53	96	147	173	213	249	361	381	38	
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	16	43	80	136	147	183	195	213	236	34	
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	14	38	64	109	125	157	172	186	188	29	

Tableau 9.1.H : statistique des débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	21	41	100	231	431	775	917	1242	1782	1921	1961	176
30	0.033	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	20	40	93	220	427	749	903	1189	1593	1711	1730	171
20	0.050	0	0	0	0	0	0	0	1	4	9	20	39	83	209	411	723	867	1149	1511	1636	1656	169
15	0.067	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	19	38	77	192	389	695	833	1125	1440	1562	1582	164
10	0.100	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	19	36	69	165	347	638	763	1035	1272	1359	1389	150
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	12	29	55	130	271	574	733	858	1033	1180	1276	126
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	11	26	54	122	234	517	621	820	922	1118	1150	121
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	24	44	98	223	440	562	694	829	893	945	100
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	16	38	83	180	354	447	593	711	818	853	86
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	13	33	75	152	320	361	484	605	673	701	71
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	29	64	139	257	320	416	490	580	587	62	
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	27	60	108	232	288	369	443	485	547	57	
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	21	54	98	156	192	280	343	382	410	42	
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	17	47	89	144	160	226	261	364	383	35	
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	15	42	79	134	146	191	220	302	327	34	
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	14	39	67	118	135	169	186	210	240	32	
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	14	38	64	108	124	156	170	190	208	29	

Tableau 9.1.I : statistique des débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé de 1970 à 2012

9.2 DEBITS DU BAFING

Les résultats obtenus pour ce bassin sont présentés dans les figures et tableaux suivants :

- débits moyens mensuels et débits caractéristiques de crue et d'étiage : tableaux B-2-1 à B-2-9 de l'annexe 2B
- synthèse des écoulements moyens pour différentes périodes de référence : tableau 9.2.A
- Hydrogrammes iso-fréquence pour les stations de Balabori et Soukoutali/Manantali : figures 9.2.A et 9.2.B
- Gestion du réservoir de Manantali (évolution des débits lâchés, des débits naturels et du niveau de la superficie et du volume du réservoir) : figure 9.2.C
- évolution chronologique et analyse statistique des débits caractéristiques de crue et d'étiage : figures 9.2.D à 9.2.T et tableaux 9.2.B à 9.2.S

Sur ce bassin, le module annuel naturel présente une assez forte variation interannuelle (coefficient de variation de l'ordre de 0.30 à 0.32 sur la période 1950-2011, pour les deux stations suffisamment suivies : Daka Saidou et Bafing Makana). Il a assez fortement diminué pendant la période 1970/2011 (de l'ordre de 39%), par rapport à la période 1950-1969 (tab. 9.2.A). A Balabori comme à Soukoutali/Manantali, la crue annuelle naturelle démarre habituellement en juin et donne ses plus forts débits entre fin août et mi-septembre (fig. 9.2.A et 9.2.B). Le régime de tarissement s'installe généralement en octobre, mais des pointes de crue de moindre importance peuvent encore se produire jusqu'en novembre. De mars à mai, les débits deviennent très faibles voire nuls.

La mise en service du barrage à Manantali en 1987 a considérablement modifié le régime des débits à cette station, ainsi qu'aux stations situées à l'aval. Avec un volume emmagasiné de 8.20 km³ entre les cotes 186 et 208.05 (limite de débordement), comparable au volume moyen naturellement écoulé en une année à Soukoutali/Manantali (8.15 km³ sur la période 1987 et 2011), cet ouvrage rend possible une régularisation importante des débits.

La figure 9.2.C montre qu'une partie significative du volume naturel de crue du Bafing est ainsi stockée chaque année depuis 1987, pour être relâchée ensuite pendant l'étiage afin de satisfaire les besoins des différents usages (soutien d'étiage pour l'agriculture irriguée à l'aval; production hydroélectrique depuis 2002). Jusqu'en 2003, de forts débits sont toutefois lâchés par le barrage en période de crue, pendant des durées assez limitées. A part quelques tests matériels, ces lâchers sont destinés pour la plupart à soutenir les faibles crues, afin de permettre une inondation suffisante dans la vallée pour la réalisation de 50 000 ha de cultures de décrue. De 1991 à 2002 (sauf en 1995 et 1999), ce soutien de crue nécessite chaque année des débits lâchés supérieurs aux débits entrants dans le réservoir pendant des durées plus ou moins brèves, ce qui interrompt alors momentanément le stockage dans le réservoir avec un abaissement du niveau pouvant atteindre 3.21 m en 2000 (fig. 9.2.D). Certains forts débits sont également lâchés en période de crue lorsque le niveau dans le réservoir dépasse la cote 208.05 m, seuil à partir duquel l'ouverture progressive des vannes de surface de l'ouvrage est nécessaire pour raison de sécurité. C'est le cas en 1999, 2001 et 2003 quand le barrage, après avoir efficacement laminé la crue et ayant rempli son réservoir, ne peut plus stocker la fin de crue du Bafing. Enfin, de forts débits sont lâchés de mi-octobre 1994 à mi-janvier 1995, pour abaisser le niveau du plan d'eau et permettre ainsi des travaux d'entretien sur le parement amont de l'ouvrage.

Depuis 2004, le débit lâché par le barrage est toujours inférieur à 450 m³/s et entièrement turbiné, et aucun débit spécifique n'est lâché pour le soutien de crue. La production d'une puissance électrique importante pendant toute l'année nécessite des lâchers qui augmentent pendant l'étiage, à mesure de l'abaissement du plan d'eau et donc de la chute. Depuis 2006, cette gestion entraîne chaque année l'abaissement du plan d'eau en dessous de la cote 195 m en fin d'étiage (fig. 9.2.D).

L'impact essentiel du barrage sur le régime d'écoulement du Bafing est donc une régularisation des débits, qui se traduit par le report de volumes écoulés d'une saison sur l'autre, voire d'une année sur l'autre. En principe, ceci ne modifie pas l'écoulement du Bafing à l'échelle pluri-annuelle, mis à part l'accroissement des pertes par évaporation et le stockage net évalué sur toute la période. Sur les années hydrologiques 1987 à 2010 (période du 01/05/1987 au 30/04/2011), les valeurs moyennes de débit suivantes sont obtenues :

- Débit des pertes (évaporation) : 16.3 m³/s
- Débit stocké : 10.8 m³/s
- Débit lâché : 210.7 m³/s
- Débit des apports naturels au droit du barrage : 257.9 m³/s

La somme des débits lâché, stocké et évaporé qui devrait théoriquement être égale au débit des apports naturels au barrage présente donc un déficit de 20.1 m³/s par rapport à celui-ci. Comme il est expliqué plus haut (§ 8.2.2.4), cette anomalie pourrait s'expliquer par une sous-estimation des débits lâchés ou des pertes, ou par une surestimation des apports naturels au droit du barrage.

régime	débit moyen annuel : moyenne interannuelle (m ³ /s) et coefficient de variation						Kq : pourcentage de volume écoulé calculé à partir de débits observés					débit journalier maximal (m ³ /s) et date				
	naturel					artificiel	naturel					artif.	ensemble	observé	jaugeé	
période (années hydrol.)	1903	1950	1950	1970	1987	1987	1903	1950	1950	1970	1987	1987				
	2011	2011	1969	2011	2011	2010	2011	2011	1969	2011	2011	2010				
Bebele	78	73	95	62	65		6	11	0	19	7		657	435	402	
	0.25	0.27	0.15	0.16	0.12								19/08/1956	24/08/1991		
Salouma	16	15	19	12	13		12	23	1	40	14		189	189	100	
	0.28	0.31	0.17	0.24	0.15								19/08/1985	19/08/1985		
Sokotoro	39	36	49	30	30		19	37	9	59	46		428	347	173	
	0.28	0.31	0.14	0.20	0.17								22/08/1958	07/09/1969		
Balabori	198	183	245	154	162		8	15	5	23	15		2104	1233	1020	
	0.27	0.29	0.17	0.17	0.13								19/08/1956	25/08/1974		
Daka saidou	254	234	315	195	204		46	89	80	96	96		2881	2881	2120	
	0.28	0.30	0.17	0.18	0.14								23/08/1958	23/08/1958		
Bafing makana	300	273	375	224	235		30	59	27	84	99		2850	2560	1460	
	0.31	0.32	0.18	0.20	0.17								23/08/1958	11/09/2010		
Manantali	327	297	405	246	258	211	11	21	14	27	0	100	2976	2528	2350	
	0.30	0.31	0.17	0.20	0.16	0.33							21/08/1906	06/09/2000		
Dibia			439			229			56			13	3910	3910	3040	
			0.18			0.31							20/09/1964	20/09/1964		

Tableau 9.2.A : débits du Bafing : moyenne interannuelle et coefficient de variation du module annuel, index d'observation des volumes écoulés et débit journalier maximal

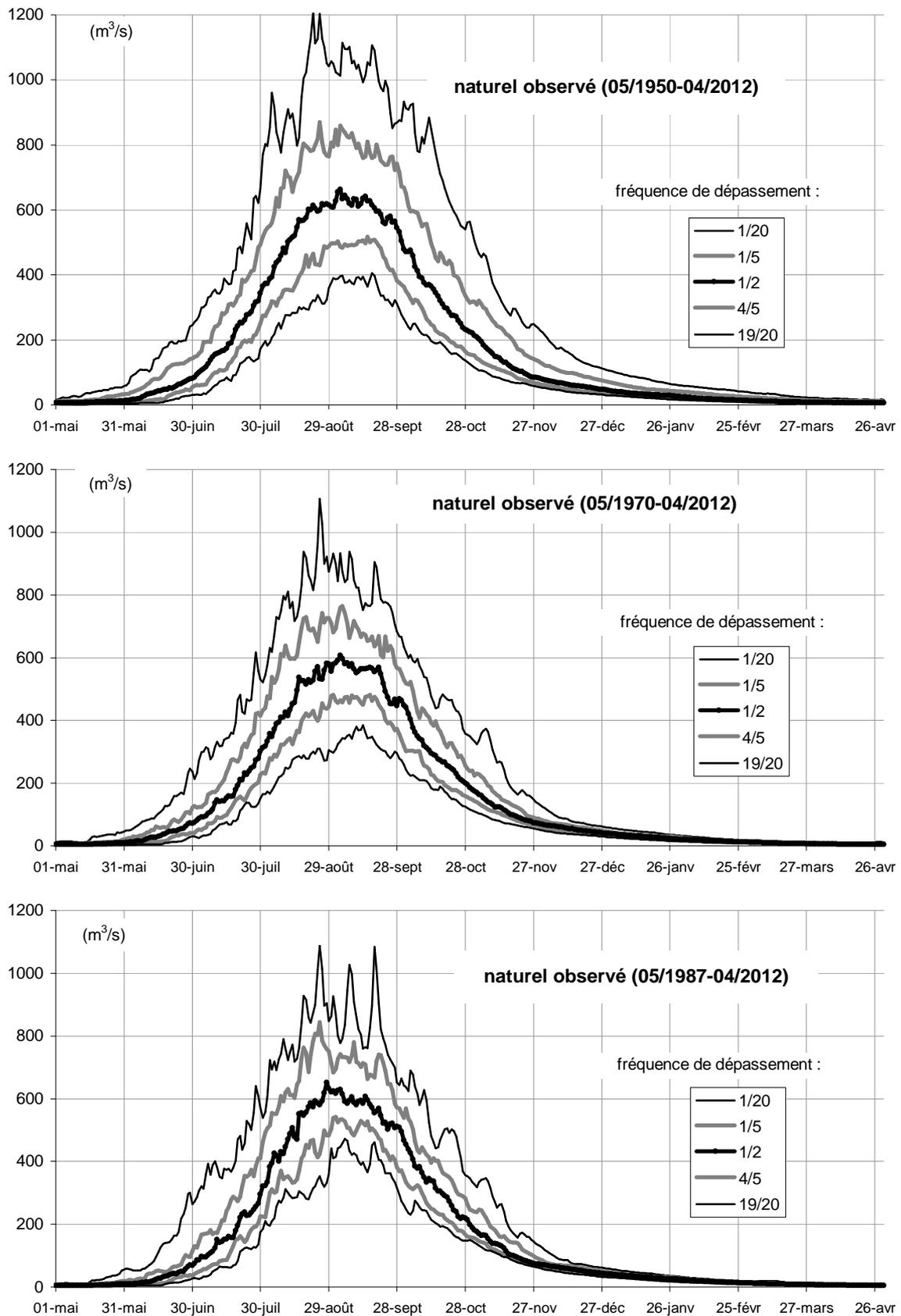


Figure 9.2.A : hydrogrammes annuels iso-fréquence du Bafing à Balabori, régime naturel observé

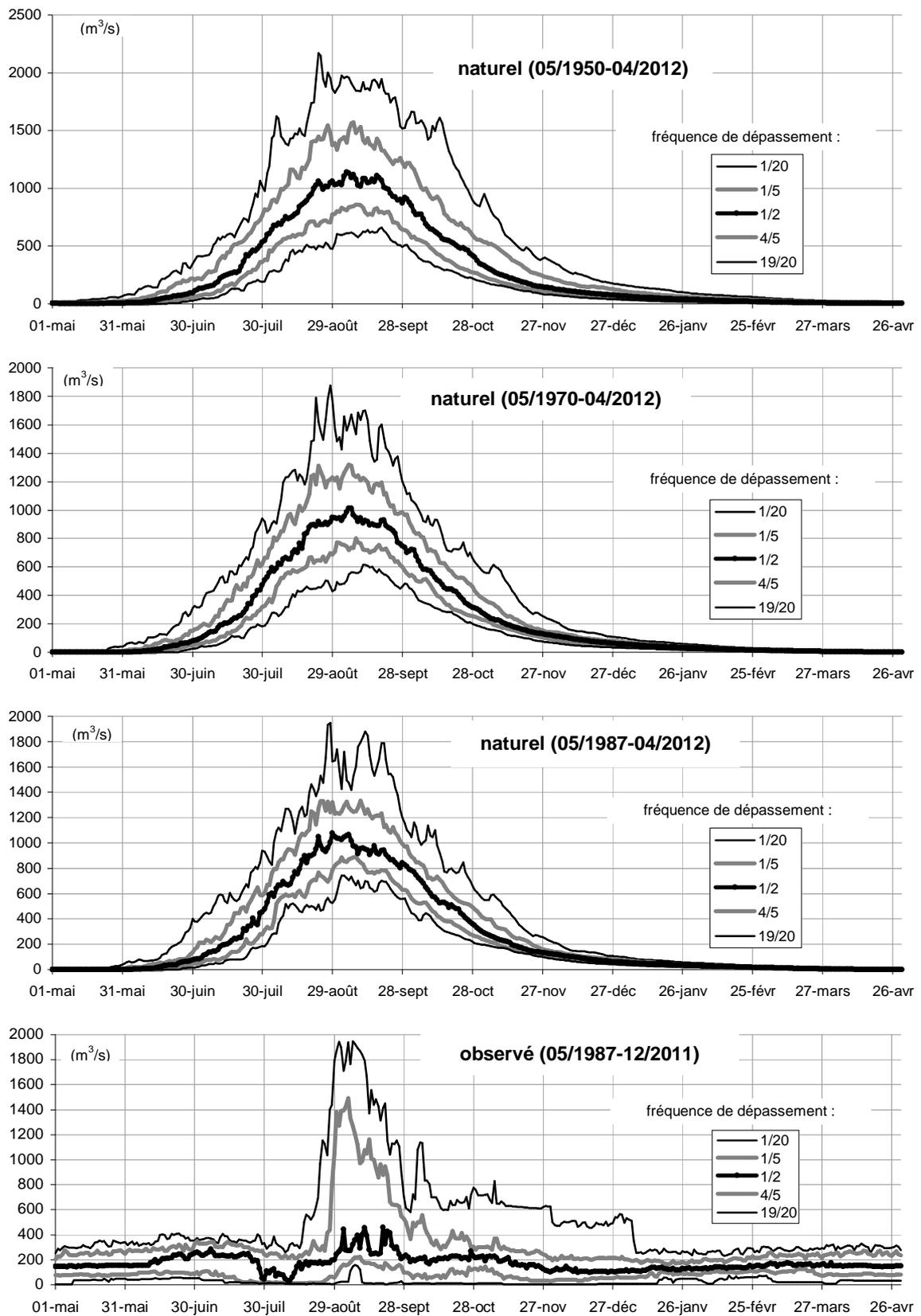


Figure 9.2.B : hydrogrammes annuels iso-fréquence du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel (observé jusque juin 1987, puis reconstitué) et régime artificiel observé

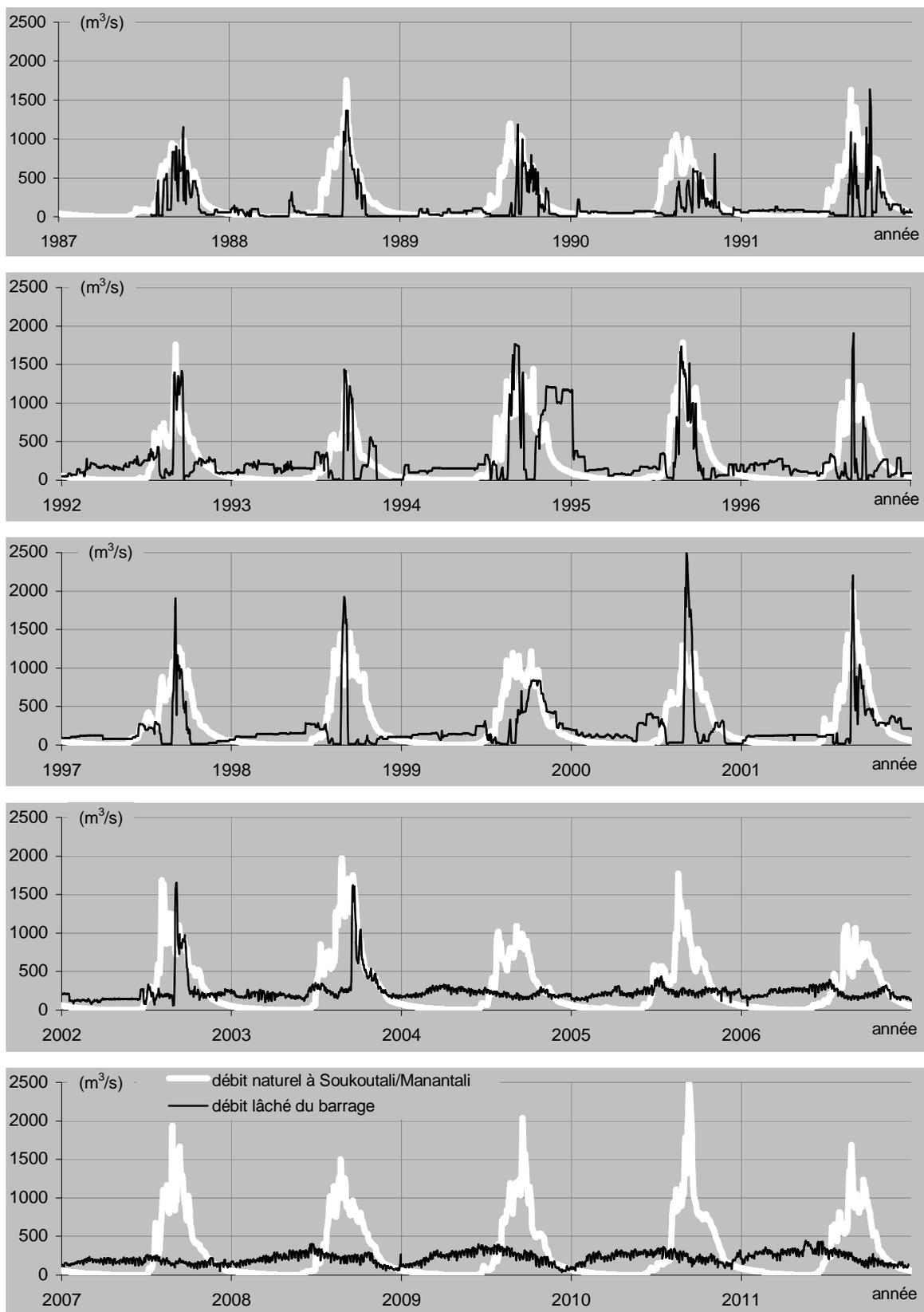


Figure 9.2.C : hydrogrammes du Bafing à Soukoutali/Manantali de 1987 à 2011. Régime naturel et régime influencé observé (débit lâché par le barrage)

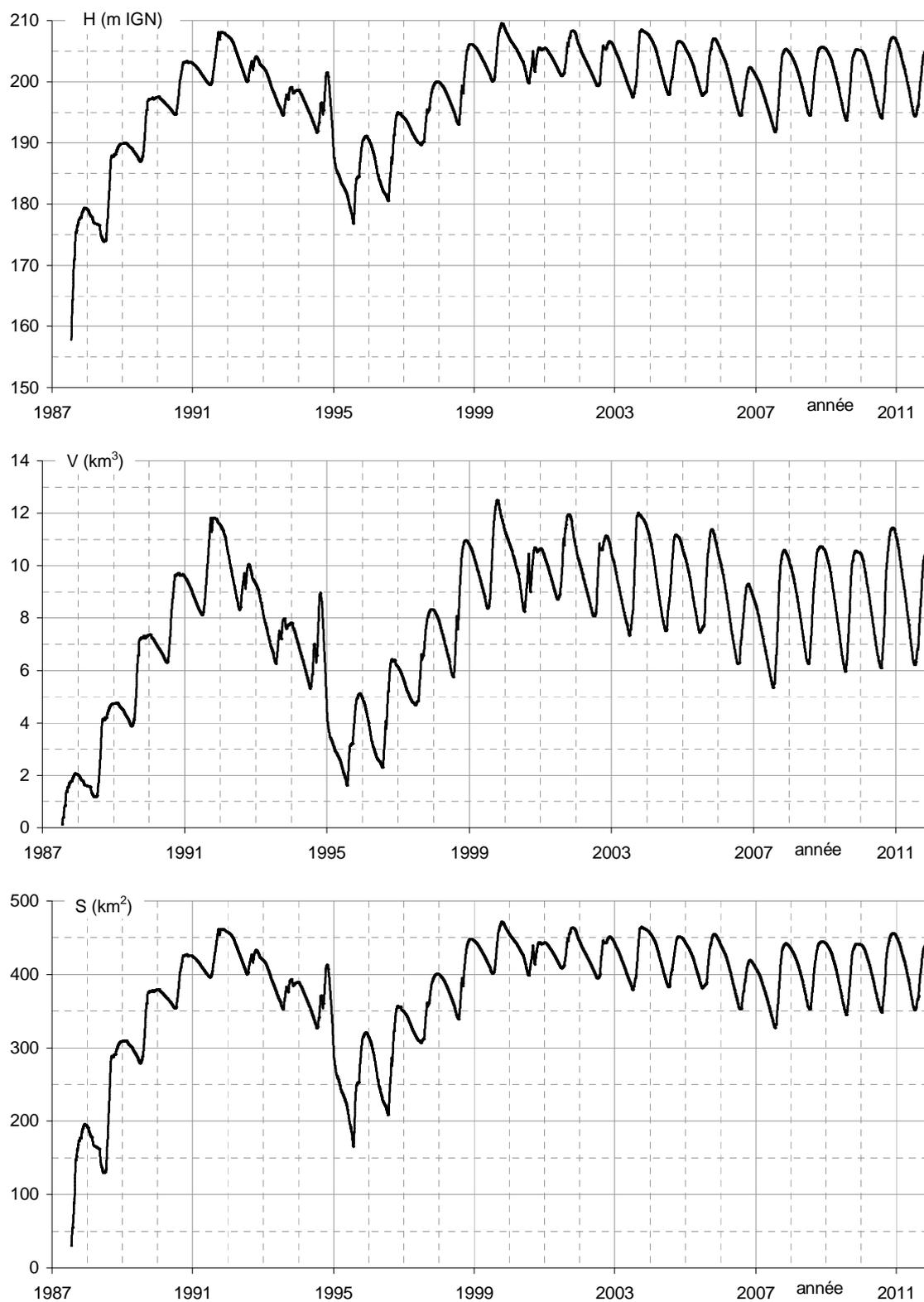


Figure 9.2.D : évolution du niveau H , du volume V et de la superficie S du plan d'eau dans le réservoir de Manantali depuis 1987

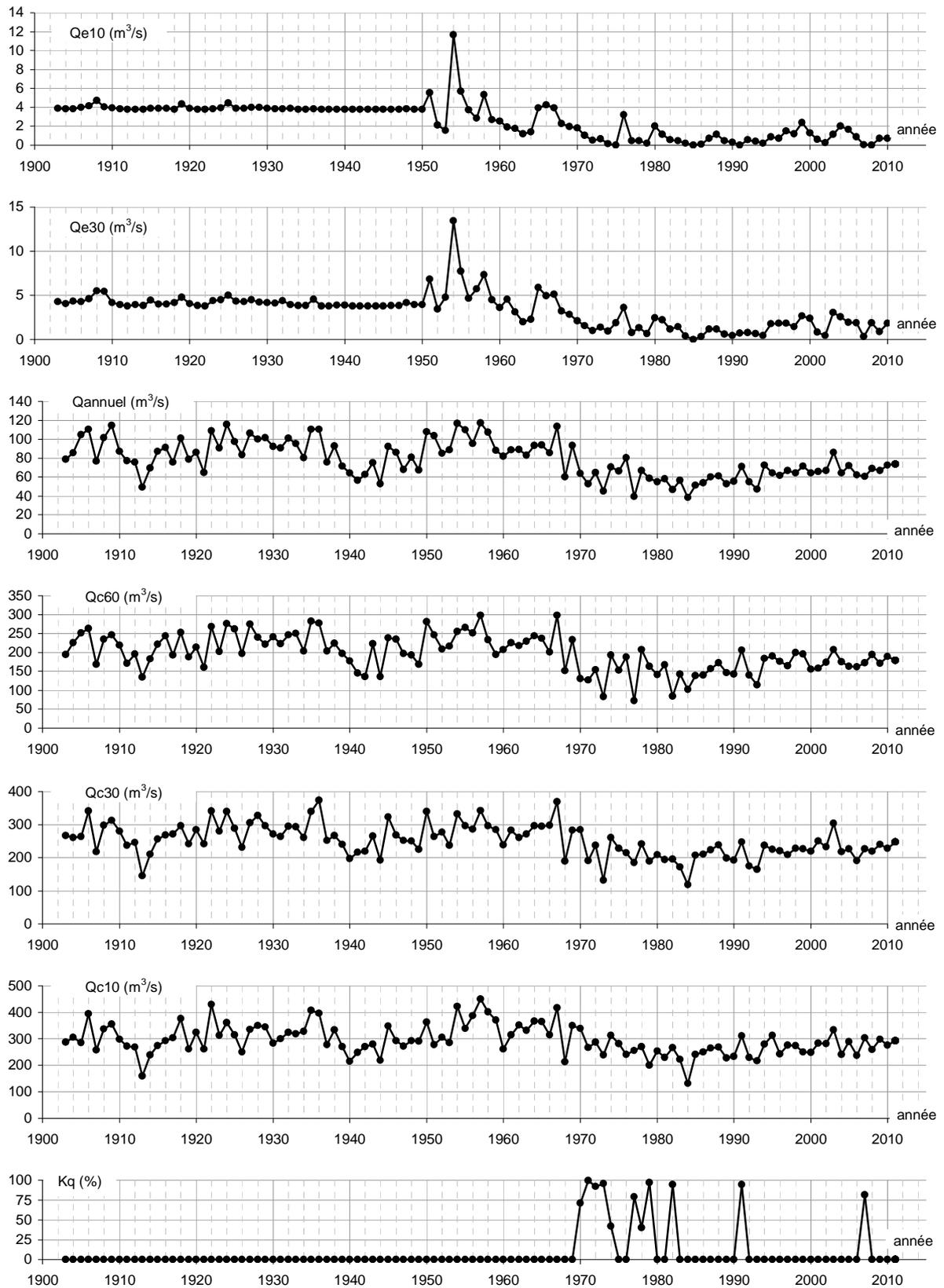


Figure 9.2.E : évolution des débits du Téné à Bebele, régime naturel observé

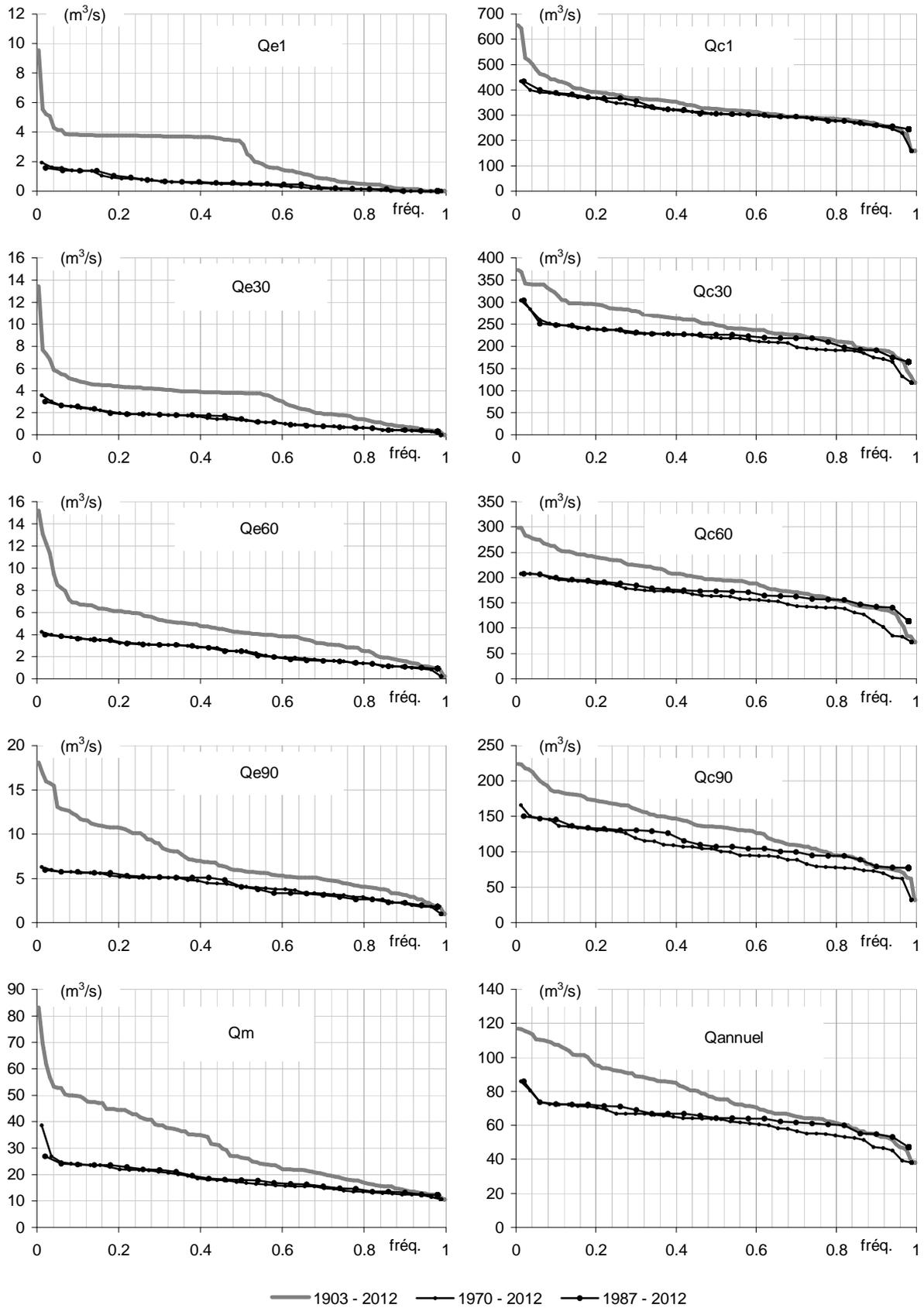


Figure 9.2.F : statistique des débits du Téné à Bebele, régime naturel observé

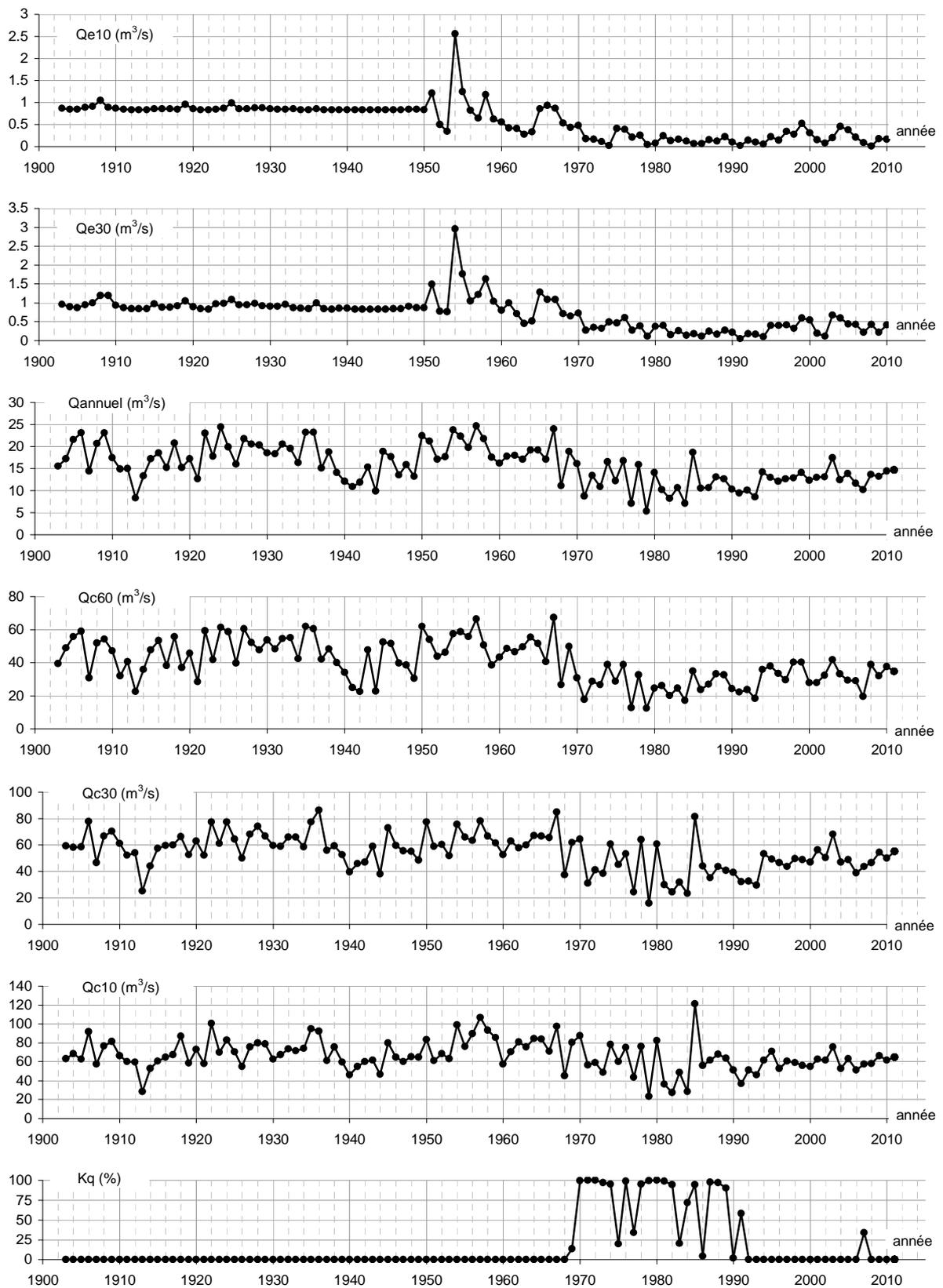


Figure 9.2.G : évolution des débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé

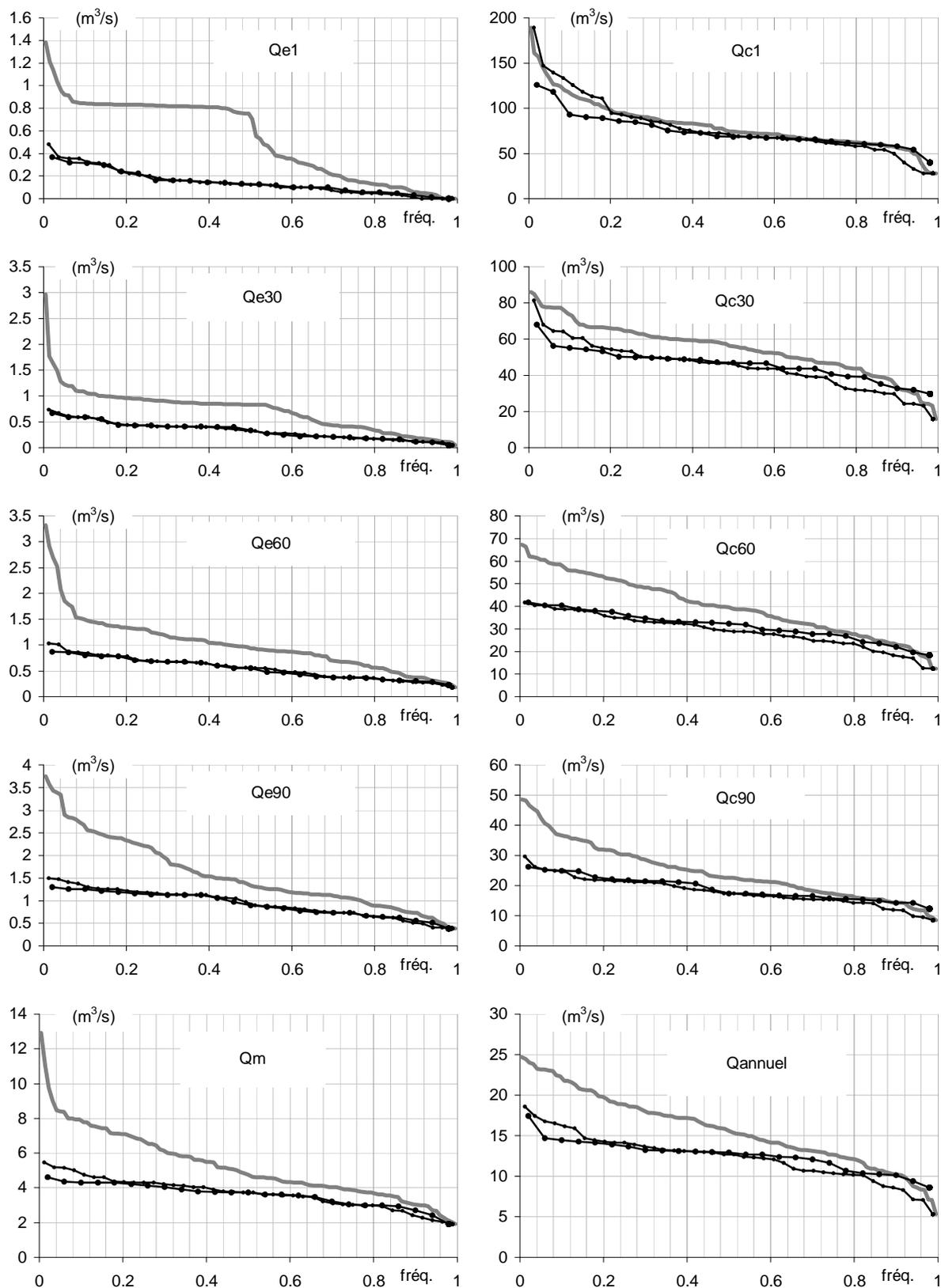


Figure 9.2.H : statistique des débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé

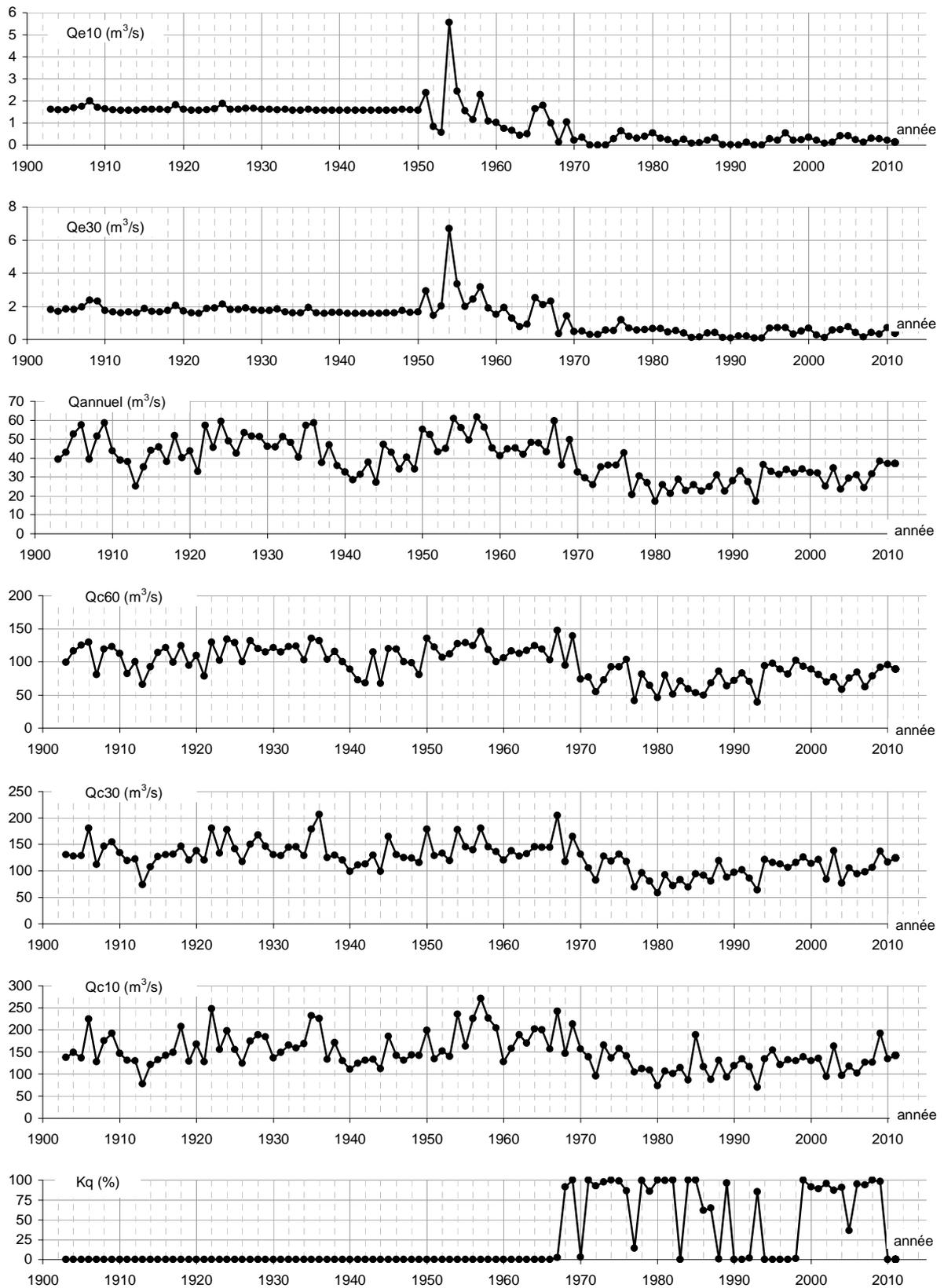


Figure 9.2.1 : évolution des débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé

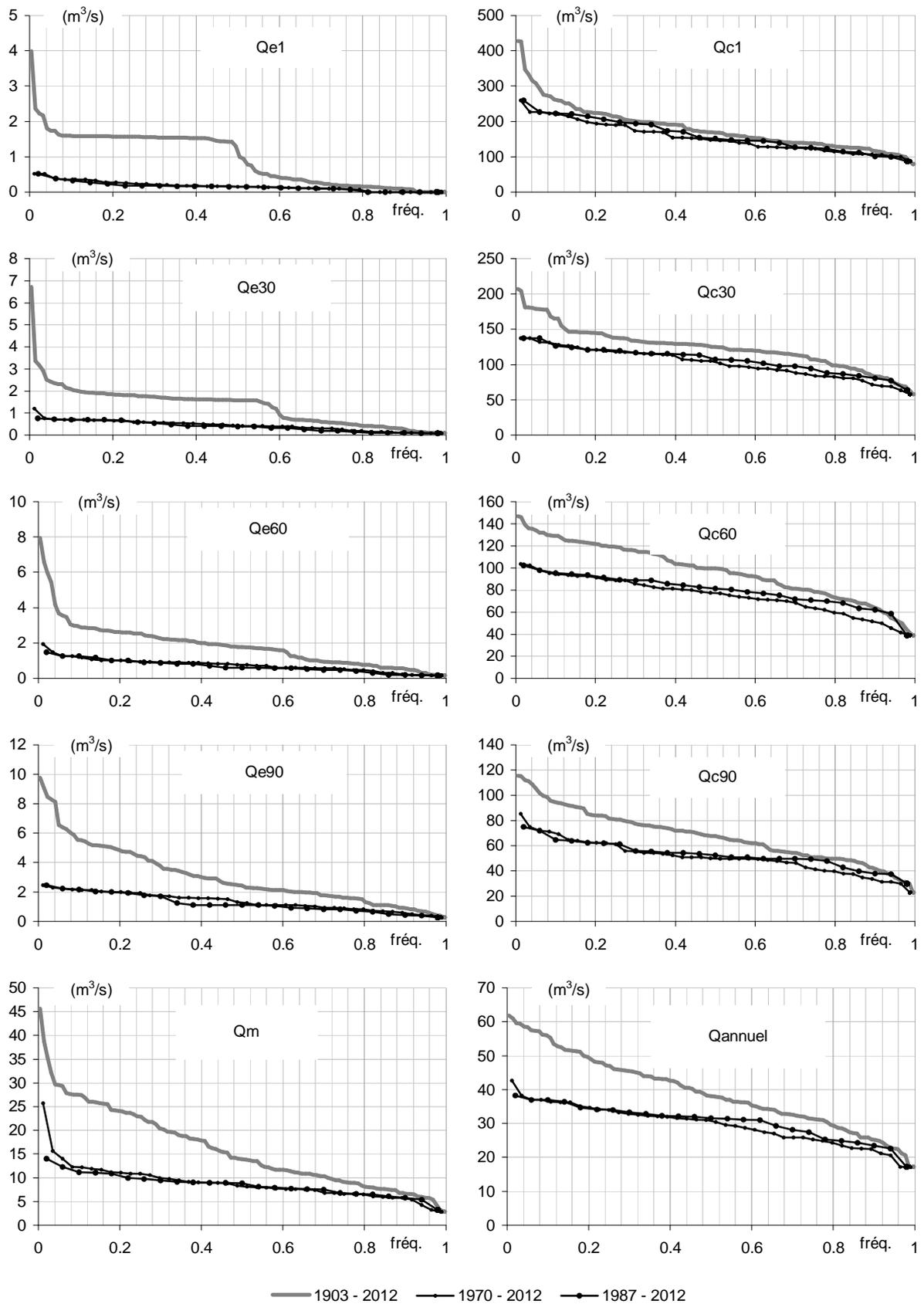


Figure 9.2.J : statistique des débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé

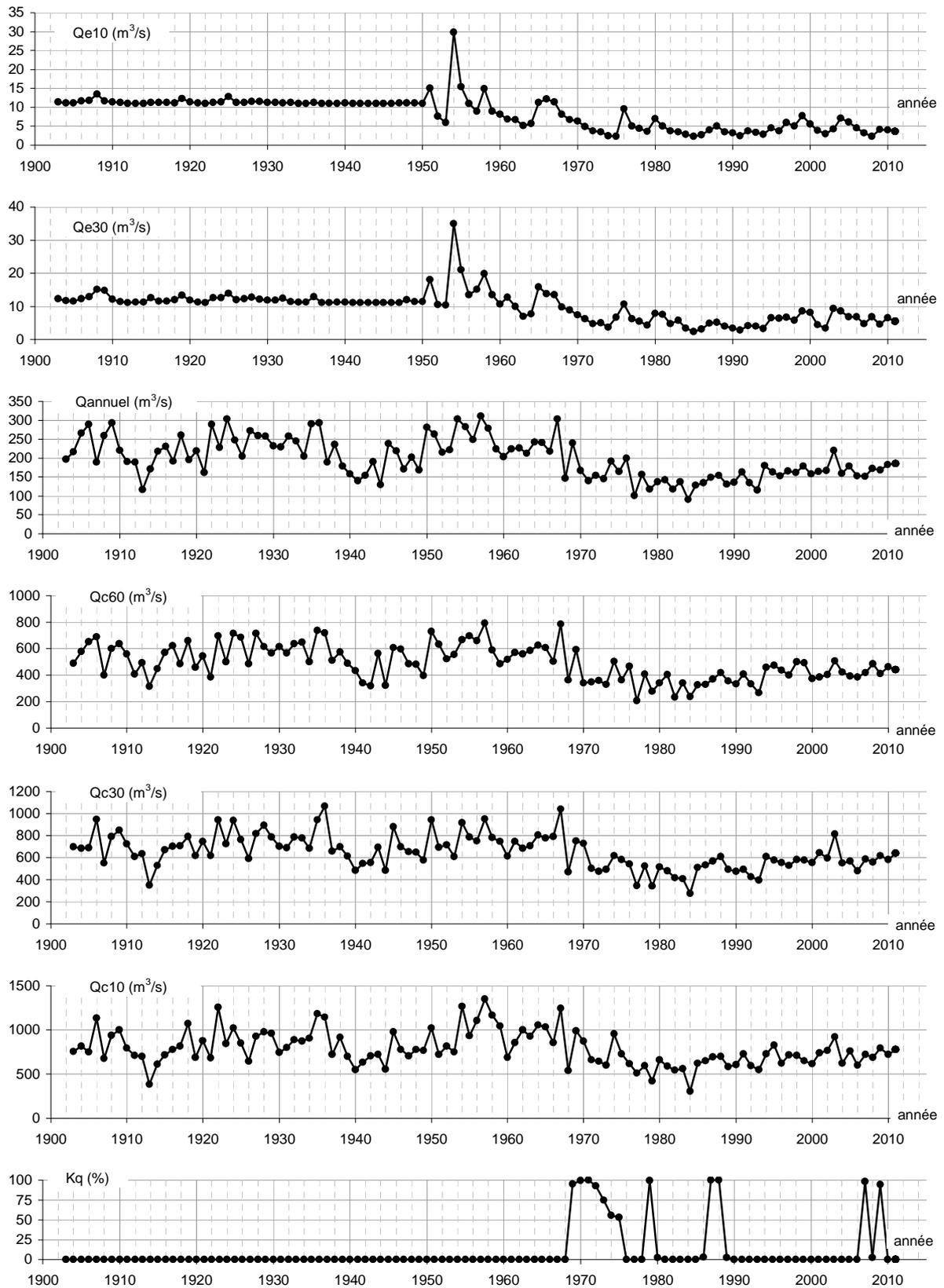


Figure 9.2.K : évolution des débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé

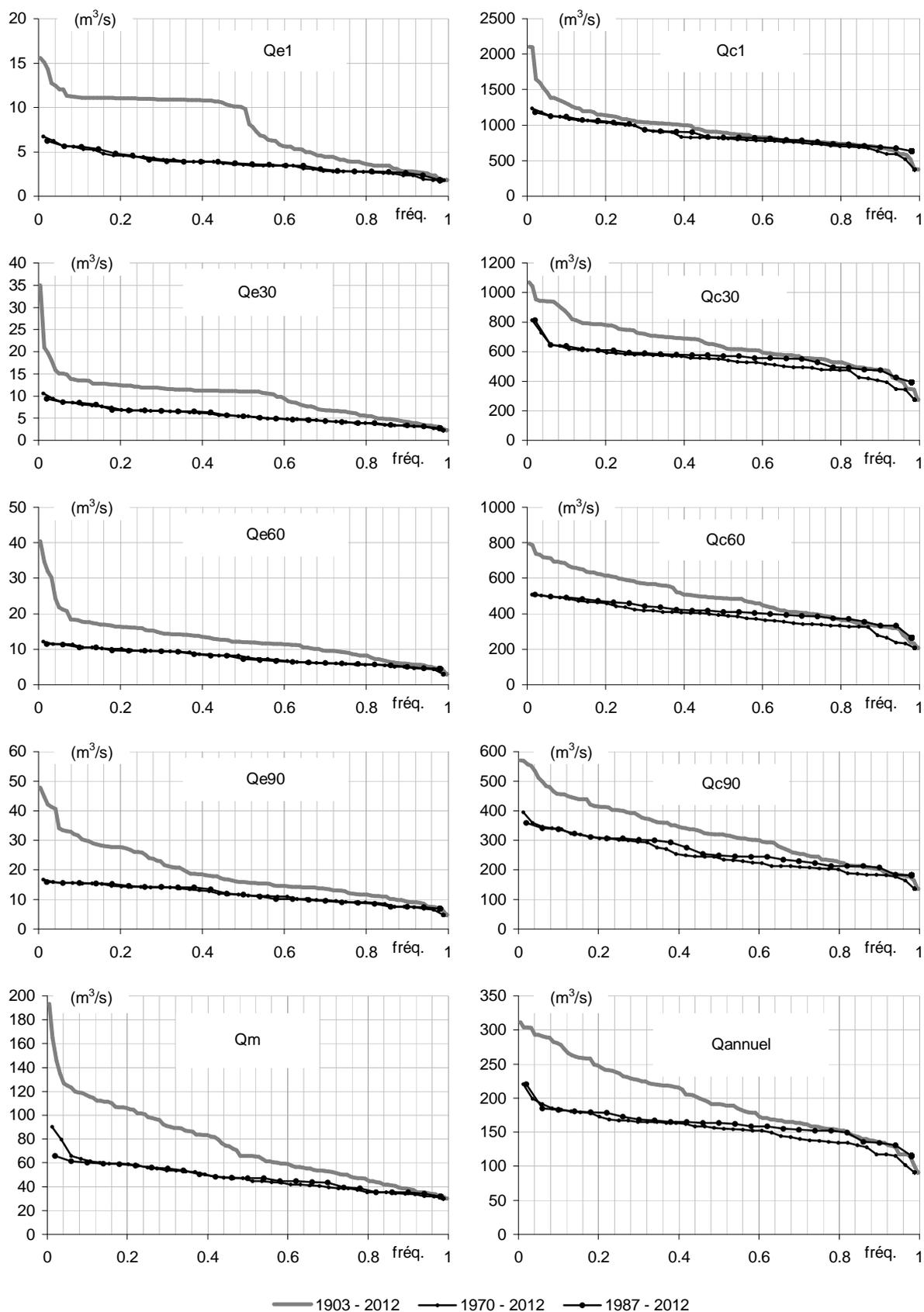


Figure 9.2.L: statistique des débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé

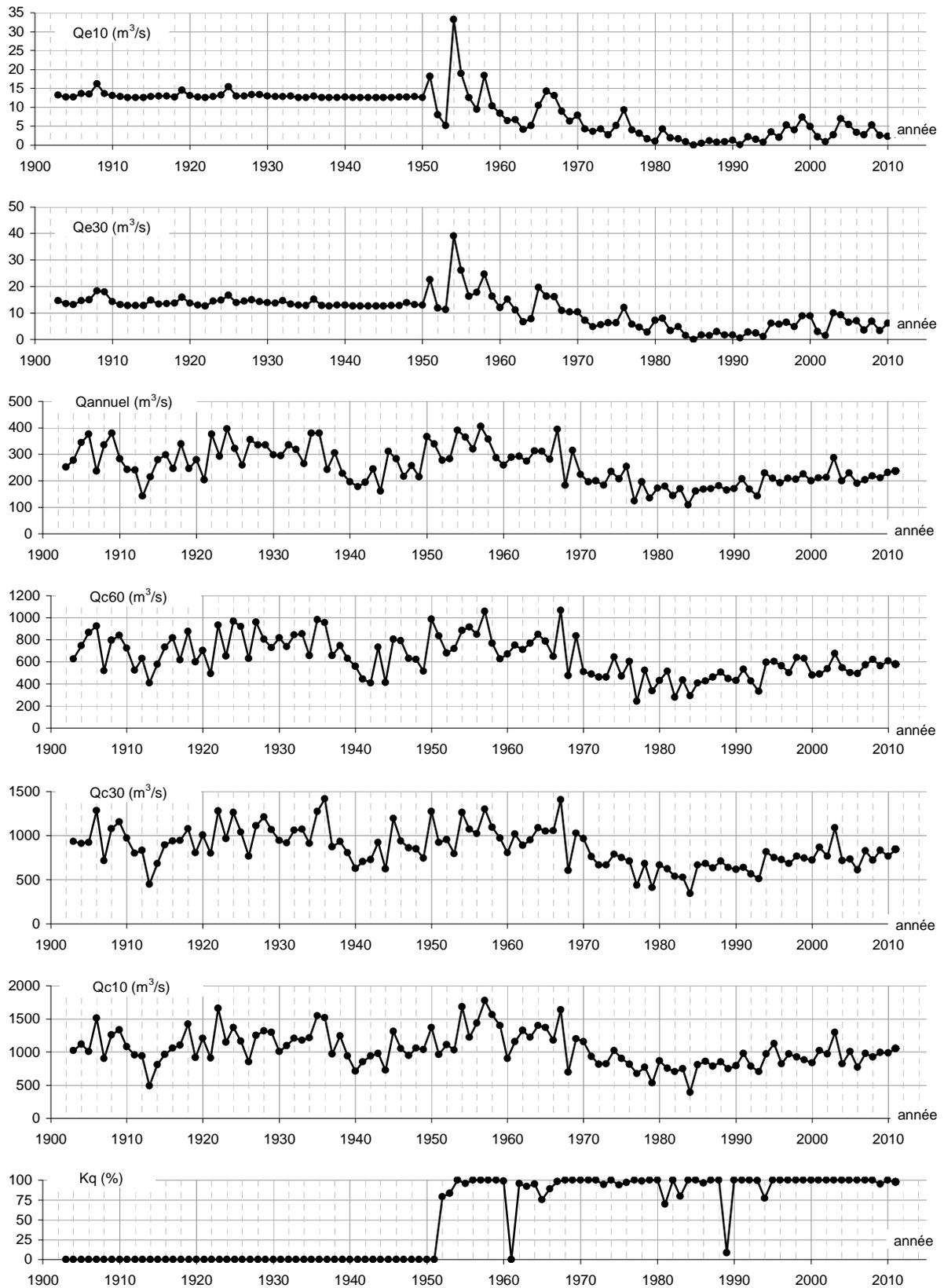


Figure 9.2.M : évolution des débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé

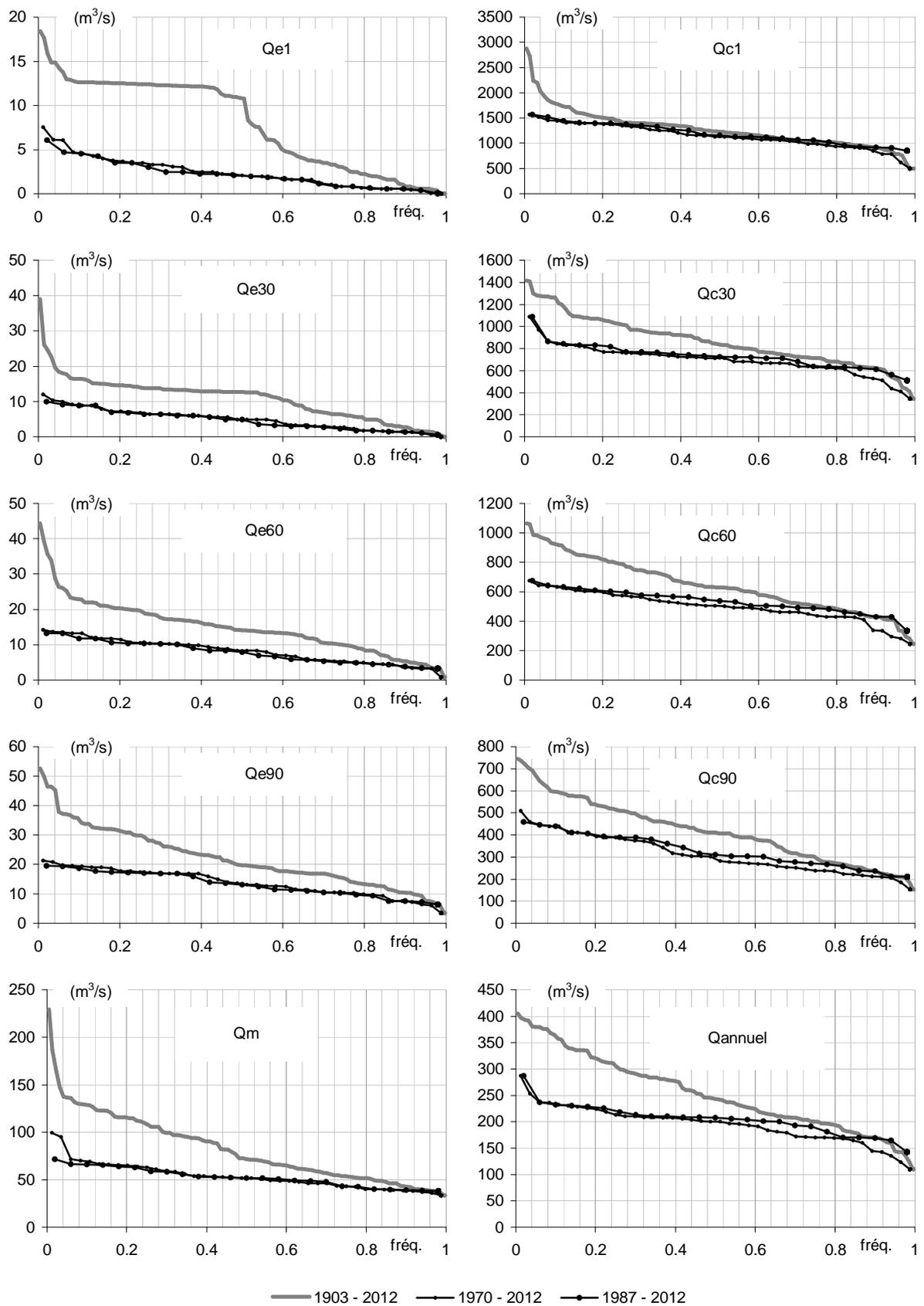


Figure 9.2.N : statistique des débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé

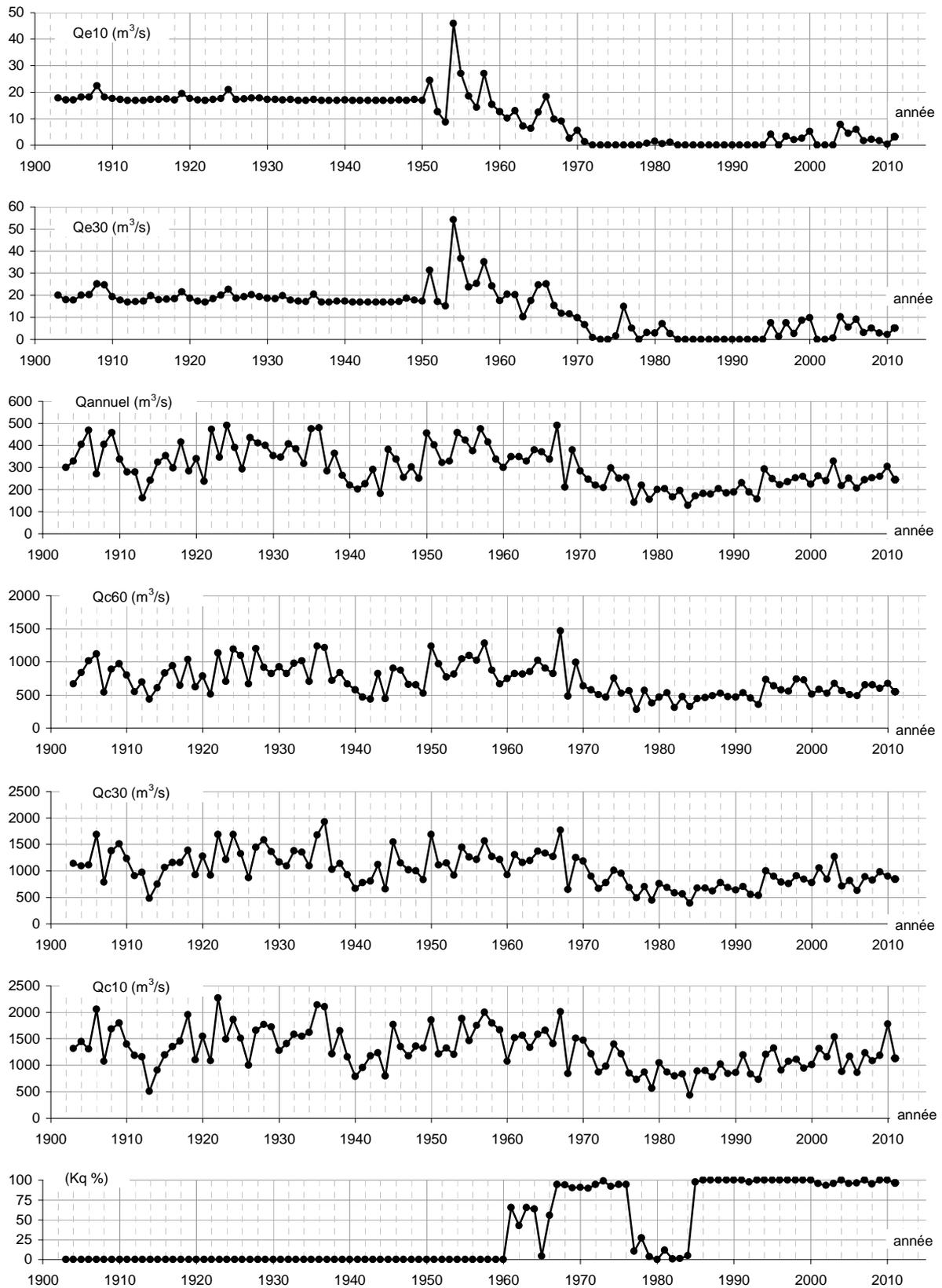


Figure 9.2.O : évolution des débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé

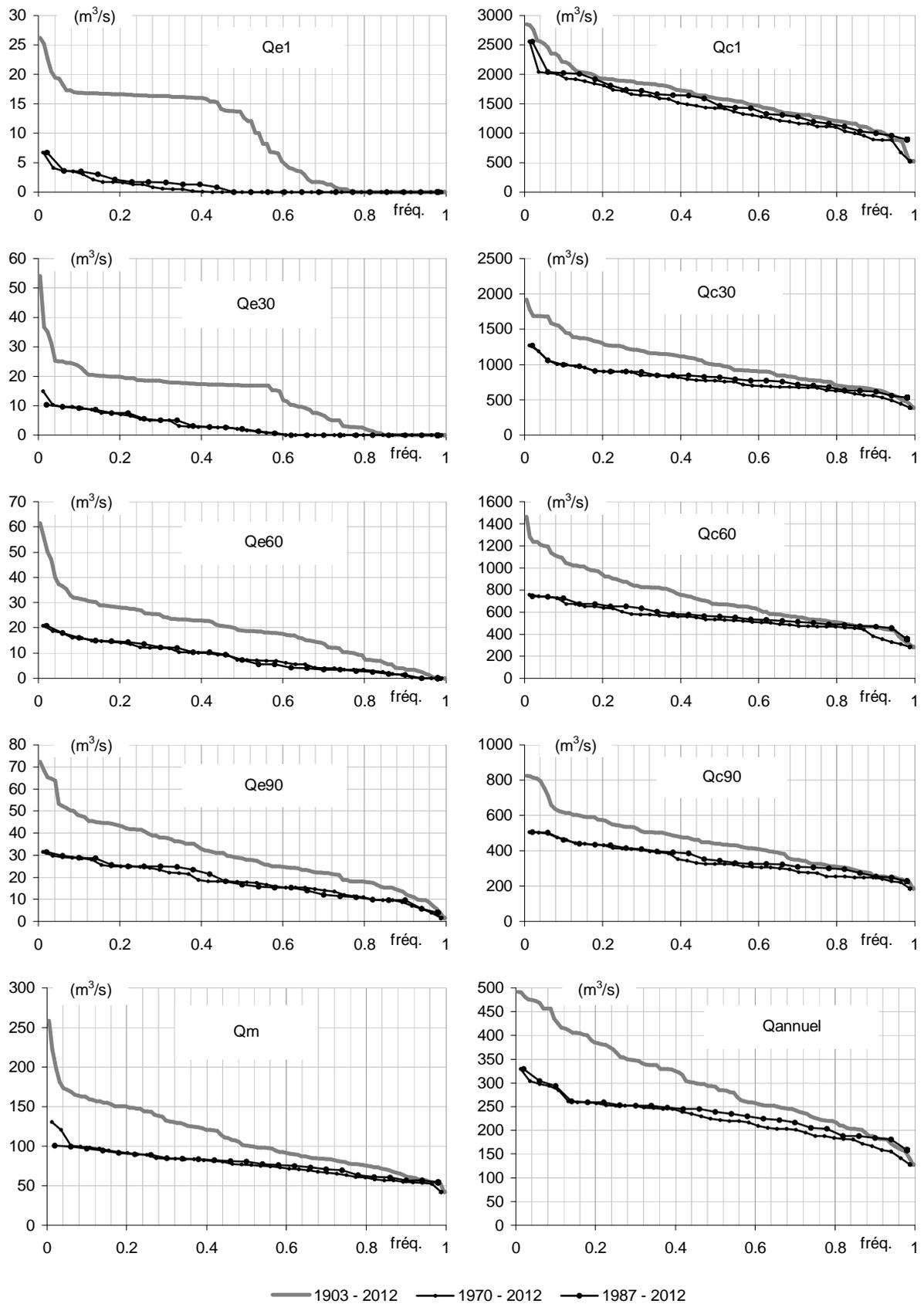


Figure 9.2.P : statistique des débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé

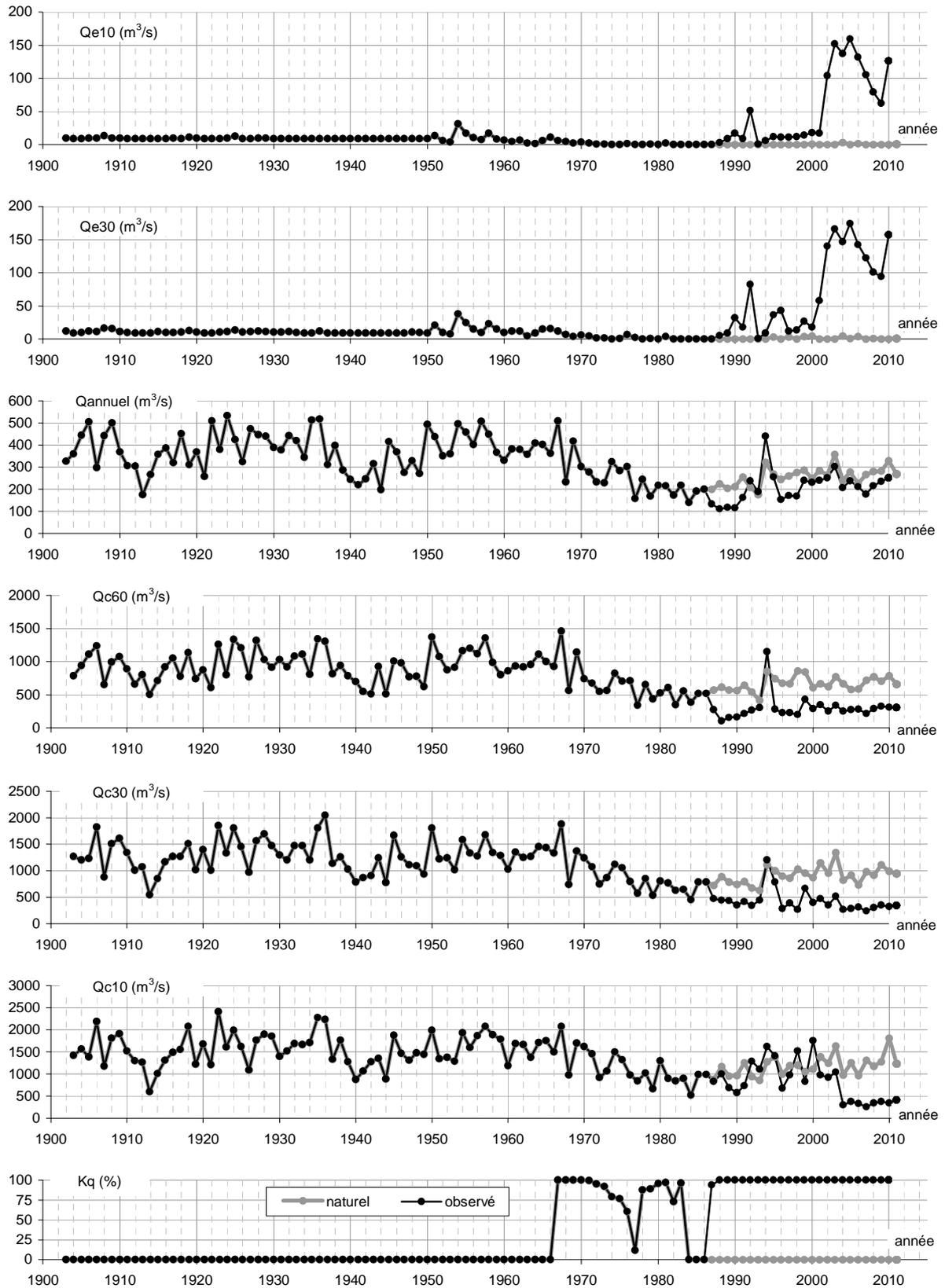


Figure 9.2.Q : évolution des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel et régime observé

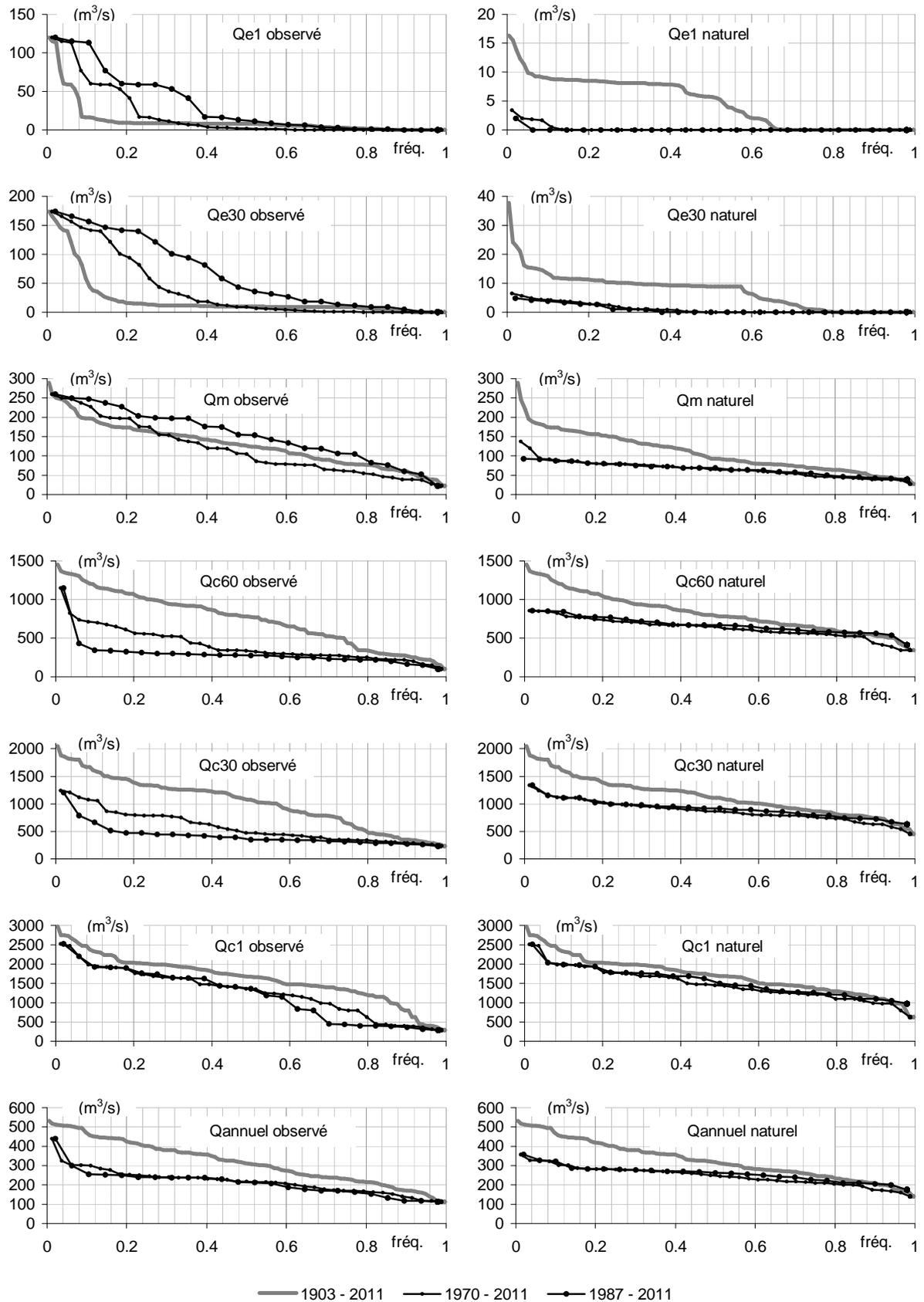


Figure 9.2.R : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel et régime observé

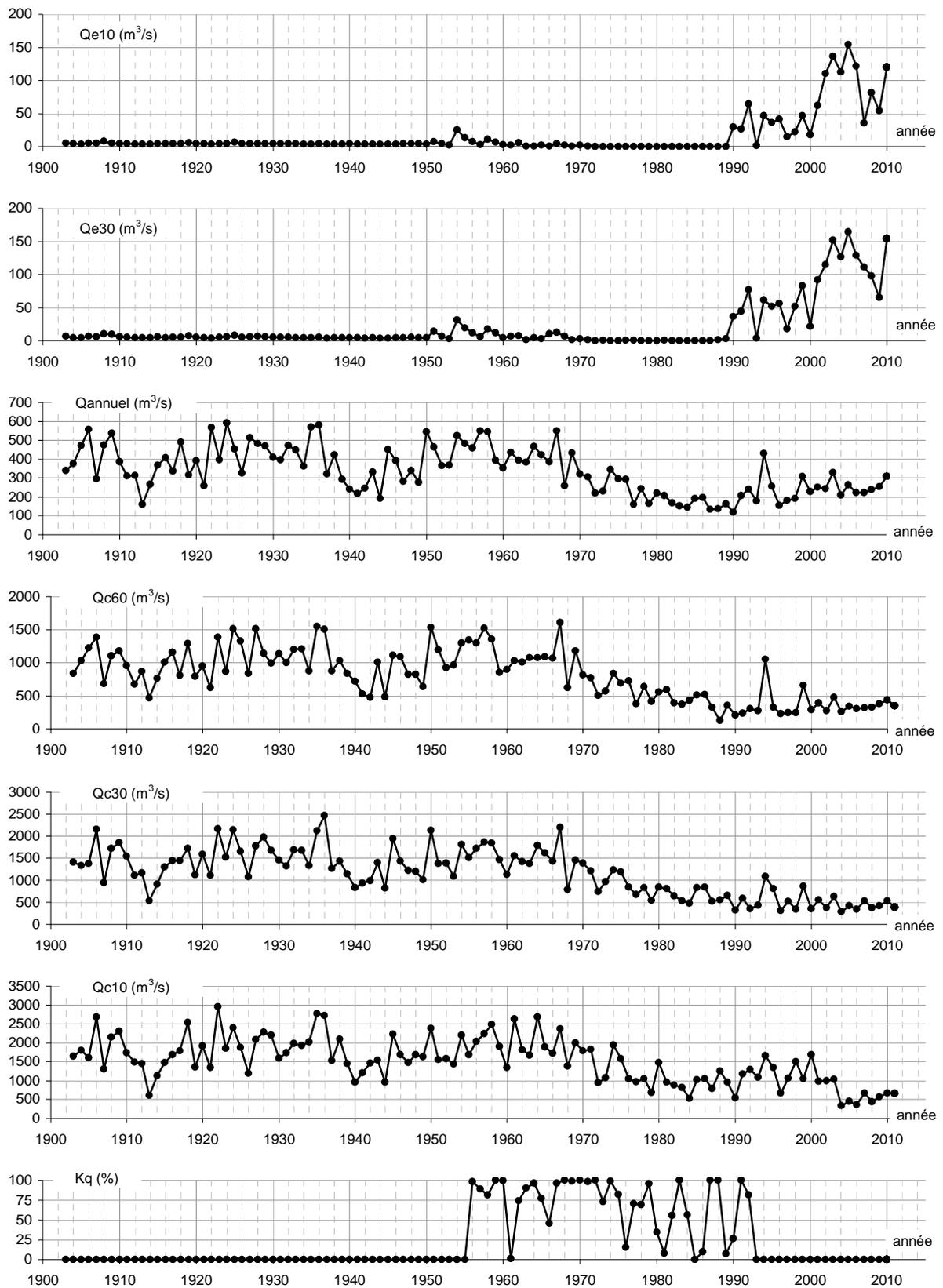


Figure 9.2.S : évolution des débits du Bafing à Dibia, régime observé

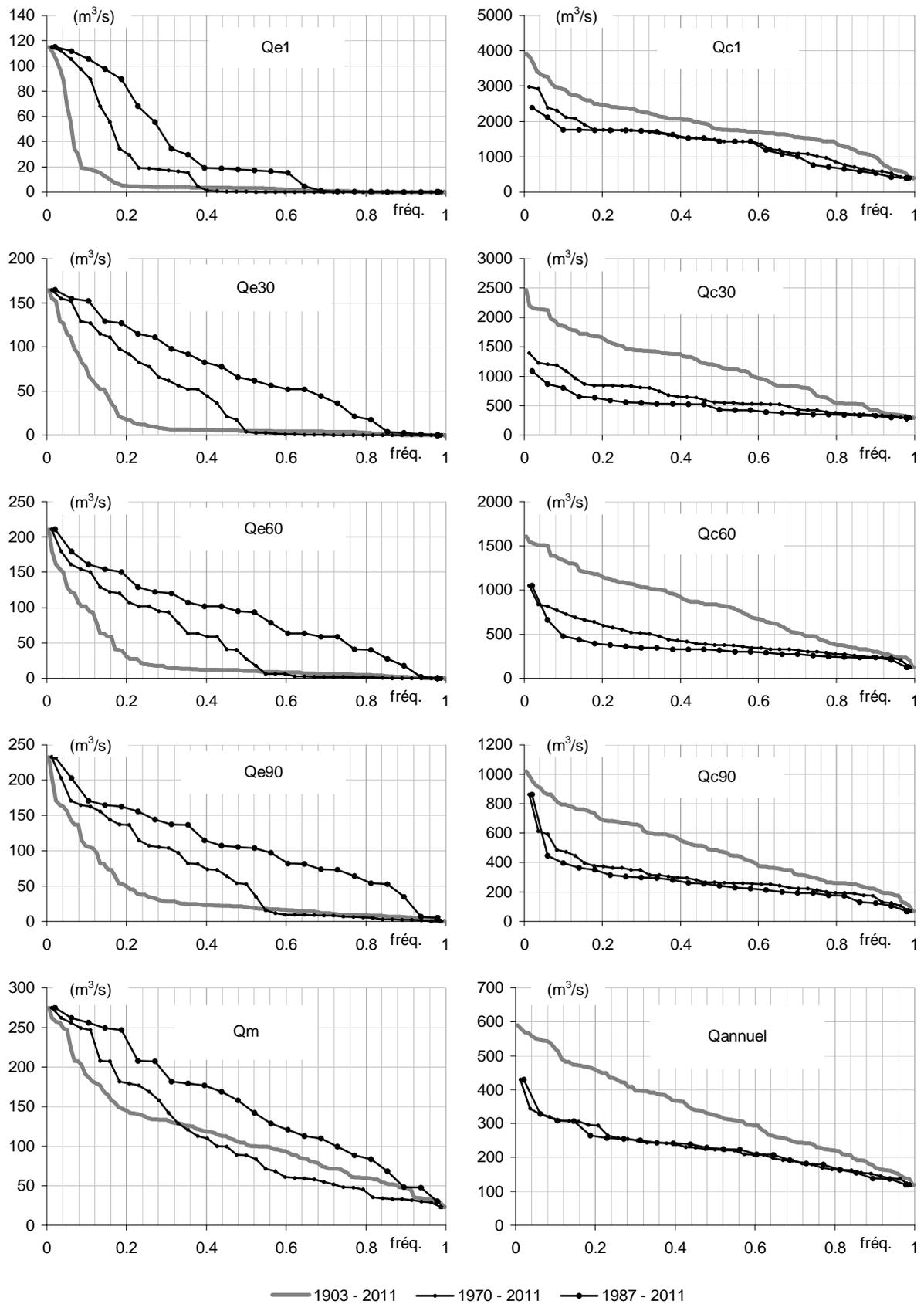


Figure 9.2.T : statistique des débits du Bafing à Dibia, régime observé

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	7	8	8	8	9	10	14	17	26	45	75	107	167	224	298	370	387	438	519	634	648	117
50	0.020	5	5	5	6	6	7	13	16	25	39	64	103	153	220	288	351	383	424	479	559	563	116
30	0.033	5	5	5	5	6	7	11	16	23	35	56	100	147	216	281	341	379	415	459	498	514	114
20	0.050	4	4	4	4	5	6	9	13	21	33	53	96	139	207	276	340	355	401	449	474	482	111
10	0.100	4	4	4	4	4	5	7	12	17	29	50	83	129	185	260	319	336	369	407	425	439	107
5	0.200	4	4	4	4	4	4	6	11	16	26	44	71	118	172	240	295	310	339	363	388	391	95
4	0.250	4	4	4	4	4	4	6	10	15	23	42	67	113	167	234	284	301	332	355	376	380	92
3	0.333	4	4	4	4	4	4	5	8	14	20	37	62	104	153	221	271	287	313	341	361	362	87
2	0.500	3	3	3	4	4	4	4	6	11	16	26	48	84	136	196	248	266	286	303	318	325	76
3	0.667	1	1	1	1	2	2	3	5	8	13	21	38	67	113	173	228	246	269	283	295	299	67
4	0.750	1	1	1	1	1	2	3	4	7	12	18	33	59	104	164	219	239	259	276	286	289	64
5	0.800	0	1	1	1	1	1	3	4	7	12	17	30	55	95	156	212	230	250	271	282	286	61
10	0.900	0	0	0	0	1	1	2	3	6	9	14	24	46	79	139	192	211	231	251	262	267	54
20	0.950	0	0	0	0	0	0	1	2	5	8	13	23	40	74	126	174	191	216	235	246	249	49
30	0.967	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	12	22	38	70	104	166	186	214	222	228	232	47
50	0.980	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	12	21	37	63	84	141	168	187	191	205	205	43
100	0.990	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5	11	18	29	50	79	126	141	148	153	160	161	39

Tableau 9.2.B : statistique des débits du Téné à Bebele, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	2	2	2	3	3	3	4	6	11	19	32	56	108	157	208	293	314	335	379	403	415	83
30	0.033	2	2	2	2	3	3	4	6	11	17	28	53	104	152	208	286	312	333	368	392	403	81
20	0.050	2	2	2	2	3	3	4	6	11	16	26	51	100	148	207	270	298	321	364	387	394	76
15	0.067	2	2	2	2	2	3	4	6	10	16	24	51	93	146	204	257	284	313	362	383	390	73
10	0.100	1	1	2	2	2	2	4	6	10	15	24	48	79	139	197	249	272	312	348	377	384	72
5	0.200	1	1	1	1	2	2	3	5	9	14	22	39	74	131	189	238	259	288	319	353	366	71
4	0.250	1	1	1	1	2	2	3	5	9	13	22	38	71	129	184	237	257	283	309	337	347	67
3	0.333	1	1	1	1	1	2	3	5	8	12	20	34	67	115	174	228	246	278	296	320	330	67
2	0.500	0	1	1	1	1	1	3	4	7	12	17	31	56	103	164	220	239	265	284	302	306	64
3	0.667	0	0	0	0	1	1	2	3	6	11	15	26	49	91	150	208	226	246	274	290	293	58
4	0.750	0	0	0	0	1	1	2	3	6	10	14	24	47	79	141	194	221	241	265	281	287	55
5	0.800	0	0	0	0	0	1	1	3	6	9	13	24	46	78	140	191	212	237	255	275	277	54
10	0.900	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	12	23	39	72	111	173	191	226	246	256	259	47
15	0.933	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	12	22	37	66	90	167	187	218	242	247	249	46
20	0.950	0	0	0	0	0	0	1	2	4	6	12	21	37	63	84	152	182	210	227	236	239	43
30	0.967	0	0	0	0	0	0	1	2	3	6	11	21	35	59	82	131	172	193	198	218	223	39
40	0.975	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5	11	17	28	49	78	126	154	169	176	194	198	39

Tableau 9.2.C : statistique des débits du Téné à Bebele, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	1	2	2	2	2	2	3	4	5	7	12	17	30	48	67	85	92	113	148	169	172	25
50	0.020	1	1	1	1	1	2	3	3	4	6	10	16	27	47	63	83	90	103	124	155	158	24
30	0.033	1	1	1	1	1	1	2	3	4	6	9	15	25	45	62	78	89	99	111	142	146	24
20	0.050	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	8	15	24	43	61	78	85	95	107	133	134	23
10	0.100	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	8	13	21	37	58	74	78	87	99	116	117	22
5	0.200	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	7	11	19	32	53	66	70	80	87	97	98	20
4	0.250	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	7	10	18	30	51	64	68	76	83	91	93	19
3	0.333	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	6	10	16	27	48	61	65	72	79	84	85	18
2	0.500	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	5	8	13	23	40	56	59	64	70	73	74	16
3	0.667	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	11	19	33	49	55	60	63	66	67	13
4	0.750	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	10	17	29	46	51	58	61	63	64	13
5	0.800	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	9	16	28	44	50	55	59	62	62	12
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	8	14	23	34	38	47	54	56	57	10
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	7	12	20	29	34	37	47	48	48	9
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	6	12	18	25	27	30	32	33	34	8
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	10	16	24	26	28	28	29	29	7
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	9	13	20	23	26	26	28	28	6

Tableau 9.2.D : statistique des débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5	10	17	28	41	74	85	103	136	164	166	18
30	0.033	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5	9	17	27	41	69	79	91	114	148	151	18
20	0.050	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5	8	16	26	40	66	74	84	103	137	142	17
15	0.067	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3	5	8	16	25	40	64	72	81	100	133	138	17
10	0.100	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8	14	25	39	62	69	77	93	127	128	16
5	0.200	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	7	12	22	36	55	60	68	79	94	96	14
4	0.250	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	12	22	35	53	59	65	76	88	90	14
3	0.333	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	11	21	33	49	55	62	70	80	83	13
2	0.500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	10	17	29	46	51	59	64	68	70	13
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	9	16	26	40	47	54	59	64	65	11
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	8	15	24	35	39	51	56	60	61	10
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	8	14	23	32	37	49	55	58	58	10
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4	6	12	18	28	34	37	46	46	47	9
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	10	17	24	29	31	33	35	35	7
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	10	15	24	26	28	30	31	31	7
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	9	13	23	25	27	28	28	28	7
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	9	13	20	23	25	26	28	28	6

Tableau 9.2.E : statistique des débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																				débit annuel (m ³ /s)	
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	3	3	4	4	4	5	7	9	14	24	42	54	82	115	146	205	215	258	307	402	427	61
50	0.020	2	2	2	2	3	3	6	9	13	20	36	53	76	113	141	188	214	244	288	336	373	60
30	0.033	2	2	2	2	2	3	5	8	12	18	32	52	74	111	136	181	212	235	276	310	331	59
20	0.050	2	2	2	2	2	2	4	7	11	17	30	50	69	106	134	179	197	227	268	304	309	58
10	0.100	2	2	2	2	2	2	3	6	9	15	27	45	64	95	129	165	177	206	240	257	261	56
5	0.200	2	2	2	2	2	2	3	5	8	13	24	40	59	84	122	145	152	186	197	218	224	49
4	0.250	2	2	2	2	2	2	3	4	8	12	23	38	56	81	119	138	147	169	191	208	215	47
3	0.333	2	2	2	2	2	2	2	4	7	11	20	35	53	76	114	131	142	157	179	197	198	44
2	0.500	1	1	1	2	2	2	2	2	5	8	14	24	45	68	100	125	130	139	149	163	168	38
3	0.667	0	0	0	0	1	1	1	2	3	6	11	19	35	55	84	116	124	131	136	142	142	33
4	0.750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	6	9	17	32	51	78	107	118	127	131	136	137	31
5	0.800	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	8	15	29	50	73	99	111	119	124	128	129	29
10	0.900	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	7	13	24	42	64	84	92	103	114	116	117	25
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	6	11	21	35	53	74	83	93	98	106	107	23
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	18	32	50	70	78	86	94	100	101	21
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	9	17	31	44	67	73	77	87	95	96	20
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	7	15	27	40	61	66	72	76	84	84	17

Tableau 9.2.F : statistique des débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																				débit annuel (m ³ /s)	
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	1	1	1	1	1	1	2	2	5	10	20	33	54	80	103	137	149	191	219	235	242	40
30	0.033	1	1	1	1	1	1	2	2	5	9	17	29	52	76	102	137	147	189	215	227	231	39
20	0.050	0	0	0	1	1	1	1	2	5	9	15	25	47	73	100	134	145	175	198	222	227	38
15	0.067	0	0	0	1	1	1	1	2	5	9	14	24	44	72	97	132	144	164	187	217	226	37
10	0.100	0	0	0	0	1	1	1	2	4	8	12	22	42	70	95	129	140	160	183	209	222	37
5	0.200	0	0	0	0	0	1	1	2	4	6	11	19	37	63	92	121	128	141	165	192	194	35
4	0.250	0	0	0	0	0	1	1	2	3	6	11	18	35	61	89	118	126	139	156	181	190	34
3	0.333	0	0	0	0	0	1	1	2	3	6	10	17	32	54	84	116	123	135	148	168	171	32
2	0.500	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	8	15	31	50	77	103	116	127	139	145	147	31
3	0.667	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	7	14	25	47	70	92	97	113	120	126	127	27
4	0.750	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	7	13	24	41	63	84	94	105	115	122	123	25
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	6	12	23	39	59	82	89	100	104	111	115	24
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	6	10	20	33	51	71	83	92	98	105	106	22
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	17	31	47	69	79	86	95	101	102	21
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	9	16	31	44	67	74	81	93	99	101	19
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	7	15	29	41	63	67	74	89	98	99	17
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	7	15	27	40	61	66	72	82	94	95	17

Tableau 9.2.G : statistique des débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	15	16	21	21	23	27	37	46	64	107	177	247	403	569	789	1053	1117	1299	1568	2039	2100	307
50	0.020	15	15	15	15	16	20	33	43	63	93	152	243	366	561	753	982	1105	1258	1442	1762	1791	304
30	0.033	13	13	14	15	16	18	29	41	58	83	134	230	353	551	730	944	1067	1236	1380	1524	1589	302
20	0.050	12	12	12	13	14	15	22	34	53	79	125	224	331	513	715	941	1003	1166	1313	1442	1466	293
10	0.100	11	11	11	12	12	14	18	31	46	71	116	191	302	457	679	868	925	1051	1171	1260	1308	280
5	0.200	11	11	11	11	12	12	16	28	43	63	106	166	275	415	615	780	822	951	1019	1108	1141	247
4	0.250	11	11	11	11	11	12	16	26	39	57	99	155	261	402	592	749	805	918	994	1080	1084	237
3	0.333	11	11	11	11	11	12	14	21	36	52	89	147	239	368	564	705	758	843	944	1009	1026	221
2	0.500	10	10	10	11	11	11	12	16	27	42	66	113	191	320	487	633	689	744	803	865	896	191
3	0.667	5	5	5	6	7	8	10	14	20	34	54	90	155	269	411	577	628	698	733	779	785	165
4	0.750	4	4	4	5	5	6	9	13	18	31	50	82	144	241	391	550	593	652	711	746	760	157
5	0.800	4	4	4	4	5	6	8	12	18	30	46	77	134	226	367	527	579	623	695	731	739	153
10	0.900	3	3	3	3	4	4	6	9	15	25	38	65	113	202	330	478	520	587	637	671	680	135
20	0.950	3	3	3	3	3	3	5	8	14	20	35	60	101	183	312	407	470	545	568	587	595	118
30	0.967	2	2	2	2	3	3	5	7	12	20	34	58	96	179	267	355	428	517	561	577	579	117
50	0.980	2	2	2	2	3	3	5	7	11	18	32	55	92	173	235	347	375	410	430	472	476	111
100	0.990	2	2	2	2	2	3	4	6	10	15	31	55	90	153	223	316	334	351	365	380	384	97

Tableau 9.2.H : statistique des débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	6	7	7	9	9	10	12	16	29	48	84	131	251	375	505	765	825	937	1046	1125	1205	209
30	0.033	6	6	7	8	8	9	12	16	29	44	81	122	244	362	503	735	798	924	1025	1117	1187	202
20	0.050	6	6	6	7	8	9	11	16	28	42	71	117	234	351	500	679	742	891	981	1098	1151	195
15	0.067	6	6	6	7	8	9	11	16	27	42	65	114	219	344	497	644	708	859	942	1086	1128	189
10	0.100	5	5	6	7	8	8	11	15	26	41	62	107	184	339	487	623	701	806	892	1081	1098	183
5	0.200	5	5	5	5	6	7	10	14	23	38	59	93	176	308	461	596	659	742	842	964	1037	173
4	0.250	4	5	5	5	6	7	10	14	22	36	56	90	169	302	438	584	636	728	817	914	1006	167
3	0.333	4	4	4	5	5	7	9	14	21	32	53	85	155	285	414	577	628	718	785	868	910	165
2	0.500	4	4	4	4	5	5	8	12	18	30	46	78	138	239	390	546	593	656	723	789	813	156
3	0.667	3	3	3	4	4	5	6	10	16	29	41	69	129	213	350	498	565	618	692	741	765	144
4	0.750	3	3	3	3	4	4	6	9	15	25	39	66	115	206	339	479	540	598	667	713	729	137
5	0.800	3	3	3	3	4	4	6	9	15	23	35	61	111	201	332	477	534	592	650	690	704	134
10	0.900	2	2	2	2	3	3	5	8	12	20	34	60	98	183	274	404	468	547	604	618	623	118
15	0.933	2	2	2	2	3	3	5	7	12	19	33	56	93	179	245	362	434	523	565	585	595	116
20	0.950	2	2	2	2	3	3	4	7	11	18	32	55	91	172	235	347	406	478	518	555	564	110
30	0.967	2	2	2	2	3	3	4	6	11	15	32	55	90	161	230	337	373	413	440	498	504	100
40	0.975	2	2	2	2	2	3	4	6	9	15	31	55	90	151	222	313	343	372	400	449	455	97

Tableau 9.2.I : statistique des débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	18	18	24	25	27	31	41	51	70	117	204	306	517	740	1062	1412	1471	1723	1987	2575	2790	400
50	0.020	16	18	18	19	21	25	37	48	68	101	172	296	470	724	1011	1334	1457	1669	1874	2210	2397	395
30	0.033	15	15	17	18	20	22	33	46	64	91	147	283	453	702	981	1281	1420	1624	1828	1996	2173	390
20	0.050	14	14	15	15	16	18	26	38	59	85	137	271	423	669	960	1272	1350	1546	1788	1868	1940	380
10	0.100	13	13	13	13	14	16	23	35	51	77	129	226	389	595	904	1181	1261	1401	1580	1702	1734	362
5	0.200	13	13	13	13	13	15	20	31	47	69	115	194	348	537	819	1059	1120	1257	1364	1471	1506	320
4	0.250	12	13	13	13	13	14	20	30	44	63	108	182	328	514	788	1018	1093	1209	1344	1395	1415	306
3	0.333	12	12	13	13	13	13	17	25	40	58	97	164	293	471	731	944	1027	1132	1246	1361	1380	284
2	0.500	11	11	12	13	13	13	14	20	32	47	72	123	227	410	630	833	918	990	1108	1179	1226	243
3	0.667	4	4	4	5	6	8	12	17	25	39	60	96	181	341	536	744	829	925	989	1052	1079	210
4	0.750	3	3	3	4	5	6	10	15	23	35	53	89	160	299	503	712	780	853	951	1014	1037	201
5	0.800	2	2	2	3	4	5	9	13	22	34	52	83	147	272	482	681	759	819	914	967	1012	194
10	0.900	1	1	1	1	2	3	5	10	18	29	43	71	122	237	428	621	682	752	845	897	915	169
20	0.950	1	1	1	1	1	2	4	8	17	26	39	66	112	212	404	528	610	701	742	772	782	144
30	0.967	0	0	0	1	1	1	3	7	15	25	38	64	105	209	335	458	546	677	730	751	757	142
50	0.980	0	0	0	0	1	1	3	6	13	23	37	60	97	200	290	429	474	519	539	573	585	131
100	0.990	0	0	0	0	0	0	2	5	11	18	35	59	96	173	267	383	427	451	472	494	498	118

Tableau 9.2.J : statistique des débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	7	7	7	9	10	11	14	21	33	54	97	147	309	482	658	1024	1110	1216	1347	1513	1542	268
30	0.033	6	6	7	8	9	11	14	21	33	51	95	136	297	465	646	981	1077	1167	1324	1481	1526	256
20	0.050	6	6	7	8	9	10	14	20	33	48	81	130	283	451	642	906	1005	1139	1294	1457	1481	243
15	0.067	6	6	6	7	8	10	13	20	32	47	71	127	264	444	638	858	954	1107	1272	1431	1453	237
10	0.100	5	5	5	6	8	9	13	19	31	46	69	121	218	439	625	836	932	1032	1222	1386	1417	233
5	0.200	4	4	4	5	6	7	11	18	30	43	65	99	205	395	597	771	880	986	1138	1349	1382	224
4	0.250	4	4	4	4	6	7	10	17	28	42	63	96	196	388	573	767	857	976	1126	1232	1349	214
3	0.333	3	3	4	4	5	6	10	17	25	38	57	92	182	366	541	747	819	950	1057	1191	1265	209
2	0.500	2	2	2	3	4	5	8	13	22	34	52	84	154	292	503	712	779	855	981	1092	1133	200
3	0.667	2	2	2	2	3	3	6	11	19	32	46	74	140	256	463	667	733	808	902	976	1049	180
4	0.750	1	1	1	1	2	3	5	10	18	30	43	71	125	238	437	635	701	782	861	950	982	171
5	0.800	1	1	1	1	2	2	5	10	18	27	40	69	120	236	429	618	694	768	852	929	939	169
10	0.900	0	0	1	1	1	2	4	7	16	26	38	66	107	211	337	524	604	703	799	816	830	144
15	0.933	0	0	0	1	1	1	3	7	14	25	37	61	99	207	306	461	554	682	740	772	781	137
20	0.950	0	0	0	0	1	1	3	6	13	22	36	60	97	198	289	427	515	617	668	706	719	130
30	0.967	0	0	0	0	1	1	3	6	12	19	36	59	96	182	277	403	469	518	548	595	612	122
40	0.975	0	0	0	0	0	0	2	5	10	18	35	59	96	171	265	381	433	469	505	552	567	117

Tableau 9.2.K : statistique des débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	26	26	28	35	39	44	58	70	96	151	237	340	543	824	1356	1834	1960	2195	2403	2742	2842	491
50	0.020	24	24	26	27	30	36	52	66	94	133	206	330	499	816	1252	1715	1889	2114	2296	2715	2784	484
30	0.033	20	21	21	24	26	30	46	65	88	124	180	313	477	807	1234	1684	1807	2049	2252	2545	2570	475
20	0.050	19	20	20	21	23	25	37	54	82	115	171	302	454	756	1199	1682	1764	2004	2227	2450	2518	473
10	0.100	17	17	18	18	19	23	32	48	71	105	161	257	421	619	1075	1483	1643	1797	2003	2193	2212	431
5	0.200	17	17	17	17	18	20	28	43	66	96	150	225	387	573	938	1295	1418	1640	1789	1884	1927	385
4	0.250	16	17	17	17	18	19	27	42	61	88	144	210	359	540	879	1255	1356	1543	1712	1859	1893	365
3	0.333	16	16	17	17	17	18	24	36	57	83	129	196	324	504	823	1158	1278	1446	1563	1789	1834	338
2	0.500	13	13	14	15	17	17	19	29	46	69	100	158	255	439	670	996	1105	1216	1381	1532	1583	292
3	0.667	2	2	3	3	6	9	15	23	37	59	85	132	215	379	568	843	966	1101	1223	1320	1347	248
4	0.750	0	1	1	1	2	3	10	19	33	54	80	123	194	325	529	775	872	993	1127	1207	1277	226
5	0.800	0	0	0	0	1	2	8	18	32	50	75	118	179	309	508	707	796	900	1029	1155	1211	218
10	0.900	0	0	0	0	0	0	4	13	26	43	62	98	156	255	461	640	712	838	928	1011	1034	186
20	0.950	0	0	0	0	0	0	2	10	22	38	57	91	144	247	432	558	632	773	825	870	887	166
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	7	20	36	54	88	132	239	356	497	591	732	812	851	854	159
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	5	18	35	54	81	127	224	322	468	509	551	568	616	627	151
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	3	13	30	48	77	124	206	301	422	461	481	497	519	524	136

Tableau 9.2.L : statistique des débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	5	5	6	7	10	12	20	31	55	76	125	188	348	504	749	1224	1328	1648	1914	2142	2275	315
30	0.033	4	5	5	6	9	11	19	30	54	76	122	187	341	504	743	1194	1311	1563	1715	1948	2093	306
20	0.050	4	4	5	6	9	10	18	29	50	73	109	173	317	500	739	1109	1219	1501	1632	1887	2033	300
15	0.067	4	4	4	5	8	10	17	29	48	71	100	162	290	491	733	1043	1160	1452	1594	1879	2023	297
10	0.100	3	3	3	5	8	9	16	29	46	68	98	154	248	467	689	999	1126	1348	1518	1867	1950	288
5	0.200	2	2	2	3	5	7	14	25	43	64	92	141	229	431	641	902	1047	1211	1385	1663	1814	257
4	0.250	1	2	2	2	4	6	12	25	41	62	89	138	218	413	603	899	1022	1197	1353	1565	1725	252
3	0.333	0	1	1	1	2	4	11	22	39	59	84	126	216	394	573	845	958	1143	1272	1446	1616	248
2	0.500	0	0	0	0	1	2	7	18	33	53	77	119	188	325	531	768	866	995	1158	1301	1422	223
3	0.667	0	0	0	0	0	0	5	15	27	46	69	109	173	298	488	681	776	873	997	1122	1205	204
4	0.750	0	0	0	0	0	0	4	12	26	44	64	102	157	273	470	670	742	865	954	1094	1117	188
5	0.800	0	0	0	0	0	0	3	11	24	40	60	96	156	254	465	628	708	846	939	1063	1102	184
10	0.900	0	0	0	0	0	0	1	8	21	38	55	90	140	246	372	552	621	763	829	879	892	164
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	6	19	36	54	84	128	230	335	504	591	733	821	866	886	157
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	5	18	35	53	80	127	224	321	474	561	666	728	783	801	150
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	4	16	33	52	77	126	217	309	441	507	555	579	647	660	140
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	3	13	29	48	77	124	205	300	420	473	508	535	596	608	136

Tableau 9.2.M : statistique des débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-12/2011)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	117	128	146	155	162	169	186	207	221	236	273	391	643	925	1404	1952	2107	2335	2521	2729	2845	525
50	0.020	114	117	136	142	152	160	180	191	211	228	253	367	578	912	1358	1862	1982	2247	2416	2679	2751	515
30	0.033	75	97	125	131	143	147	162	177	199	223	247	357	557	892	1339	1819	1930	2176	2304	2632	2713	510
20	0.050	59	75	98	107	130	140	147	165	183	195	239	337	525	848	1318	1804	1898	2077	2217	2582	2608	507
10	0.100	16	16	18	27	32	54	97	118	132	158	197	293	497	740	1186	1600	1769	1909	2113	2293	2333	469
5	0.200	9	10	11	12	15	16	31	51	79	109	174	269	441	686	1066	1388	1536	1743	1925	2010	2033	424
4	0.250	9	9	10	10	13	14	22	39	68	102	164	251	412	654	994	1335	1459	1683	1821	1975	1994	402
3	0.333	8	9	9	9	10	12	19	33	56	91	154	232	372	600	922	1263	1370	1556	1699	1881	1921	369
2	0.500	8	8	9	9	9	10	15	26	44	73	126	200	285	496	774	1074	1167	1346	1470	1646	1676	311
3	0.667	5	6	8	9	9	9	11	18	34	55	94	149	226	333	553	789	890	1069	1275	1395	1432	245
4	0.750	3	3	4	6	8	9	10	15	25	48	79	136	211	287	437	642	813	981	1107	1304	1331	232
5	0.800	1	2	2	3	5	6	9	13	23	43	76	127	185	271	341	488	686	899	1073	1175	1193	216
10	0.900	0	0	0	0	1	1	4	9	18	32	60	94	148	231	268	349	469	629	642	668	804	171
20	0.950	0	0	0	0	0	0	3	7	14	25	43	78	127	148	218	309	317	372	393	400	405	152
30	0.967	0	0	0	0	0	0	1	4	12	23	38	71	93	117	204	288	303	339	355	390	393	134
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	3	9	19	34	63	77	102	160	269	280	324	332	343	348	117
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	1	6	12	26	47	58	80	132	254	268	282	292	301	304	115

Tableau 9.2.N : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime observé de 1903 à 2011 (naturel jusque juin 1987, puis artificiel)

observé (05/1970-12/2011)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	117	129	146	155	162	170	186	207	222	237	255	271	404	743	972	1220	1310	1681	1943	2414	2496	379
30	0.033	116	122	146	153	158	167	185	206	217	231	251	271	369	652	858	1208	1235	1632	1812	2388	2476	340
20	0.050	114	117	138	144	153	161	181	193	212	228	249	270	317	614	774	1151	1210	1617	1759	2213	2311	312
15	0.067	105	111	130	136	148	155	174	182	207	227	245	268	285	588	731	1103	1205	1589	1746	2039	2138	302
10	0.100	67	95	117	128	140	144	159	176	191	215	231	255	282	505	705	1062	1147	1509	1666	1891	1948	301
5	0.200	45	53	59	67	81	96	130	150	162	171	197	212	256	359	568	800	916	1302	1415	1764	1778	253
4	0.250	16	16	22	26	35	64	102	121	134	154	175	209	231	319	548	787	878	1110	1406	1658	1682	246
3	0.333	9	11	13	14	18	31	68	98	122	131	141	181	225	299	479	709	841	1010	1295	1538	1627	238
2	0.500	2	2	3	6	9	9	15	17	66	66	105	142	198	272	333	473	689	923	1096	1312	1357	217
3	0.667	0	0	0	1	2	2	5	10	21	44	76	117	163	242	281	393	580	785	889	990	1047	189
4	0.750	0	0	0	0	1	1	4	9	19	36	61	98	152	230	264	348	450	665	685	738	806	170
5	0.800	0	0	0	0	0	0	4	8	15	30	54	84	140	186	247	343	356	509	541	595	603	166
10	0.900	0	0	0	0	0	0	2	5	12	24	39	74	110	123	213	289	308	340	374	391	394	138
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	3	10	22	38	65	85	107	175	276	287	337	347	368	373	121
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	3	9	18	33	63	75	102	160	269	280	321	329	339	344	117
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	2	7	13	27	57	62	95	148	262	276	294	301	308	310	116
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	1	6	12	26	45	57	78	130	253	266	281	291	300	303	114

Tableau 9.2.O : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime observé de 1970 à 2011 (naturel jusque juin 1987, puis artificiel)

observé (05/1987-12/2011)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
30	0.033	119	133	147	157	165	172	186	208	225	240	257	272	335	692	912	1064	1142	1711	2016	2337	2420	398
25	0.040	118	130	147	156	163	170	186	207	223	238	255	272	323	596	792	994	1107	1688	1949	2278	2367	376
20	0.050	117	125	146	154	160	168	186	206	219	234	253	271	306	450	613	889	1053	1653	1849	2190	2286	343
15	0.067	115	120	145	151	156	165	184	203	214	229	250	271	285	304	419	765	985	1603	1730	2067	2159	297
10	0.100	113	116	133	139	150	158	178	186	210	228	248	269	283	301	346	667	912	1525	1635	1895	1927	260
5	0.200	60	88	107	120	135	141	154	172	184	204	220	246	256	286	318	473	801	1198	1408	1778	1834	247
4	0.250	59	68	88	105	120	131	143	164	180	191	202	229	243	275	305	451	728	1062	1365	1684	1743	240
3	0.333	47	56	63	71	83	98	132	150	165	174	197	211	226	269	294	434	657	984	1299	1612	1637	238
2	0.500	12	13	17	17	23	40	87	111	128	143	155	191	210	237	276	351	572	833	1027	1360	1360	214
3	0.667	5	8	11	12	17	18	51	67	95	112	120	143	155	185	246	342	354	554	556	586	743	174
4	0.750	2	6	9	10	13	13	29	55	85	87	106	135	145	153	225	313	322	375	398	414	427	165
5	0.800	1	2	7	9	10	10	21	51	72	73	90	119	129	138	218	300	314	357	389	396	401	156
10	0.900	0	1	1	3	5	5	6	16	40	47	59	77	82	103	164	271	281	336	345	359	365	118
15	0.933	0	0	0	1	1	1	5	11	24	40	54	64	66	101	155	266	279	304	311	318	321	117
20	0.950	0	0	0	1	1	1	5	9	18	31	44	52	60	88	140	259	272	289	297	305	307	115
25	0.960	0	0	0	0	0	0	4	8	14	24	37	43	56	76	127	252	265	279	289	299	303	114
30	0.967	0	0	0	0	0	0	4	8	12	19	32	38	54	68	118	248	260	273	284	295	299	113

Tableau 9.2.P : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime observé de 1987 à 2011 (artificiel depuis juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
30	0.033	1	1	2	2	4	5	12	20	41	62	92	197	398	597	855	1278	1359	1750	2068	2281	2354	348
25	0.040	1	1	1	2	3	4	11	20	40	61	92	192	385	596	854	1247	1334	1720	1989	2204	2275	343
20	0.050	1	1	1	2	3	4	11	19	39	59	92	184	367	594	853	1199	1295	1675	1869	2089	2157	336
15	0.067	0	0	0	1	3	4	10	19	37	57	91	176	341	585	850	1146	1250	1590	1731	1964	2031	327
10	0.100	0	0	0	1	3	4	9	18	33	57	87	173	305	548	842	1113	1214	1389	1633	1919	1989	321
5	0.200	0	0	0	0	2	3	8	16	30	50	80	145	258	522	772	1015	1151	1298	1504	1746	1863	283
4	0.250	0	0	0	0	1	1	7	15	30	48	79	143	250	498	749	994	1145	1275	1413	1668	1774	280
3	0.333	0	0	0	0	0	1	6	15	27	45	73	135	246	482	709	961	1111	1254	1377	1639	1755	276
2	0.500	0	0	0	0	0	0	2	9	21	39	68	123	236	417	667	918	1004	1185	1295	1441	1500	264
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	7	17	33	59	111	188	374	614	855	949	1042	1157	1245	1293	243
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	5	16	29	54	97	179	348	585	793	885	978	1142	1211	1250	226
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	5	15	28	48	92	164	347	578	763	875	966	1079	1185	1206	217
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	4	13	25	42	85	159	292	560	724	795	944	1006	1080	1094	204
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	2	12	24	42	85	153	281	543	682	749	889	989	1048	1059	201
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	1	11	24	41	80	146	272	509	662	733	873	969	1024	1034	194
25	0.960	0	0	0	0	0	0	0	1	10	24	40	75	140	265	478	651	725	868	953	1007	1016	187
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	10	24	40	71	136	261	457	644	720	865	943	996	1004	183

Tableau 9.2.Q : statistique des débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-12/2011)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	113	124	130	144	152	159	193	215	232	247	268	361	660	999	1570	2307	2578	2847	3270	3589	3865	584
50	0.020	108	114	117	127	139	153	168	182	203	233	259	333	576	960	1536	2178	2387	2739	3190	3489	3720	573
30	0.033	97	107	113	119	124	129	154	164	186	228	255	325	549	916	1515	2150	2308	2684	2993	3359	3410	566
20	0.050	70	76	104	110	113	116	131	156	179	195	247	318	522	876	1508	2133	2258	2629	2893	3256	3277	551
10	0.100	19	20	37	47	69	74	100	107	122	143	189	285	463	794	1336	1855	2086	2348	2486	2803	2911	520
5	0.200	5	5	10	13	16	18	31	50	71	96	145	246	412	690	1148	1649	1797	2015	2316	2412	2471	460
4	0.250	4	4	6	7	10	11	20	36	56	82	137	231	382	672	1089	1512	1684	1910	2170	2358	2378	432
3	0.333	4	4	5	5	6	7	14	26	45	76	128	208	347	596	1010	1427	1568	1751	1960	2176	2201	393
2	0.500	3	4	4	4	4	5	10	20	35	58	102	180	274	475	825	1163	1295	1528	1640	1750	1779	324
3	0.667	1	2	4	4	4	4	7	14	26	44	80	125	210	352	568	840	955	1202	1426	1604	1633	258
4	0.750	1	1	2	2	4	4	5	9	21	39	67	107	187	293	461	675	889	1051	1221	1450	1490	235
5	0.800	0	0	1	1	2	3	5	9	18	36	60	98	173	261	382	554	822	977	1169	1291	1375	221
10	0.900	0	0	0	0	0	0	2	6	14	25	47	75	124	217	301	424	576	676	787	932	983	173
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	3	8	19	33	61	104	177	246	350	412	538	585	629	630	155
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	2	8	17	32	53	81	136	237	339	397	464	506	590	595	146
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	1	6	15	30	52	77	119	224	318	373	415	456	481	500	137
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13	26	46	66	90	172	300	335	355	386	401	412	129

Tableau 9.2.R : statistique des débits du Bafing à Dibia, régime observé de 1903 à 2011(influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-12/2011)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	113	125	131	145	153	159	195	217	234	249	268	285	383	725	932	1304	1465	1878	2287	2606	2947	385
30	0.033	112	119	126	139	148	156	184	207	224	238	264	284	366	639	856	1248	1393	1839	2187	2432	2926	356
20	0.050	108	115	118	128	140	153	170	185	206	233	259	279	339	601	823	1216	1353	1807	2053	2359	2601	336
15	0.067	104	111	114	121	133	146	160	169	193	231	254	272	320	561	802	1201	1327	1761	1969	2302	2366	327
10	0.100	93	104	111	115	121	128	152	164	184	228	248	264	307	477	739	1119	1203	1663	1820	2078	2180	314
5	0.200	31	34	48	63	84	94	111	137	150	161	180	210	266	374	601	843	1024	1365	1572	1733	1760	295
4	0.250	19	21	38	49	73	79	102	109	124	145	171	194	230	363	552	836	936	1263	1484	1715	1750	259
3	0.333	16	17	27	36	48	56	76	95	110	118	127	179	215	315	487	777	903	1068	1382	1633	1692	244
2	0.500	0	0	2	2	3	4	27	53	54	65	89	113	187	264	376	556	823	1013	1192	1421	1466	223
3	0.667	0	0	0	0	0	1	2	9	20	37	58	93	146	237	327	501	624	847	1017	1140	1151	193
4	0.750	0	0	0	0	0	0	2	7	15	29	48	75	127	214	301	423	586	681	795	964	1010	177
5	0.800	0	0	0	0	0	0	1	5	15	24	42	66	114	194	274	376	494	669	717	802	847	165
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	2	8	18	32	57	92	160	241	340	404	504	552	594	603	150
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	1	7	16	30	52	78	127	234	329	388	442	491	540	555	139
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	1	6	15	30	51	77	118	222	317	370	409	448	472	490	137
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14	28	49	73	102	197	305	345	364	386	402	417	134
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13	26	45	65	89	169	300	334	354	386	401	411	128

Tableau 9.2.S : statistique des débits du Bafing à Dibia, régime observé de 1970 à 2011(influencé par Manantali depuis juillet 1987)

9.3 DEBITS DU BAOULE ET DU BAKOYE

Les résultats obtenus pour ce bassin sont présentés dans les figures et tableaux suivants :

- débits moyens mensuels et débits caractéristiques de crue et d'étiage : tableaux B-3-1 à B-3-3 de l'annexe 2B
- synthèse des écoulements moyens pour différentes périodes de référence : tableau 9.3.A
- Hydrogrammes iso-fréquence pour la station de Oualia : figure 9.3.A
- évolution chronologique et analyse statistique des débits caractéristiques de crue et d'étiage : figures 9.3.B à 9.3.G et tableaux 9.3.B à 9.3.G.

Le régime demeure encore entièrement naturel sur ce bassin, où le module annuel présente une très forte variation interannuelle (coefficient de variation entre 0.56 et 0.66 sur la période 1950-2011). Ce module a très fortement diminué pendant la période 1970/2011 (de 57 à 61% pour les deux stations suffisamment observées, Oualia et Toukoto, tab. 9.3.A), par rapport à la période 1950-1969. A Oualia, la crue annuelle démarre généralement en juillet et culmine vers la première quinzaine de septembre (fig. 9.3.A). Une décroissance globale du débit s'amorce ensuite, malgré quelques pointes de crue isolées pouvant encore se produire en octobre. Généralement, le débit s'annule ou presque dès janvier ou février.

période (années hydrol.)	débit moyen annuel : moyenne interannuelle (m ³ /s) et coefficient de variation					Kq : pourcentage de volume écoulé calculé à partir de débits observés					débit journalier maximal (m ³ /s) et date		
	1903 2011	1950 2011	1950 1969	1970 2011	1987 2011	1903 2011	1950 2011	1950 1969	1970 2011	1987 2011	ensemble	observé	jaugé
Siramakana	52 0.55	44 0.66	78 0.23	29 0.62	31 0.57	6	13	0	29	13	1094 21/08/1906	554 23/08/1974	279
Toukoto	70 0.47	62 0.56	101 0.28	43 0.41	47 0.32	52	57	72	40	15	1533 21/08/1906	1406 27/08/1935	768
Oualia	132 0.52	113 0.61	194 0.22	75 0.55	81 0.51	39	79	71	90	100	2674 21/08/1906	2493 24/08/1958	1590

Tableau 9.3.A : débits du Baoulé et du Bakoye : moyenne interannuelle et coefficient de variation du module annuel, index d'observation des volumes écoulés et débit journalier maximal

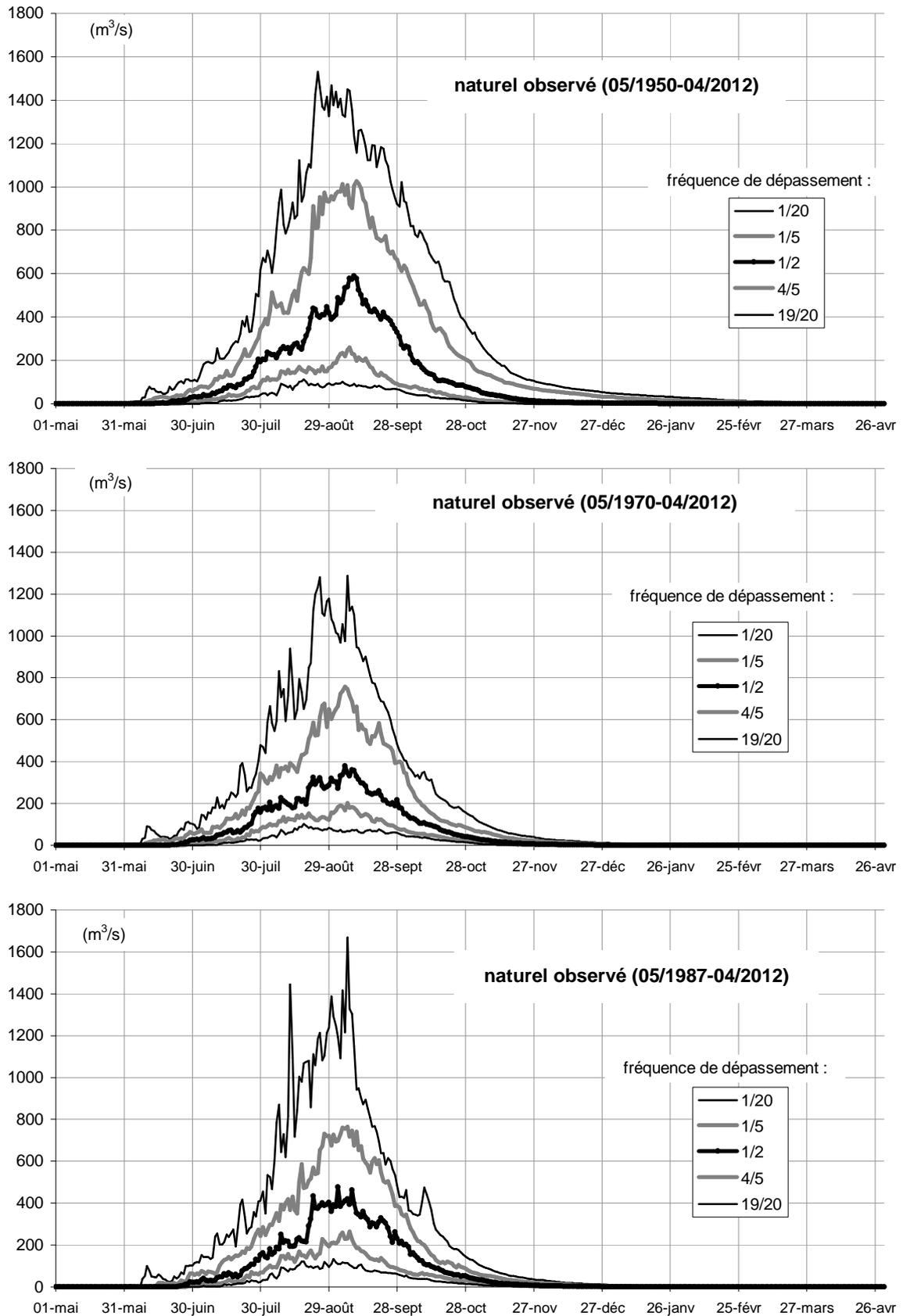


Figure 9.3.A : hydrogrammes iso-fréquence du Bakoye à Oualia, régime naturel observé

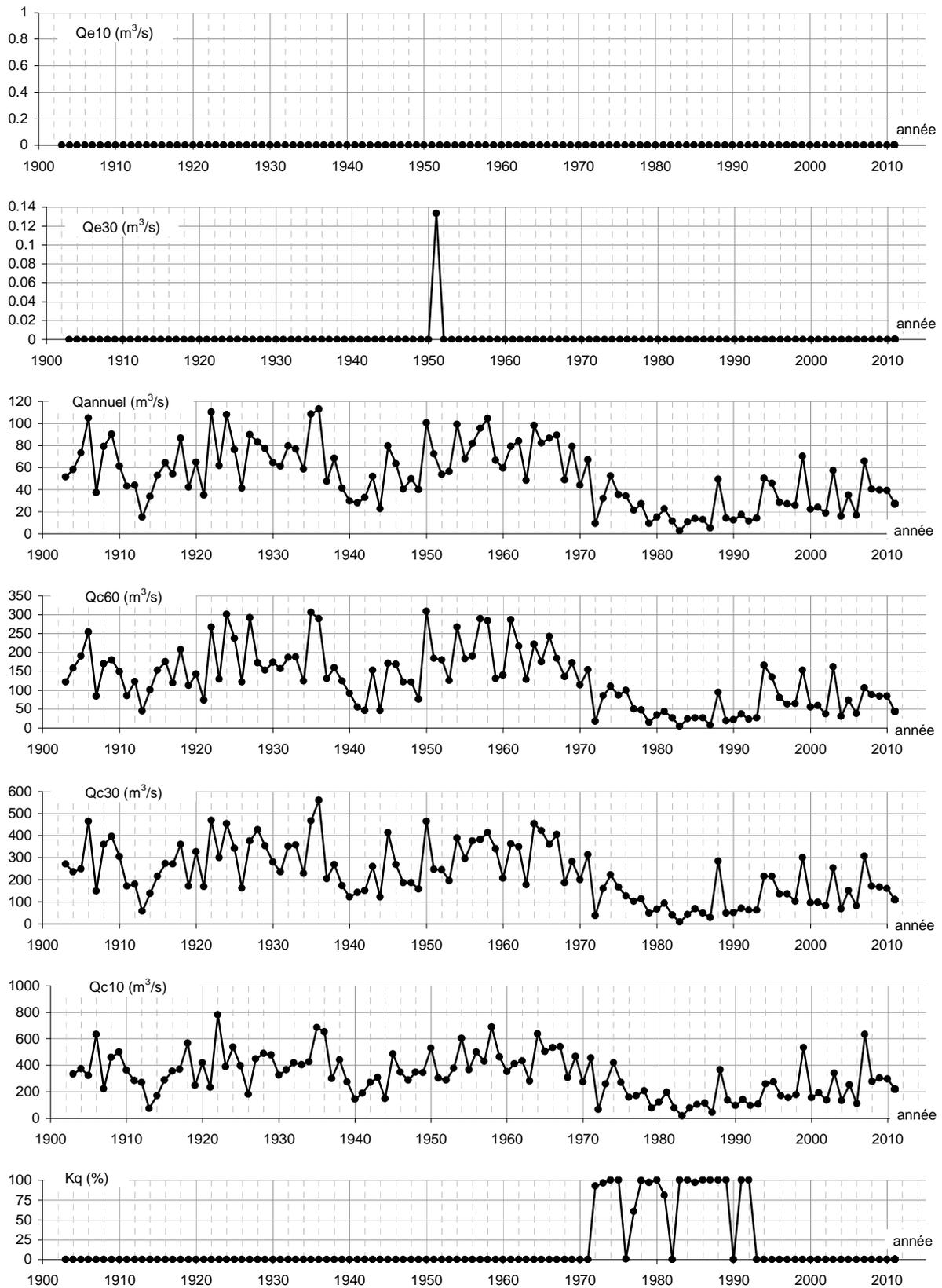


Figure 9.3.B : évolution des débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé

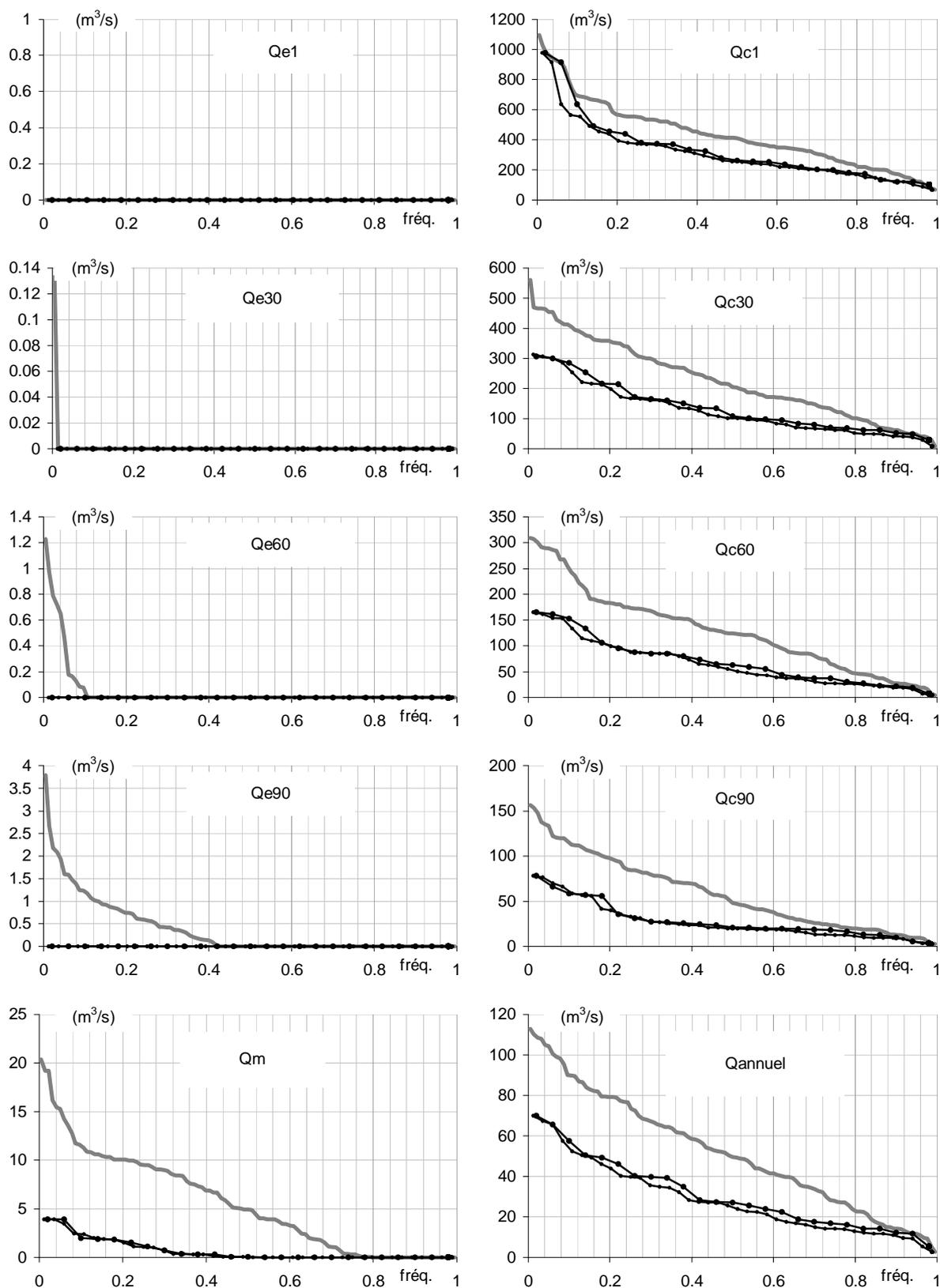


Figure 9.3.C : statistique des débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé

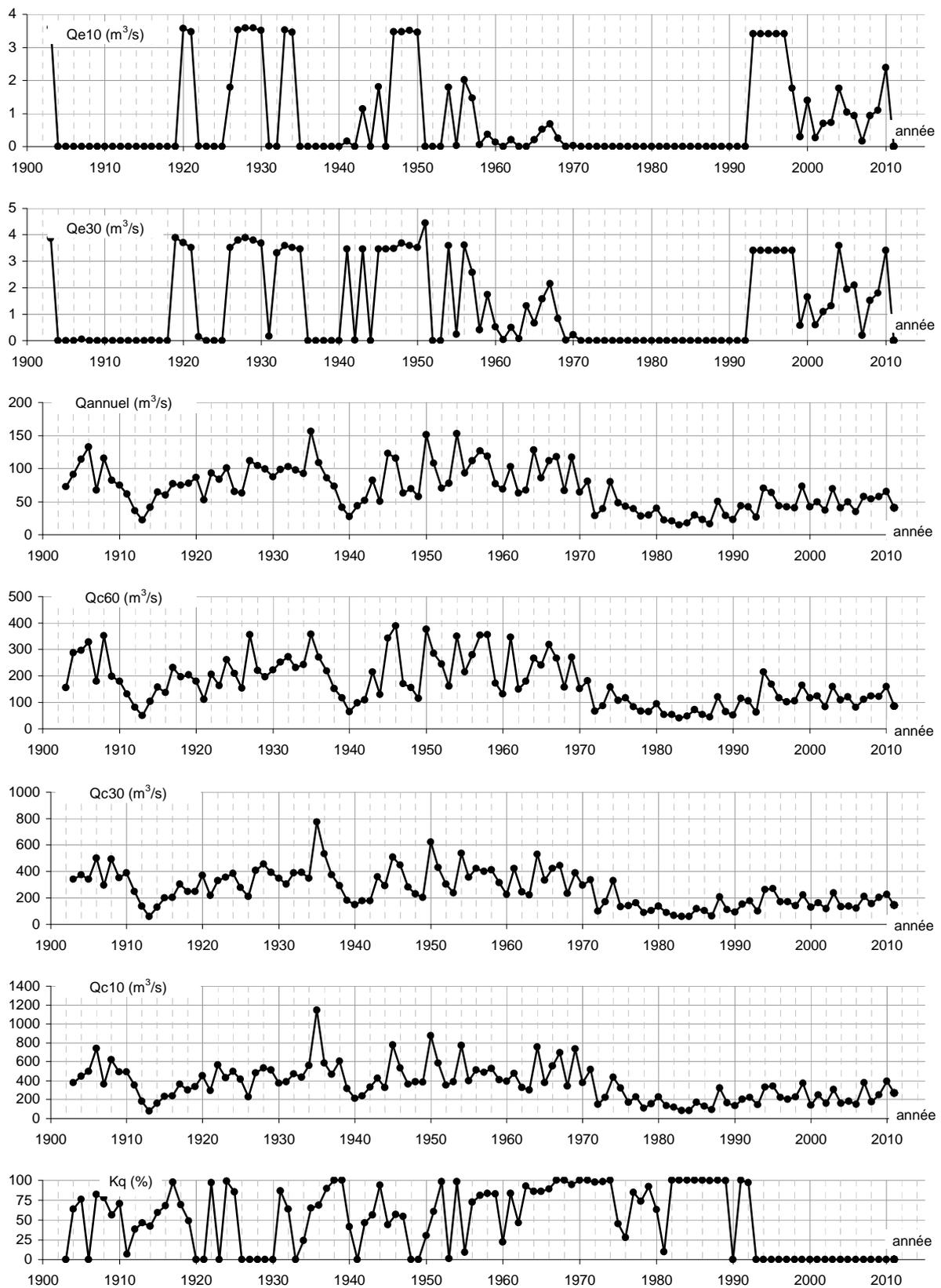


Figure 9.3.D : évolution des débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé

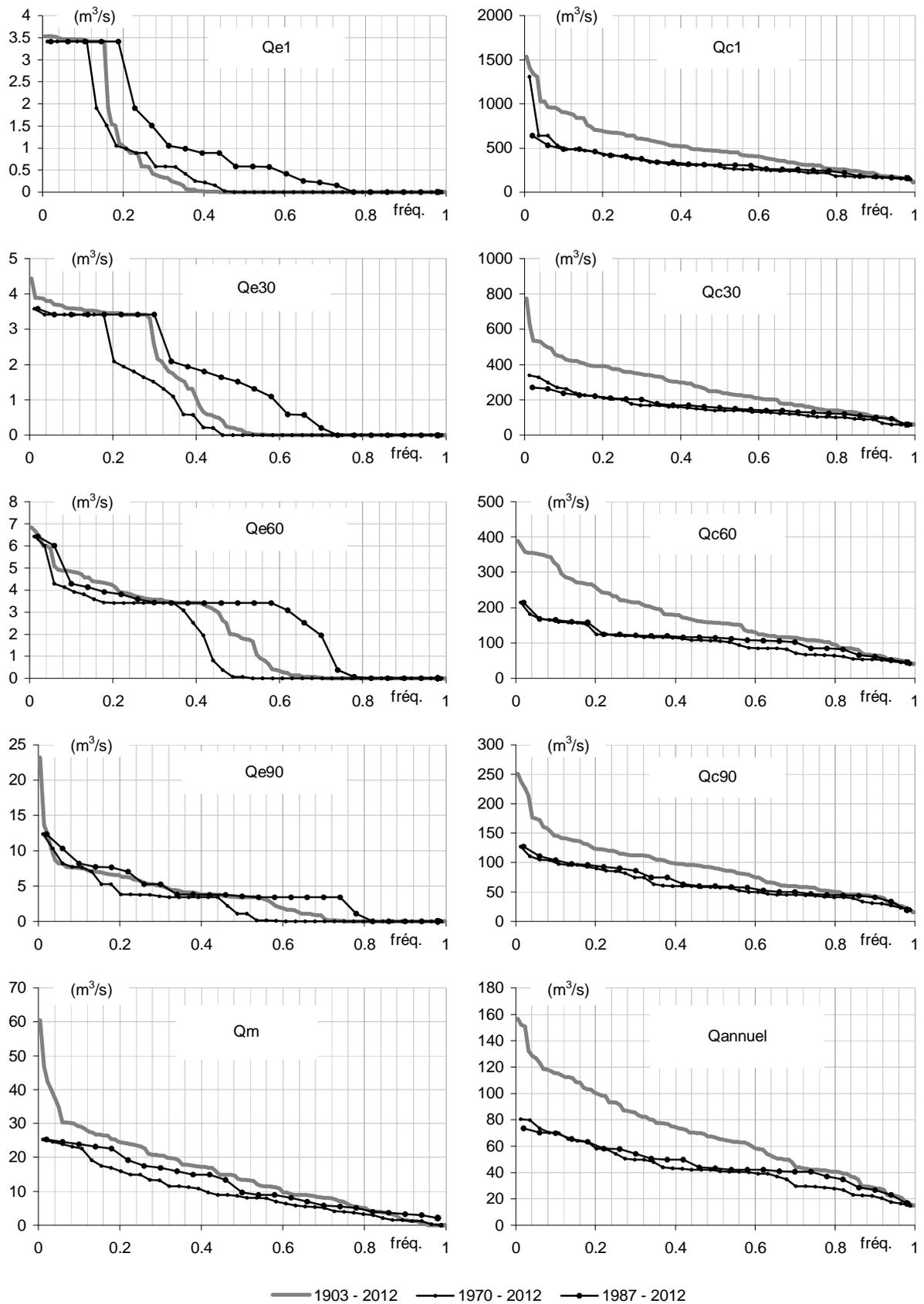


Figure 9.3.E : statistique des débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé

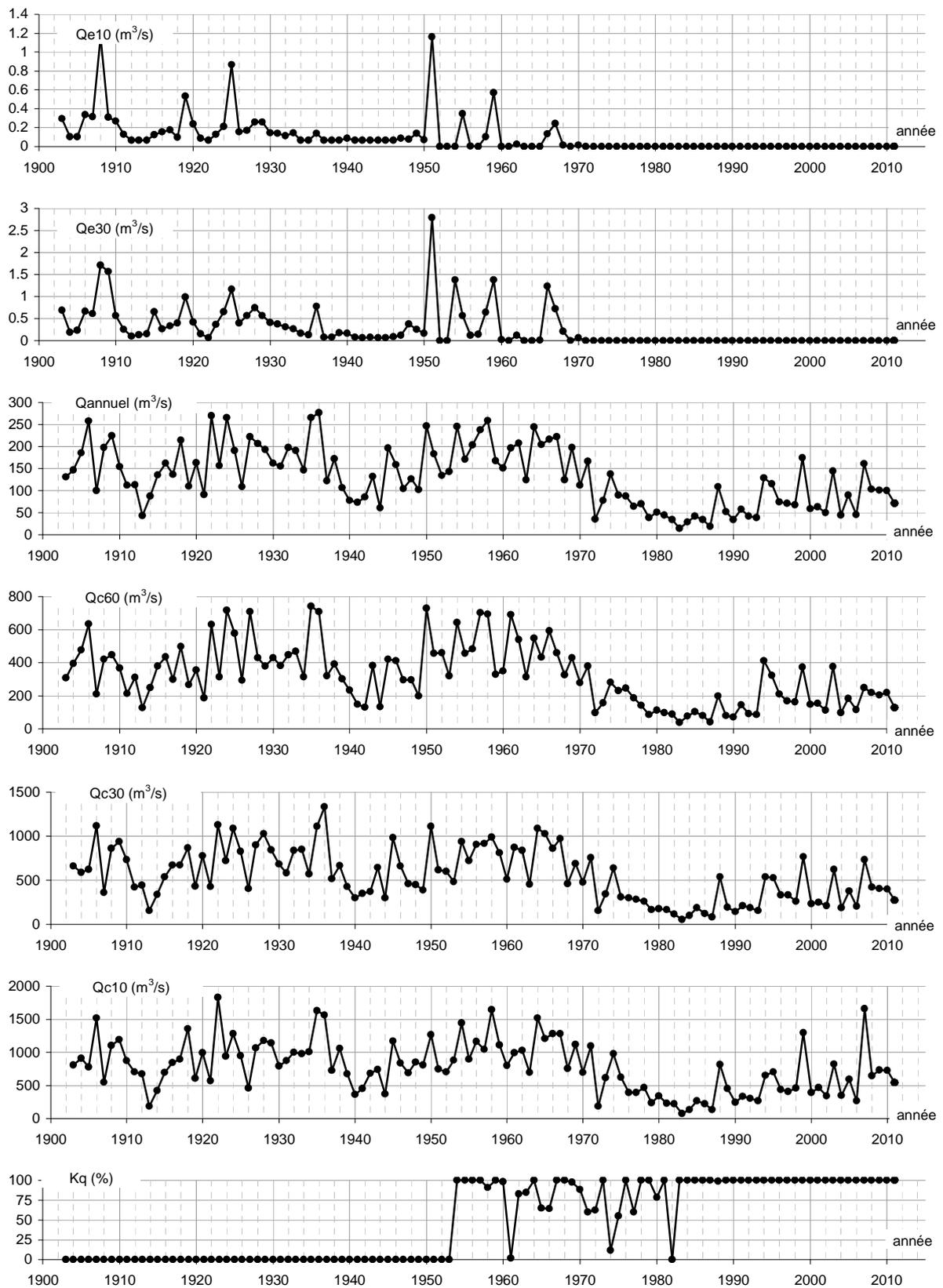


Figure 9.3.F : évolution des débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé

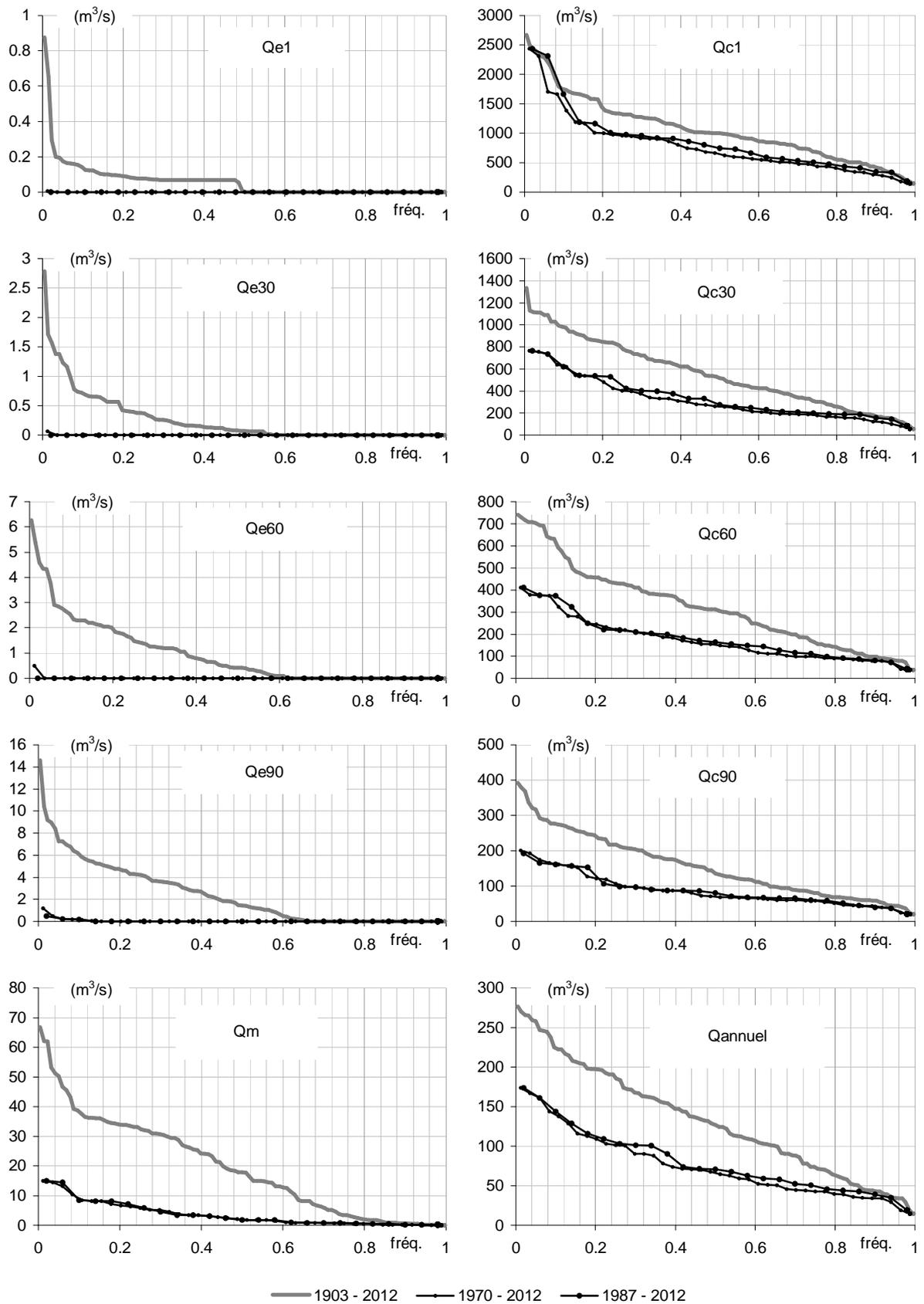


Figure 9.3.G : statistique des débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	0	0	0	0	0	0	1	3	7	12	20	29	82	155	308	506	581	726	911	1011	1054	111
50	0.020	0	0	0	0	0	0	1	2	6	11	19	28	72	150	303	467	535	686	848	969	992	109
30	0.033	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	16	26	66	137	292	465	507	650	782	925	952	108
20	0.050	0	0	0	0	0	0	0	2	4	9	15	25	58	133	289	455	492	635	732	869	922	104
10	0.100	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	11	23	48	115	249	410	456	536	589	671	693	90
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	19	36	97	183	357	397	462	513	552	566	79
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	18	34	84	174	330	384	432	491	530	550	74
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8	15	27	77	159	281	339	378	424	502	510	65
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	20	48	124	206	240	305	354	399	408	50
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	13	29	85	160	188	252	287	321	330	35
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	23	62	126	150	182	211	236	262	28
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	19	47	101	133	157	182	205	225	23
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	13	28	62	83	109	129	160	172	14
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	22	48	60	79	103	120	123	12
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	19	41	50	74	82	91	104	10
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	13	35	43	58	68	82	84	8
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	21	26	33	41	65	74	4

Tableau 9.3.B : statistique des débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	11	24	77	163	309	410	579	682	846	943	69
30	0.033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	24	77	162	307	405	544	595	777	922	68
20	0.050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	9	23	73	157	303	392	488	526	630	747	66
15	0.067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	22	69	154	296	374	445	482	539	614	63
10	0.100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	20	61	140	263	331	382	426	517	557	54
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	14	40	100	201	235	281	354	378	399	44
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	13	33	88	168	222	274	323	356	372	40
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	26	85	155	193	255	289	326	347	35
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	19	53	101	137	172	187	227	254	25
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	16	36	70	100	135	155	177	206	16
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	12	27	63	87	111	134	166	180	14
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	26	52	69	103	124	158	168	13
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	19	41	50	79	99	120	123	10
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	17	38	48	69	83	97	107	9
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	13	34	42	56	69	86	96	8
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	27	33	40	49	81	86	5
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	25	32	40	68	80	4

Tableau 9.3.C : statistique des débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	4	4	4	4	4	4	7	18	25	36	52	76	125	243	381	685	803	986	1196	1411	1458	154
50	0.020	4	4	4	4	4	4	7	13	17	27	44	66	112	230	363	565	678	810	1024	1331	1360	151
30	0.033	4	4	4	4	4	4	6	10	15	23	40	60	98	208	355	532	640	769	918	1181	1267	132
20	0.050	3	3	3	4	4	4	6	8	13	20	35	55	94	175	353	508	573	744	854	946	1025	127
10	0.100	3	3	3	3	4	4	5	8	12	18	29	49	84	146	325	439	501	587	689	815	906	116
5	0.200	1	1	1	2	3	3	4	6	10	15	25	42	74	124	258	390	437	499	567	658	692	100
4	0.250	1	1	1	1	3	3	4	6	9	14	23	38	69	118	232	363	419	477	533	623	661	93
3	0.333	0	0	0	0	1	2	3	4	7	12	20	31	57	111	204	335	363	417	497	557	572	81
2	0.500	0	0	0	0	0	0	2	3	5	7	13	23	45	90	158	246	288	354	396	447	465	67
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	9	18	34	61	116	177	212	247	302	349	354	50
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	15	29	57	107	150	176	222	244	278	301	42
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	14	28	50	96	138	161	182	215	252	260	40
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	17	41	65	104	128	148	167	189	203	28
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14	30	53	88	94	121	143	163	167	22
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	26	50	62	75	94	116	157	160	21
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	22	47	60	68	82	99	131	151	17
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	18	44	60	67	80	93	119	133	16

Tableau 9.3.D : statistique des débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	3	3	3	3	3	3	6	11	15	19	25	40	67	118	197	333	400	472	634	890	938	80
30	0.033	3	3	3	3	3	3	6	11	15	18	25	40	66	113	186	329	366	442	584	684	705	80
20	0.050	3	3	3	3	3	3	5	9	14	18	24	36	64	107	174	310	346	409	547	613	638	76
15	0.067	3	3	3	3	3	3	4	8	14	17	24	33	61	105	168	290	339	389	508	573	606	72
10	0.100	3	3	3	3	3	3	4	8	13	16	23	31	55	100	162	266	313	379	450	489	500	70
5	0.200	1	1	1	1	2	2	3	4	7	13	16	25	42	90	126	211	266	324	389	411	424	59
4	0.250	1	1	1	1	1	2	3	4	7	12	15	23	40	85	122	203	222	309	354	392	402	54
3	0.333	1	1	1	1	1	1	3	3	4	6	12	22	37	69	117	169	188	240	286	322	339	49
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	8	19	32	58	105	139	173	203	236	272	288	41
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	13	27	45	83	122	135	159	191	219	243	36
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	10	25	43	67	105	130	150	180	212	217	29
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	23	41	64	101	116	139	157	166	181	28
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	15	31	53	83	91	117	142	162	166	22
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	14	28	49	63	76	97	120	157	161	18
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	13	25	47	61	72	88	107	146	157	17
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	23	45	60	67	82	99	132	152	16
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	21	43	60	67	81	98	131	150	16

Tableau 9.3.E : statistique des débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé de 1970 à 2012

observé (05/1903-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	1	1	1	1	2	2	6	12	23	42	64	91	208	385	734	1212	1401	1732	2173	2445	2567	273
50	0.020	0	0	1	1	1	2	5	10	21	37	62	89	183	373	721	1120	1267	1649	2045	2343	2454	267
30	0.033	0	0	0	1	1	1	4	9	19	33	53	86	169	335	709	1112	1211	1619	1846	2210	2372	264
20	0.050	0	0	0	0	1	1	4	7	17	31	50	83	158	317	704	1091	1184	1523	1683	2101	2290	258
10	0.100	0	0	0	0	0	1	2	6	12	22	38	77	134	276	616	979	1092	1283	1408	1649	1749	224
5	0.200	0	0	0	0	0	0	2	5	10	18	34	62	110	242	457	847	964	1109	1226	1327	1424	197
4	0.250	0	0	0	0	0	0	2	4	10	18	33	58	103	217	431	788	913	1035	1180	1281	1325	187
3	0.333	0	0	0	0	0	0	1	3	7	14	29	51	88	189	384	675	818	913	1028	1204	1247	162
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	1	4	9	18	33	68	135	312	514	606	737	864	960	998	127
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	8	22	49	95	211	377	459	606	727	792	817	91
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	15	37	81	162	302	347	455	519	595	675	73
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	32	69	142	260	325	394	450	529	555	63
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	24	59	99	170	216	268	318	400	418	43
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18	44	81	142	169	222	256	275	296	35
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16	40	78	119	141	182	192	248	253	34
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	32	62	95	111	130	171	182	189	26
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	23	40	73	92	108	124	153	164	17

Tableau 9.3.F : statistique des débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé de 1903 à 2012

observé (05/1970-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	15	37	79	196	394	760	987	1463	1666	2042	2369	170
30	0.033	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	14	33	79	193	382	756	977	1336	1457	1880	2327	168
20	0.050	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	14	32	76	182	377	742	965	1179	1270	1709	1948	163
15	0.067	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	12	31	72	172	374	705	919	1063	1136	1526	1693	156
10	0.100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9	27	67	162	339	625	748	868	1017	1253	1470	140
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	22	58	122	246	484	593	705	851	909	1000	110
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	22	55	106	220	404	542	649	844	896	961	101
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	17	40	92	201	337	384	602	741	824	913	89
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	33	70	153	260	335	423	470	580	643	66
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	29	60	107	192	239	337	412	475	508	48
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	24	58	99	178	218	268	340	408	435	43
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20	51	89	164	191	242	304	378	405	39
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	42	78	122	160	211	245	269	291	34
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	37	74	106	119	146	190	249	258	31
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	31	60	94	111	130	168	213	221	25
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	24	41	82	106	125	144	159	174	18
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	22	40	72	90	106	121	152	163	17

Tableau 9.3.G : statistique des débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé de 1970 à 2012

9.4 DEBITS DU SENEGAL, DE GALOUGO A BAKEL

Les résultats obtenus pour ce tronçon du fleuve sont présentés dans les figures et tableaux suivants :

- débits moyens mensuels et débits caractéristiques de crue et d'étiage : tableaux B-4-1 à B-4-6 de l'annexe 2B
- synthèse des écoulements moyens pour différentes périodes de référence : tableau 9.4.A
- Hydrogrammes iso-fréquence pour la station de Bakel : figure 9.4.A
- évolution chronologique et analyse statistique des débits caractéristiques de crue et d'étiage : figures 9.4.B à 9.4.I et tableaux 9.4.B à 9.4.M
- analyse statistique des cotes caractéristiques de crue et d'étiage pour Ambidedi et Bakel : tableaux 9.4.N à 9.4.O

Sur ce bief, le module annuel naturel présente une forte variation interannuelle (coefficient de variation égal 0.42 et 0.44 sur la période 1950-2011, pour les deux stations de Kayes et Bakel). Il a fortement diminué pendant la période 1970/2011 (de l'ordre de 48%), par rapport à la période 1950-1969 (tab. 9.4.A). A Bakel, les premiers écoulements naturels significatifs apparaissent généralement vers fin juin et les plus forts débits s'observent le plus souvent juste avant mi-septembre (fig. 9.4.A). Le régime naturel de tarissement s'installe ensuite en octobre, les débits décroissant jusqu'à des valeurs très faibles en mars avril et parfois nulles en mai.

Une part importante de l'écoulement du Sénégal entre Galougo et Bakel provenant du Bafing, le régime des débits sur ce bief est assez fortement modifié par le barrage de Manantali, toutefois sans modification sensible de la date moyenne d'apparition des plus forts débits. Les principaux impacts observés à Bakel sont les suivants :

- Laminage important des très forts débits. Les pointes de crue, qui de 1987 à 2011 auraient dépassé 4000 m³/s à 8 reprises et 5000 m³/s à 3 reprises en régime naturel, ne dépassent 4000 m³/s qu'à 2 reprises dans le régime observé, pour atteindre au maximum 4362 m³/s en 1999.
- Renforcement très important des débits d'étiage. Ceux-ci, qui auraient été nuls ou quasi-nuls chaque année prenant plus de 30 jours en régime naturel, restent supérieurs à 60 m³/s en permanence depuis 1992, sauf pendant quelques jours en 1993 et 2000.
- Raccourcissement de la durée de la crue. De 1987 à 2011, le soutien de crue génère une meilleure pointe de crue que celle du régime naturel environ une année sur 5, avec des valeurs légèrement supérieures des débits caractéristiques de crue sur 1, 5 et 10 jours. Mais ceci est l'exception, car ces débits caractéristiques diminuent en moyenne de 15 à 17% par rapport au régime naturel. La diminution est systématique et encore plus forte pour les débits caractéristiques sur 30 jours (-29%), sur 60 jours (-35%) et sur 90 jours (-25%), ce qui correspond à une crue plus brève.

Sur les années hydrologiques 1987 à 2010 (période du 01/05/1987 au 30/04/2011), le débit moyen du Sénégal à Kayes et à Bakel vaut respectivement 390 et 507 m³/s en régime

naturel, et 356 et 469 m³/s en régime observé. Le déficit d'écoulement constaté entre les deux régimes (34 m³/s à Kayes et 38 m³/s à Bakel) s'explique en grande partie par les valeurs moyennes du débit évaporé (16.3 m³/s) et du débit stocké (10.8 m³/s) dans le réservoir de Manantali.

régime	débit moyen annuel : moyenne interannuelle (m ³ /s) et coefficient de variation						Kq : pourcentage de volume écoulé calculé à partir de débits observés					débit journalier maximal (m ³ /s) et date			
	naturel					artificiel	naturel					artif.	ensemble	observé	jauge
période (années hydrol.)	1903	1950	1950	1970	1987	1987	1903	1950	1950	1970	1987	1987			
	2011	2011	1969	2011	2011	2010	2011	2011	1969	2011	2011	2010			
Galougo			681			309			93			85	7571	7420	4430
			0.20			0.33							24/08/1958	23/08/1958	
Gouina			685			321			67			26	7594	7594	4765
			0.20			0.32							24/08/1958	24/08/1958	
Kayes	516	467	695	358	389	356	68	64	95	34	0	98	7544	7544	4220
	0.39	0.42	0.20	0.30	0.26	0.33							25/08/1958	25/08/1958	
Bakel	684	619	916	477	506	469	79	67	100	37	0	100	10400	10400	5600
	0.41	0.44	0.23	0.33	0.28	0.34							24/08/1906	24/08/1906	

Tableau 9.4.A : débits du Sénégal : moyenne interannuelle et coefficient de variation du module annuel, index d'observation des volumes écoulés et débit journalier maximal

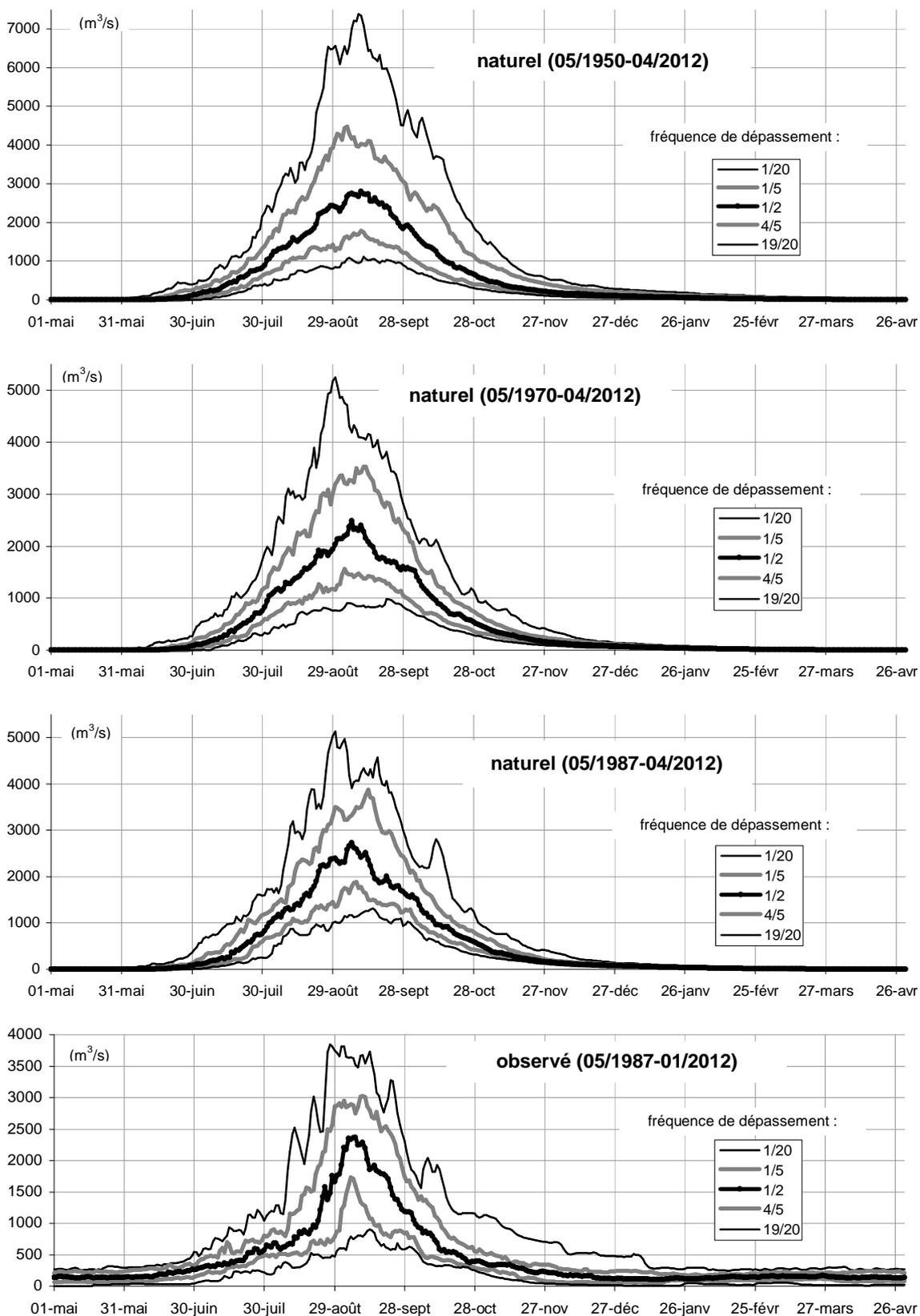


Figure 9.4.A : hydrogrammes iso-fréquence du Sénégal à Bakel, régime naturel (observé jusque juin 1987, puis reconstitué) et régime observé depuis 1987 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

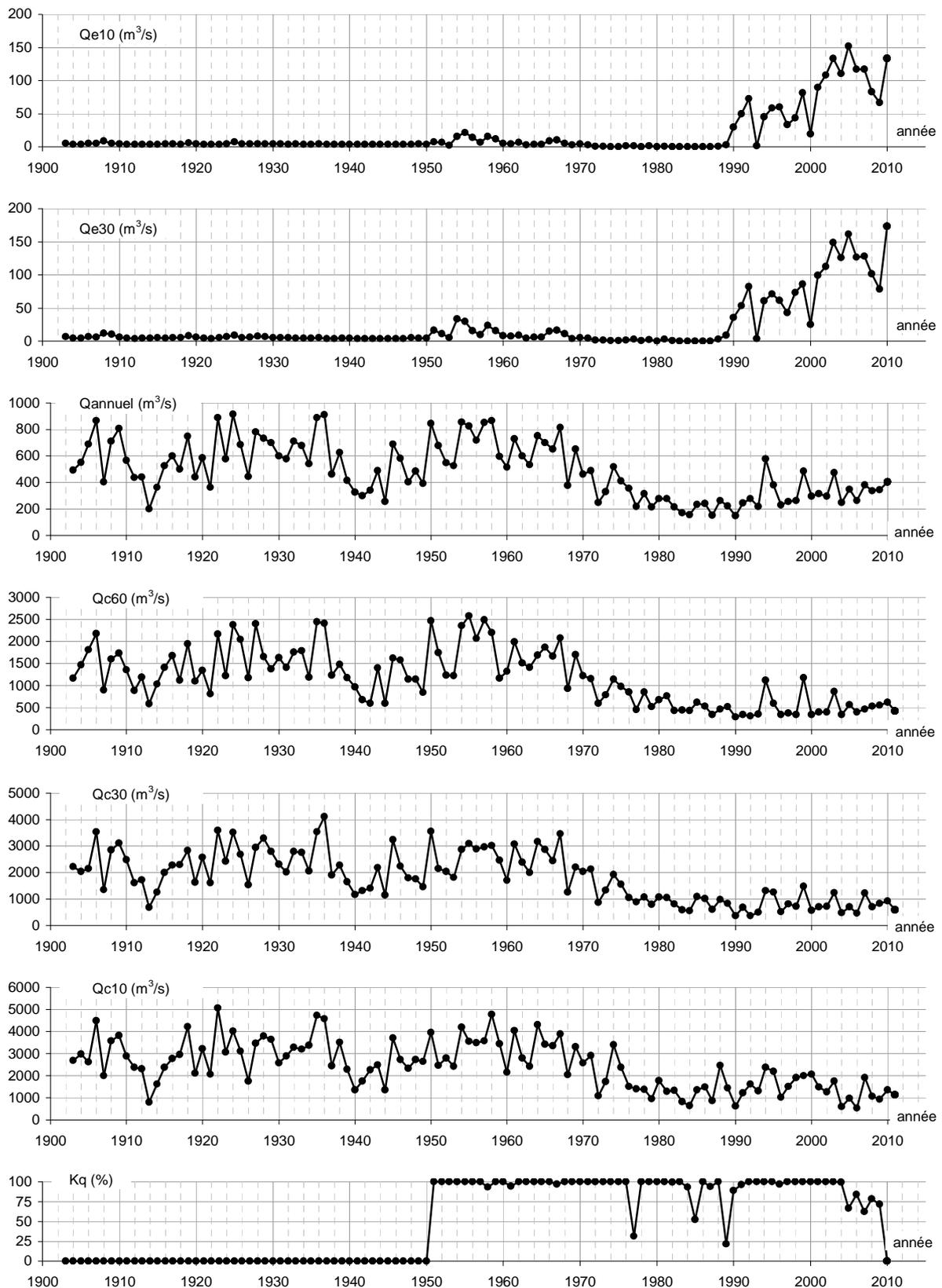


Figure 9.4.B : évolution des débits du Sénégal à Galougo, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

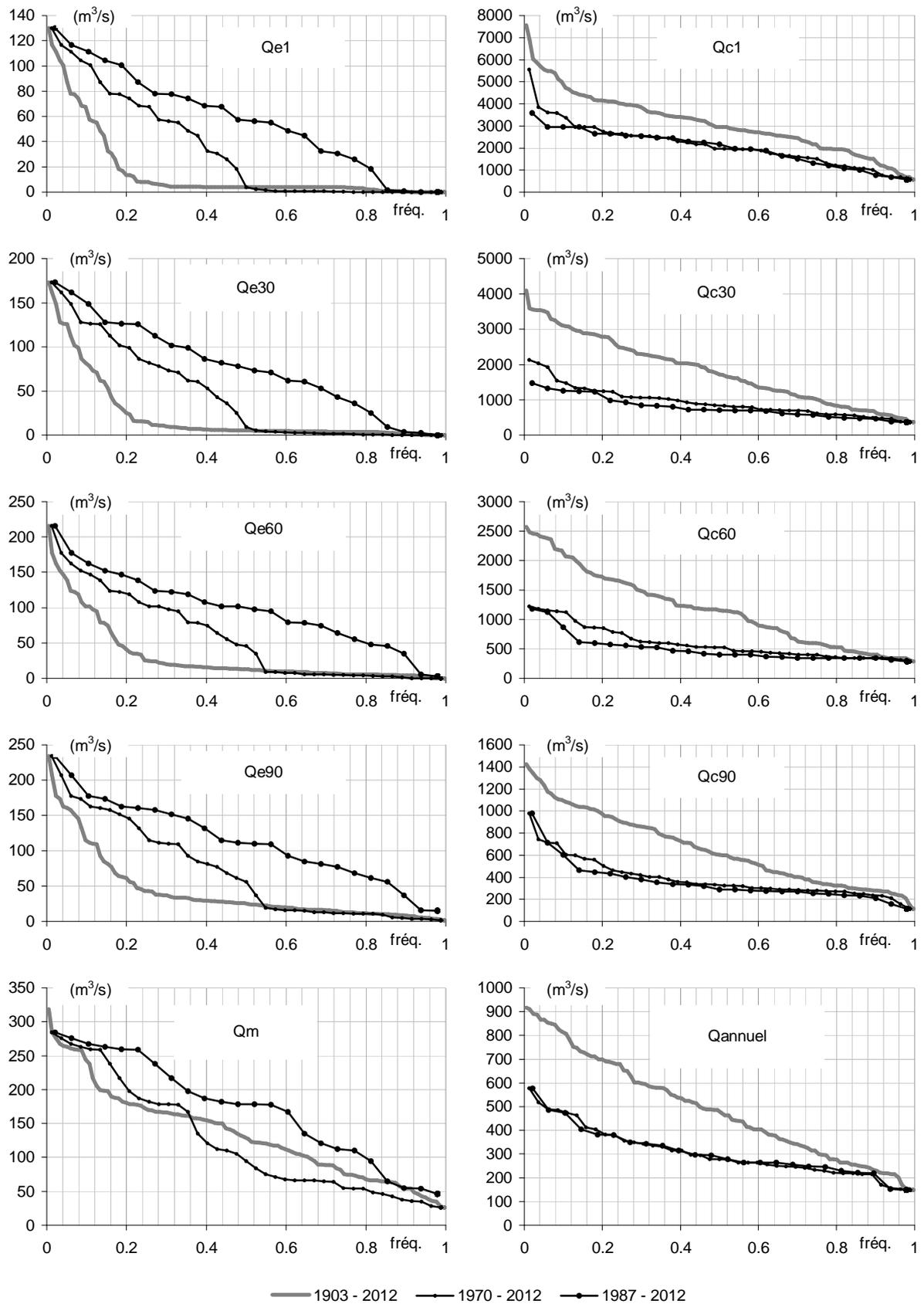


Figure 9.4.C : statistique des débits du Sénégal à Galougo, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

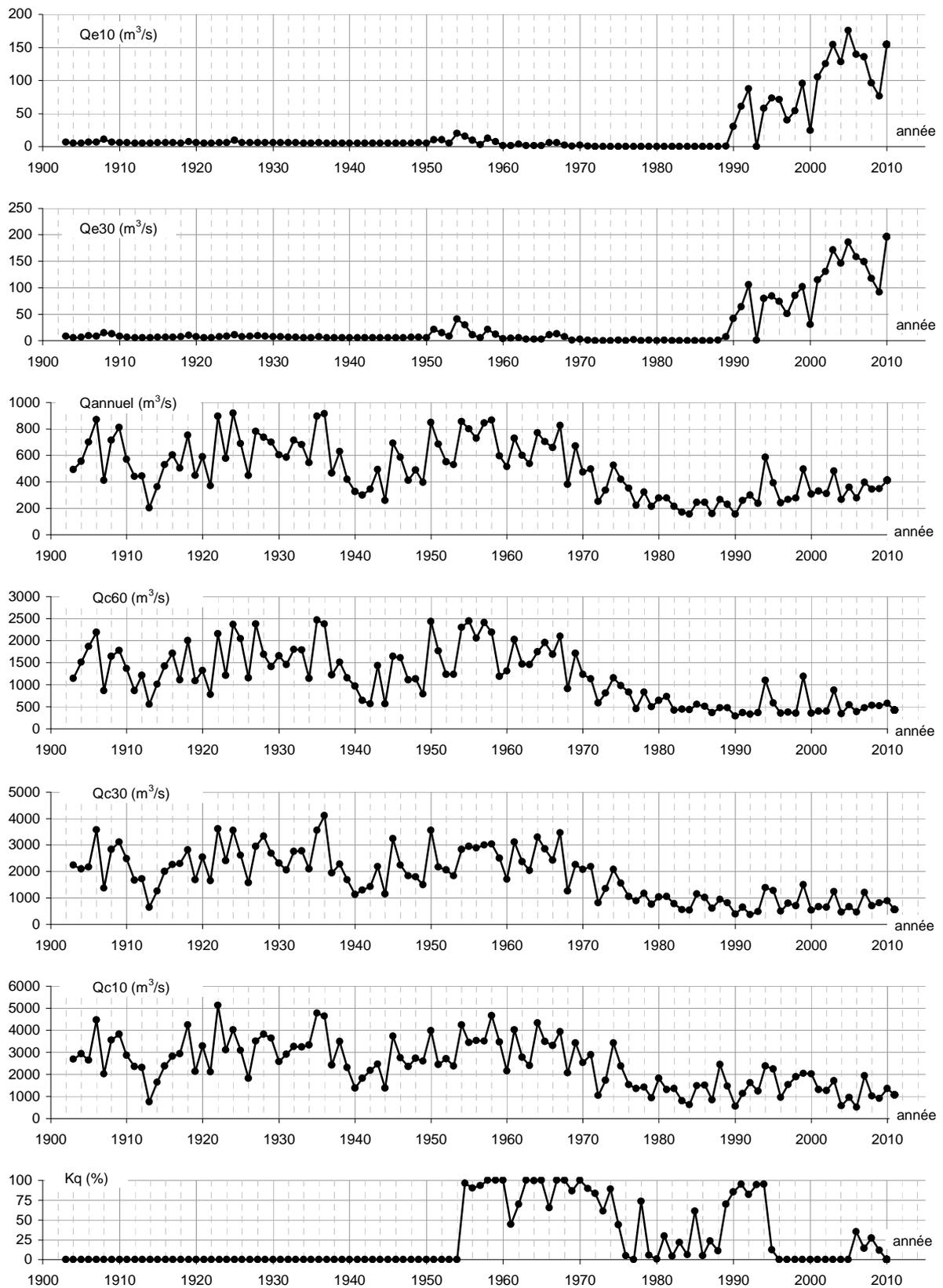


Figure 9.4.D : évolution des débits du Sénégal à Gouina, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

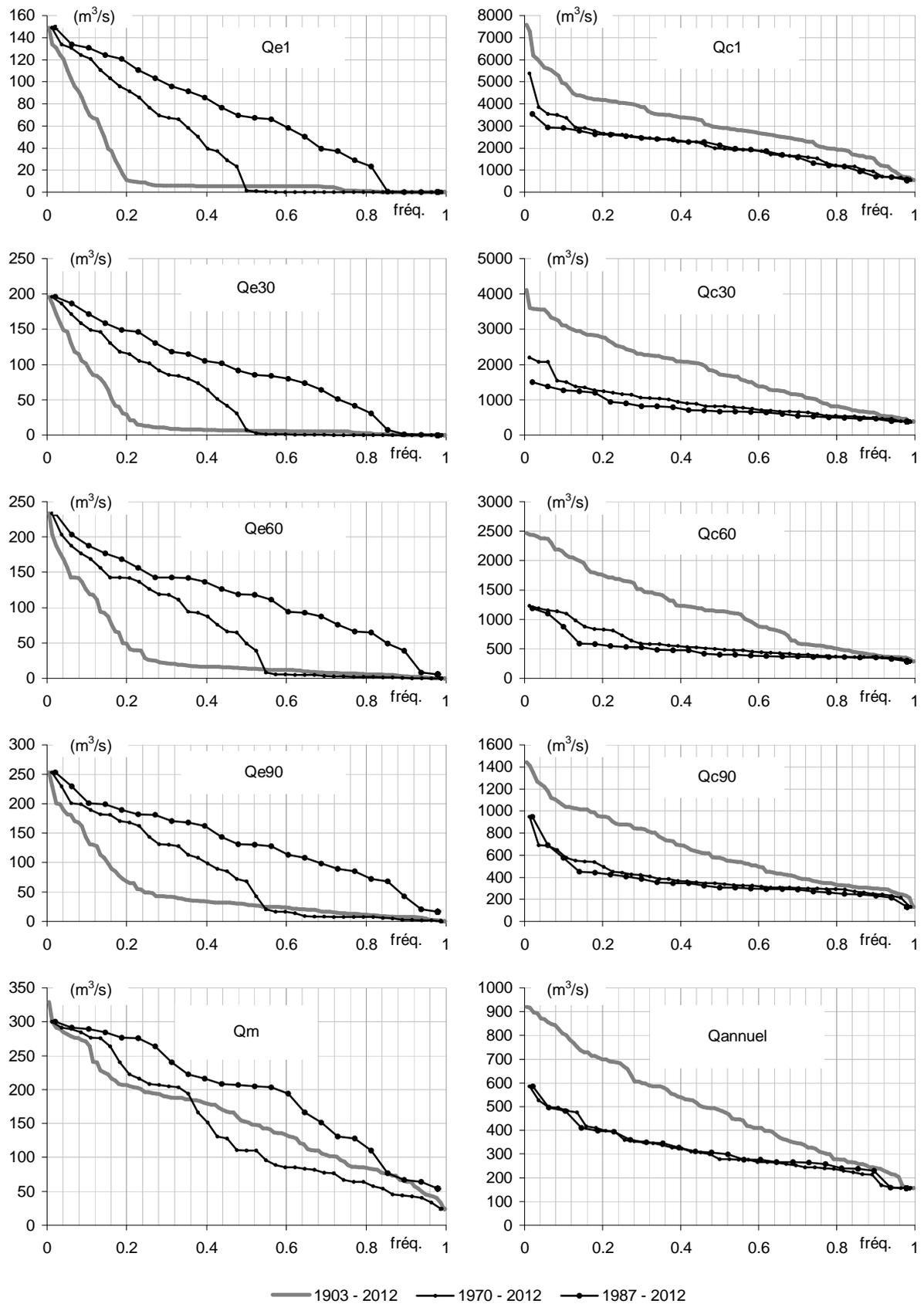


Figure 9.4.E : statistique des débits du Sénégal à Gouina, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

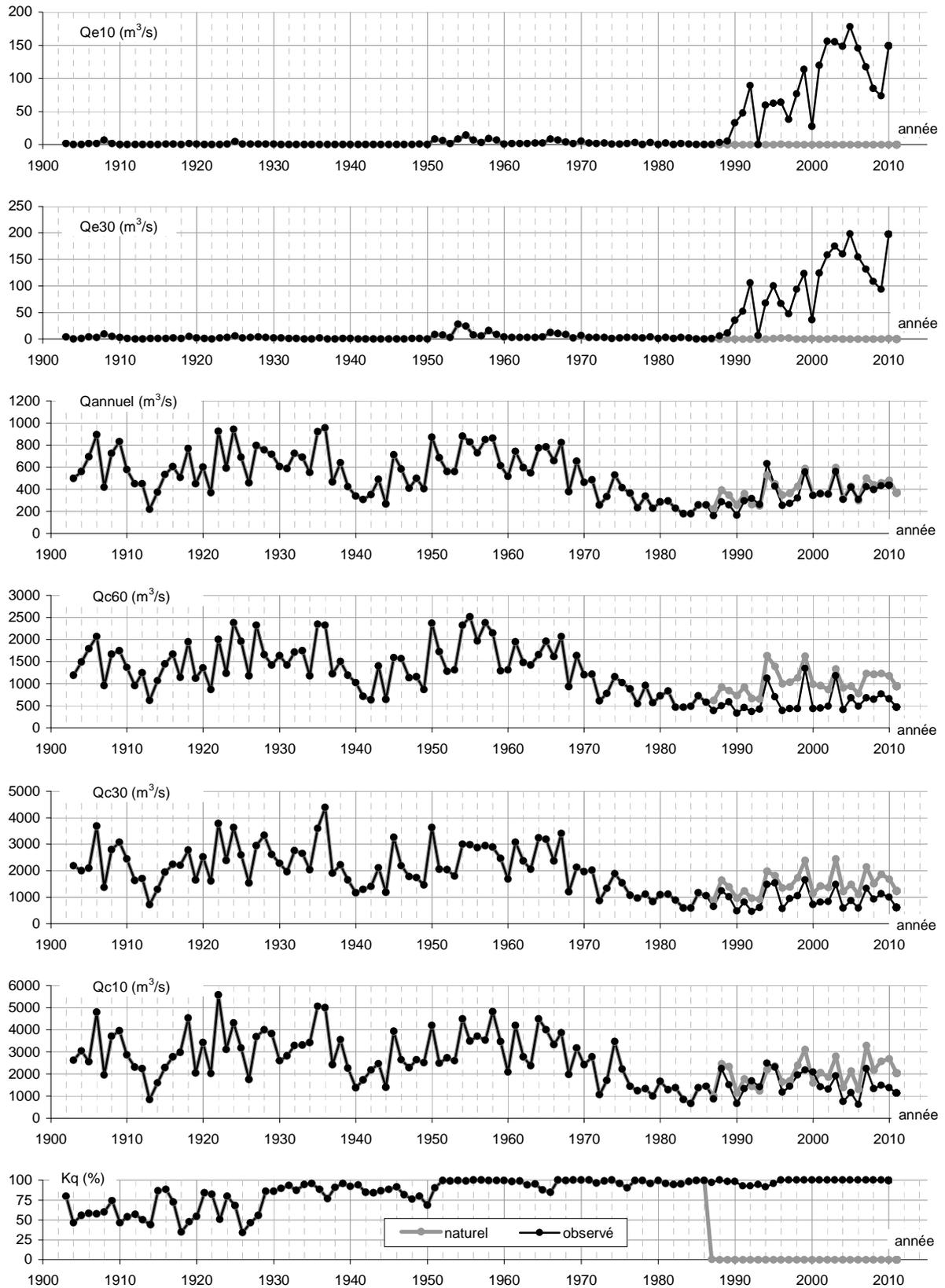


Figure 9.4.F : évolution des débits du Sénégal à Kayes, régime naturel et régime observé

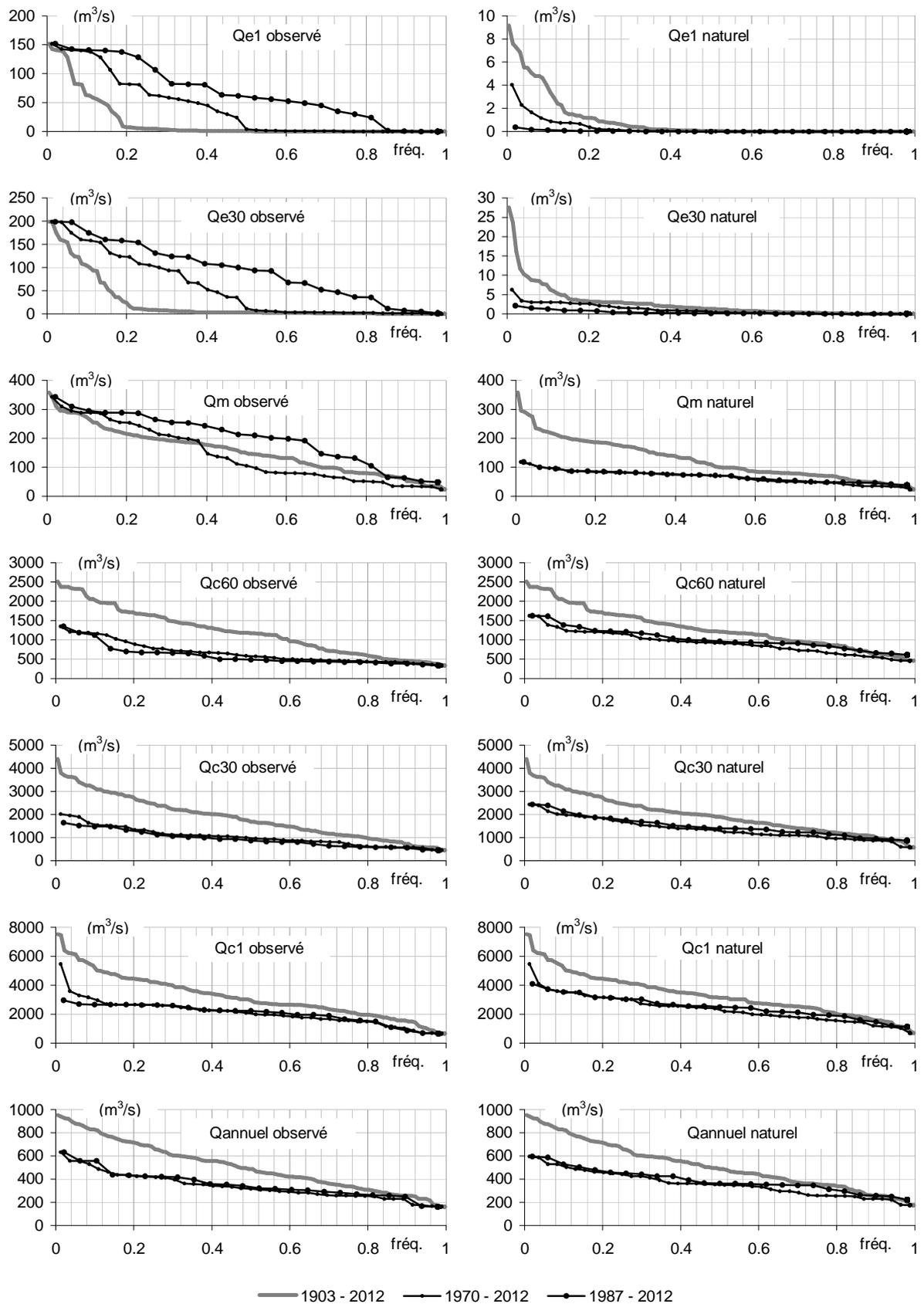


Figure 9.4.G: statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime naturel et régime observé

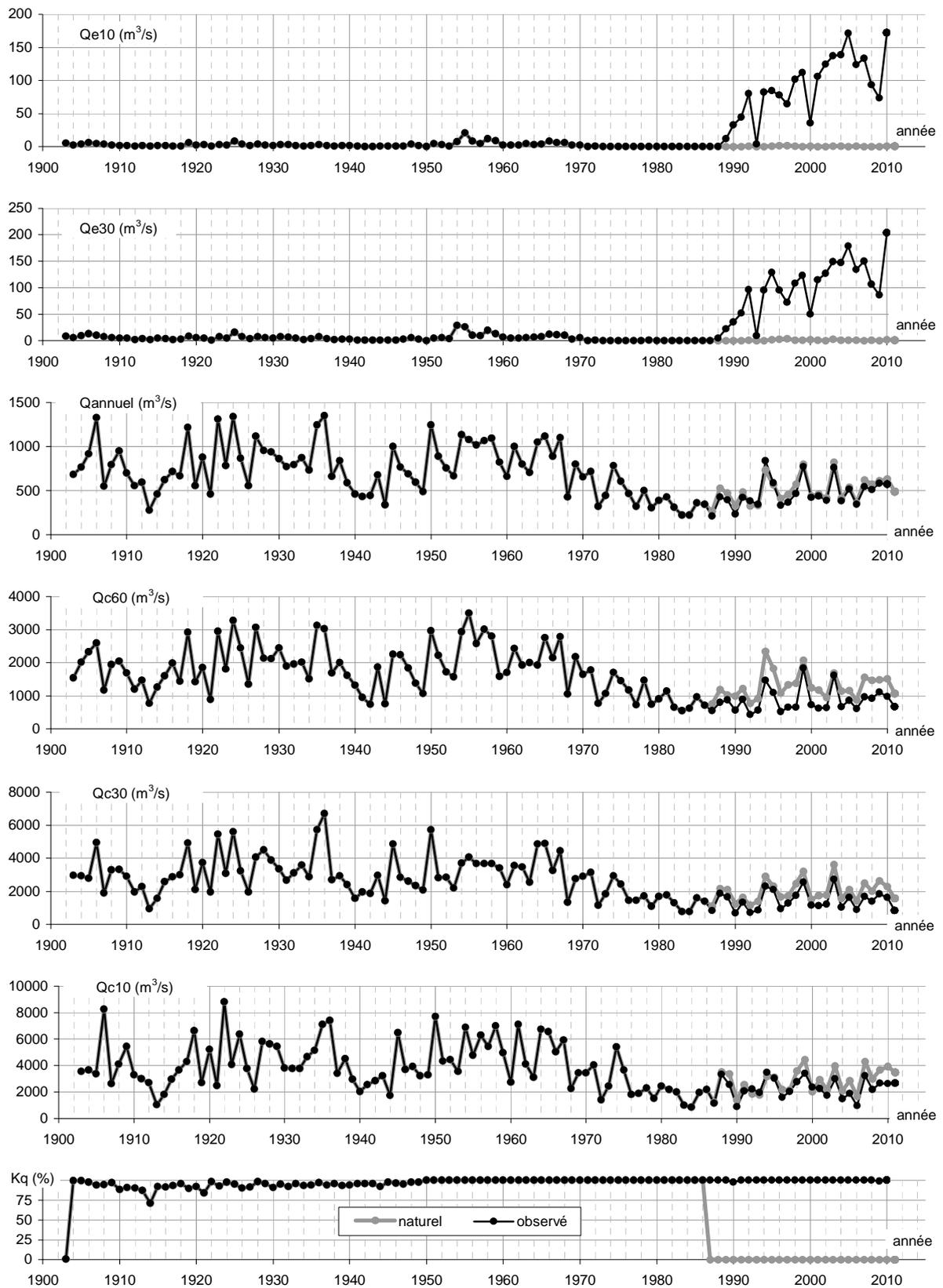


Figure 9.4.H: évolution des débits du Sénégal à Bakel, régime naturel et régime observé

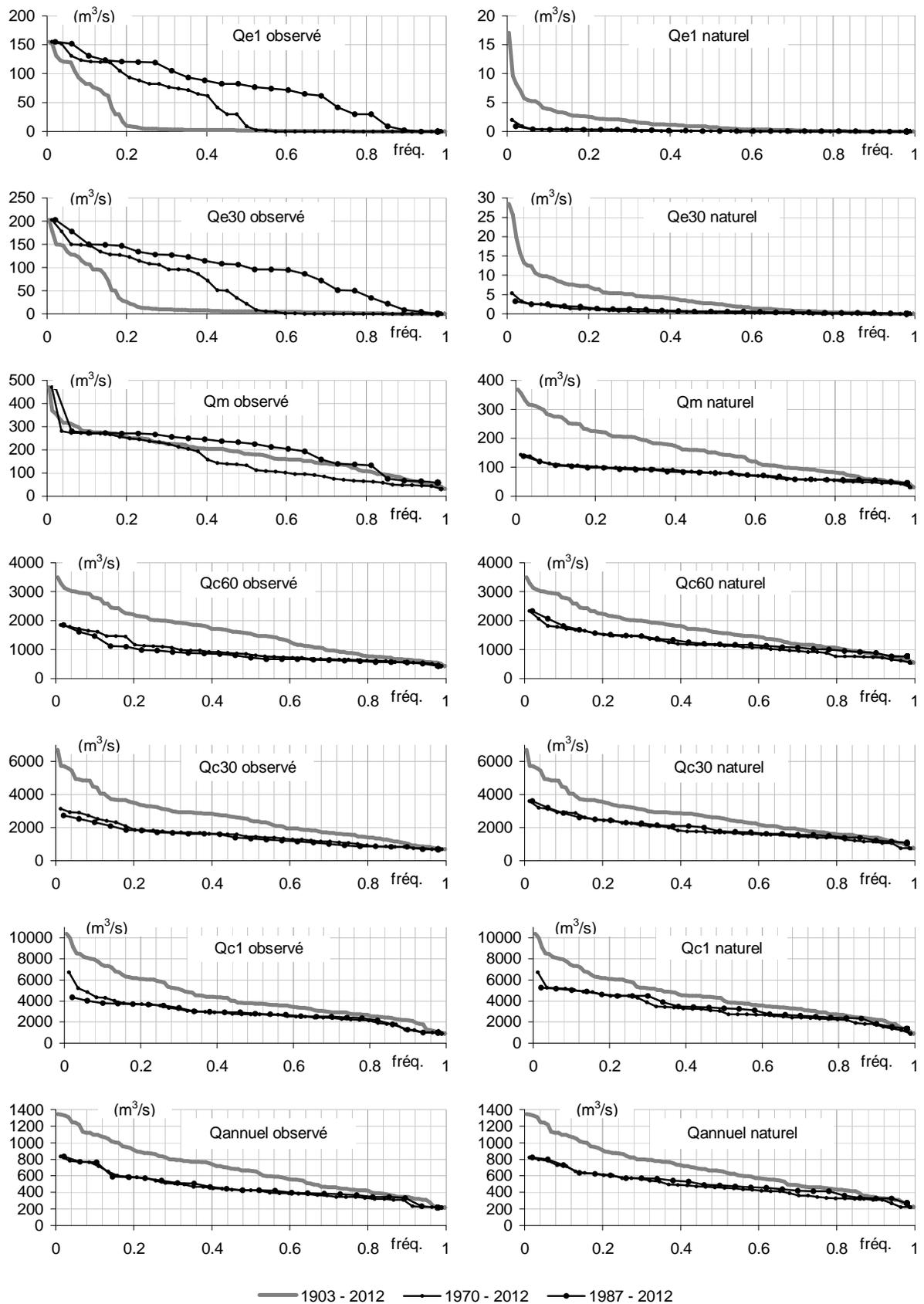


Figure 9.4.1 : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime naturel et régime observé

observé (05/1903-01/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	122	125	132	141	155	166	194	218	233	251	299	453	878	1401	2521	3802	4304	4900	5968	6825	7179	912
50	0.020	113	117	123	133	146	153	168	188	214	240	279	440	818	1356	2469	3564	3973	4750	5346	6084	6311	897
30	0.033	104	110	110	117	125	128	152	172	194	232	268	434	715	1297	2442	3538	3831	4574	5065	5834	5841	887
20	0.050	89	104	106	111	117	126	140	161	181	204	264	407	661	1234	2397	3518	3670	4323	4729	5491	5569	865
10	0.100	65	66	67	71	75	81	102	114	136	173	243	351	611	1095	2133	3105	3513	3936	4137	4764	4896	813
5	0.200	13	14	14	16	22	25	41	61	86	117	180	296	519	971	1720	2790	3019	3455	3820	4062	4146	698
4	0.250	8	8	9	9	12	15	25	43	70	100	172	288	490	900	1640	2472	2839	3330	3664	3952	4013	666
3	0.333	4	4	5	5	7	8	18	33	56	91	163	263	444	837	1407	2231	2554	2889	3306	3532	3601	580
2	0.500	4	4	4	4	5	5	13	25	43	75	129	217	344	605	1158	1723	1968	2373	2617	2920	2958	479
3	0.667	4	4	4	4	4	4	8	16	32	55	96	157	258	429	785	1236	1417	1773	2227	2485	2522	358
4	0.750	4	4	4	4	4	4	6	13	25	46	75	131	236	354	598	1016	1212	1492	1726	1969	2120	307
5	0.800	2	3	3	3	4	4	5	11	24	41	68	123	221	323	528	835	1123	1362	1609	1876	1941	277
10	0.900	0	0	0	1	1	2	4	8	18	32	54	81	161	279	398	639	848	1037	1171	1352	1385	231
20	0.950	0	0	0	0	0	0	3	5	11	21	41	70	143	247	343	524	644	815	953	991	992	214
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	4	10	20	36	64	108	231	341	477	606	660	687	723	777	174
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	3	9	19	33	59	100	193	332	440	532	610	645	672	677	155
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	2	7	16	28	50	86	141	304	376	491	573	600	618	629	151

Tableau 9.4.B : statistique des débits du Sénégal à Galougo, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	123	126	133	142	156	167	196	220	234	252	280	375	629	850	1199	2074	2310	3124	3761	4500	4616	547
30	0.033	119	122	127	136	154	163	183	211	225	245	277	335	512	768	1184	2039	2300	2951	3602	3877	4014	526
20	0.050	114	117	123	133	147	155	169	191	216	241	271	307	474	725	1167	1965	2293	2707	3261	3613	3699	501
15	0.067	110	113	119	129	138	144	160	177	207	238	267	296	464	711	1153	1811	2169	2546	3002	3499	3601	487
10	0.100	102	108	108	117	123	127	149	167	188	232	261	290	400	635	1126	1499	1878	2403	2811	3294	3439	478
5	0.200	75	78	82	85	89	100	120	147	162	179	204	232	337	509	854	1240	1476	2003	2374	2649	2756	389
4	0.250	68	69	72	75	78	83	103	119	146	172	183	221	296	446	772	1097	1407	1901	2258	2628	2640	361
3	0.333	54	54	55	57	66	70	92	106	116	129	176	200	262	402	610	1058	1242	1683	2171	2403	2495	335
2	0.500	4	4	4	4	5	9	46	56	58	60	95	130	225	329	526	836	1131	1384	1671	1915	1963	278
3	0.667	1	1	1	1	2	2	6	14	25	42	66	113	195	288	425	707	902	1238	1491	1634	1663	248
4	0.750	0	0	0	0	1	1	4	11	22	36	54	84	167	279	398	608	869	1058	1212	1505	1507	233
5	0.800	0	0	0	0	0	1	4	11	20	31	52	72	159	271	359	583	697	979	1085	1157	1207	220
10	0.900	0	0	0	0	0	0	1	4	11	20	37	67	117	235	341	488	624	763	873	912	930	197
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	3	10	19	35	61	105	215	340	470	563	622	655	686	705	160
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	3	9	18	32	59	99	189	330	433	529	609	644	671	677	154
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	2	8	17	28	55	89	155	312	378	499	594	628	651	665	151
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	2	7	16	28	49	85	140	303	376	490	570	596	614	624	150

Tableau 9.4.C : statistique des débits du Sénégal à Galougo, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1903-01/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																				débit annuel (m ³ /s)	
retour (année)	fréquence	étiage										médian Qm	crue										
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2		Qc1
100	0.010	140	142	149	163	180	190	216	239	253	271	313	450	854	1425	2453	3814	4347	4923	6067	7044	7405	918
50	0.020	132	134	142	154	169	176	193	210	235	263	294	432	779	1368	2438	3587	4021	4697	5387	6332	6534	903
30	0.033	124	128	137	139	151	158	176	198	219	255	289	422	677	1265	2404	3558	3878	4614	5087	5959	6020	893
20	0.050	111	121	125	129	135	146	158	183	206	229	282	400	638	1220	2379	3550	3814	4340	4522	5434	5652	868
10	0.100	75	79	82	84	93	99	124	140	161	199	269	358	583	1052	2137	3106	3509	3956	4118	4695	4938	807
5	0.200	11	11	13	15	21	29	49	68	102	146	207	312	494	949	1758	2773	3040	3483	3821	4081	4173	699
4	0.250	8	8	9	9	10	13	27	49	82	125	196	305	473	879	1662	2491	2801	3318	3673	3949	4045	676
3	0.333	6	6	6	6	7	9	19	39	66	111	188	281	438	803	1438	2247	2512	2894	3259	3524	3553	585
2	0.500	5	5	5	6	6	7	14	29	50	87	152	241	352	576	1141	1720	1985	2383	2570	2821	2927	485
3	0.667	5	5	5	5	5	5	9	20	37	63	111	185	276	425	766	1234	1407	1827	2258	2463	2481	362
4	0.750	1	1	2	2	3	5	7	14	29	54	91	155	257	361	560	996	1223	1503	1753	2095	2109	317
5	0.800	1	1	1	1	2	3	6	12	24	46	85	144	240	332	506	816	1114	1362	1659	1900	1942	279
10	0.900	0	0	0	0	0	0	3	7	20	38	65	102	183	298	394	621	809	984	1158	1382	1397	241
20	0.950	0	0	0	0	0	0	1	4	9	23	45	87	160	261	358	505	631	787	904	926	926	213
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	2	7	18	43	82	141	245	355	465	561	632	656	707	722	173
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	2	6	16	38	72	118	227	343	439	515	566	606	633	671	158
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	1	4	13	29	62	99	180	310	389	487	535	570	574	607	157

Tableau 9.4.D : statistique des débits du Sénégal à Gouina, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																				débit annuel (m ³ /s)	
retour (année)	fréquence	étiage										médian Qm	crue										
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2		Qc1
40	0.025	141	143	150	164	181	191	218	241	255	272	296	386	602	807	1205	2130	2344	3131	3699	4177	4536	555
30	0.033	136	138	146	157	179	188	208	233	246	266	293	345	497	717	1190	2090	2321	2942	3546	3844	4007	534
20	0.050	132	135	142	154	171	178	195	214	236	263	290	318	457	687	1169	2074	2298	2675	3182	3552	3670	510
15	0.067	129	132	140	151	161	168	185	200	228	261	288	309	449	673	1151	1915	2199	2510	2959	3377	3530	497
10	0.100	122	125	134	137	148	153	172	193	214	255	280	306	403	598	1109	1521	1900	2406	2920	3252	3410	487
5	0.200	93	94	97	99	104	116	142	169	190	203	228	262	339	499	830	1242	1535	2015	2340	2627	2666	402
4	0.250	79	84	89	90	97	103	129	148	171	199	210	250	315	440	733	1168	1373	1889	2296	2539	2611	368
3	0.333	65	66	68	69	78	83	108	126	136	150	202	223	279	395	582	1048	1267	1666	2197	2356	2420	344
2	0.500	1	1	1	2	2	7	49	68	70	73	111	161	258	339	494	817	1116	1395	1695	1920	1973	279
3	0.667	0	0	0	0	0	1	5	8	23	47	82	134	226	305	423	674	860	1199	1544	1636	1665	259
4	0.750	0	0	0	0	0	0	2	7	22	42	66	102	198	297	388	606	828	1014	1222	1536	1540	243
5	0.800	0	0	0	0	0	0	2	7	19	38	62	91	181	291	370	546	695	951	1095	1167	1203	235
10	0.900	0	0	0	0	0	0	2	7	19	44	77	84	141	249	357	480	580	736	828	861	865	196
15	0.933	0	0	0	0	0	0	2	7	17	41	76	76	131	236	351	460	536	586	617	661	689	161
20	0.950	0	0	0	0	0	0	1	6	16	37	72	72	116	225	342	434	512	564	606	630	669	158
30	0.967	0	0	0	0	0	0	1	5	14	32	67	67	99	207	324	394	489	545	594	597	641	157
40	0.975	0	0	0	0	0	0	1	4	12	29	62	62	99	177	309	388	487	533	567	571	603	156

Tableau 9.4.E : statistique des débits du Sénégal à Gouina, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1903-01/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	146	149	154	165	180	198	222	245	261	278	349	528	932	1449	2433	4035	4672	5275	6262	6964	7499	947
50	0.020	142	144	152	155	171	182	207	220	240	264	322	479	882	1397	2378	3720	4211	5018	5757	6410	6735	930
30	0.033	140	141	144	149	156	160	192	210	227	262	295	468	751	1292	2368	3631	4003	4829	5468	6160	6239	917
20	0.050	129	132	140	146	150	155	162	191	220	247	290	439	703	1233	2327	3588	3866	4557	4839	5863	6144	881
10	0.100	63	63	73	82	93	104	129	150	158	197	272	380	645	1115	2038	3144	3566	4116	4483	5148	5223	826
5	0.200	8	8	8	9	12	23	38	64	97	142	215	328	569	1028	1699	2724	3056	3515	4000	4361	4445	716
4	0.250	5	5	6	6	8	9	24	45	82	124	203	318	525	945	1633	2454	2814	3362	3772	4169	4237	670
3	0.333	2	2	2	3	4	5	14	32	60	106	189	301	488	891	1422	2183	2500	2825	3254	3509	3795	593
2	0.500	1	1	1	1	2	3	9	24	46	84	149	252	391	635	1180	1696	1930	2317	2560	2826	2981	487
3	0.667	0	0	0	0	1	2	6	15	33	57	107	180	291	482	825	1282	1452	1880	2165	2452	2526	387
4	0.750	0	0	0	0	0	1	4	10	24	47	83	154	264	390	655	1091	1268	1452	1778	2067	2154	337
5	0.800	0	0	0	0	0	1	3	9	21	41	80	144	245	365	595	970	1196	1388	1625	1869	1960	307
10	0.900	0	0	0	0	0	0	2	6	15	33	55	93	189	326	456	728	942	1160	1365	1472	1517	257
20	0.950	0	0	0	0	0	0	1	4	9	19	35	78	169	295	426	586	702	848	960	1014	1026	226
30	0.967	0	0	0	0	0	0	1	4	7	19	35	75	148	269	395	584	653	764	804	860	875	183
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	3	7	16	33	69	128	245	381	542	624	667	686	692	698	172
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	2	7	14	29	61	105	195	352	473	580	642	667	680	690	164

Tableau 9.4.F : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	147	149	155	166	181	198	224	247	263	279	326	448	724	896	1273	1993	2282	3087	3718	4346	4441	593
30	0.033	144	146	153	159	176	198	216	237	253	270	315	362	620	813	1224	1974	2212	2848	3491	3704	3796	568
20	0.050	142	144	152	155	172	185	208	222	242	264	302	328	542	787	1204	1924	2142	2599	3050	3324	3428	558
15	0.067	141	142	150	153	166	171	201	213	234	263	293	326	504	771	1195	1819	2073	2464	2762	3136	3261	551
10	0.100	138	140	143	148	155	159	179	210	223	259	288	322	459	728	1167	1568	1912	2347	2643	2869	3034	503
5	0.200	82	87	110	115	120	123	139	165	189	219	254	283	370	548	890	1352	1638	2181	2368	2586	2666	428
4	0.250	68	68	78	85	97	106	130	154	163	191	233	279	349	524	778	1247	1456	1954	2345	2577	2645	419
3	0.333	55	56	61	64	72	89	117	135	139	172	201	234	311	429	708	1116	1320	1681	2115	2356	2449	363
2	0.500	4	4	5	5	7	11	51	56	58	61	106	158	264	370	584	979	1201	1419	1680	1963	2053	317
3	0.667	1	1	2	2	3	3	5	10	23	41	77	138	235	332	478	838	1098	1321	1548	1658	1717	274
4	0.750	0	0	1	1	2	3	4	9	20	39	60	96	210	326	452	731	962	1171	1377	1534	1558	258
5	0.800	0	0	0	0	1	2	3	7	17	32	52	83	187	312	438	617	844	1135	1307	1419	1479	254
10	0.900	0	0	0	0	0	1	3	6	9	19	35	76	161	278	409	585	677	820	913	972	985	208
15	0.933	0	0	0	0	0	1	3	5	7	17	34	72	138	257	389	576	637	696	721	744	751	176
20	0.950	0	0	0	0	0	0	2	4	7	16	33	68	126	243	379	534	622	666	684	691	697	171
30	0.967	0	0	0	0	0	0	2	4	7	15	31	63	111	220	362	475	599	654	674	682	694	165
40	0.975	0	0	0	0	0	0	2	4	7	14	28	60	105	192	351	472	578	641	666	680	689	164

Tableau 9.4.G : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
30	0.033	149	151	156	171	184	198	229	254	270	286	333	505	788	947	1294	1607	1952	2422	2606	2753	2892	610
25	0.040	147	149	155	168	182	198	225	249	265	281	328	464	739	906	1266	1588	1934	2395	2595	2725	2848	598
20	0.050	145	148	154	163	179	198	220	242	258	274	320	404	665	846	1224	1560	1906	2353	2577	2681	2781	580
15	0.067	143	145	153	156	174	195	212	230	248	265	309	328	577	775	1173	1522	1868	2301	2557	2632	2708	559
10	0.100	141	143	152	155	170	177	204	215	237	263	296	327	511	724	1126	1479	1815	2249	2543	2600	2680	558
5	0.200	135	137	141	147	152	157	166	203	220	254	288	316	406	519	688	1288	1583	2129	2358	2583	2656	431
4	0.250	118	119	127	132	137	143	159	180	213	241	276	305	378	488	675	1157	1475	1986	2346	2578	2645	424
3	0.333	82	88	111	115	121	123	141	166	191	220	254	282	355	398	650	1024	1323	1726	2083	2472	2501	407
2	0.500	60	60	66	75	86	97	126	143	153	174	211	240	280	342	485	870	1189	1420	1723	2097	2244	331
3	0.667	47	48	50	53	56	59	91	107	121	138	169	193	240	323	438	718	1039	1327	1622	1870	1949	299
4	0.750	33	33	34	35	39	41	64	83	100	114	134	152	232	302	429	615	832	1166	1502	1614	1638	279
5	0.800	26	26	28	29	32	36	59	68	91	96	113	141	211	289	421	595	752	1148	1367	1478	1522	267
10	0.900	0	1	2	3	5	7	32	37	40	48	62	81	135	252	389	573	690	752	794	856	872	243
15	0.933	0	0	0	1	1	6	9	17	27	46	53	77	116	233	369	492	619	673	696	711	725	174
20	0.950	0	0	0	0	0	4	5	13	24	44	51	73	108	208	357	474	590	648	670	681	692	164
25	0.960	0	0	0	0	0	3	5	11	23	42	50	70	104	188	350	472	575	639	665	680	689	163
30	0.967	0	0	0	0	0	3	4	10	22	41	49	68	101	174	344	471	565	633	661	679	687	163

Tableau 9.4.H : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
30	0.033	0	0	0	1	1	2	6	16	36	68	113	232	563	913	1625	2426	2674	3236	3550	3860	3969	594
25	0.040	0	0	0	0	1	2	6	16	36	66	110	231	554	906	1623	2418	2650	3207	3515	3814	3911	592
20	0.050	0	0	0	0	1	2	6	16	35	63	105	228	540	895	1620	2407	2614	3163	3462	3744	3823	590
15	0.067	0	0	0	0	1	2	6	15	33	59	99	221	515	870	1579	2355	2571	3066	3393	3643	3700	577
10	0.100	0	0	0	0	1	1	5	14	27	54	95	199	461	791	1387	2155	2538	2799	3312	3486	3523	528
5	0.200	0	0	0	0	0	1	5	12	25	48	86	172	356	691	1232	1847	2095	2525	2770	3108	3145	469
4	0.250	0	0	0	0	0	1	4	12	24	47	84	161	346	673	1214	1765	2061	2411	2682	3038	3059	451
3	0.333	0	0	0	0	0	0	3	10	23	42	79	138	311	628	1138	1649	2018	2328	2556	2666	2781	429
2	0.500	0	0	0	0	0	0	1	7	18	40	71	122	268	539	960	1395	1628	2069	2318	2435	2491	364
3	0.667	0	0	0	0	0	0	1	3	12	27	55	112	229	486	916	1248	1444	1679	1766	2115	2169	348
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	3	10	26	49	95	214	461	857	1209	1300	1554	1727	1904	1957	337
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	3	9	24	49	94	199	453	807	1131	1248	1415	1674	1850	1909	306
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	2	8	23	46	89	184	337	667	963	1095	1239	1397	1415	1460	259
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	1	8	22	43	86	183	321	656	926	1049	1144	1215	1228	1238	250
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	1	7	21	41	83	171	317	645	910	1017	1095	1148	1172	1180	241
25	0.960	0	0	0	0	0	0	0	1	7	20	40	81	159	317	636	901	993	1065	1117	1154	1168	235
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	1	6	20	40	79	151	316	630	896	978	1044	1096	1142	1159	230

Tableau 9.4.I : statistique des débits du Sénégal à Kayes, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-01/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage										médian	crue										
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	153	157	162	171	183	189	202	227	242	281	411	716	1109	1899	3367	6130	6779	8488	9219	10081	10199	1343
50	0.020	138	139	144	150	155	160	187	211	229	259	359	583	1053	1751	3178	5728	6489	7867	8710	9365	9411	1332
30	0.033	123	127	131	137	144	149	182	201	223	248	329	550	987	1598	3062	5587	6209	7369	7964	8465	8529	1306
20	0.050	120	122	124	125	128	135	175	190	203	242	316	512	868	1549	3007	4970	6044	7108	7738	8119	8196	1243
10	0.100	82	86	88	90	98	108	127	158	172	209	281	435	730	1329	2793	4476	5382	6530	7130	7349	7421	1097
5	0.200	10	10	11	12	16	25	47	84	119	184	256	370	640	1214	2209	3520	4241	5195	5804	6030	6088	915
4	0.250	5	5	6	7	9	12	32	58	107	160	247	364	596	1142	2026	3275	3659	4543	5196	5821	5871	864
3	0.333	3	3	4	4	6	8	25	50	94	140	223	338	554	1036	1898	2939	3344	3845	4282	4641	4840	783
2	0.500	2	2	2	2	4	5	15	32	64	110	184	291	471	795	1543	2422	2775	3286	3521	3703	3780	661
3	0.667	1	1	1	1	2	3	9	24	47	86	149	232	356	556	1064	1830	2196	2606	2851	3038	3065	494
4	0.750	0	0	1	1	1	2	7	18	41	69	134	203	326	486	883	1599	1777	2233	2574	2797	2803	436
5	0.800	0	0	0	0	1	1	5	14	34	57	108	192	308	465	775	1408	1678	2094	2302	2536	2591	423
10	0.900	0	0	0	0	0	0	1	7	21	46	72	140	260	434	650	1053	1344	1732	2017	2136	2172	342
20	0.950	0	0	0	0	0	0	1	3	10	25	49	101	208	386	565	841	984	1126	1227	1249	1260	304
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	2	8	20	48	95	199	382	555	773	921	1007	1084	1133	1145	237
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	1	7	18	44	93	171	363	540	743	822	930	968	1002	1011	221
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	1	7	14	38	82	144	299	483	703	798	868	906	941	958	217

Tableau 9.4.J : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		débits caractéristiques (m³/s)																			débit annuel (m³/s)		
retour (année)	fréquence	étiage										médian	crue										
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	153	157	162	171	184	190	204	228	242	284	371	609	846	1154	1811	3032	3619	4665	5613	5839	5903	808
30	0.033	152	155	160	171	177	182	192	224	239	266	307	436	709	1144	1791	2954	3456	4184	5145	5305	5372	790
20	0.050	140	142	146	153	158	163	187	212	231	259	277	361	654	1026	1740	2920	3218	3827	4671	4837	5011	776
15	0.067	129	130	135	138	145	150	186	204	225	256	273	350	614	939	1691	2859	3030	3618	4377	4545	4719	768
10	0.100	122	125	128	135	143	148	181	200	221	247	272	336	546	912	1626	2598	2884	3460	3993	4212	4317	737
5	0.200	97	97	104	108	114	124	143	166	180	208	253	293	433	737	1201	1899	2372	3041	3516	3687	3721	583
4	0.250	84	89	92	95	100	110	130	160	175	197	239	290	390	622	1112	1841	2317	2764	3113	3540	3592	549
3	0.333	74	75	77	80	86	95	117	126	138	176	212	258	356	552	969	1706	2034	2590	2828	3017	3053	493
2	0.500	9	10	10	12	17	22	48	56	60	68	133	196	329	475	829	1453	1767	2202	2472	2699	2745	424
3	0.667	0	0	0	0	0	0	2	8	25	50	93	164	278	441	665	1196	1587	1971	2110	2368	2429	371
4	0.750	0	0	0	0	0	0	1	7	21	46	69	135	260	434	647	1085	1368	1825	2022	2215	2233	346
5	0.800	0	0	0	0	0	0	1	5	19	36	63	114	242	398	624	937	1275	1600	1990	2106	2125	331
10	0.900	0	0	0	0	0	0	1	2	8	21	48	98	204	384	558	815	925	1091	1203	1229	1249	277
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	1	8	19	46	94	180	372	552	759	855	968	1033	1064	1078	223
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	1	7	17	44	92	171	362	538	740	820	924	963	998	1010	221
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	1	7	15	41	87	163	341	510	710	807	875	920	963	987	219
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	1	7	14	37	81	142	294	480	702	796	867	905	938	955	217

Tableau 9.4.K : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
30	0.033	154	159	163	172	188	196	212	230	244	296	414	722	921	1096	1768	2670	2887	3452	4112	4250	4256	817
25	0.040	153	158	162	171	185	192	207	228	243	288	383	641	852	1059	1730	2637	2886	3442	4058	4198	4204	806
20	0.050	153	156	161	171	180	186	198	226	241	275	338	520	747	1004	1674	2588	2884	3426	3976	4120	4124	790
15	0.067	150	152	157	168	171	176	188	220	237	259	281	367	627	943	1593	2503	2881	3395	3860	3995	4005	769
10	0.100	133	134	138	142	148	153	187	206	226	259	274	356	546	915	1473	2325	2875	3319	3682	3765	3803	764
5	0.200	121	123	125	130	138	143	178	197	214	244	272	334	470	615	1035	1862	2343	3018	3462	3628	3699	578
4	0.250	120	121	123	124	126	131	168	180	201	229	269	321	443	564	965	1763	2319	2827	3189	3548	3614	556
3	0.333	99	99	105	109	115	125	144	166	182	209	254	294	362	528	889	1654	2211	2654	2905	3066	3088	512
2	0.500	79	79	80	83	93	101	124	146	157	188	230	265	344	443	723	1328	1773	2261	2673	2813	2816	425
3	0.667	63	64	67	69	74	79	107	112	122	133	176	224	304	428	649	1099	1634	2010	2264	2465	2535	388
4	0.750	36	36	37	40	45	51	71	92	111	124	139	169	277	390	619	929	1328	1860	2077	2377	2409	375
5	0.800	30	31	32	34	37	39	64	85	101	113	134	152	263	385	585	875	1199	1673	2018	2239	2274	353
10	0.900	2	2	3	3	6	8	32	37	46	59	67	104	208	368	554	838	927	1130	1232	1253	1262	325
15	0.933	0	0	0	1	4	5	12	19	39	53	64	95	175	356	525	734	922	983	1030	1056	1059	242
20	0.950	0	0	0	0	2	3	7	14	35	50	63	93	154	320	497	707	897	935	973	1005	1013	226
25	0.960	0	0	0	0	2	2	5	12	32	49	61	92	139	287	475	701	874	916	957	994	1007	222
30	0.967	0	0	0	0	1	1	4	10	30	48	61	91	129	265	461	697	858	903	946	986	1004	219

Tableau 9.4.L : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian Qm	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150		Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
30	0.033	1	1	1	2	2	3	6	17	41	78	133	276	673	1125	2251	3480	3763	4402	4931	5189	5258	813
25	0.040	1	1	1	1	2	3	6	17	40	76	129	275	658	1118	2207	3411	3763	4374	4905	5184	5242	809
20	0.050	1	1	1	1	2	3	6	16	39	72	125	274	635	1107	2139	3308	3761	4333	4866	5175	5217	803
15	0.067	0	1	1	1	2	2	6	16	36	68	118	267	607	1078	2029	3153	3689	4236	4791	5122	5165	787
10	0.100	0	1	1	1	1	2	6	15	31	63	106	239	583	990	1815	2900	3336	3962	4614	4902	5024	732
5	0.200	0	0	0	1	1	2	5	12	27	55	98	198	433	841	1538	2479	3052	3616	4029	4500	4560	616
4	0.250	0	0	0	1	1	1	4	12	26	54	95	194	424	787	1492	2338	3039	3521	3902	4422	4473	581
3	0.333	0	0	0	0	1	1	4	10	24	50	92	160	364	759	1392	2172	2724	3383	3722	3947	3999	567
2	0.500	0	0	0	0	0	1	2	7	19	42	81	147	318	659	1188	1779	2242	2909	3077	3254	3310	483
3	0.667	0	0	0	0	0	0	1	5	14	32	66	130	264	569	1077	1626	1857	2175	2320	2642	2710	435
4	0.750	0	0	0	0	0	0	1	4	12	29	58	111	247	560	1013	1560	1707	2104	2282	2449	2490	414
5	0.800	0	0	0	0	0	0	1	4	10	26	57	107	238	548	970	1465	1613	1945	2266	2405	2421	386
10	0.900	0	0	0	0	0	0	1	2	9	24	55	102	205	410	879	1236	1472	1676	1721	1794	1818	326
15	0.933	0	0	0	0	0	0	1	2	7	22	51	102	204	389	790	1174	1337	1448	1506	1589	1593	325
20	0.950	0	0	0	0	0	0	1	2	7	21	49	99	192	385	769	1144	1273	1360	1414	1494	1505	311
25	0.960	0	0	0	0	0	0	1	2	7	21	48	95	180	385	765	1125	1235	1319	1365	1441	1461	297
30	0.967	0	0	0	0	0	0	1	2	7	21	47	93	173	385	763	1113	1210	1291	1332	1405	1432	287

Tableau 9.4.M : statistique des débits du Sénégal à Bakel, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	93	93	97	97	100	108	129	139	148	155	175	222	320	367	471	547	597	700	754	786	798
25	0.040	93	93	96	96	100	108	127	137	146	153	172	212	305	356	469	543	593	694	741	782	793
20	0.050	93	93	95	95	100	106	124	135	144	151	168	196	282	340	466	539	586	685	721	775	784
15	0.067	91	91	92	93	99	104	118	130	140	148	162	176	258	321	456	530	579	674	700	764	772
10	0.100	85	86	88	90	94	97	106	119	132	147	160	174	257	306	421	512	577	667	694	746	756
5	0.200	79	79	84	87	92	93	97	112	118	135	155	168	214	247	303	472	546	635	688	730	738
4	0.250	76	77	82	85	89	92	97	106	115	130	151	164	194	236	301	437	527	631	682	721	731
3	0.333	63	64	66	67	72	74	90	99	106	117	135	149	185	202	283	387	467	568	673	699	701
2	0.500	29	29	34	46	55	59	74	79	85	104	117	132	147	185	230	348	431	501	565	629	653
3	0.667	16	18	22	26	31	34	52	61	65	79	102	113	132	169	216	304	408	457	526	559	564
4	0.750	-1	0	1	3	7	8	36	53	61	65	75	91	130	164	208	274	327	436	504	529	530
5	0.800	-12	-12	-12	-10	-9	-6	26	39	50	57	69	79	124	161	202	270	306	407	483	502	508
10	0.900	-53	-51	-45	-43	-37	-27	5	13	19	28	38	54	89	135	189	252	288	320	334	345	351
15	0.933	-64	-63	-62	-60	-46	-43	-36	-18	6	25	36	52	78	133	180	219	281	293	307	318	322
20	0.950	-68	-67	-66	-64	-51	-48	-43	-24	0	23	35	50	73	124	176	212	270	281	295	304	307
25	0.960	-70	-69	-68	-65	-53	-51	-45	-25	-2	21	33	50	70	115	173	212	259	274	289	296	298
30	0.967	-71	-71	-69	-66	-55	-53	-47	-26	-4	20	33	49	68	109	171	211	252	269	285	290	291

Tableau 9.4.N : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle d'Ambidedi, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	176	180	183	189	199	204	214	224	232	257	294	406	481	519	682	870	914	984	1052	1070	1071
25	0.040	176	179	182	189	197	201	210	223	231	253	284	380	463	513	677	866	911	980	1044	1060	1061
20	0.050	176	178	181	188	194	198	205	221	230	247	270	342	435	503	668	859	907	974	1032	1044	1046
15	0.067	174	175	179	186	188	191	199	218	228	240	252	294	402	493	645	838	891	963	1017	1027	1029
10	0.100	162	163	167	168	173	176	198	210	222	240	248	289	372	485	574	764	832	938	1002	1018	1021
5	0.200	154	155	157	160	166	169	193	204	217	232	247	279	340	398	515	696	809	896	943	985	992
4	0.250	153	154	156	156	158	161	186	199	211	224	246	272	328	379	501	678	795	892	938	956	962
3	0.333	142	142	145	146	152	158	174	187	196	215	237	259	292	343	474	644	720	866	901	924	926
2	0.500	123	125	127	128	135	143	162	171	181	202	226	243	276	327	416	573	671	786	816	841	847
3	0.667	110	111	113	116	119	125	143	153	163	169	193	220	255	306	404	521	599	690	744	806	813
4	0.750	103	104	104	106	109	111	136	147	150	156	174	193	249	302	399	480	573	658	720	758	770
5	0.800	80	82	83	85	91	97	124	132	140	148	164	188	243	298	377	472	558	650	707	732	741
10	0.900	51	52	54	56	63	70	104	108	118	129	136	161	218	288	340	411	487	496	505	509	514
15	0.933	38	39	41	43	59	62	76	88	110	125	134	157	201	284	338	385	449	474	499	505	513
20	0.950	33	34	35	37	51	54	65	80	106	122	133	155	190	269	330	380	433	458	481	488	496
25	0.960	31	31	33	35	45	49	60	75	103	121	132	154	182	254	322	380	426	447	465	471	479
30	0.967	29	29	31	33	41	45	57	72	101	120	131	154	176	244	317	379	420	439	453	460	467

Tableau 9.4.O : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Bakel, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

9.5 COTES AUX ECHELLES DU SENEGAL, DE MATAM A PODOR

Les éléments du régime concernant cette partie du fleuve sont présentés dans les figures et tableaux suivants :

- Cotes médianes mensuelles et cotes caractéristiques de crue et d'étiage : tableaux B-5-1 à B-5-10 de l'annexe 2B
- synthèse des cotes maximales pour différentes périodes de référence : tableau 9.5.A
- Limnigrammes iso-fréquence pour les stations de Matam et Podor : figures 9.5.A et 9.5.B
- évolution chronologique et analyse statistique des cotes caractéristiques de crue et d'étiage : figures 9.5.C à 9.5.L et tableaux 9.5.B à 9.5.U

L'irrégularité interannuelle des écoulements et la baisse d'hydraulicité constatées à l'amont sur les débits du régime naturel, s'observent de la même façon sur les niveaux de la crue annuelle naturelle du Sénégal entre Matam et Podor. Sur la période 1950-2011, la cote journalière maximale annuelle varie considérablement (tab. 9.5.A), avec un écart type représentant 13 à 16 % du marnage annuel moyen à Matam, Kaédi, Salde et Bogue, et 23% à Podor. La diminution de sa valeur moyenne entre les périodes 1950-1969 et 1970-2011, variant de 139 à 176 cm selon les stations, représente 17 à 21 % de ce même marnage moyen à Matam, Kaédi, Salde et Bogue, et 32% à Podor.

De Matam jusqu'à Podor, la crue naturelle annuelle débute généralement vers fin juin. La date moyenne d'apparition des plus fortes cotes évolue par contre de l'amont vers l'aval : vers mi-septembre à Matam, quelle que soit l'ampleur de la crue (fig. 9.5.A) ; vers fin septembre à fin octobre à Podor, selon l'ampleur de la crue, respectivement faible ou forte (fig. 9.5.B). L'artificialisation partielle du régime par le barrage de Manantali ne modifie pas de façon sensible la date moyenne d'apparition des plus fortes cotes à Matam. A Podor par contre, le maximum de certaines crues désormais très faibles peut apparaître plus précocément, durant la seconde quinzaine de septembre.

Entre 1987 et 2011, la régularisation des débits du Bafing par le barrage de Manantali entraîne, par rapport au régime naturel de la même période, un abaissement presque systématique des cotes caractéristiques de crue du fleuve entre Matam et Podor. A Matam, Kaédi, Salde et Boghe, l'abaissement moyen dépasse 60 cm pour HC1, HC5 et HC10, 80 cm pour HC30 et 100 cm pour HC60. A Podor, il dépasse 40 cm pour HC1, HC5, HC10 et HC30 et s'élève à 38 cm seulement pour HC60. Par rapport au régime naturel, seules les pointes de crue de 1994 et 2000 semblent sensiblement rehaussées grâce au soutien de crue opéré à Manantali. Enfin, les cotes maximales annuelles observées depuis 1987 entre Matam et Boghe ne sont pas influencées par le barrage de Diama, ce qui signifie qu'elles n'auraient pas été plus basses en l'absence de cet ouvrage. A Podor en revanche, les crues de 1987, 1990 et 2006 sont rehaussées de 24, 30 et 38 cm par le barrage anti-sel, par rapport à un régime qui n'aurait été influencé que par le barrage de Manantali. Cette influence de Diama sur les bas niveaux de crue à Podor explique que contrairement aux stations situées plus en amont, l'abaissement moyen observé des cotes caractéristiques de crue par rapport au régime naturel y soit plus petit pour HC60 que pour HC1 à HC30.

Enfin, les cotes observées depuis 1987 en période d'étiage entre Matam et Podor sont rehaussées de façon importante par rapport au régime naturel. Ce réhaussement résulte à toutes ces stations du soutien d'étiage effectué à Manantali. A Boghe et Podor, il résulte aussi du remous du barrage de Diama qui atteint systématiquement ces deux stations pendant l'étiage (Salde n'étant théoriquement atteinte que de façon anecdotique, pendant quelques jours en 1993). Pour les cotes caractéristiques d'étiage sur 30 jours, il s'élève en moyenne depuis 1994 à 123 cm à Matam, 132 cm à Kaédi, 145 cm à Salde, 177 à Boghe et 200 cm à Podor.

régime	cote journalière maximale annuelle : moyenne interannuelle (cm) et <i>écart type</i>						Kh : pourcentage de cotes observées						cote journalière maximale (cm) et date	
	naturel					artif.	naturel					artif.	ensemble	observé
période (années hydrol.)	1903	1950	1950	1970	1987	1987	1903	1950	1950	1970	1987	1987		
	2011	2011	1969	2011	2011	2010	2011	2011	1969	2011	2011	2010		
Matam	820 123	791 133	910 68	734 118	770 97	705 117	52	50	95	29	1	79	1022 06/09/1936	1022 06/09/1936
Kaédi	774 102	753 111	848 55	708 102	744 76	681 102	45	44	79	27	0	59	927 17/09/1936	927 17/09/1936
Salde	877 112	854 122	959 67	803 109	844 80	772 111	30	45	64	35	0	68	1053 19/09/1936	1031 25/09/1965
Bogue	821 104	803 114	897 55	758 107	797 75	730 108	35	26	73	3	0	0	969 26/09/1936	969 26/09/1936
Podor	525 99	501 106	601 59	453 89	481 65	433 83	42	45	75	30	0	99	679 10/10/1936	679 10/10/1936

Tableau 9.5.A : moyenne interannuelle et écart type de la cote journalière maximale annuelle, index d'observation des cotes et cote journalière maximale du Sénégal aux échelles de Matam à Podor

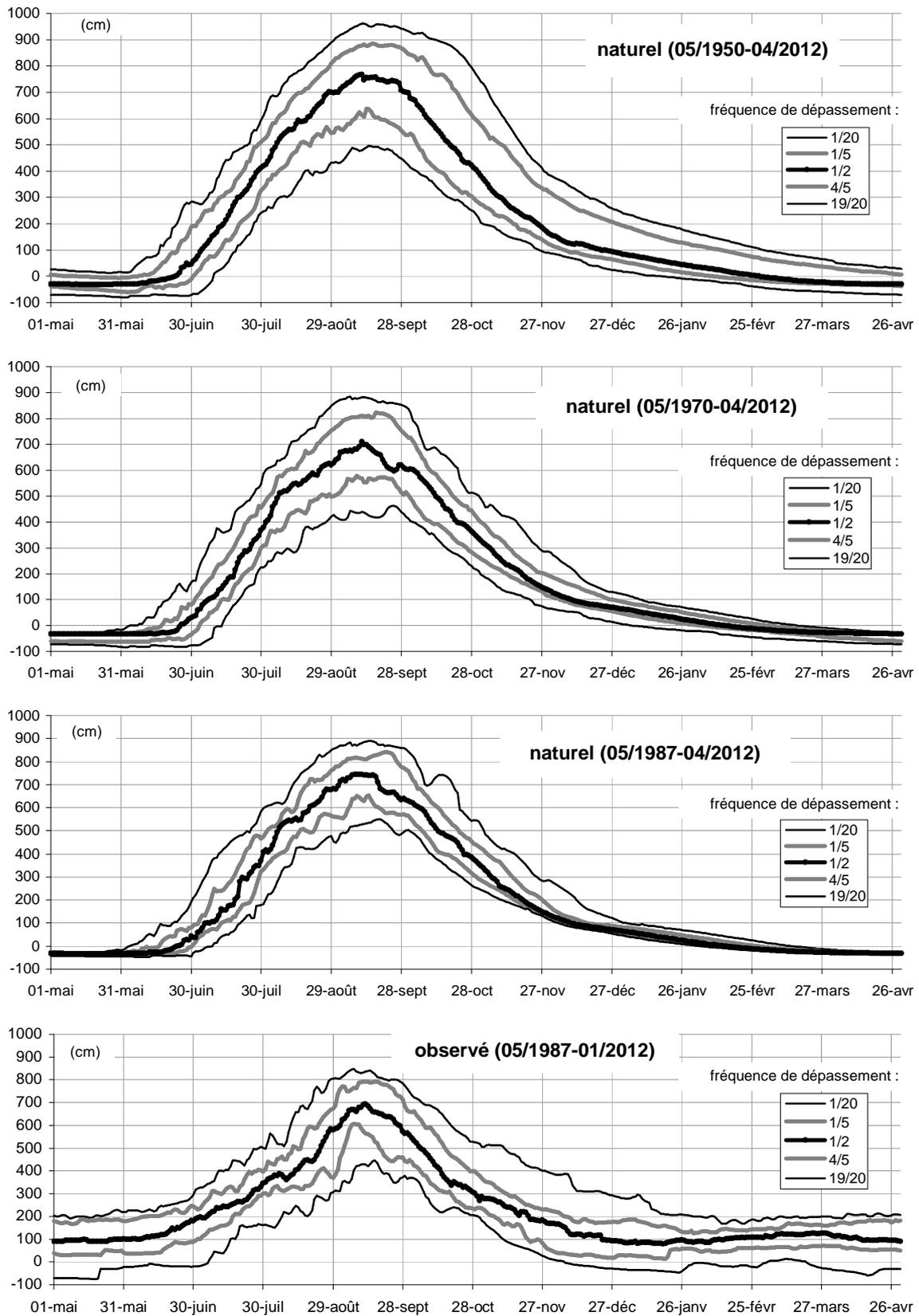


Figure 9.5.A : limnigrammes iso-fréquence du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel (observé jusque juin 1987, puis reconstitué) et régime observé depuis 1987(influencé par Manantali depuis juillet 1987)

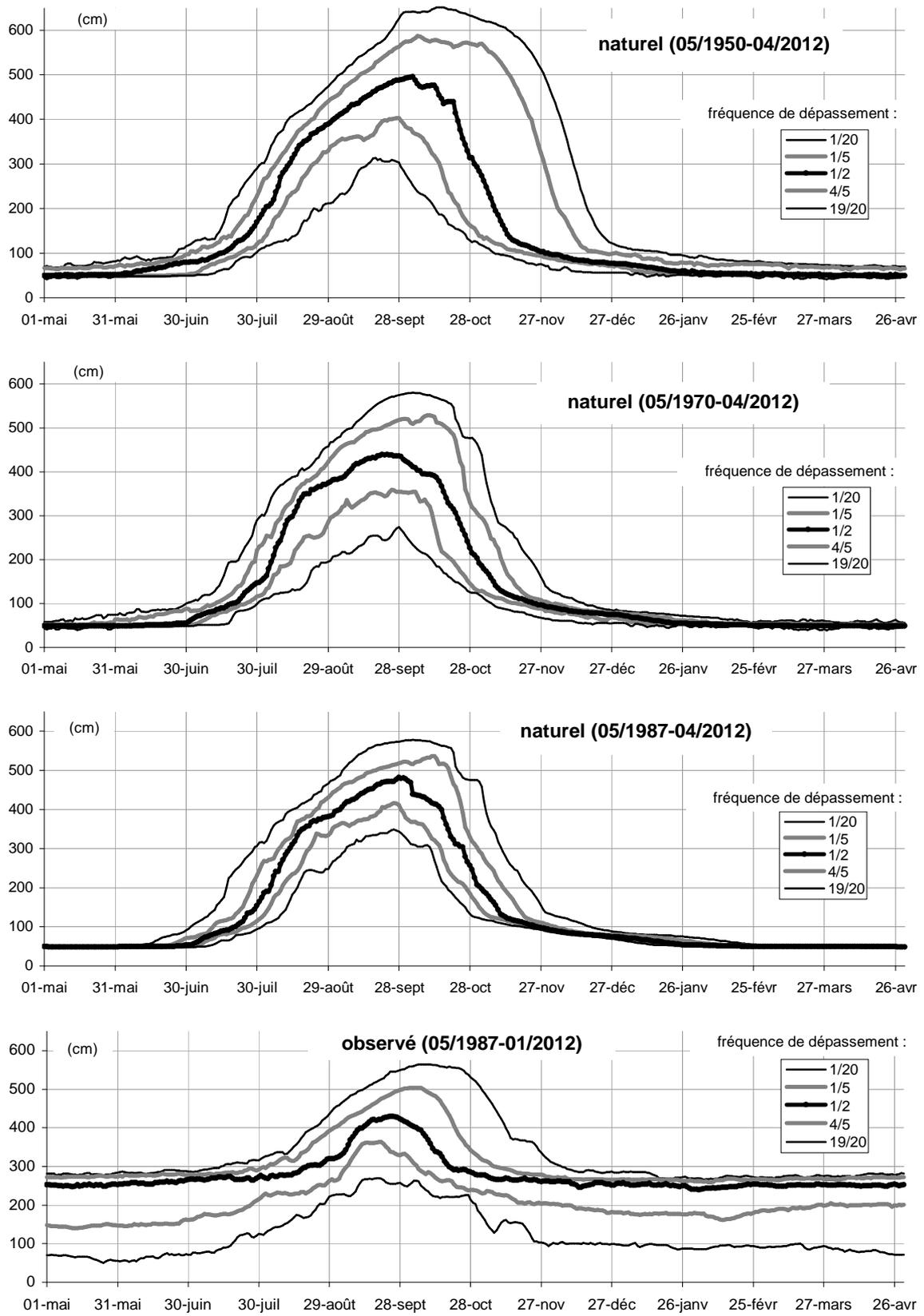


Figure 9.5.B : limnogrammes iso-fréquence du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué) et régime observé depuis 1987, influencé par Manantali et Diama

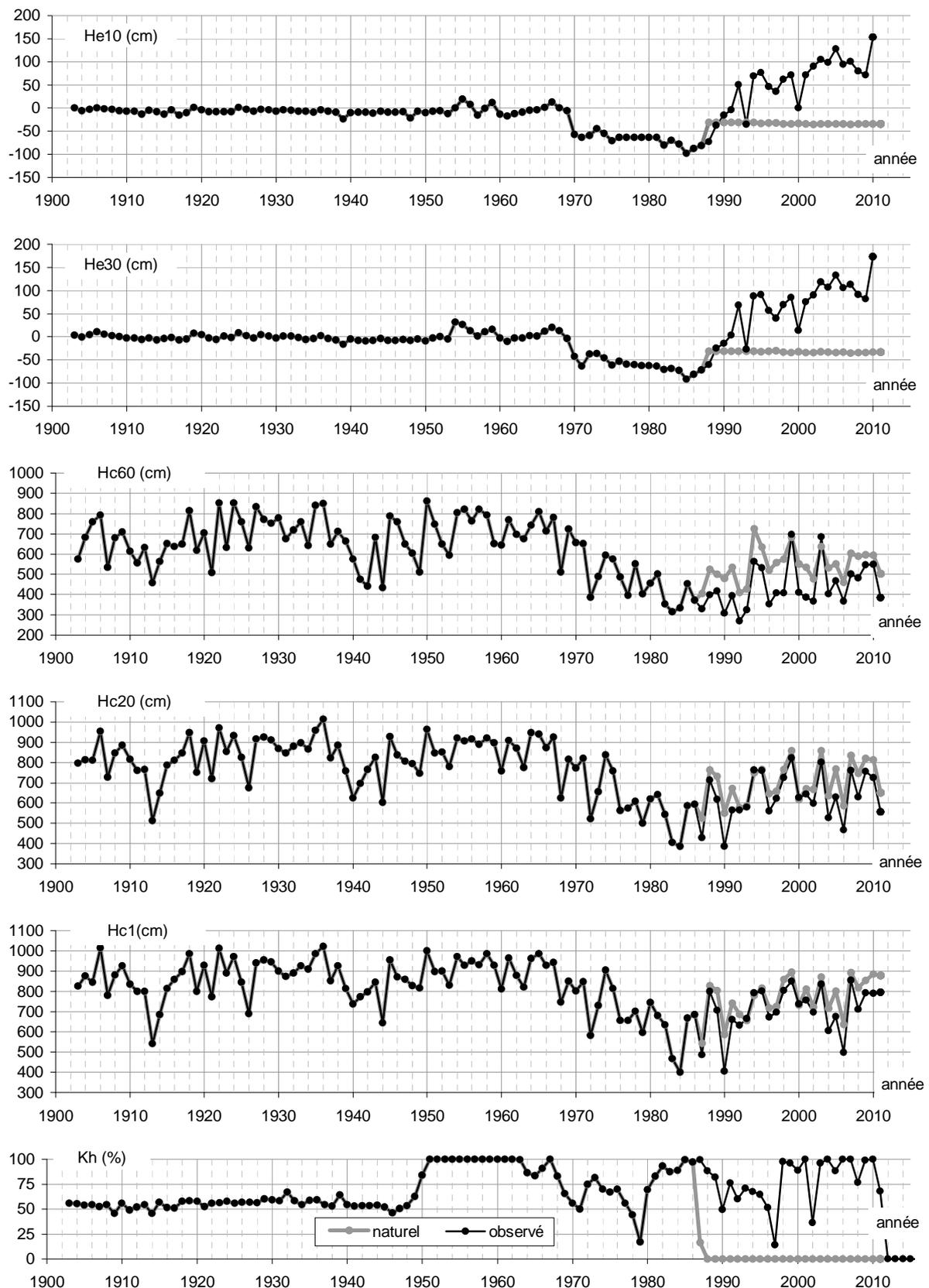


Figure 9.5.C : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel et régime observé

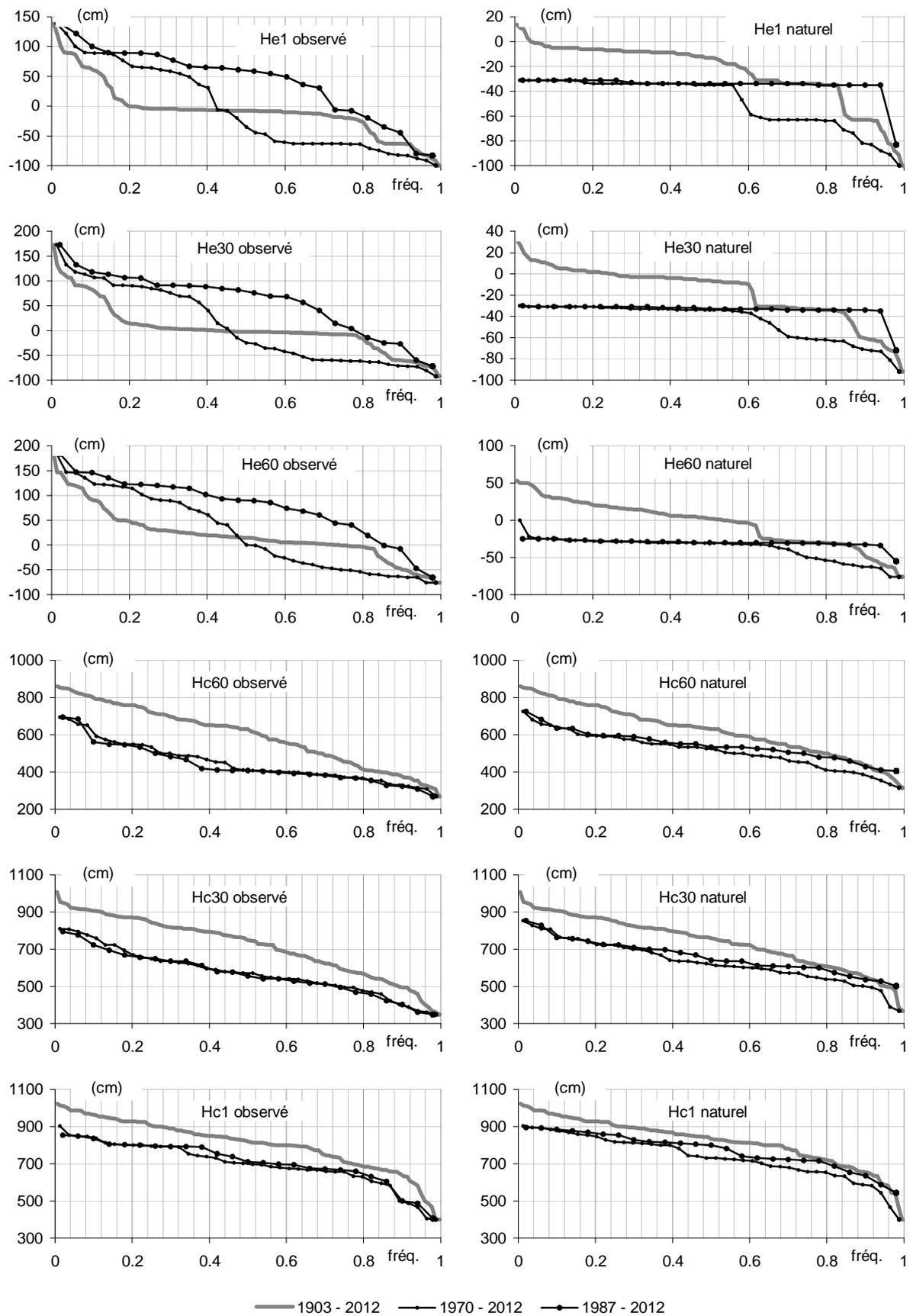


Figure 9.5.D : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel et régime observé

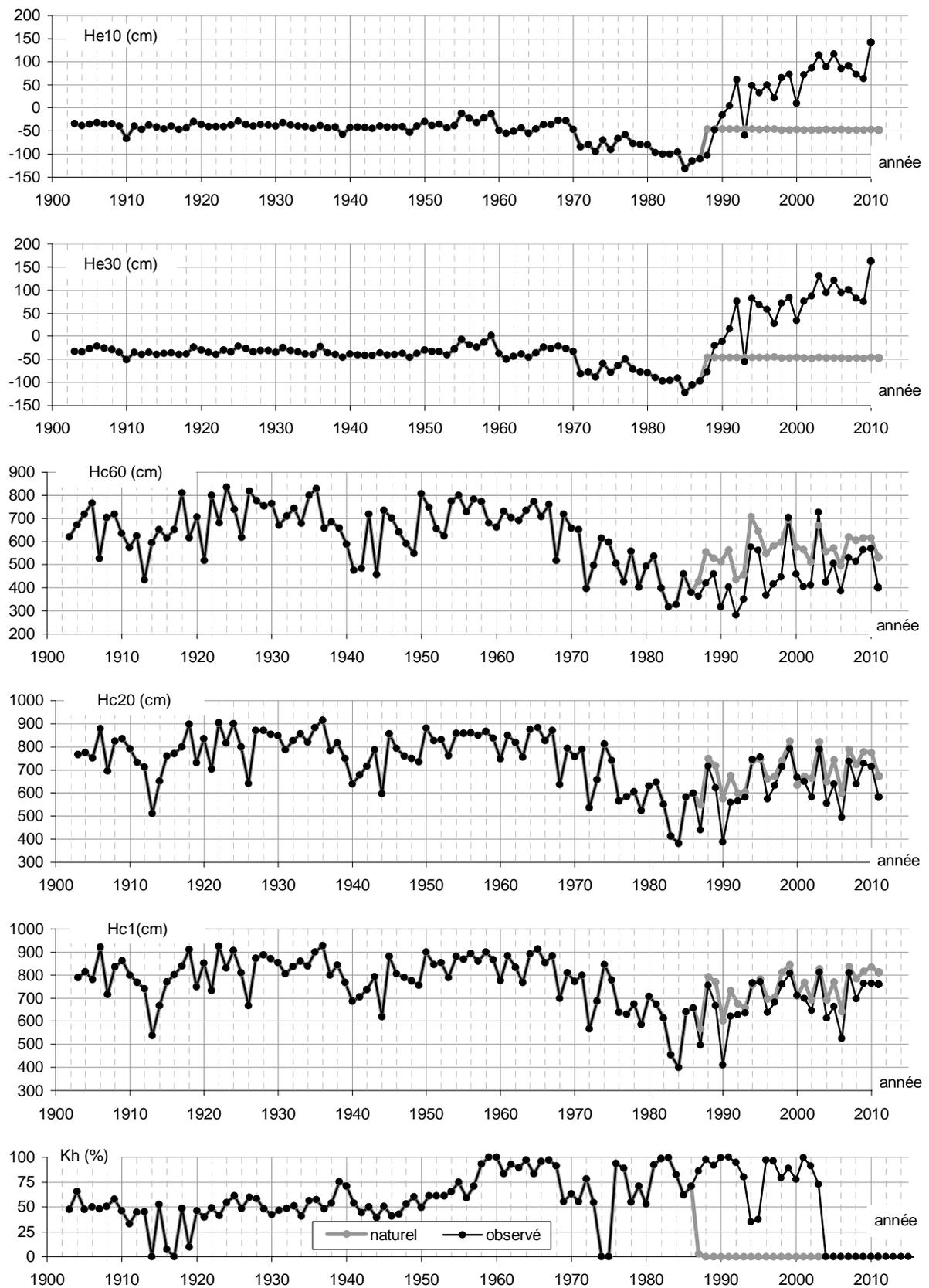


Figure 9.5.E : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime naturel et régime observé

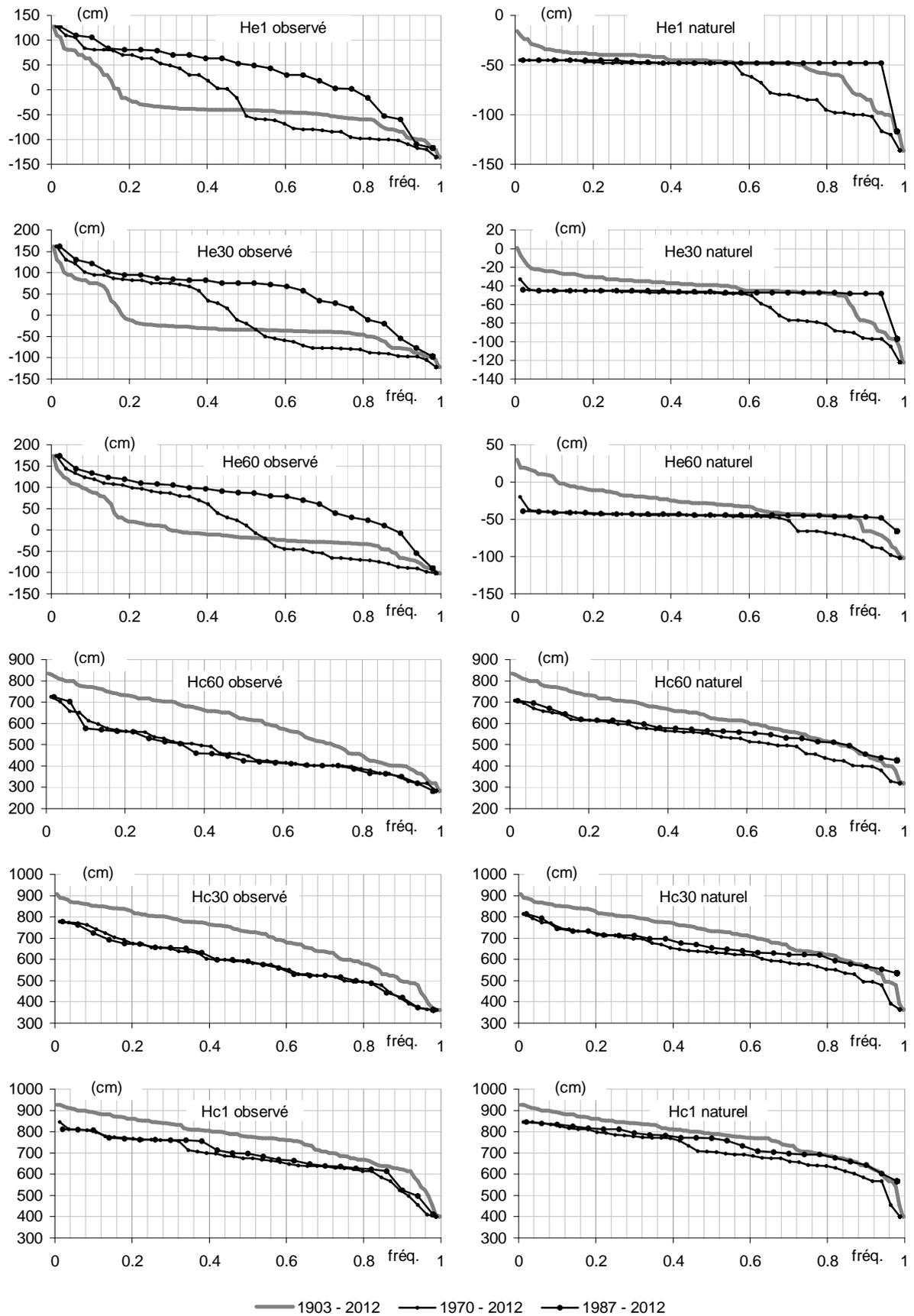


Figure 9.5.F : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime naturel et régime observé

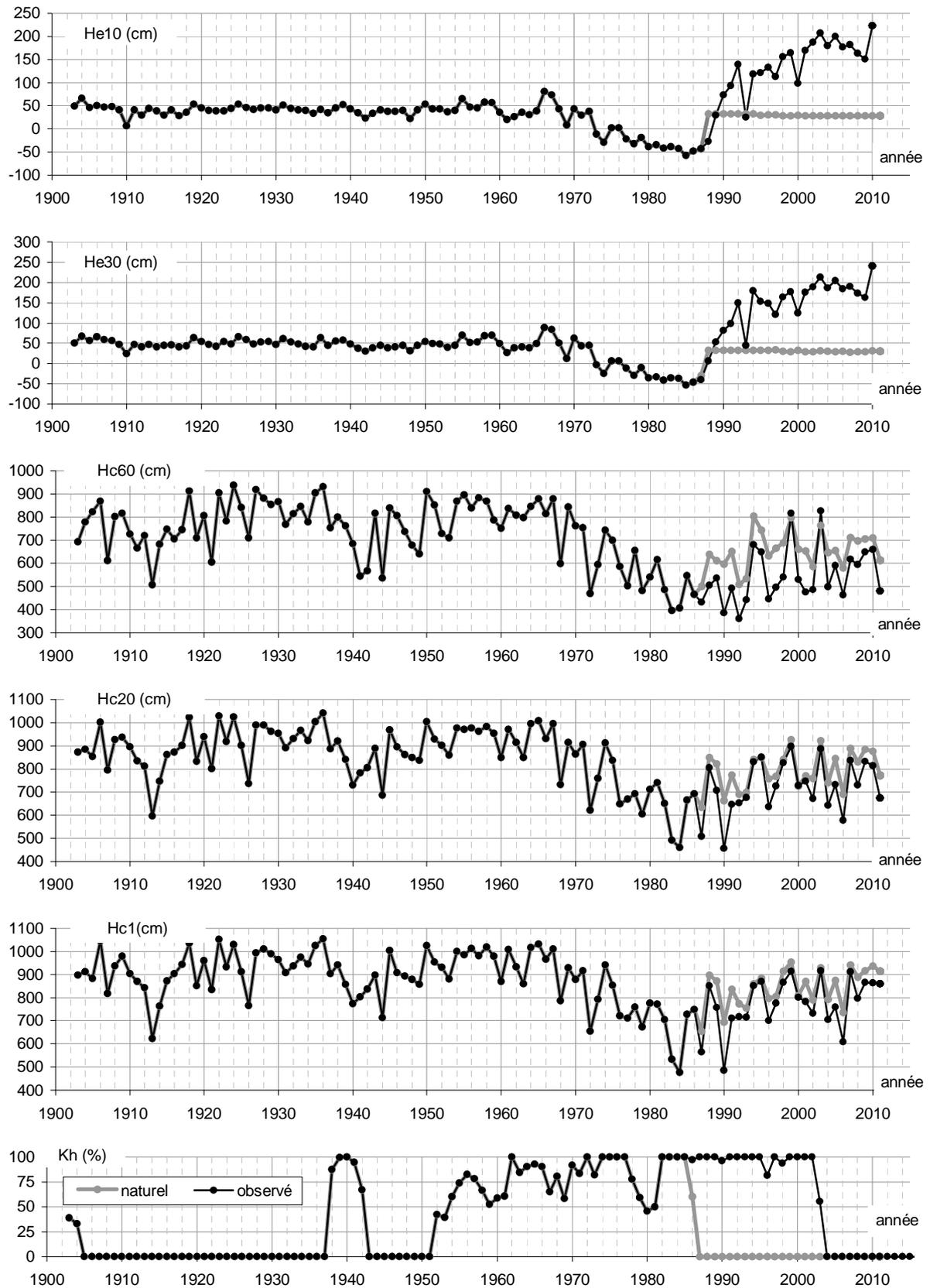


Figure 9.5.G : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime naturel et régime observé

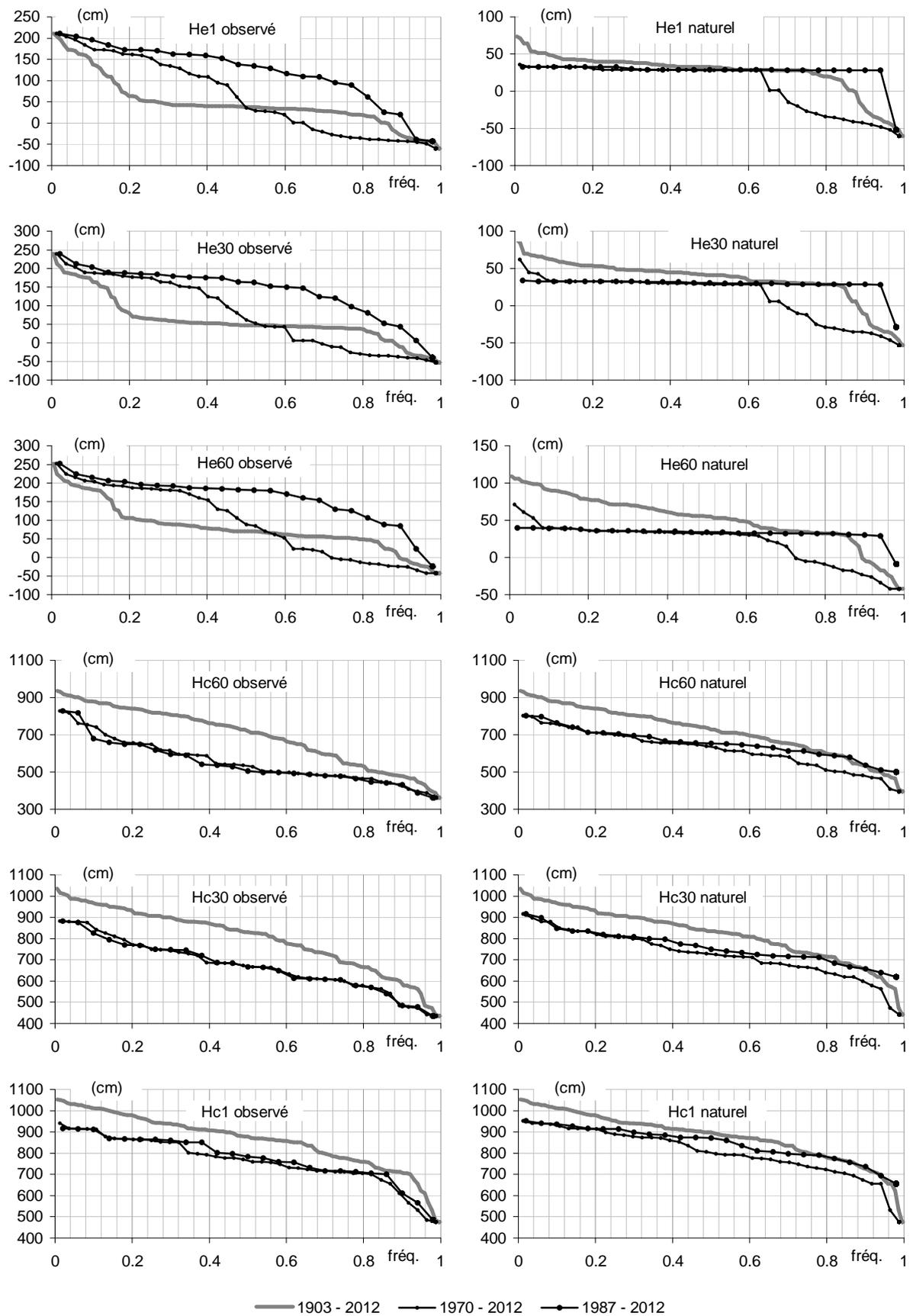


Figure 9.5.H : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime naturel et régime observé

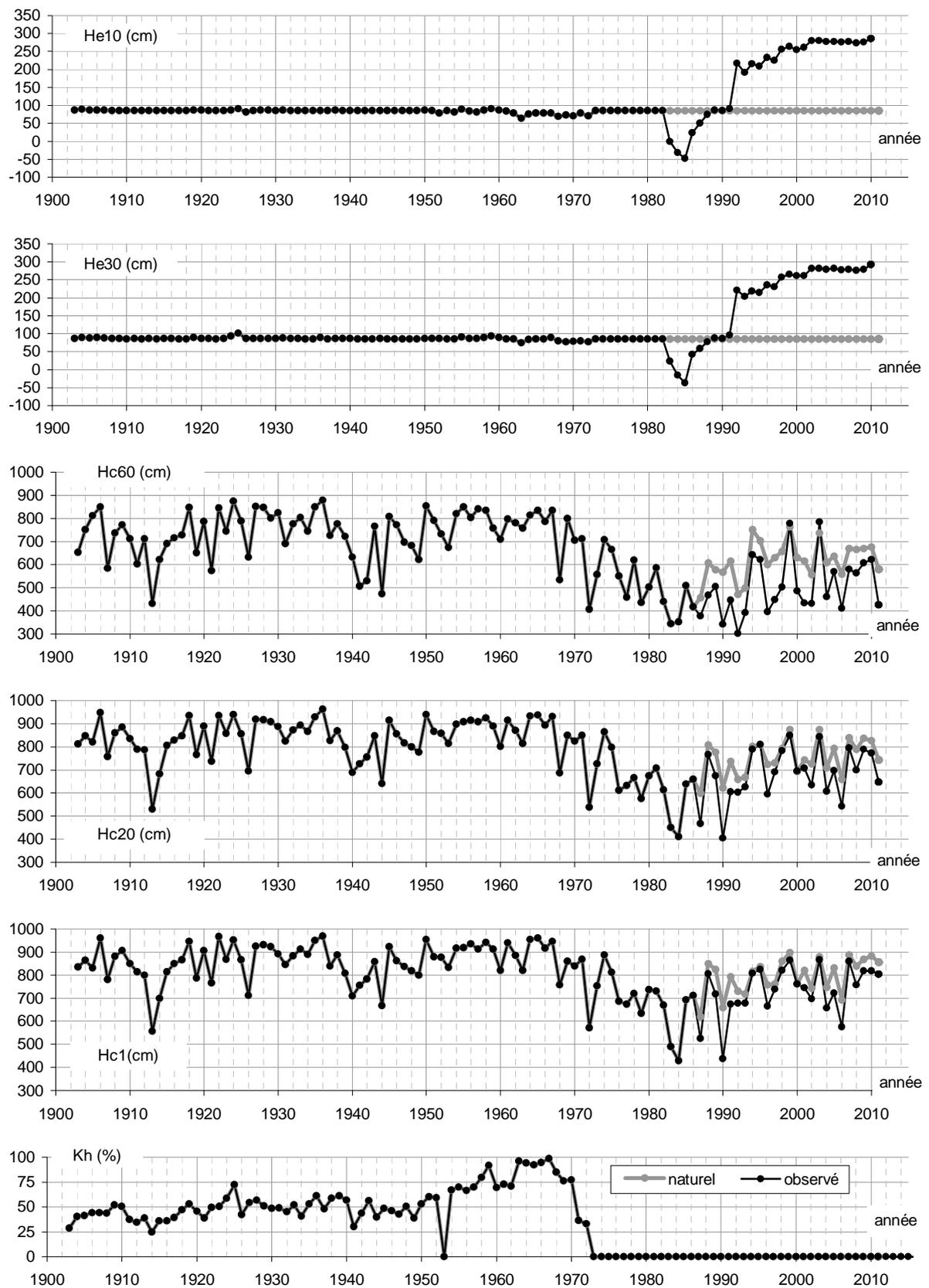


Figure 9.5.1 : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime naturel et régime observé

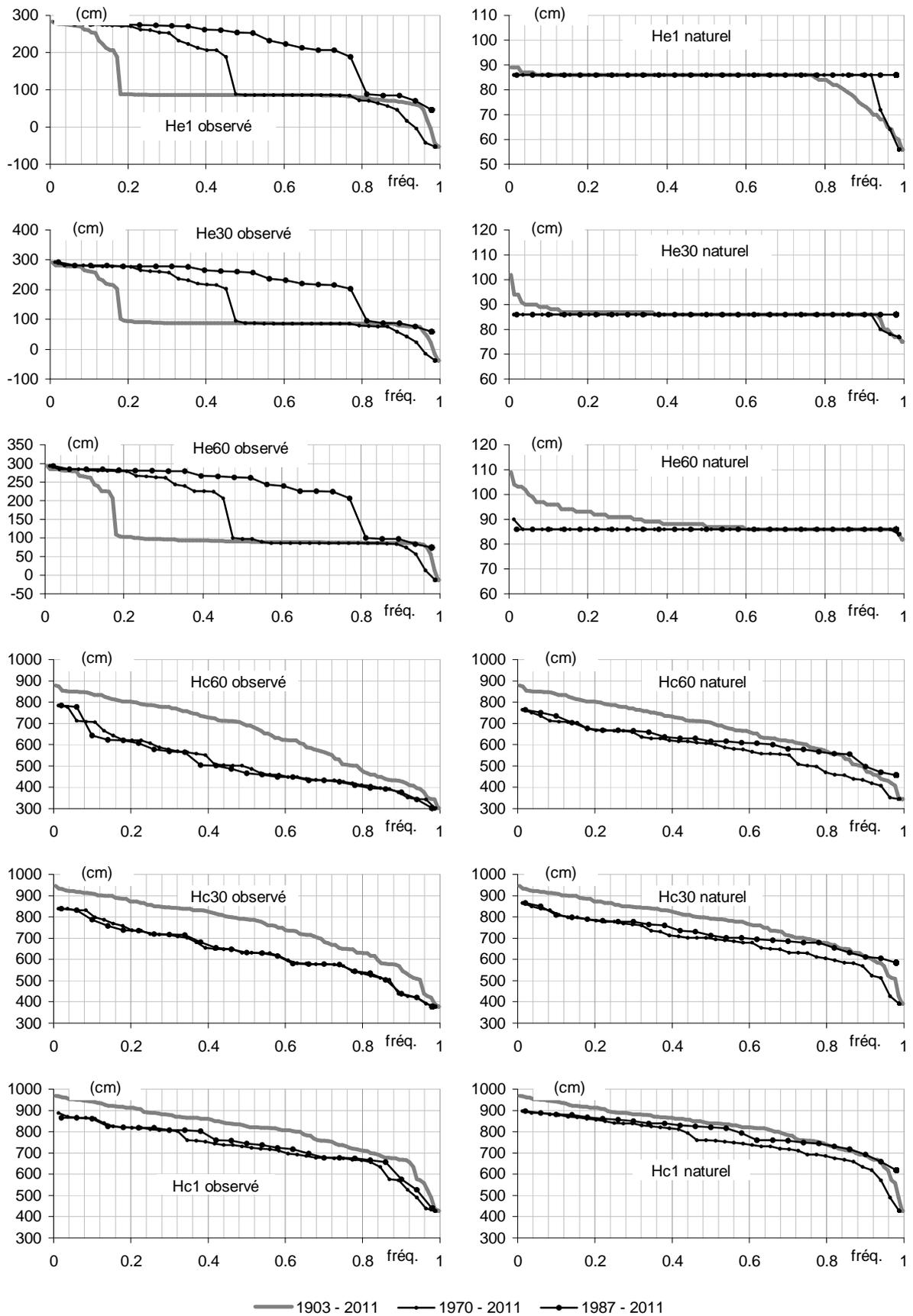


Figure 9.5.J : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime naturel et régime observé

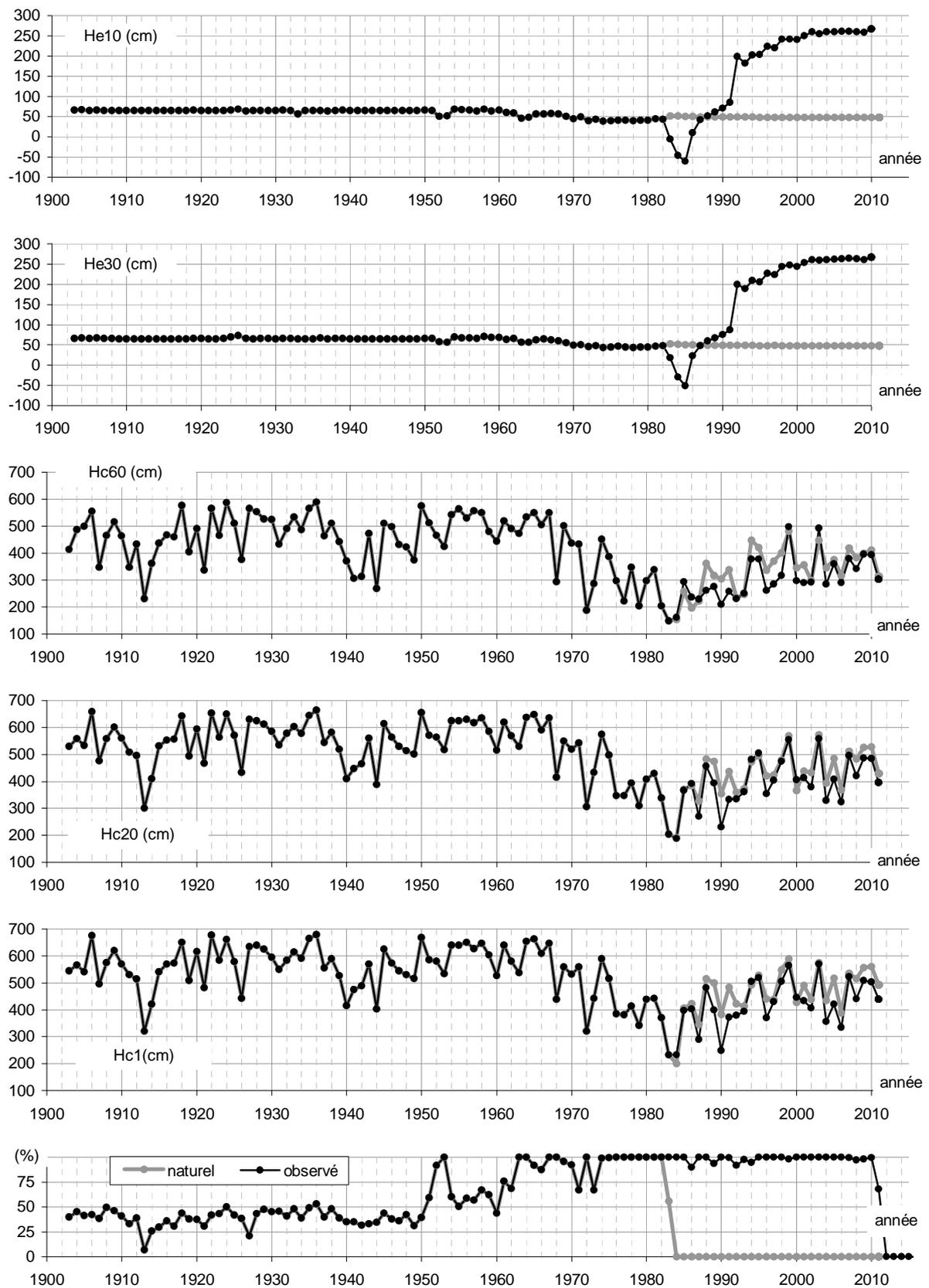


Figure 9.5.K : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel et régime observé

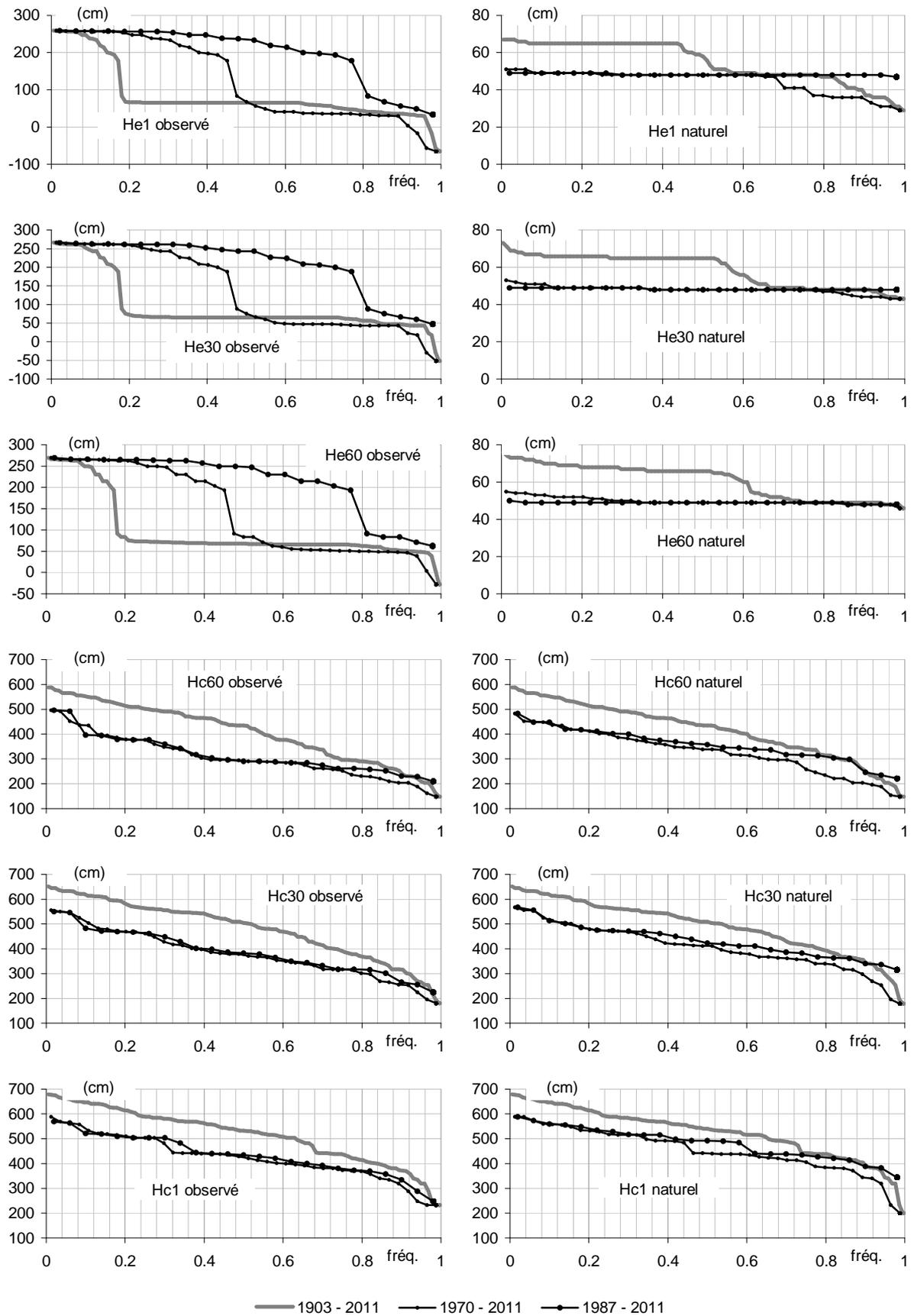


Figure 9.5.L : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel et régime observé

observé (05/1903-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	129	130	134	139	144	150	163	175	186	209	286	417	529	699	856	976	989	1007	1012	1016	1017
50	0.020	107	107	110	113	117	123	146	162	175	205	266	380	504	681	852	951	967	990	1004	1010	1012
30	0.033	90	92	97	101	108	112	135	153	171	194	256	367	493	671	849	939	957	983	994	998	998
20	0.050	89	89	94	95	100	106	122	138	155	187	255	354	490	656	832	921	948	966	982	985	986
10	0.100	63	63	66	71	74	84	92	120	134	177	227	318	443	610	800	906	926	949	960	964	964
5	0.200	0	0	1	2	7	14	48	73	109	149	203	279	408	571	760	871	895	913	923	927	928
4	0.250	-5	-5	-4	0	5	10	33	63	95	146	200	270	394	554	719	843	871	891	901	904	905
3	0.333	-6	-6	-5	-4	-1	3	25	53	89	129	183	255	370	519	682	811	839	861	870	875	876
2	0.500	-8	-8	-7	-7	-5	-3	14	38	69	109	162	225	325	450	630	748	775	807	818	821	821
3	0.667	-13	-13	-11	-10	-8	-6	4	24	51	88	136	192	266	380	510	647	711	745	767	777	778
4	0.750	-19	-19	-17	-14	-9	-8	-1	15	41	67	105	159	238	327	457	589	626	682	701	705	710
5	0.800	-27	-27	-26	-24	-20	-16	-4	6	17	53	92	155	224	308	412	568	610	659	675	684	686
10	0.900	-63	-63	-63	-63	-63	-61	-49	-35	-13	16	43	102	187	277	376	497	558	604	628	638	638
20	0.950	-80	-79	-77	-74	-71	-68	-63	-52	-29	-4	26	70	156	258	334	422	499	523	535	538	539
30	0.967	-83	-83	-82	-80	-75	-72	-65	-57	-40	-12	18	63	147	252	325	393	435	464	473	486	489
50	0.980	-89	-89	-87	-83	-79	-76	-69	-62	-41	-19	14	59	129	230	313	367	400	428	439	443	447
100	0.990	-95	-95	-94	-92	-89	-86	-76	-64	-47	-28	7	56	108	212	292	357	386	396	400	402	404

Tableau 9.5.B : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	130	131	135	140	146	152	165	177	188	209	256	373	448	503	690	808	830	862	873	875	876
30	0.033	124	125	128	131	135	138	152	167	179	208	226	315	419	495	686	807	825	846	856	858	858
20	0.050	110	110	112	115	119	125	146	162	175	200	213	272	392	482	668	800	822	839	849	851	851
15	0.067	98	98	101	104	110	117	144	159	174	192	211	255	371	475	656	789	814	836	845	848	849
10	0.100	89	91	95	100	105	109	128	150	169	185	205	252	348	454	611	763	781	815	834	839	839
5	0.200	70	74	77	78	81	90	115	131	142	161	189	228	296	426	549	671	758	790	797	801	801
4	0.250	64	64	67	71	76	86	95	126	131	150	179	209	275	392	533	649	726	775	787	795	795
3	0.333	54	57	58	60	65	69	84	92	99	116	154	185	262	335	488	626	650	717	760	770	773
2	0.500	-35	-35	-35	-35	-32	-25	0	12	17	53	94	156	225	308	409	572	618	661	689	698	700
3	0.667	-63	-63	-63	-63	-61	-58	-39	-19	6	26	75	120	203	290	390	522	570	616	646	663	667
4	0.750	-63	-63	-63	-63	-63	-61	-50	-36	-15	13	40	96	184	277	371	496	561	605	632	655	656
5	0.800	-66	-66	-65	-65	-64	-62	-56	-46	-19	4	32	86	164	264	366	475	542	599	618	625	628
10	0.900	-82	-82	-82	-79	-75	-71	-64	-55	-39	-10	22	64	151	256	327	399	456	476	486	492	495
15	0.933	-87	-87	-84	-81	-77	-73	-65	-61	-40	-15	15	61	136	239	318	376	413	448	460	469	472
20	0.950	-89	-89	-87	-84	-80	-77	-70	-62	-42	-20	14	59	128	229	312	367	398	424	434	439	442
30	0.967	-92	-92	-91	-88	-85	-82	-76	-63	-45	-26	11	57	119	220	304	361	386	397	402	404	405
40	0.975	-95	-95	-94	-92	-89	-86	-76	-64	-47	-28	6	56	106	211	290	357	386	396	400	402	403

Tableau 9.5.C : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	134	135	140	146	153	161	173	183	194	211	276	411	466	503	692	789	816	840	850	852	852
25	0.040	131	132	136	142	148	155	167	179	190	210	262	384	452	497	691	786	813	839	849	851	852
20	0.050	127	128	131	136	140	145	158	172	183	209	240	343	432	486	688	781	807	838	848	850	851
15	0.067	120	120	123	126	129	132	147	163	175	206	214	289	401	476	665	767	795	832	844	847	848
10	0.100	102	102	104	107	112	120	146	161	175	195	213	259	351	474	562	723	763	807	831	836	836
5	0.200	89	90	94	98	102	107	123	144	164	182	204	251	330	409	540	662	758	787	797	800	801
4	0.250	88	89	92	93	95	99	121	137	149	181	198	244	309	381	508	651	734	777	789	796	796
3	0.333	72	75	77	79	83	91	116	132	142	164	191	229	277	330	470	635	716	769	784	790	792
2	0.500	60	61	65	70	73	79	90	101	110	141	167	187	234	308	407	556	626	685	704	706	711
3	0.667	34	37	40	41	43	49	65	68	81	91	123	148	209	284	386	517	577	642	658	670	674
4	0.750	-7	-7	-6	-2	3	9	42	58	70	74	93	121	202	271	368	490	564	608	640	661	665
5	0.800	-16	-16	-14	-12	-11	-9	25	48	63	65	79	115	198	261	361	464	559	604	627	643	646
10	0.900	-49	-48	-45	-41	-37	-30	-12	-5	6	19	33	69	158	234	324	403	467	482	493	496	499
15	0.933	-77	-76	-73	-69	-66	-57	-43	-32	6	15	28	64	129	224	311	369	436	465	474	486	489
20	0.950	-81	-80	-78	-75	-72	-64	-52	-41	-1	11	26	60	114	216	298	359	419	445	453	464	467
25	0.960	-82	-81	-79	-77	-73	-66	-57	-45	-7	9	26	58	105	210	289	356	408	429	436	444	447
30	0.967	-82	-82	-80	-79	-74	-68	-60	-48	-11	8	26	57	98	205	282	354	400	418	425	431	433

Tableau 9.5.D : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	-31	-31	-31	-31	-31	-30	-25	-10	25	66	108	215	387	526	711	845	860	886	892	894	894
25	0.040	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-25	-10	24	64	103	214	381	525	704	841	860	883	891	894	894
20	0.050	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-25	-11	22	61	96	212	373	524	694	834	860	879	890	893	893
15	0.067	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-25	-11	19	56	88	205	360	514	675	817	856	873	887	891	891
10	0.100	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-25	-13	12	52	86	179	342	475	637	764	836	868	882	884	885
5	0.200	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-28	-16	5	43	81	145	289	458	600	734	791	843	854	864	865
4	0.250	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-28	-17	4	40	79	142	286	434	595	724	767	835	853	856	856
3	0.333	-34	-33	-33	-32	-32	-31	-29	-20	1	37	77	120	259	423	578	702	764	806	818	820	821
2	0.500	-34	-34	-34	-34	-34	-33	-30	-23	-6	27	68	113	231	387	534	642	672	771	794	799	801
3	0.667	-34	-34	-34	-34	-34	-33	-30	-26	-13	16	57	106	202	366	517	609	651	683	712	725	725
4	0.750	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-31	-28	-15	12	56	104	197	354	495	601	632	676	699	716	718
5	0.800	-35	-35	-34	-34	-34	-34	-32	-28	-16	9	55	101	195	350	478	587	603	655	684	699	701
10	0.900	-35	-35	-35	-35	-34	-34	-33	-28	-18	7	43	95	180	296	428	537	578	612	629	635	636
15	0.933	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-34	-29	-19	7	41	87	178	284	414	530	556	580	589	593	595
20	0.950	-47	-47	-47	-47	-45	-44	-39	-30	-20	4	41	85	171	278	410	522	544	564	571	575	576
25	0.960	-59	-59	-59	-58	-55	-54	-45	-31	-22	2	40	85	164	275	408	516	538	554	561	564	566
30	0.967	-67	-67	-66	-66	-62	-60	-48	-31	-22	0	40	84	159	272	407	511	533	547	554	557	558

Tableau 9.5.E : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	118	118	122	127	133	144	157	166	176	202	281	453	539	706	832	898	908	922	925	925	926
50	0.020	107	108	112	115	119	124	137	152	165	189	262	410	514	693	823	888	901	912	917	922	922
30	0.033	84	84	87	91	95	100	124	147	164	182	254	384	506	689	810	879	896	905	910	912	912
20	0.050	81	82	85	86	89	94	111	128	143	174	234	362	497	677	800	868	882	900	905	905	905
10	0.100	60	60	62	64	70	76	90	106	116	162	209	313	477	641	774	853	870	880	886	890	890
5	0.200	-20	-20	-19	-16	-14	-11	19	51	81	127	189	273	426	611	733	823	844	853	860	860	861
4	0.250	-32	-31	-31	-30	-27	-22	11	38	72	118	183	262	412	591	718	804	827	841	846	847	847
3	0.333	-38	-38	-37	-35	-32	-27	-5	27	65	107	168	254	395	546	694	779	799	809	814	817	818
2	0.500	-41	-40	-40	-39	-37	-35	-18	8	42	80	134	198	309	466	624	731	755	769	772	775	776
3	0.667	-48	-47	-45	-43	-40	-39	-28	-8	19	50	98	161	261	392	529	650	692	707	725	729	730
4	0.750	-57	-56	-53	-48	-42	-41	-31	-14	3	35	82	137	230	333	483	598	638	667	680	684	685
5	0.800	-60	-58	-57	-55	-52	-46	-33	-23	-6	21	72	126	222	314	450	580	610	647	662	666	667
10	0.900	-85	-85	-84	-83	-82	-78	-66	-50	-30	0	32	94	180	285	400	497	562	601	611	620	621
20	0.950	-100	-100	-100	-100	-96	-91	-80	-62	-41	-18	18	61	149	274	362	443	510	527	533	537	538
30	0.967	-109	-108	-106	-103	-99	-97	-89	-68	-48	-24	12	55	138	261	330	396	448	479	489	499	501
50	0.980	-118	-118	-116	-111	-103	-100	-93	-77	-56	-26	10	52	121	243	318	371	404	428	437	440	441
100	0.990	-127	-126	-124	-121	-117	-112	-100	-82	-62	-37	-5	39	117	219	303	364	385	397	402	406	407

Tableau 9.5.F : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	119	119	123	128	135	146	158	168	178	202	252	373	473	542	713	775	801	815	825	827	827
30	0.033	112	113	116	119	124	135	148	159	169	201	221	305	447	540	705	774	794	803	813	815	815
20	0.050	108	108	112	115	119	126	139	152	165	191	208	269	409	529	675	772	791	797	808	811	811
15	0.067	101	102	106	109	113	116	132	150	165	183	206	260	381	521	655	768	790	796	806	809	809
10	0.100	82	83	86	90	93	97	121	140	161	177	200	255	353	488	624	747	767	793	800	800	801
5	0.200	70	70	71	73	78	83	101	119	130	163	185	224	309	452	565	677	737	760	765	766	767
4	0.250	63	63	65	67	71	78	93	111	120	139	170	198	289	416	558	657	716	753	759	763	763
3	0.333	41	42	44	50	56	71	80	85	96	108	145	166	265	374	510	637	663	706	729	734	734
2	0.500	-53	-53	-51	-47	-34	-20	10	18	20	36	86	136	227	318	453	587	627	658	666	672	674
3	0.667	-80	-80	-80	-79	-77	-76	-51	-41	-19	13	53	109	201	302	404	528	582	617	633	638	639
4	0.750	-88	-88	-87	-86	-83	-78	-67	-52	-31	-1	33	95	187	288	399	499	565	602	616	626	628
5	0.800	-98	-98	-97	-95	-92	-83	-71	-56	-35	-8	28	75	160	278	386	495	554	592	603	612	613
10	0.900	-105	-104	-103	-101	-98	-96	-88	-66	-46	-24	13	57	144	266	343	412	479	499	510	516	517
15	0.933	-115	-115	-112	-108	-99	-97	-90	-73	-53	-25	11	53	127	255	321	379	421	450	461	466	468
20	0.950	-118	-118	-116	-112	-104	-101	-94	-78	-56	-27	10	51	121	240	318	370	402	425	433	436	437
30	0.967	-122	-122	-121	-116	-112	-107	-99	-82	-60	-31	4	46	117	221	314	365	387	401	406	409	410
40	0.975	-128	-127	-125	-122	-118	-113	-100	-82	-62	-38	-7	38	117	219	302	364	385	397	402	406	407

Tableau 9.5.G : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	123	123	128	134	142	153	165	174	184	203	273	419	489	543	718	773	791	798	808	811	811
25	0.040	120	120	124	130	137	148	160	170	180	202	258	387	477	542	715	770	791	798	808	811	811
20	0.050	115	116	119	124	130	140	153	163	173	201	236	338	458	541	709	766	791	797	808	811	811
15	0.067	110	110	113	116	120	130	143	155	165	198	209	276	427	536	682	756	784	795	806	809	810
10	0.100	106	107	112	114	119	122	135	151	165	185	208	263	363	522	576	724	755	791	803	806	807
5	0.200	81	83	85	88	91	95	116	133	154	173	198	255	343	430	563	674	733	757	763	765	765
4	0.250	80	81	85	86	88	91	109	126	141	171	192	248	317	404	538	661	719	753	759	763	763
3	0.333	70	71	71	73	78	83	103	120	131	164	186	226	292	361	507	652	714	746	753	757	759
2	0.500	51	53	57	62	68	76	88	94	104	129	155	175	256	319	424	591	638	678	689	696	696
3	0.667	24	24	25	27	32	46	66	69	79	88	115	138	223	304	404	525	582	621	639	644	646
4	0.750	3	3	4	8	15	22	35	55	66	74	90	116	202	295	398	513	571	608	619	633	634
5	0.800	-11	-11	-10	-9	-7	-3	25	41	56	65	78	107	198	284	377	494	563	602	613	624	625
10	0.900	-65	-65	-64	-63	-62	-57	-13	-5	2	19	31	67	160	253	350	421	495	509	521	525	525
15	0.933	-105	-104	-102	-99	-92	-75	-50	-38	-8	11	28	62	129	226	323	382	450	480	490	500	502
20	0.950	-112	-111	-109	-105	-97	-83	-66	-49	-15	6	25	57	122	220	309	371	428	456	465	474	476
25	0.960	-114	-113	-111	-107	-98	-88	-74	-54	-20	4	23	55	120	219	300	368	414	438	446	453	454
30	0.967	-115	-115	-112	-108	-98	-91	-80	-57	-23	2	21	53	119	218	294	366	405	426	433	438	440

Tableau 9.5.H : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	-45	-45	-45	-45	-45	-44	-39	-30	3	58	97	206	406	555	703	807	823	836	841	842	843
25	0.040	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-40	-31	2	56	93	205	400	553	701	804	823	834	840	841	842
20	0.050	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-40	-31	-1	51	86	203	392	551	698	798	823	831	838	839	840
15	0.067	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-40	-31	-5	46	80	196	379	541	691	785	816	828	835	836	837
10	0.100	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-41	-32	-13	38	78	172	360	506	671	747	788	826	831	833	834
5	0.200	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-42	-34	-18	26	74	134	295	493	618	725	762	799	811	814	814
4	0.250	-45	-45	-45	-45	-45	-45	-43	-34	-20	23	72	132	294	464	615	713	749	786	803	810	811
3	0.333	-47	-47	-46	-46	-46	-45	-43	-36	-22	18	70	110	260	450	599	700	741	773	783	787	787
2	0.500	-48	-48	-48	-47	-47	-46	-44	-38	-28	7	61	100	234	405	566	655	677	752	762	768	769
3	0.667	-48	-48	-48	-48	-47	-47	-44	-41	-32	-7	47	94	194	382	545	628	664	682	697	702	703
4	0.750	-48	-48	-48	-48	-48	-47	-45	-42	-33	-11	42	93	188	369	525	623	645	672	684	692	693
5	0.800	-48	-48	-48	-48	-48	-47	-46	-42	-34	-15	42	92	184	363	513	608	620	661	676	683	685
10	0.900	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-47	-43	-35	-17	26	86	169	296	456	567	599	620	638	643	643
15	0.933	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-43	-35	-17	23	79	168	293	440	556	579	597	606	609	610
20	0.950	-65	-65	-65	-64	-61	-60	-53	-44	-36	-19	22	77	160	286	435	549	569	584	592	594	594
25	0.960	-83	-83	-81	-79	-74	-73	-57	-45	-37	-22	22	77	152	281	432	545	562	576	584	585	586
30	0.967	-94	-94	-92	-89	-82	-81	-60	-45	-38	-23	21	77	147	277	430	541	558	571	578	579	580

Tableau 9.5.I : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	207	207	210	214	219	224	237	245	255	280	361	532	623	808	933	1023	1033	1047	1051	1051	1052
50	0.020	199	199	200	202	205	207	219	231	243	269	330	484	588	798	923	1012	1026	1037	1042	1047	1048
30	0.033	183	183	184	187	188	190	207	228	242	261	315	443	581	790	912	1002	1020	1029	1033	1034	1034
20	0.050	173	173	176	180	182	186	197	212	227	250	309	432	580	774	903	987	1004	1025	1030	1030	1030
10	0.100	148	149	152	155	159	171	184	195	200	235	283	384	558	740	879	967	990	1005	1009	1012	1012
5	0.200	64	65	66	72	77	80	106	132	169	206	266	347	498	703	841	929	954	971	975	977	977
4	0.250	51	51	53	54	60	66	99	128	160	202	261	336	483	683	818	907	929	940	945	947	947
3	0.333	43	43	44	47	52	57	88	112	148	188	246	328	463	629	800	883	903	921	926	928	928
2	0.500	38	39	40	41	45	48	71	96	128	169	214	275	391	552	721	831	851	870	874	877	878
3	0.667	31	32	33	37	40	43	57	84	109	139	187	241	334	459	615	744	792	809	828	832	832
4	0.750	24	24	28	30	37	41	53	75	96	131	170	222	305	417	546	687	731	758	772	776	776
5	0.800	19	20	21	25	32	37	49	65	90	113	151	210	292	393	531	665	698	741	754	759	759
10	0.900	-29	-29	-29	-26	-15	-11	-4	36	65	94	128	174	255	358	478	588	647	690	701	707	708
20	0.950	-41	-41	-39	-38	-37	-35	-23	6	26	60	106	160	234	344	441	538	595	611	618	621	622
30	0.967	-43	-43	-43	-43	-42	-40	-26	-2	23	52	91	139	215	333	410	480	517	546	561	571	572
50	0.980	-46	-46	-45	-45	-43	-43	-37	-10	12	48	81	131	207	313	393	464	482	505	515	516	518
100	0.990	-53	-53	-52	-52	-51	-49	-42	-19	4	36	66	115	194	293	376	441	459	471	477	479	482

Tableau 9.5.J : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	207	207	210	215	221	226	238	247	256	280	333	453	553	619	822	881	909	922	926	928	928
30	0.033	205	205	206	209	214	217	229	238	247	278	298	384	536	613	818	881	907	916	918	919	919
20	0.050	200	200	201	203	206	208	220	231	243	270	284	351	485	611	783	880	901	910	915	916	917
15	0.067	193	193	195	197	199	201	214	229	243	264	283	343	455	610	759	879	894	905	914	915	916
10	0.100	177	178	181	184	186	189	205	221	239	257	278	331	444	595	745	853	870	895	910	912	913
5	0.200	161	161	164	166	172	178	189	204	213	235	264	300	387	531	656	773	833	855	861	865	865
4	0.250	154	155	156	158	163	175	185	199	202	227	249	281	362	500	650	750	826	849	852	858	860
3	0.333	127	128	128	131	141	153	178	183	191	200	228	246	340	458	594	733	753	798	822	826	827
2	0.500	36	36	39	43	52	62	88	96	109	144	170	221	302	397	533	671	710	752	760	764	766
3	0.667	-12	-12	-12	-9	-6	6	21	42	73	103	138	199	278	377	486	612	668	706	715	719	720
4	0.750	-31	-31	-31	-28	-19	-15	-5	34	63	93	128	173	259	366	476	599	648	693	703	710	711
5	0.800	-36	-36	-34	-33	-32	-31	-14	21	47	85	122	165	242	349	465	578	642	678	695	700	705
10	0.900	-42	-42	-42	-42	-41	-38	-25	0	25	54	91	146	220	335	424	483	556	576	590	596	597
15	0.933	-45	-45	-43	-43	-42	-41	-32	-7	17	50	84	135	213	325	399	476	497	526	538	542	543
20	0.950	-46	-46	-45	-45	-44	-43	-38	-11	11	48	81	130	206	310	392	462	479	501	511	512	514
30	0.967	-50	-50	-49	-49	-47	-47	-42	-15	6	43	75	122	196	293	384	442	460	472	479	481	484
40	0.975	-54	-54	-53	-52	-51	-49	-42	-20	3	34	64	113	194	293	375	440	459	471	476	479	481

Tableau 9.5.K : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	209	209	213	218	225	232	245	253	262	282	355	499	564	623	824	880	893	904	914	915	916
25	0.040	208	208	211	216	222	228	240	249	258	281	339	467	556	620	822	879	892	903	914	915	916
20	0.050	206	206	208	212	217	221	233	242	252	279	315	418	543	616	820	878	889	900	913	914	915
15	0.067	203	203	204	206	210	212	224	234	244	276	285	356	518	611	794	868	880	897	912	913	914
10	0.100	197	197	199	201	203	205	217	230	243	266	284	347	455	611	680	827	851	894	909	912	912
5	0.200	173	174	177	181	184	188	202	215	234	253	276	329	421	508	650	770	832	855	863	866	866
4	0.250	172	172	176	179	181	185	195	211	224	249	270	323	401	480	625	755	827	854	861	864	864
3	0.333	162	162	165	167	173	179	190	205	215	237	264	301	366	457	592	746	807	839	848	852	853
2	0.500	136	136	141	145	150	164	182	188	196	214	239	256	330	401	504	667	729	774	780	782	783
3	0.667	110	110	112	116	120	137	157	162	169	184	206	233	289	384	486	610	673	714	727	730	730
4	0.750	93	93	94	96	105	110	128	141	153	169	187	211	282	368	473	600	651	700	705	715	715
5	0.800	70	70	74	79	85	86	113	129	144	157	174	203	272	357	455	575	645	686	700	705	708
10	0.900	14	14	16	20	27	40	79	87	97	112	129	173	237	322	431	485	577	592	605	609	610
15	0.933	-32	-31	-28	-22	-9	10	29	45	82	108	126	164	235	298	394	480	520	548	563	572	573
20	0.950	-40	-39	-36	-32	-22	-8	9	39	73	104	125	162	225	293	380	469	495	522	536	544	546
25	0.960	-41	-40	-38	-36	-29	-19	-2	37	68	102	125	162	216	293	374	458	483	506	517	523	526
30	0.967	-42	-41	-40	-38	-34	-26	-10	37	65	101	125	162	209	292	369	451	474	494	505	509	512

Tableau 9.5.L : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	33	33	33	33	33	34	40	54	94	146	185	284	480	640	801	910	925	939	947	948	949
25	0.040	33	33	33	33	33	34	40	54	93	143	181	283	474	639	800	907	925	937	945	947	947
20	0.050	33	33	33	33	33	33	40	54	90	139	176	281	465	638	799	903	924	933	942	944	944
15	0.067	33	33	33	33	33	33	40	53	86	134	170	274	452	628	791	890	918	929	938	940	940
10	0.100	33	33	33	33	33	33	39	51	77	127	168	246	438	586	763	849	890	928	933	936	936
5	0.200	33	33	33	33	33	33	37	49	71	116	163	216	369	573	711	828	864	903	913	915	915
4	0.250	33	33	33	33	33	33	36	48	69	113	160	212	365	543	707	813	850	888	906	913	913
3	0.333	29	30	30	31	31	32	35	45	65	108	159	196	334	527	690	801	842	877	885	890	890
2	0.500	29	29	29	29	29	31	34	43	57	98	149	189	308	481	653	751	774	852	864	870	871
3	0.667	29	29	29	29	29	30	33	39	52	84	136	183	271	460	629	718	760	781	797	803	804
4	0.750	28	28	28	28	29	29	32	37	50	79	133	182	265	447	608	713	737	770	785	791	793
5	0.800	28	28	28	28	29	29	32	37	49	74	131	181	262	442	592	699	712	756	775	781	783
10	0.900	28	28	28	28	28	29	30	36	47	72	115	177	248	374	535	657	690	713	728	736	737
15	0.933	28	28	28	28	28	28	29	35	47	72	114	169	247	364	514	643	668	686	696	700	701
20	0.950	8	8	9	10	13	14	20	34	46	69	113	167	239	357	508	635	656	672	681	684	684
25	0.960	-12	-12	-11	-8	-2	-1	10	34	44	67	112	167	231	352	505	630	649	664	672	674	675
30	0.967	-25	-25	-23	-20	-11	-10	4	33	43	65	111	167	226	349	503	626	644	658	666	668	668

Tableau 9.5.M : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-12/2011)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	280	281	282	283	284	286	289	291	294	298	317	504	601	769	877	938	953	960	965	966	967
50	0.020	277	278	279	280	281	282	284	286	291	296	300	432	569	752	861	931	942	955	961	961	963
30	0.033	277	277	277	277	279	281	284	285	288	291	299	385	556	745	852	924	939	951	958	959	959
20	0.050	274	274	275	277	278	279	281	283	287	290	295	378	547	738	850	922	936	946	951	953	953
10	0.100	258	259	259	260	261	262	265	270	272	276	288	340	523	714	839	910	922	934	939	940	940
5	0.200	89	89	89	91	92	94	103	121	157	198	254	307	469	672	801	873	892	907	911	912	912
4	0.250	87	87	87	87	88	90	99	114	140	182	235	303	444	654	786	856	871	882	888	888	888
3	0.333	86	86	86	87	87	87	95	107	128	165	221	291	418	601	759	839	855	862	865	867	867
2	0.500	86	86	86	86	86	86	87	91	99	115	146	189	259	337	518	691	788	810	823	825	825
3	0.667	86	86	86	86	86	86	88	94	105	124	162	209	298	417	583	715	735	758	775	776	778
4	0.750	84	84	84	86	86	86	87	92	103	118	148	191	270	363	508	651	690	721	731	736	736
5	0.800	79	79	80	84	86	86	87	91	97	109	138	185	250	339	477	631	668	699	708	711	711
10	0.900	68	68	70	75	78	80	86	86	91	100	123	162	223	314	428	554	606	655	663	668	668
20	0.950	55	58	61	63	68	73	83	86	87	97	114	143	188	292	390	502	538	560	567	569	571
30	0.967	20	21	25	26	31	44	76	86	86	92	105	139	178	283	355	430	476	501	521	528	530
50	0.980	-17	-15	-13	-11	0	11	42	70	86	89	101	131	172	273	343	411	438	458	468	472	473
100	0.990	-46	-44	-42	-38	-30	-24	2	40	85	88	95	119	165	251	326	386	408	424	429	434	434

Tableau 9.5.N : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime observé de 1903 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1970-12/2011)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	280	281	282	283	284	287	289	291	294	298	319	413	515	589	781	838	856	869	874	877	877
30	0.033	279	279	280	281	282	283	286	288	292	297	305	338	495	585	779	838	851	862	867	870	871
20	0.050	277	278	279	280	281	282	284	286	291	296	300	308	438	581	738	834	849	860	864	866	867
15	0.067	277	278	279	279	281	282	284	286	290	295	300	308	403	576	711	832	847	859	863	865	866
10	0.100	276	276	277	277	278	280	283	285	288	291	297	307	392	563	707	808	830	849	859	862	862
5	0.200	271	272	273	274	276	277	280	282	284	286	292	301	338	486	621	740	791	812	818	819	819
4	0.250	261	261	261	262	263	263	266	273	275	279	289	295	318	446	608	719	783	808	810	811	811
3	0.333	231	231	232	232	234	235	243	250	254	259	271	274	305	406	567	705	718	752	775	782	782
2	0.500	86	86	86	87	87	88	98	116	132	164	185	218	278	346	495	633	674	714	725	727	727
3	0.667	86	86	86	86	86	86	86	88	96	117	134	178	237	325	437	580	629	671	679	682	682
4	0.750	85	86	86	86	86	86	86	86	92	101	126	164	225	316	426	569	608	656	668	674	674
5	0.800	72	73	76	77	78	79	86	86	90	99	119	161	203	303	411	534	601	634	659	663	664
10	0.900	34	37	39	40	44	52	80	86	86	94	108	140	183	286	370	436	517	540	552	556	558
15	0.933	1	2	4	5	16	28	61	86	86	89	103	137	174	281	346	423	456	479	494	500	501
20	0.950	-21	-19	-17	-14	-4	6	37	65	86	89	100	129	172	271	343	409	435	454	464	468	469
30	0.967	-43	-41	-38	-34	-26	-18	10	40	86	88	96	120	169	256	338	390	410	425	432	436	437
40	0.975	-47	-45	-43	-39	-31	-25	1	40	85	88	95	119	164	251	324	386	408	424	429	433	434

Tableau 9.5.O : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime observé de 1970 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1987-12/2011)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	282	282	283	284	286	289	291	293	295	298	328	462	528	591	782	836	847	858	863	865	866
25	0.040	281	281	282	283	285	287	290	292	294	298	322	427	518	589	781	835	846	858	863	865	866
20	0.050	280	280	281	282	283	285	288	290	293	298	312	374	504	587	780	834	845	856	863	865	865
15	0.067	278	278	279	280	281	282	285	287	291	297	300	309	475	583	756	825	838	854	861	864	864
10	0.100	277	278	279	280	281	282	284	286	291	296	300	308	404	579	643	787	810	846	857	861	861
5	0.200	275	275	276	277	278	279	282	284	288	291	296	307	362	465	615	737	790	813	819	820	820
4	0.250	274	274	275	277	278	279	281	283	287	290	295	306	346	433	586	723	785	809	818	819	819
3	0.333	272	273	274	275	276	277	280	282	284	287	293	301	322	405	565	716	768	797	805	806	806
2	0.500	253	254	255	256	257	259	262	265	268	269	283	292	302	347	467	632	695	737	744	745	745
3	0.667	210	212	214	217	218	220	226	244	247	253	255	258	278	333	433	579	633	678	690	693	693
4	0.750	198	198	199	201	204	209	216	219	223	227	231	242	267	317	422	568	607	663	673	676	677
5	0.800	119	119	120	121	125	128	132	148	163	194	210	228	246	314	404	540	604	645	665	669	670
10	0.900	83	83	83	84	84	86	96	109	119	131	158	168	222	282	377	439	543	561	571	576	576
15	0.933	72	73	74	76	78	78	84	107	114	117	122	161	181	261	348	424	481	504	524	533	534
20	0.950	64	65	66	68	70	71	81	101	107	111	116	153	169	254	332	411	452	476	495	502	504
25	0.960	58	60	61	62	65	67	79	97	103	107	114	147	165	250	322	400	436	459	474	481	482
30	0.967	54	56	57	58	61	64	77	94	100	105	112	143	162	248	315	393	425	448	460	466	467

Tableau 9.5.P : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime observé de 1987 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	86	86	86	86	86	86	86	87	98	126	155	240	434	606	760	860	875	887	891	894	894
25	0.040	86	86	86	86	86	86	86	87	97	124	152	239	426	604	758	857	875	885	890	892	892
20	0.050	86	86	86	86	86	86	86	87	96	121	148	237	413	602	755	853	875	881	887	890	890
15	0.067	86	86	86	86	86	86	86	87	95	117	144	230	397	592	749	843	869	878	883	886	886
10	0.100	86	86	86	86	86	86	86	87	92	113	142	204	384	558	736	810	840	876	879	881	882
5	0.200	86	86	86	86	86	86	86	87	90	107	138	180	317	536	673	786	819	853	862	865	865
4	0.250	86	86	86	86	86	86	86	87	90	105	136	178	312	502	669	778	808	840	851	857	857
3	0.333	86	86	86	86	86	86	86	87	89	103	135	163	287	486	659	766	795	826	839	841	841
2	0.500	86	86	86	86	86	86	86	86	88	99	128	158	259	438	616	712	744	811	815	820	820
3	0.667	86	86	86	86	86	86	86	86	87	94	119	153	224	407	597	689	727	747	755	760	760
4	0.750	86	86	86	86	86	86	86	86	87	93	117	152	220	396	576	680	705	731	740	747	747
5	0.800	86	86	86	86	86	86	86	86	87	92	116	152	218	389	564	667	680	715	731	737	738
10	0.900	86	86	86	86	86	86	86	86	87	91	108	148	205	325	498	611	659	667	676	691	693
15	0.933	86	86	86	86	86	86	86	86	87	91	107	143	205	313	476	606	628	650	660	664	665
20	0.950	86	86	86	86	86	86	86	86	87	90	107	142	198	307	467	600	616	638	647	649	649
25	0.960	86	86	86	86	86	86	86	86	87	90	106	142	192	303	464	596	610	629	637	639	639
30	0.967	86	86	86	86	86	86	86	86	86	89	106	141	187	300	461	592	606	622	630	632	632

Tableau 9.5.Q : statistique des cotes du Sénégal à Boghe, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																			
retour (année)	fréquence	étiage											médian Hm	crue							
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150	Hc150		Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2
100	0.010	258	259	262	263	264	265	268	270	273	276	280	297	380	496	588	647	661	672	676	678
50	0.020	258	258	260	261	262	263	266	269	272	275	278	284	348	481	581	644	657	670	674	676
30	0.033	258	258	259	259	262	263	265	267	269	272	275	280	340	473	574	636	653	662	665	667
20	0.050	257	258	258	259	261	261	265	266	268	270	273	279	330	470	566	633	648	658	661	662
10	0.100	238	239	239	241	243	246	250	252	256	261	264	272	311	455	552	619	633	643	645	646
5	0.200	67	67	67	68	70	73	82	96	105	120	154	193	285	420	515	582	600	611	614	615
4	0.250	66	66	66	66	67	68	73	77	84	103	123	179	279	414	502	564	580	588	588	589
3	0.333	65	65	65	65	66	66	70	74	78	88	108	158	259	382	487	548	561	569	572	573
2	0.500	65	65	65	65	65	65	68	73	76	81	98	131	215	318	434	504	520	529	531	532
3	0.667	60	61	62	65	65	65	66	70	74	77	86	111	162	259	347	429	455	474	479	481
4	0.750	50	51	54	57	61	63	65	68	73	76	82	101	148	233	297	391	409	429	436	437
5	0.800	43	43	50	51	53	57	62	66	71	75	81	95	133	210	290	369	395	409	412	414
10	0.900	36	37	38	41	44	46	51	57	63	69	77	87	115	162	243	317	336	362	369	371
20	0.950	31	32	37	40	41	43	49	52	57	64	75	84	100	137	209	265	306	318	319	320
30	0.967	6	7	9	13	17	25	46	52	57	63	72	82	98	133	203	254	274	287	290	291
50	0.980	-30	-28	-25	-20	-9	2	27	42	56	61	70	81	96	128	179	216	222	230	236	242
100	0.990	-60	-58	-56	-52	-44	-38	-9	29	53	58	67	79	95	126	156	190	197	209	215	230

Tableau 9.5.R : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																			
retour (année)	fréquence	étiage											médian Hm	crue							
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150	Hc150		Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2
40	0.025	258	259	262	263	264	265	268	270	273	276	280	298	316	384	494	552	566	576	578	579
30	0.033	258	259	261	262	263	264	267	269	273	276	279	288	308	382	493	551	561	571	572	572
20	0.050	258	258	260	261	262	263	266	269	272	275	278	284	301	363	467	548	557	564	565	566
15	0.067	258	258	260	261	262	263	266	269	271	274	277	283	298	346	447	540	551	558	561	561
10	0.100	257	258	259	259	261	262	265	267	268	271	274	280	290	332	435	510	527	536	539	540
5	0.200	250	250	253	256	258	260	263	265	266	267	269	276	280	299	380	469	488	504	508	510
4	0.250	240	242	242	243	246	249	252	254	258	263	267	271	277	288	377	462	482	497	502	504
3	0.333	218	220	222	223	225	227	231	237	239	240	241	259	267	280	341	416	432	439	443	444
2	0.500	68	68	69	71	72	76	84	99	114	125	169	176	196	252	293	375	401	419	423	425
3	0.667	37	39	41	43	46	48	53	58	77	93	97	109	139	196	269	337	358	379	386	389
4	0.750	36	37	38	41	44	46	51	57	63	69	80	93	129	163	251	318	339	363	372	373
5	0.800	33	36	38	41	43	44	50	55	60	68	77	91	124	161	230	301	333	359	365	368
10	0.900	19	20	23	27	30	35	47	52	57	64	74	85	100	133	203	255	295	308	308	311
15	0.933	-12	-10	-8	-2	8	19	41	50	56	62	71	82	99	130	193	234	243	250	255	258
20	0.950	-35	-32	-29	-24	-14	-3	23	40	56	61	70	82	97	128	177	214	220	228	235	241
30	0.967	-57	-55	-52	-48	-40	-32	0	29	54	59	68	82	96	127	160	195	202	215	222	232
40	0.975	-61	-59	-57	-53	-45	-39	-11	29	53	58	67	81	96	126	155	190	196	208	214	230

Tableau 9.5.S: statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	259	260	263	265	266	266	269	270	274	277	280	305	322	385	495	549	558	566	567	567	568
25	0.040	259	260	263	264	265	266	268	270	274	277	280	300	318	384	495	548	557	565	566	566	567
20	0.050	258	259	262	263	264	265	267	270	273	276	280	293	311	383	493	547	556	562	564	564	565
15	0.067	258	259	261	261	262	264	266	269	273	276	279	284	304	377	476	536	547	553	555	555	556
10	0.100	258	258	260	261	262	263	266	269	272	275	278	284	299	350	396	483	504	515	520	522	522
5	0.200	257	258	259	259	261	262	265	267	268	271	274	280	287	325	378	469	486	500	505	507	507
4	0.250	257	258	258	259	261	261	265	266	268	270	273	278	284	303	377	464	483	497	502	504	504
3	0.333	251	252	254	257	258	260	263	265	266	267	270	276	281	290	345	431	459	479	484	486	486
2	0.500	235	236	237	241	242	244	248	251	254	256	258	267	273	279	291	383	407	425	434	434	434
3	0.667	199	199	201	203	205	208	215	223	227	230	235	238	244	260	283	343	376	395	397	399	399
4	0.750	186	187	188	190	193	195	199	201	204	208	213	220	229	237	262	318	349	365	373	378	378
5	0.800	112	113	113	114	117	118	122	129	140	148	182	199	214	229	260	317	334	363	369	371	372
10	0.900	56	57	58	60	64	66	82	96	103	111	136	147	155	189	230	266	324	328	330	333	334
15	0.933	50	51	52	53	57	61	72	91	103	106	110	115	137	172	229	257	279	291	293	295	297
20	0.950	44	46	47	49	52	56	68	86	97	101	103	110	132	167	224	248	260	271	275	277	279
25	0.960	40	42	44	47	49	54	66	83	93	98	101	110	131	165	219	240	251	260	264	267	269
30	0.967	38	40	42	45	47	52	65	81	90	96	99	110	130	164	216	235	244	252	257	260	262

Tableau 9.5.T : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	49	49	49	49	49	49	50	51	54	71	83	109	203	338	471	563	571	577	582	583	584
25	0.040	49	49	49	49	49	49	50	51	54	70	82	109	197	335	465	562	571	577	580	581	582
20	0.050	49	49	49	49	49	49	49	50	53	69	81	109	187	331	457	559	570	575	577	578	578
15	0.067	49	49	49	49	49	49	49	50	53	67	79	107	178	321	448	549	562	570	571	572	572
10	0.100	49	49	49	49	49	49	49	50	52	64	78	99	175	294	448	514	528	550	556	559	560
5	0.200	49	49	49	49	49	49	49	50	52	61	77	93	130	274	415	481	504	528	539	542	542
4	0.250	49	49	49	49	49	49	49	50	51	59	76	92	128	253	404	474	488	519	527	530	530
3	0.333	48	48	48	48	49	49	49	49	51	57	75	85	121	238	386	470	483	506	513	516	516
2	0.500	48	48	48	48	48	48	49	49	51	54	72	83	114	206	357	423	438	477	486	491	492
3	0.667	48	48	48	48	48	48	49	49	50	52	68	83	105	186	334	394	424	435	437	439	439
4	0.750	48	48	48	48	48	48	49	49	50	52	67	82	105	180	316	378	389	410	427	433	433
5	0.800	48	48	48	48	48	48	49	49	50	52	65	82	104	177	309	365	370	398	418	424	425
10	0.900	48	48	48	48	48	48	48	49	50	52	60	81	100	135	246	340	359	373	380	384	389
15	0.933	48	48	48	48	48	48	48	49	50	51	60	79	99	128	236	338	355	370	372	383	384
20	0.950	48	48	48	48	48	48	48	49	50	51	59	79	97	126	231	332	347	362	363	374	374
25	0.960	48	48	48	48	48	48	48	49	50	51	58	79	95	125	228	327	341	354	357	364	364
30	0.967	47	48	48	48	48	48	48	48	49	51	58	78	94	124	226	323	336	349	352	358	358

Tableau 9.5.U : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel de 1987 à 2012

9.6 COTES AUX ECHELLES DU DOUE, DE NGOUI A GUEDE

Les résultats obtenus pour ce bief sont présentés dans les figures et tableaux suivants :

- Cotes médianes mensuelles et cotes caractéristiques de crue et d'étiage : tableaux B-6-1 à B-6-4 de l'annexe 2B
- synthèse des cotes maximales pour différentes périodes de référence : tableau 9.6.A
- évolution chronologique et analyse statistique des cotes caractéristiques de crue et d'étiage : figures 9.6.A à 9.6.D et tableaux 9.6.B à 9.6.I

A Ngoui et Guede, les régimes d'écoulement sont relativement comparables avec ceux du Sénégal à Salde et Boghe (voir plus haut), en particulier pour les dates de crue.

On constate ainsi pour les cotes journalières maximales annuelles du régime naturel une forte irrégularité interannuelle (écart type équivalent à 14 et 12% du marnage annuel moyen entre 1950 et 2011) et une nette évolution entre les périodes 1950-1969 et 1970-2011 (baisse moyenne représentant 18 et 15% du même marnage).

De 1987 à 2011, l'artificialisation partielle du régime par le barrage de Manantali provoque un affaiblissement généralisé des crues sur le Doué, par rapport au régime naturel de la même période. A Ngoui (respectivement Guede), la diminution moyenne des cotes caractéristiques de crue dépasse 70 cm (resp. 50 cm) pour HC1, HC5 et HC10, 90 cm (resp. 70 cm) pour HC30 et 110 cm (resp. 90 cm) pour HC60. Aucune des pointes de crue observées aux deux stations sur la période n'est influencée par le remous du barrage de Diama.

A l'inverse des crues, les niveaux artificialisés du Doué observés à l'étiage sont fortement rehaussés par rapport au régime naturel. A Ngoui, ce rehaussement est uniquement dû au soutien d'étiage par le barrage de Manantali, cette station n'étant à aucun moment atteinte par le remous du barrage de Diama. A Guede par contre, le rehaussement des niveaux d'étiage résulte de l'effet conjoint des deux ouvrages. Sur la période 1994-2010, le rehaussement moyen de la cote caractéristique d'étiage sur 30 jours atteint 134 cm à Ngoui et 199 cm à Guede.

régime	cote journalière maximale annuelle : moyenne interannuelle (cm) et écart type						Kh : pourcentage de cotes observées						cote journalière maximale (cm) et date					
	naturel					artif.	naturel					artif.	ensemble	observé				
période (années hydrol.)	1903	1950	1950	1970	1987	1987	1903	1950	1950	1970	1987	1987	1903	1950	1950	1970	1987	1987
	2011	2011	1969	2011	2011	2010	2011	2011	1969	2011	2011	2010						
Ngoui	1038	1017	1118	969	1009	934	22	38	44	35	0	67	1198	1195				
	106	116	62	104	76	104							19/09/1936	24/09/1965				
Guede	674	661	722	632	659	603	31	46	78	31	0	68	769	769				
	66	75	35	71	44	73							30/09/1950	30/09/1950				

Tableau 9.6.A : moyenne interannuelle et écart type de la cote journalière maximale annuelle, index d'observation des cotes et cote journalière maximale du Doué aux échelles de Ngoui et Guede

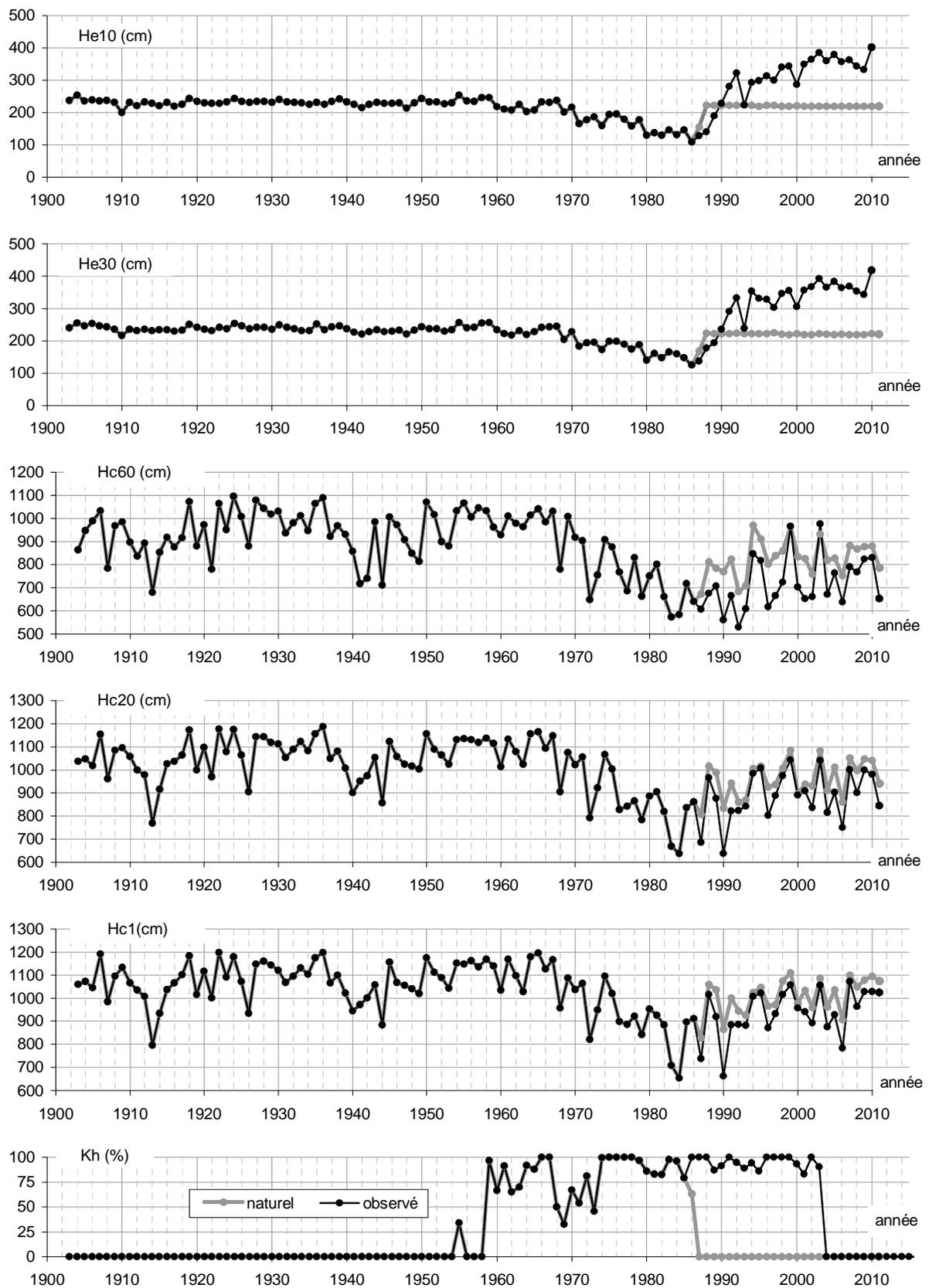


Figure 9.6.A : évolution des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime naturel et régime observé

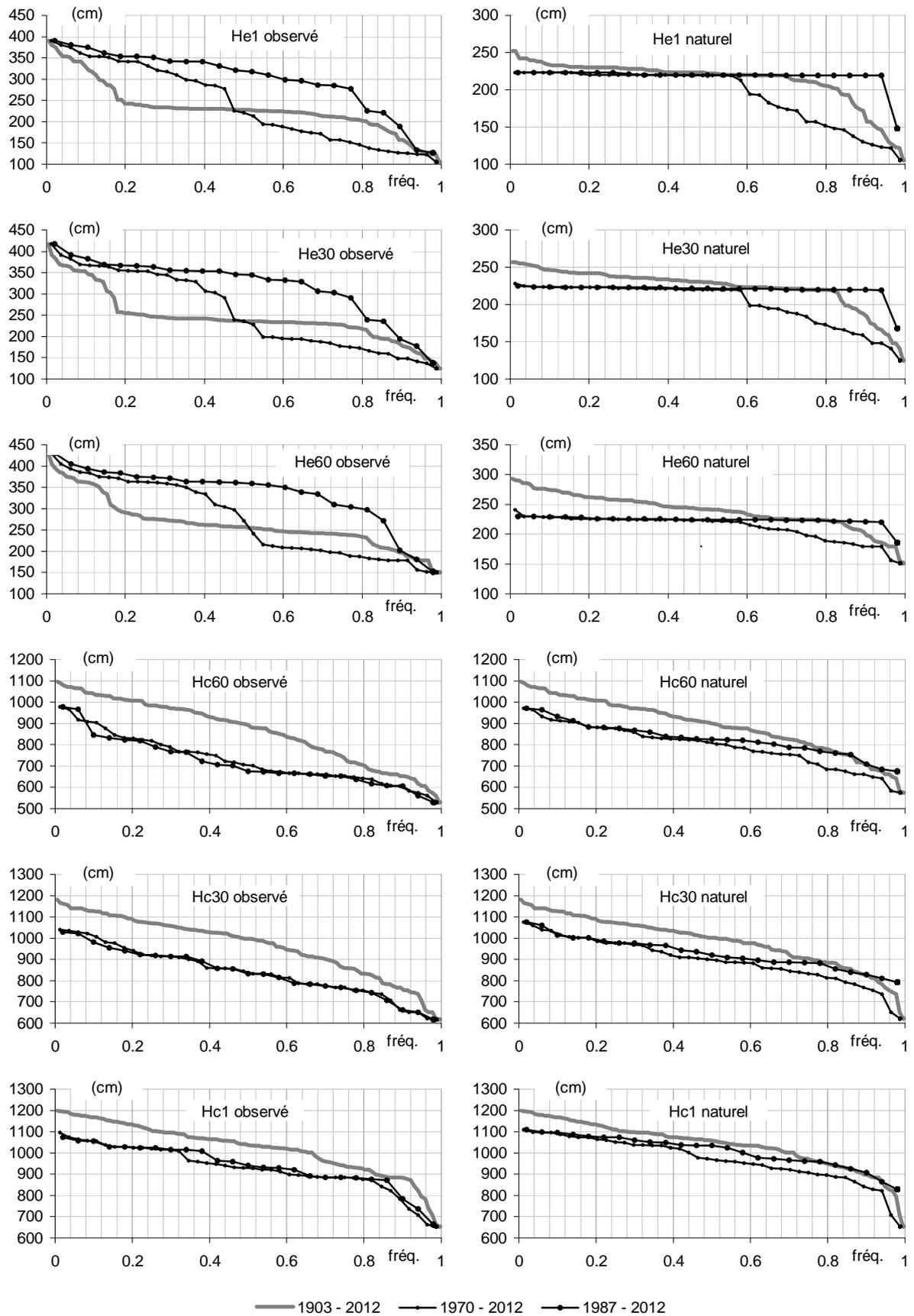


Figure 9.6.B: statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime naturel et régime observé

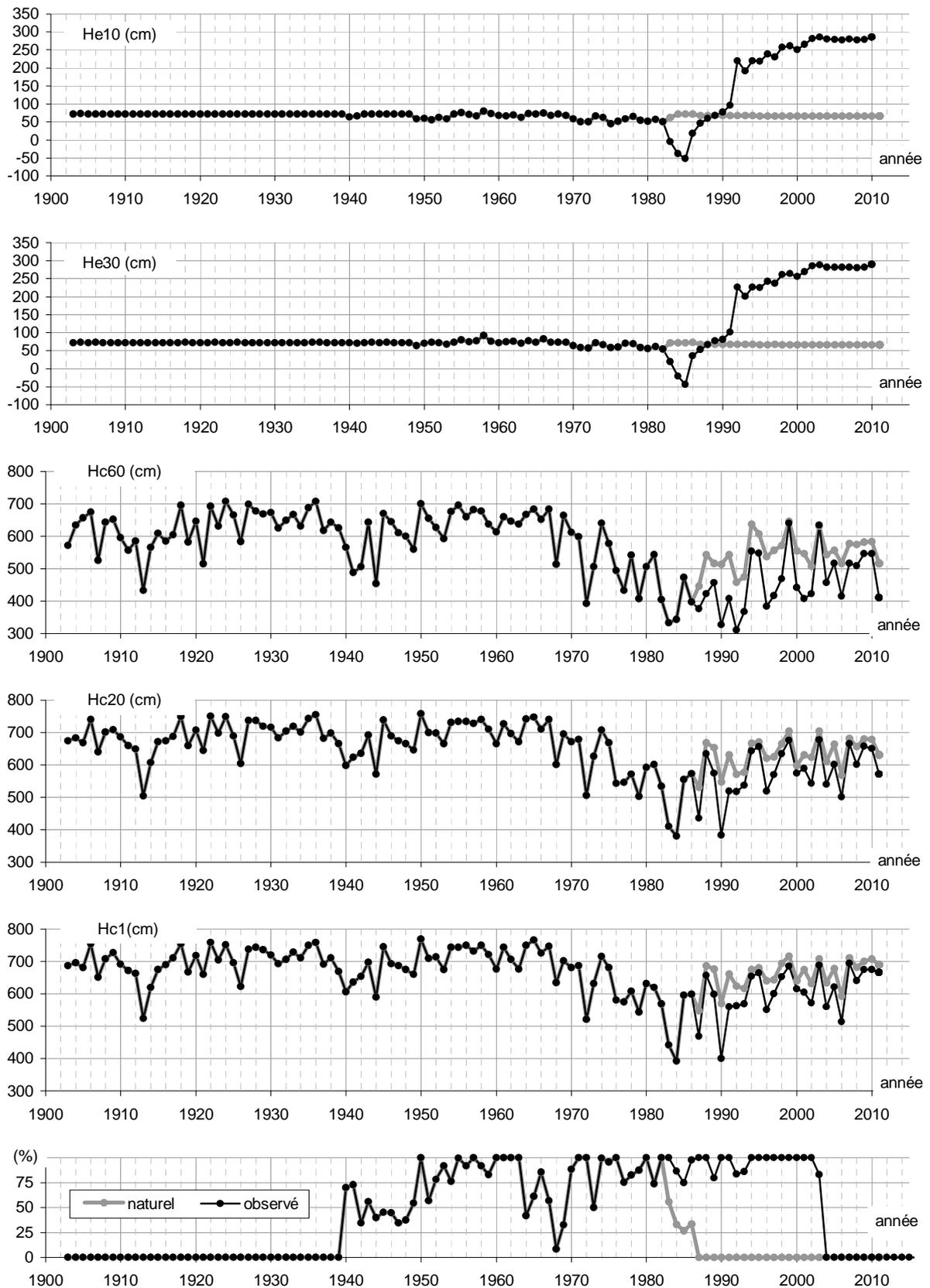


Figure 9.6.C : évolution des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime naturel et régime observé

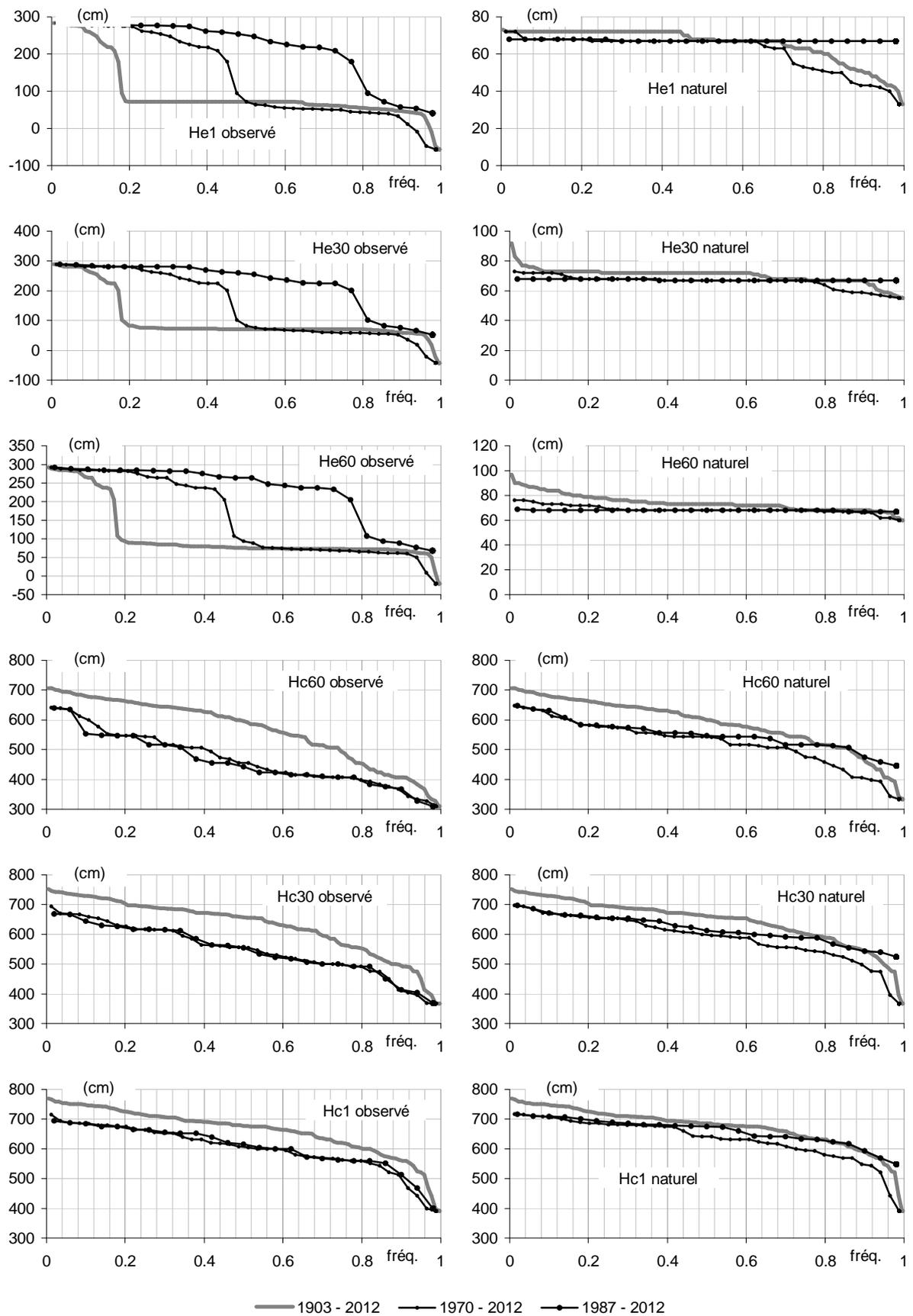


Figure 9.6.D : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime naturel et régime observé

observé (05/1903-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	384	384	388	392	397	403	416	424	432	455	532	703	796	984	1092	1172	1181	1193	1196	1197	1197
50	0.020	377	377	379	381	383	386	398	409	421	444	506	658	767	970	1083	1162	1175	1187	1193	1195	1196
30	0.033	360	361	363	364	365	369	386	406	420	438	490	617	756	958	1073	1154	1171	1181	1185	1191	1191
20	0.050	353	353	357	360	362	366	376	391	404	427	485	606	752	943	1066	1140	1156	1174	1178	1178	1178
10	0.100	328	328	332	338	342	352	362	374	378	413	461	558	731	907	1038	1126	1144	1159	1166	1167	1168
5	0.200	242	243	244	247	252	255	291	316	348	390	443	523	676	878	1008	1089	1113	1126	1130	1131	1132
4	0.250	238	238	240	242	244	250	277	309	341	379	439	510	667	861	984	1069	1089	1098	1103	1105	1105
3	0.333	231	232	233	235	239	243	270	294	329	368	423	504	637	800	966	1045	1063	1081	1086	1087	1087
2	0.500	228	228	230	231	234	236	257	281	311	351	395	451	565	725	892	997	1018	1034	1036	1036	1037
3	0.667	220	221	223	226	229	231	244	265	293	321	368	417	509	633	789	912	960	976	994	998	998
4	0.750	211	211	213	216	222	228	239	258	279	310	351	404	483	591	736	860	901	927	936	939	939
5	0.800	202	202	203	203	210	218	233	249	271	294	334	392	468	567	703	833	868	909	918	921	923
10	0.900	157	157	159	162	168	179	197	215	233	265	297	345	429	534	653	760	820	863	874	882	883
20	0.950	130	132	132	136	147	158	179	201	217	241	268	318	409	521	608	705	768	783	791	794	795
30	0.967	126	126	127	130	137	148	179	187	207	224	247	313	397	512	586	653	695	722	731	742	743
50	0.980	123	124	126	129	133	140	155	179	192	203	210	280	377	489	570	643	659	683	690	693	693
100	0.990	115	116	118	120	125	132	152	166	185	195	206	251	360	465	548	621	637	651	656	658	659

Tableau 9.6.B : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	385	385	388	393	398	404	417	425	433	455	504	625	722	788	971	1037	1061	1072	1081	1083	1083
30	0.033	381	381	384	387	391	395	408	416	425	454	473	557	704	781	967	1036	1057	1063	1072	1075	1075
20	0.050	377	377	380	382	384	387	399	410	421	446	461	519	661	778	937	1032	1048	1058	1066	1068	1068
15	0.067	372	372	374	376	377	380	392	407	421	440	460	509	634	775	915	1027	1041	1055	1061	1062	1062
10	0.100	356	357	360	363	365	368	385	400	417	434	455	506	619	765	905	1010	1028	1049	1053	1055	1056
5	0.200	341	342	344	346	352	355	366	382	389	414	441	476	561	704	830	942	999	1018	1022	1024	1025
4	0.250	334	334	335	341	346	354	363	377	382	400	428	454	539	680	818	918	981	1005	1014	1019	1019
3	0.333	308	309	310	312	320	333	355	358	367	376	401	424	512	629	768	905	916	962	984	986	986
2	0.500	221	221	222	224	230	236	272	287	290	316	351	404	481	569	704	839	881	918	926	927	928
3	0.667	175	175	176	178	186	191	205	221	250	283	324	378	454	549	662	784	837	874	886	889	890
4	0.750	156	156	157	160	166	177	194	213	232	259	295	341	429	541	653	768	822	867	875	884	885
5	0.800	144	144	145	147	154	171	186	208	223	247	279	329	424	528	641	753	814	844	862	872	876
10	0.900	127	127	127	131	141	148	179	191	212	226	251	314	398	514	599	660	731	750	762	768	769
15	0.933	124	124	126	130	135	143	161	185	196	209	218	296	384	502	577	652	675	702	711	716	717
20	0.950	123	124	126	129	133	139	154	177	192	202	210	277	377	486	569	640	657	679	687	689	690
30	0.967	120	121	123	125	128	135	152	167	189	197	209	257	372	468	558	622	637	653	658	660	661
40	0.975	114	115	117	119	124	131	152	166	185	194	206	250	359	465	547	620	637	651	655	657	658

Tableau 9.6.C: statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	387	387	391	396	403	410	423	431	439	457	524	670	733	792	973	1027	1041	1054	1065	1068	1068
25	0.040	385	385	389	394	399	406	419	427	435	456	510	638	725	789	972	1026	1041	1054	1063	1065	1065
20	0.050	383	383	386	390	394	400	413	421	429	455	488	590	712	783	969	1024	1041	1052	1059	1061	1061
15	0.067	380	380	382	384	387	391	404	412	422	452	461	529	688	776	946	1015	1035	1051	1055	1057	1057
10	0.100	376	376	378	380	382	384	395	408	421	441	461	511	631	763	846	981	1007	1048	1052	1054	1055
5	0.200	353	354	358	361	364	367	381	394	411	430	454	505	595	681	821	932	992	1019	1024	1026	1027
4	0.250	352	353	357	359	361	365	375	388	402	427	447	499	576	654	797	919	982	1008	1016	1022	1023
3	0.333	342	342	345	347	353	356	368	383	390	415	442	477	543	626	765	913	967	995	1011	1014	1015
2	0.500	320	320	324	328	332	345	360	366	372	391	411	432	506	570	675	833	891	933	937	940	941
3	0.667	291	292	293	296	299	318	337	342	347	360	386	409	466	552	660	782	842	873	886	891	891
4	0.750	281	282	283	283	291	297	307	321	335	349	368	392	457	543	649	765	823	869	877	884	885
5	0.800	241	242	243	244	248	255	299	315	327	340	356	376	443	531	627	749	819	856	869	877	880
10	0.900	184	184	184	185	188	192	200	208	215	226	250	308	420	498	606	663	750	765	778	782	783
15	0.933	140	140	141	145	152	179	183	188	195	207	214	265	385	474	569	654	697	723	733	744	745
20	0.950	132	133	133	136	142	165	172	179	192	203	210	253	368	467	553	643	674	700	708	717	718
25	0.960	130	131	131	134	138	155	165	174	191	201	210	248	358	464	546	635	662	684	692	699	700
30	0.967	129	129	130	132	135	149	161	170	191	200	210	245	351	462	540	629	653	674	681	686	687

Tableau 9.6.D : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par Manantali depuis juillet 1987)

naturel (05/1987-05/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	223	223	223	223	224	225	230	243	279	328	365	461	654	812	969	1071	1084	1097	1105	1106	1106
25	0.040	223	223	223	223	224	225	230	243	278	325	362	460	648	812	968	1068	1084	1095	1103	1105	1105
20	0.050	223	223	223	223	224	224	230	242	275	321	357	458	639	810	967	1064	1084	1092	1101	1102	1102
15	0.067	223	223	223	223	224	224	230	242	272	316	351	451	626	801	960	1052	1078	1088	1097	1098	1098
10	0.100	223	223	223	223	223	224	229	240	264	310	349	423	612	759	932	1014	1052	1087	1092	1094	1095
5	0.200	223	223	223	223	223	223	227	238	258	300	344	394	544	747	882	995	1028	1064	1074	1076	1076
4	0.250	223	223	223	223	223	223	226	237	256	297	341	390	540	716	879	980	1015	1050	1067	1073	1074
3	0.333	220	220	221	222	222	223	226	235	253	292	340	375	509	701	861	969	1008	1040	1048	1052	1052
2	0.500	220	220	220	220	220	222	224	233	246	283	331	369	484	655	825	920	943	1017	1028	1034	1035
3	0.667	220	220	220	220	220	221	224	229	240	270	318	363	448	634	801	888	930	949	965	970	971
4	0.750	219	219	219	220	220	220	223	227	239	265	315	362	442	621	781	884	908	939	953	960	961
5	0.800	219	219	219	219	220	220	223	227	238	261	314	361	439	616	765	870	883	926	943	950	952
10	0.900	219	219	219	219	219	220	221	226	236	259	299	357	425	549	709	829	861	884	898	906	907
15	0.933	219	219	219	219	219	219	220	225	236	259	298	350	425	539	688	815	839	858	868	872	872
20	0.950	201	201	202	203	206	206	212	224	235	257	297	348	417	532	682	807	828	844	853	856	856
25	0.960	184	184	185	187	193	194	203	224	233	254	296	348	409	528	679	802	821	836	844	847	847
30	0.967	172	172	174	176	184	185	197	223	232	252	295	347	404	524	677	799	816	830	838	840	840

Tableau 9.6.E : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	283	283	284	286	287	288	290	291	292	295	314	453	538	648	707	748	756	760	763	765	767
50	0.020	280	280	281	283	285	286	288	290	292	295	303	411	524	638	702	744	752	757	759	760	761
30	0.033	278	278	279	280	281	282	285	286	290	294	297	390	509	633	698	742	749	755	757	757	757
20	0.050	277	277	278	279	280	281	284	285	288	289	297	372	507	625	695	737	748	751	753	753	753
10	0.100	258	258	258	261	263	263	266	271	278	283	290	333	493	609	680	730	740	745	747	748	748
5	0.200	72	72	75	77	80	83	94	106	141	187	255	302	437	585	663	704	714	721	725	726	726
4	0.250	72	72	72	73	74	77	88	101	127	164	229	294	429	572	652	694	705	709	712	713	714
3	0.333	72	72	72	72	72	73	83	95	117	148	203	275	402	548	640	685	693	701	702	703	703
2	0.500	72	72	72	72	72	72	76	87	101	129	176	247	332	475	596	657	668	674	675	676	676
3	0.667	64	66	69	72	72	72	73	80	94	110	145	200	295	399	524	615	634	647	650	652	652
4	0.750	60	62	64	67	70	72	73	78	89	105	137	186	273	362	493	565	597	615	618	620	620
5	0.800	55	56	59	63	67	71	72	76	87	100	129	172	252	342	454	553	572	595	600	601	602
10	0.900	47	48	52	53	56	59	68	73	79	89	106	150	221	306	407	495	525	552	558	561	561
20	0.950	39	43	45	46	53	55	62	70	75	85	100	133	182	291	376	449	503	515	518	521	521
30	0.967	14	15	19	21	26	38	60	67	72	80	99	127	170	287	346	405	445	463	471	474	475
50	0.980	-22	-20	-18	-16	-6	5	36	55	72	77	92	118	167	268	331	387	402	417	422	428	429
100	0.990	-51	-49	-47	-44	-36	-30	-3	35	71	75	91	106	161	242	320	369	382	391	394	396	397

Tableau 9.6.F : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	283	283	284	286	287	288	290	291	292	295	315	402	464	535	640	681	692	698	701	702	703
30	0.033	283	283	284	286	287	288	289	291	292	295	306	352	445	532	640	672	682	689	693	695	696
20	0.050	281	281	282	284	285	286	288	290	292	295	303	331	416	528	637	669	678	685	689	689	690
15	0.067	279	279	280	282	283	284	287	288	292	295	301	331	395	525	628	668	677	685	687	687	688
10	0.100	278	278	279	280	281	282	284	286	290	293	297	325	378	516	603	661	673	683	684	685	686
5	0.200	275	276	277	277	279	280	282	284	285	287	296	298	346	460	547	627	657	669	674	675	675
4	0.250	260	260	260	263	265	266	269	275	282	287	291	294	318	450	544	617	643	653	660	664	664
3	0.333	232	234	236	238	241	242	247	251	256	268	274	281	305	399	513	604	615	637	644	646	646
2	0.500	72	72	75	77	80	82	94	110	127	159	181	212	294	348	456	556	574	599	605	606	607
3	0.667	52	52	53	58	61	64	72	80	95	108	129	168	245	324	413	509	544	568	572	573	574
4	0.750	49	49	52	52	56	59	68	76	86	95	112	159	225	308	407	499	534	553	559	562	563
5	0.800	43	45	49	51	54	58	66	74	83	92	105	150	204	300	397	491	519	549	556	558	559
10	0.900	25	26	31	34	39	46	61	67	75	84	100	131	171	290	360	410	482	492	498	500	500
15	0.933	-4	-3	-1	0	11	23	52	66	73	80	94	124	169	278	336	398	418	437	443	449	450
20	0.950	-26	-24	-22	-20	-10	1	32	52	72	79	92	116	167	266	331	385	400	415	420	425	425
30	0.967	-48	-46	-44	-40	-32	-24	5	35	71	78	91	107	164	250	325	369	384	392	397	399	399
40	0.975	-52	-50	-48	-45	-37	-31	-5	35	71	77	91	106	161	241	319	369	382	390	394	396	396

Tableau 9.6.G : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	283	284	284	286	288	289	291	292	293	295	321	435	476	535	638	668	677	685	689	691	692
25	0.040	283	284	284	286	288	289	291	292	293	295	317	411	467	533	638	668	677	685	689	690	691
20	0.050	283	283	284	286	287	288	290	291	292	295	311	376	453	530	636	667	676	684	687	688	690
15	0.067	283	283	284	286	287	288	289	291	292	295	303	332	433	524	621	663	674	684	686	686	688
10	0.100	279	279	280	282	284	285	287	289	292	295	303	331	401	514	553	645	665	683	683	684	685
5	0.200	278	278	279	280	281	282	284	286	289	292	297	315	356	446	547	623	654	666	669	670	670
4	0.250	277	277	278	279	280	281	284	285	287	289	297	301	348	429	524	617	645	655	661	664	664
3	0.333	276	276	277	278	279	281	282	284	286	287	296	299	334	399	510	613	635	649	652	653	654
2	0.500	251	251	253	254	257	259	264	266	269	273	288	290	300	351	442	555	575	607	614	615	615
3	0.667	219	219	219	220	224	227	237	247	252	254	257	269	295	333	414	505	543	565	569	571	571
4	0.750	194	198	201	205	209	213	219	228	233	237	243	249	288	326	408	498	533	553	559	562	562
5	0.800	120	122	124	125	128	132	137	149	165	194	213	236	259	314	395	492	519	551	558	560	560
10	0.900	58	64	65	67	71	76	87	104	115	133	152	160	205	297	367	413	502	508	512	513	513
15	0.933	54	57	58	61	64	68	78	100	107	113	117	137	174	260	334	406	447	465	473	476	476
20	0.950	50	52	53	56	59	63	74	95	102	107	110	131	165	246	323	395	423	440	448	451	452
25	0.960	47	50	51	52	55	59	72	91	100	104	108	128	162	240	319	387	410	425	432	434	435
30	0.967	45	48	49	50	53	57	71	89	98	102	107	126	160	236	316	381	401	414	420	423	423

Tableau 9.6.H : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

naturel (05/1987-05/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	68	68	68	68	68	68	69	70	78	94	124	231	415	540	644	694	705	712	714	715	715
25	0.040	68	68	68	68	68	68	69	70	77	93	120	231	407	538	642	693	705	711	713	714	714
20	0.050	68	68	68	68	68	68	68	70	75	92	113	230	395	535	640	690	705	709	712	713	713
15	0.067	68	68	68	68	68	68	68	69	73	89	106	223	381	528	636	684	701	707	710	710	711
10	0.100	68	68	68	68	68	68	68	69	72	86	105	188	378	509	632	671	682	705	707	707	708
5	0.200	68	68	68	68	68	68	68	69	71	82	102	164	315	495	583	661	675	690	695	697	697
4	0.250	68	68	68	68	68	68	68	69	70	81	100	160	307	477	578	655	670	682	688	690	691
3	0.333	67	67	67	67	67	68	68	68	70	78	99	135	283	464	572	649	665	677	682	683	683
2	0.500	67	67	67	67	67	67	68	68	70	74	95	126	249	419	547	612	632	670	674	674	675
3	0.667	67	67	67	67	67	67	68	68	69	71	91	124	214	392	534	595	624	635	639	641	641
4	0.750	67	67	67	67	67	67	68	68	69	71	89	121	212	384	516	589	608	624	631	633	633
5	0.800	67	67	67	67	67	67	68	68	69	71	88	119	209	380	515	578	588	614	625	628	628
10	0.900	67	67	67	67	67	67	67	68	69	71	81	113	193	322	474	543	569	573	585	593	593
15	0.933	67	67	67	67	67	67	67	68	69	70	80	109	191	309	461	541	552	565	571	574	574
20	0.950	67	67	67	67	67	67	67	68	69	70	79	107	182	301	455	536	544	558	563	565	565
25	0.960	67	67	67	67	67	67	67	68	69	70	79	107	174	296	452	532	540	553	558	559	559
30	0.967	67	67	67	67	67	67	67	67	68	70	78	106	169	293	450	529	537	550	554	555	555

Tableau 9.6.I : statistique des cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime naturel de 1987 à 2012

9.7 COTES AUX ECHELLES DU SENEGAL, DE DAGANA A ROSSO

Les éléments du régime concernant cette partie du fleuve sont présentés dans les figures et tableaux suivants :

- Cotes médianes mensuelles et cotes caractéristiques de crue et d'étiage : tableaux B-7-1 à B-7-6 de l'annexe 2B
- synthèse des cotes maximales pour différentes périodes de référence : tableau 9.7.A
- Limnigrammes iso-fréquence pour la station de Rosso : figure 9.7.A
- évolution chronologique et analyse statistique des cotes caractéristiques de crue et d'étiage : figures 9.7.B à 9.7.G et tableaux 9.7.B à 9.7.M

Comme sur l'ensemble du bassin, les écoulements naturels sur ce tronçon du fleuve se caractérisent par une grande variabilité interannuelle et un net affaiblissement entre les périodes 1950-1969 et 1970-2011. La cote journalière maximale annuelle HC1 présente à Dagana, RichardToll quai et Rosso un écart type équivalent à 27 ou 28% du marnage annuel moyen sur la période 1950-2011. Sa diminution moyenne depuis 1970 représente quant à elle entre 44 et 45% du même marnage.

A Rosso (fig. 9.7.A) les dates moyennes de début de crue et d'apparition des plus fortes cotes sont assez semblables à celles qui sont observées à Podor (voir plus haut), avec un léger retard qui peut amener le passage des plus forts pics de crue vers début novembre.

Contrairement aux stations situées plus à l'amont, ce tronçon du fleuve se situe dans le remous du barrage de Diama non seulement en étiage, mais aussi pendant le passage de la quasi-totalité des crues annuelles observées depuis 1987 (17 années sur 25 à Dagana et 23 années sur 25 à Richard Toll et Rosso). Affaiblies par la régularisation des débits effectuée à Manantali, mais rehaussées par le remous du barrage anti-sel, les cotes caractéristiques de crue observées y sont globalement rehaussées de 1987 à 2011 par rapport à celles du régime naturel de la même période. Le rehaussement moyen à Dagana (respectivement Richard Toll et Rosso) dépasse 10 cm (resp. 25 cm) pour HC1, HC5 et HC10, 20 cm (resp. 35 cm) pour HC30 et 40 cm (resp. 60 cm) pour HC60.

Enfin, les effets conjugués du soutien d'étiage par Manantali et du remous du barrage de Diama entraînent depuis 1990, sur ce tronçon, un rehaussement systématique des cotes caractéristiques d'étiage HC1 à HC120 par rapport à celles du régime naturel de la même période. Sur la période 1994-2010, le rehaussement moyen de HC30 est évalué à 191 cm à Dagana, 187 cm à Richard Toll et 181 cm à Rosso. On remarque que ce rehaussement décroît régulièrement depuis Podor et Guede jusqu'à Rosso. Ceci est dû au fait que les débits supplémentaires fournis par Manantali rehaussent les niveaux de façon de moins en moins importante de l'amont vers l'aval entre ces stations.

régime	cote journalière maximale annuelle : moyenne interannuelle (cm) et écart type						Kh : pourcentage de cotes observées						cote journalière maximale (cm) et date	
	naturel					artif.	naturel					artif.	ensemble	observé
période (années hydrol.)	1903 2011	1950 2011	1950 1969	1970 2011	1987 2011	1987 2010	1903 2011	1950 2011	1950 1969	1970 2011	1987 2011	1987 2010		
Dagana	339 77	319 80	404 54	279 54	294 40	304 44	36	35	51	28	0	61	494 13/10/1936	494 13/10/1936
Richard Toll	290 70	271 72	348 52	235 46	248 35	273 36	16	27	41	21	0	79	442 15/10/1936	428 23/10/1965
Rosso	262 65	245 66	315 47	212 44	224 33	251 33	11	20	34	13	0	80	406 17/10/1936	390 28/10/1965

Tableau 9.7.A : moyenne interannuelle et écart type de la cote journalière maximale annuelle, index d'observation des cotes et cote journalière maximale du Sénégal aux échelles de Dagana à Rosso

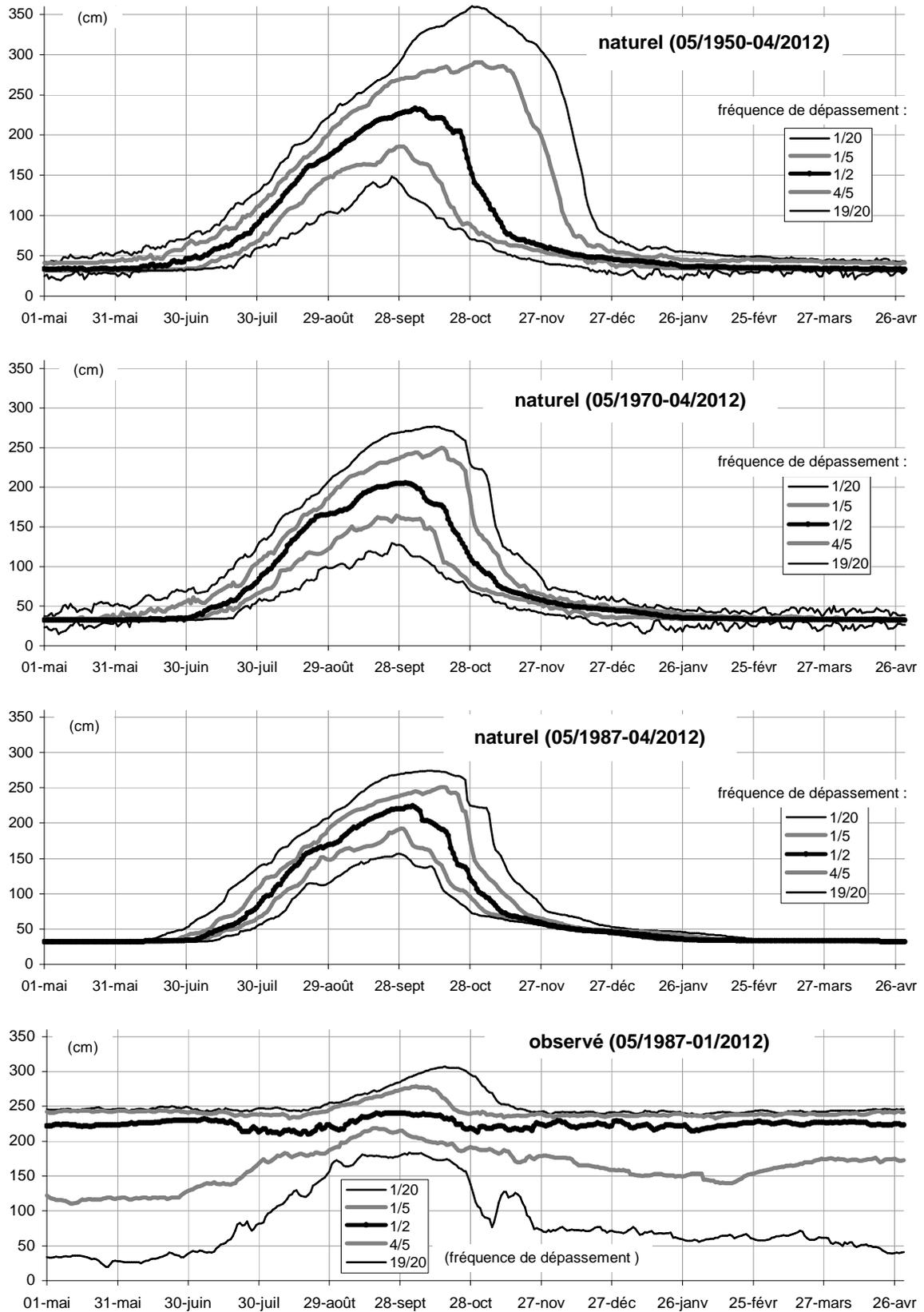


Figure 9.7.A : limnigrammes iso-fréquence du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué) et régime observé depuis 1987, influencé par Manantali et Diama

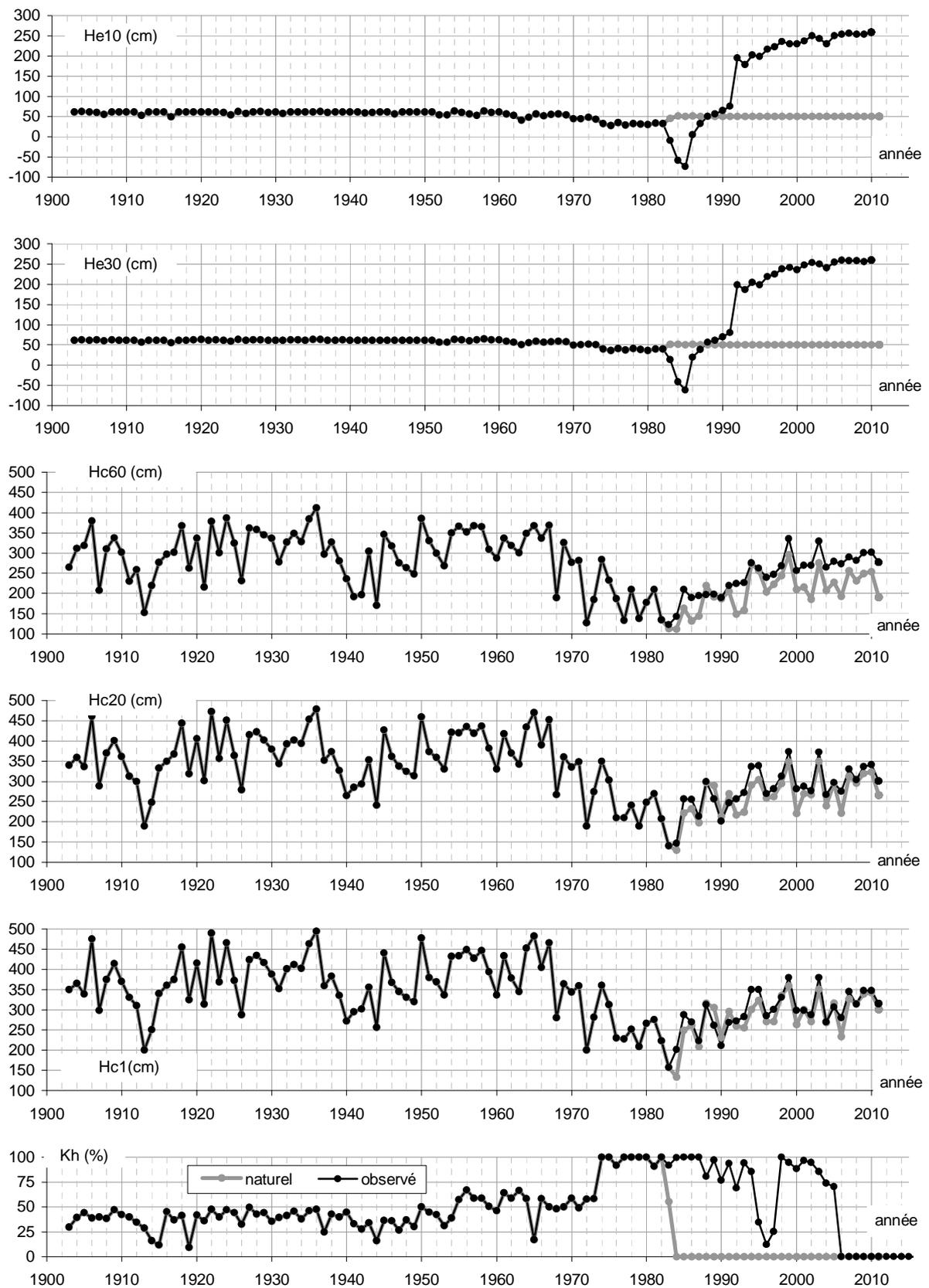


Figure 9.7.B : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime naturel et régime observé

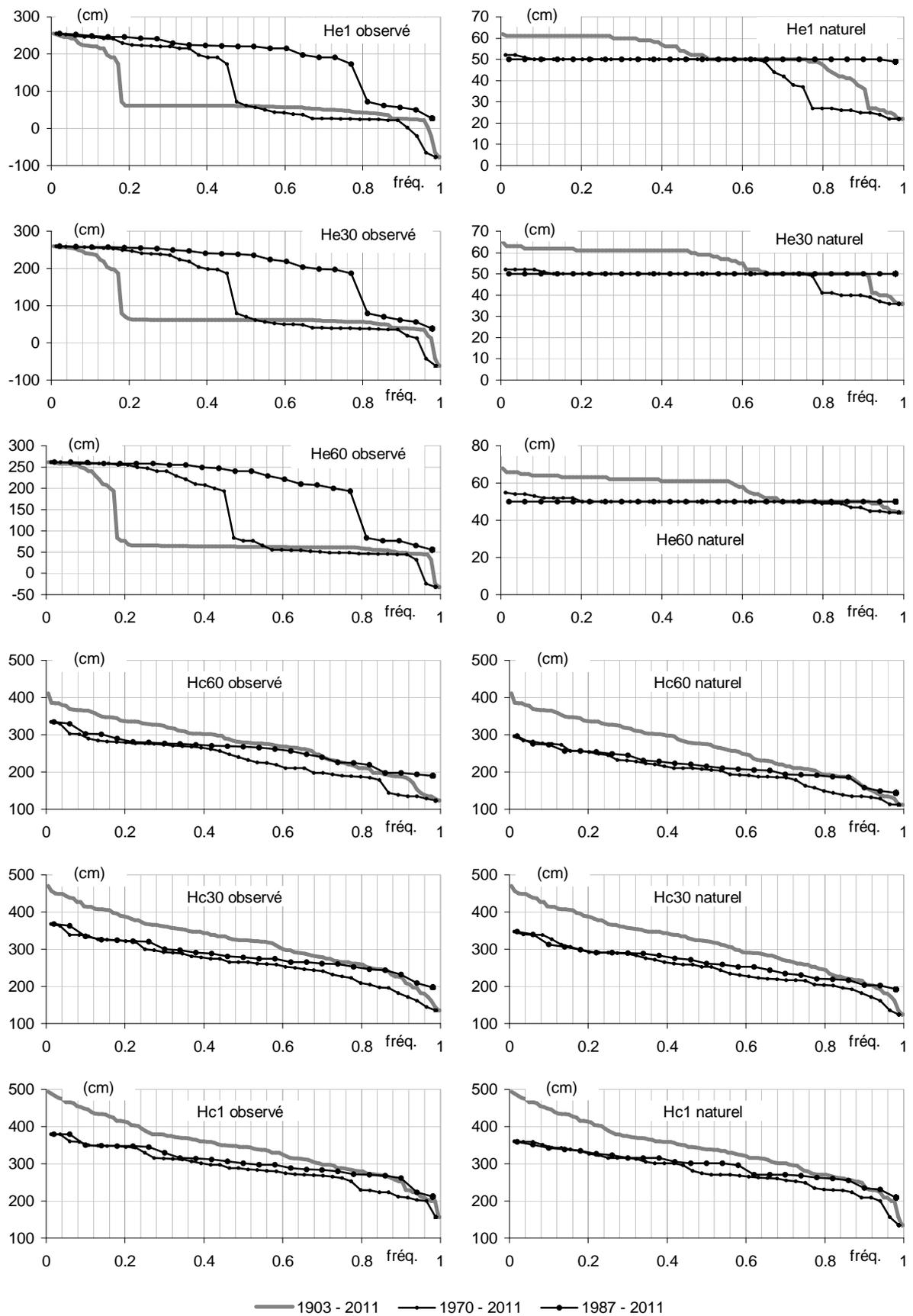


Figure 9.7.C : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime naturel et régime observé

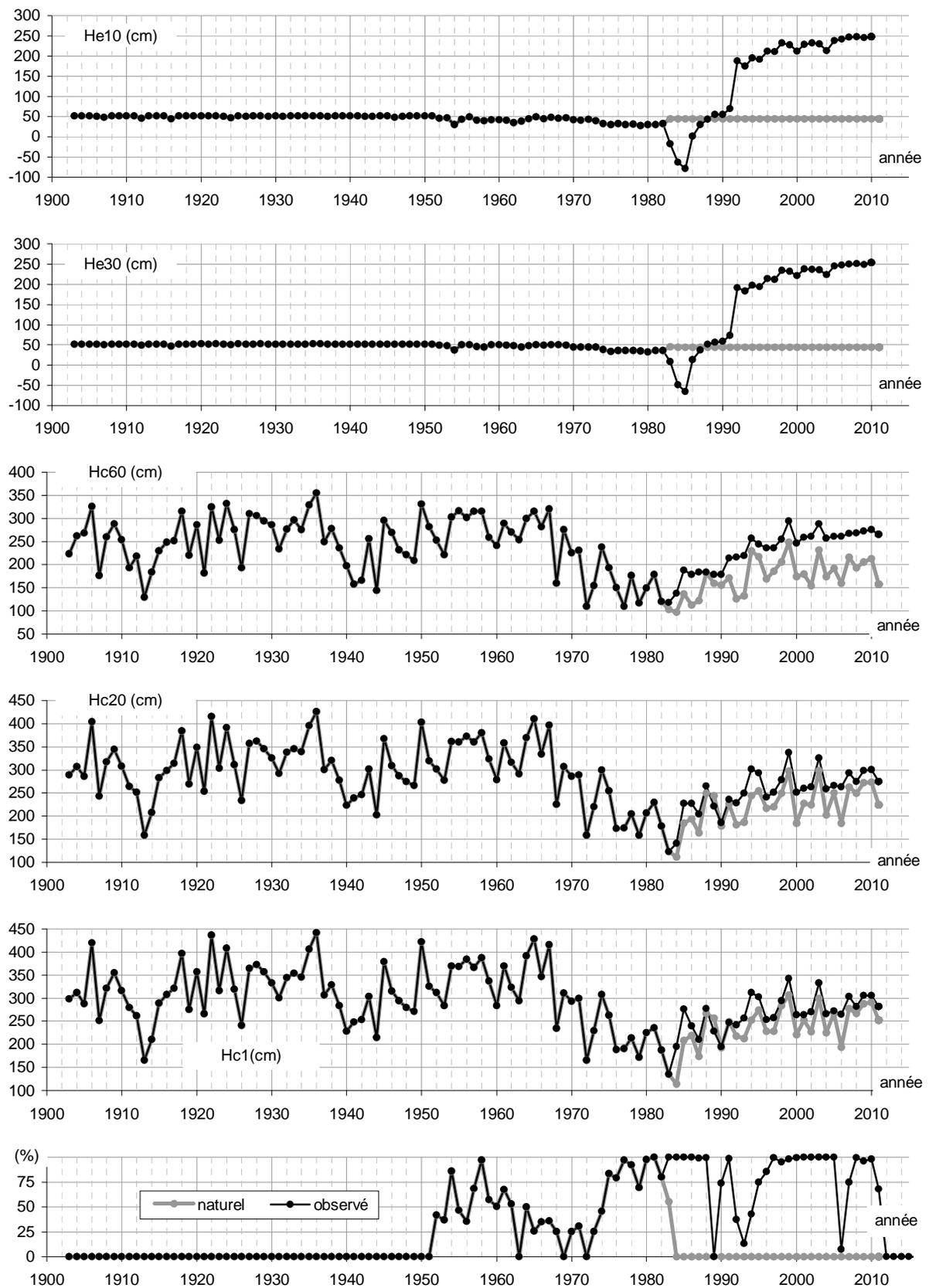


Figure 9.7.D : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime naturel et régime observé

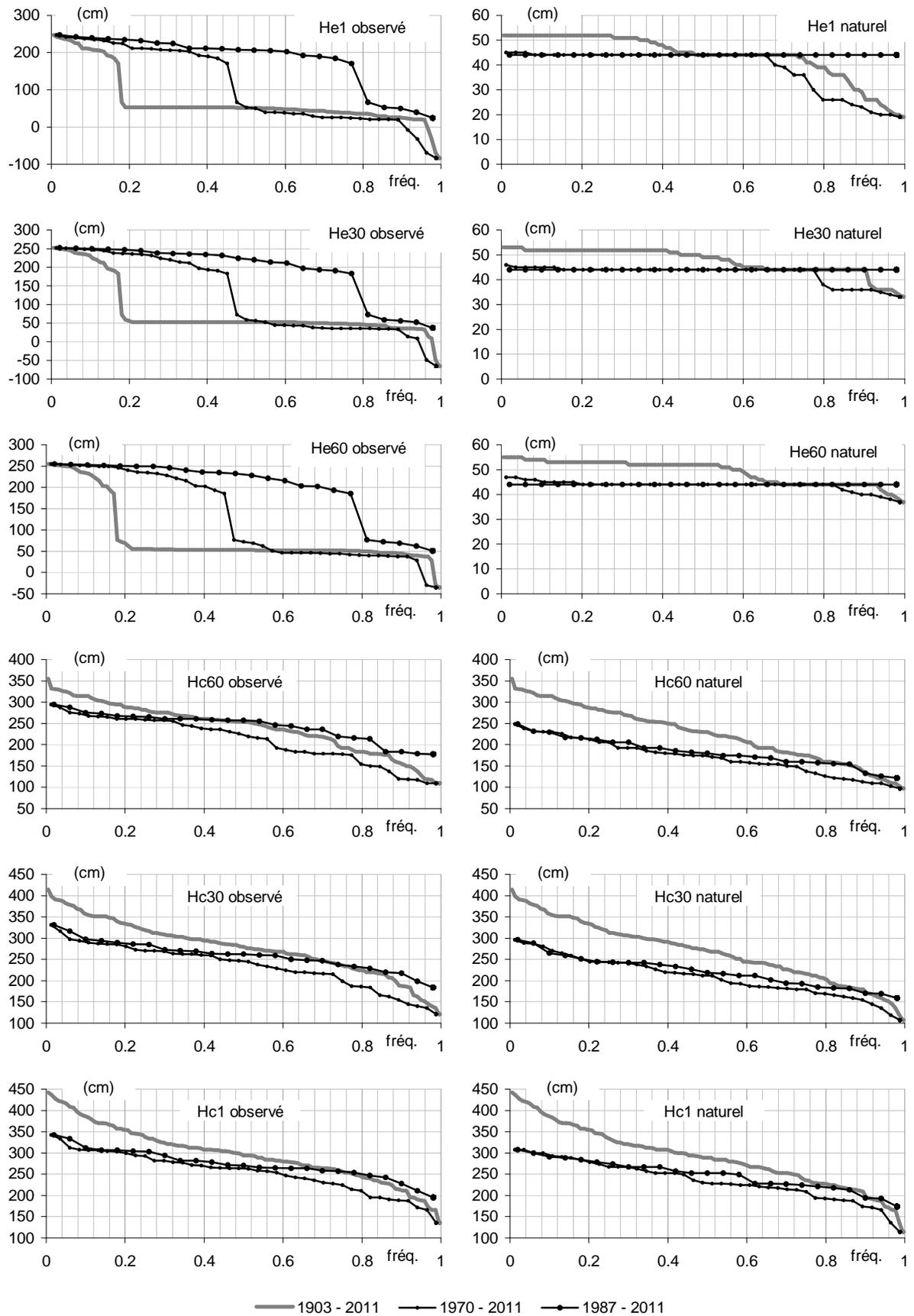


Figure 9.7.E : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime naturel et régime observé

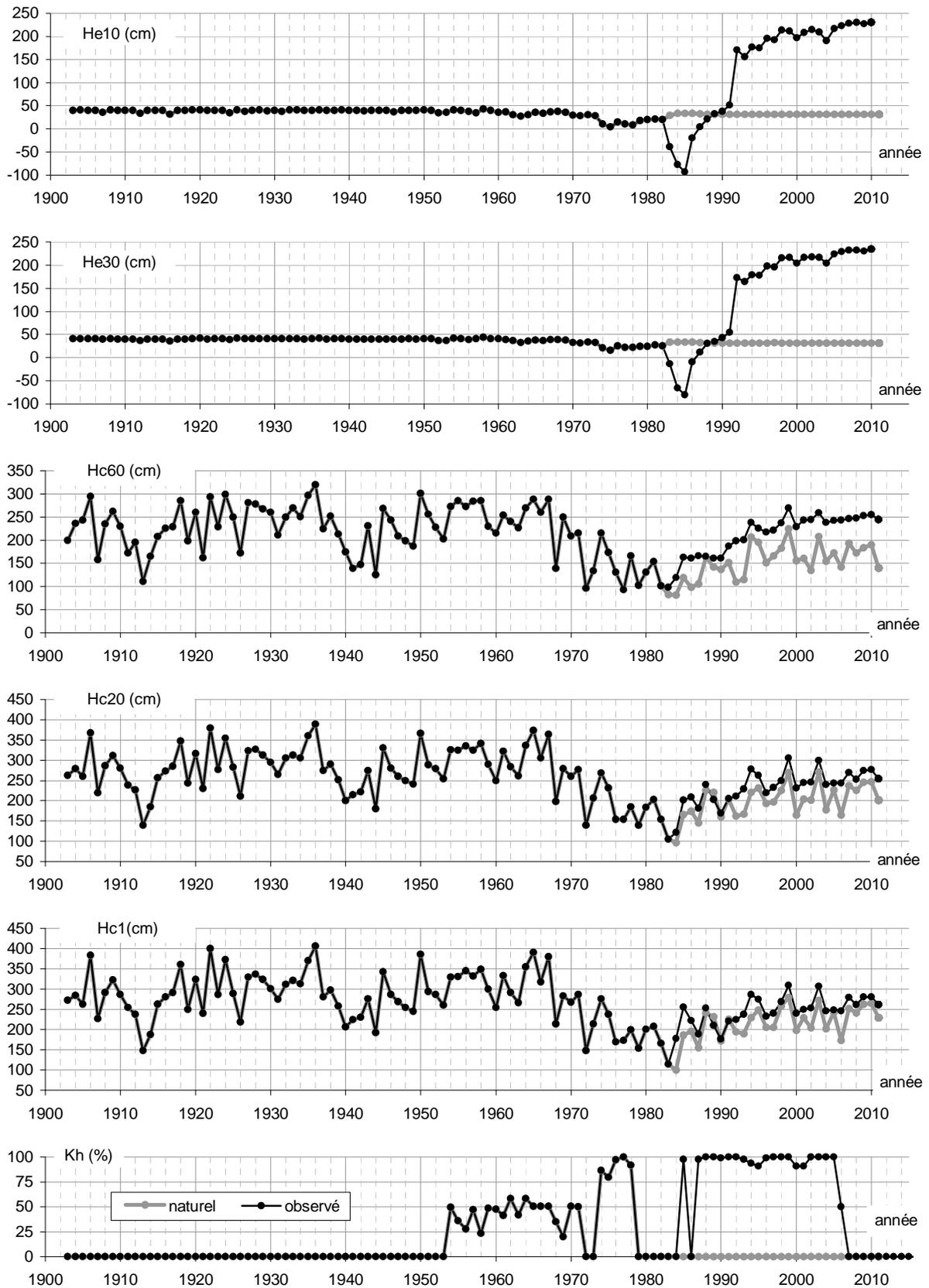


Figure 9.7.F : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel et régime observé

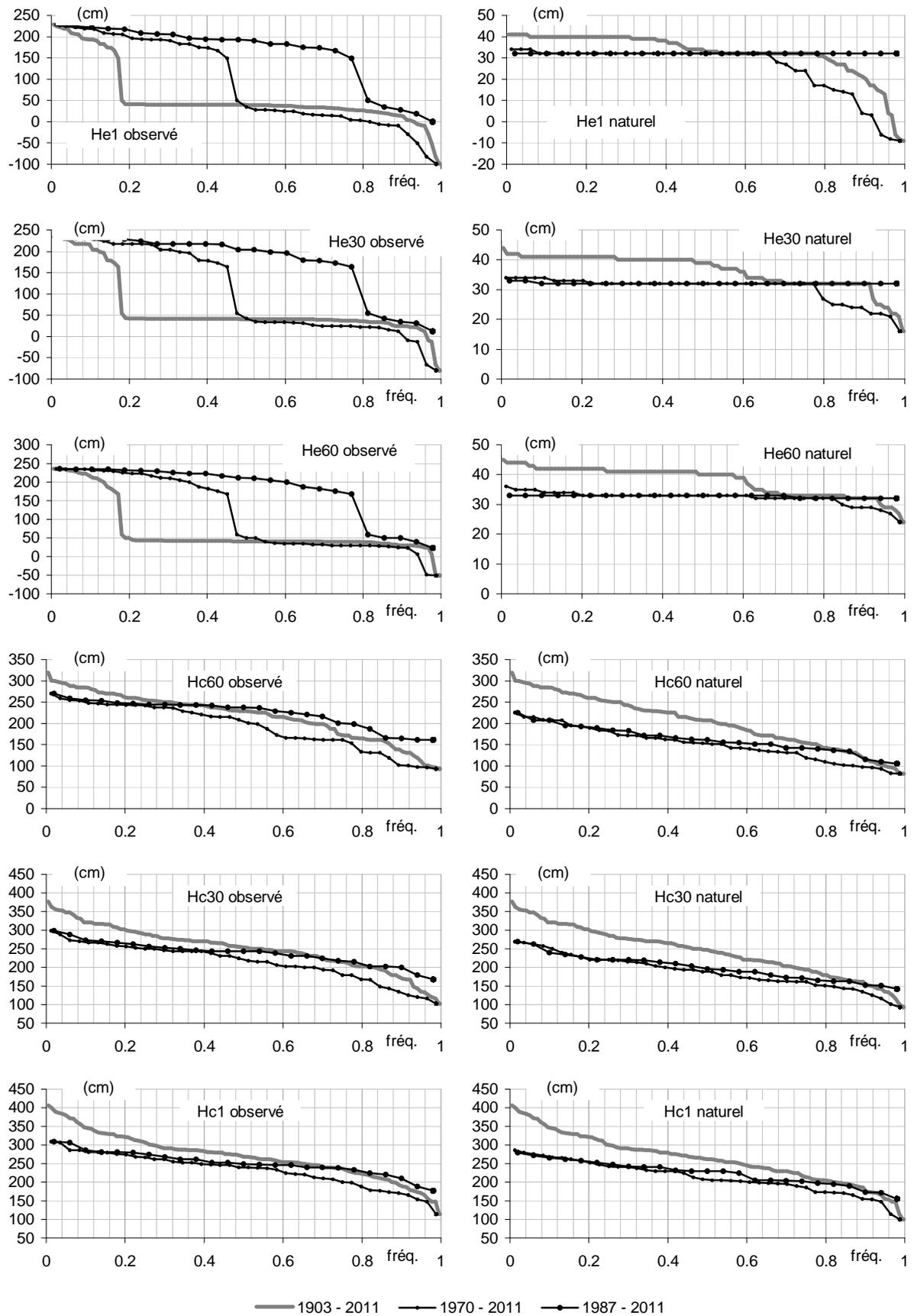


Figure 9.7.G : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel et régime observé

observé (05/1903-12/2011)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage											médian Hm	crue								
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150	Hc150		Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	254	254	255	257	258	259	262	263	265	267	269	272	274	317	397	462	475	486	489	491	491
50	0.020	250	252	254	255	257	258	261	262	265	266	267	271	272	316	385	452	471	480	484	484	484
30	0.033	246	248	250	254	257	258	259	261	263	265	267	269	270	311	383	449	461	471	475	477	477
20	0.050	242	243	248	250	252	255	259	260	261	263	265	267	269	307	378	444	454	463	465	465	466
10	0.100	222	223	227	230	237	239	245	247	249	252	257	260	262	299	366	415	435	445	447	448	448
5	0.200	62	62	63	64	65	65	76	90	104	114	152	164	220	280	337	388	402	409	411	413	413
4	0.250	61	61	61	62	62	63	66	68	75	87	100	130	214	275	330	369	381	386	388	389	390
3	0.333	61	61	61	61	61	62	64	67	69	77	91	122	190	268	312	355	362	367	369	370	370
2	0.500	60	60	61	61	61	61	62	65	68	72	82	106	153	239	280	325	337	343	345	345	345
3	0.667	54	54	56	57	59	61	61	63	66	68	74	89	129	180	259	286	299	305	308	309	309
4	0.750	49	49	51	54	55	58	61	62	65	68	72	83	110	165	226	266	277	281	285	287	288
5	0.800	42	44	47	51	54	56	59	62	64	67	70	81	102	155	210	259	268	275	276	280	280
10	0.900	26	28	30	32	36	40	49	55	60	65	68	75	89	120	188	225	241	250	250	251	251
20	0.950	22	24	25	29	35	36	45	53	58	62	66	72	85	109	143	182	200	205	207	210	211
30	0.967	4	4	4	7	15	21	44	51	56	59	66	71	84	102	135	173	190	198	200	201	203
50	0.980	-35	-34	-31	-26	-16	-6	13	41	56	59	65	69	83	101	132	156	176	180	192	199	200
100	0.990	-70	-69	-67	-65	-59	-50	-27	23	55	58	64	68	78	99	126	141	144	147	166	180	182

Tableau 9.7.B : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime observé de 1903 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1970-12/2011)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage											médian Hm	crue								
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150	Hc150		Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	254	254	255	257	258	259	262	263	265	267	269	272	274	286	332	365	373	377	379	379	380
30	0.033	253	253	255	256	257	259	262	263	265	267	268	272	274	286	330	364	372	377	378	379	380
20	0.050	251	252	254	255	257	258	261	262	265	266	267	271	272	282	313	348	359	365	367	368	368
15	0.067	248	251	252	254	257	258	261	262	265	266	267	270	271	279	302	338	349	357	359	360	360
10	0.100	246	247	249	253	256	257	259	261	262	265	266	268	269	277	293	336	343	350	352	353	353
5	0.200	226	227	232	239	246	248	255	258	259	261	262	264	265	270	279	322	335	341	342	343	345
4	0.250	222	224	229	231	237	240	248	249	252	254	259	262	263	267	277	300	313	325	329	330	330
3	0.333	215	216	220	221	223	224	228	231	234	235	236	238	248	257	270	290	300	309	312	313	313
2	0.500	62	62	63	65	67	70	77	91	105	119	162	174	179	209	236	265	275	279	282	285	287
3	0.667	29	31	33	36	40	42	52	57	72	85	95	103	114	166	204	245	256	263	268	269	270
4	0.750	26	28	30	32	36	40	49	55	60	67	73	83	104	154	190	227	247	259	259	260	261
5	0.800	25	26	28	32	36	39	47	53	60	64	71	81	95	134	187	209	214	228	229	230	230
10	0.900	14	15	15	19	24	29	44	52	57	60	68	77	89	107	137	179	198	204	206	209	210
15	0.933	-15	-13	-11	-6	5	14	35	50	56	59	65	76	85	101	134	164	190	197	200	202	204
20	0.950	-40	-39	-36	-31	-22	-12	7	38	56	59	65	76	85	101	132	155	172	176	190	198	201
30	0.967	-67	-66	-63	-60	-54	-45	-25	23	56	58	65	75	84	101	128	144	146	147	176	192	196
40	0.975	-71	-70	-68	-66	-60	-52	-28	23	55	58	64	74	83	99	126	141	144	147	165	178	181

Tableau 9.7.C : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime observé de 1970 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1987-12/2011)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	254	254	256	257	258	260	262	264	265	268	269	272	274	286	333	366	373	378	379	380	380
25	0.040	254	254	256	257	258	260	262	264	265	268	269	272	274	286	332	366	373	378	379	380	380
20	0.050	254	254	255	257	258	259	262	263	265	267	269	272	274	286	331	364	373	377	379	379	380
15	0.067	253	253	255	256	257	259	262	263	265	267	268	272	274	285	325	358	367	372	373	374	375
10	0.100	249	252	253	254	257	258	261	262	265	266	267	270	271	279	302	335	341	347	350	350	350
5	0.200	245	245	249	252	254	256	259	261	262	264	266	268	269	275	286	324	337	345	346	347	347
4	0.250	242	243	248	250	252	255	259	260	261	263	265	267	269	272	280	321	332	341	343	344	346
3	0.333	227	228	232	240	247	249	255	258	260	261	263	264	266	270	276	298	306	313	316	318	318
2	0.500	221	222	225	229	235	237	241	243	247	250	252	254	255	262	268	278	287	296	300	301	301
3	0.667	195	195	197	200	201	202	209	217	222	225	226	234	236	239	246	265	275	278	282	284	285
4	0.750	182	183	185	187	191	193	197	199	201	203	206	211	219	222	226	258	269	274	277	278	278
5	0.800	102	103	105	107	111	112	117	124	134	144	178	193	205	215	222	249	262	266	270	271	271
10	0.900	55	56	56	56	59	61	76	90	99	106	131	144	149	167	197	232	247	259	259	260	261
15	0.933	51	52	52	52	55	57	67	89	95	102	106	109	123	160	195	213	220	225	226	228	229
20	0.950	43	44	44	45	49	51	63	84	91	97	100	104	117	157	193	206	211	215	216	219	220
25	0.960	38	39	39	41	44	47	60	80	89	93	98	103	115	156	192	203	208	212	213	216	217
30	0.967	34	35	35	38	41	44	58	78	87	91	97	103	114	155	191	201	205	209	211	214	215

Tableau 9.7.D : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime observé de 1987 à 2011 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	50	50	50	50	50	50	50	52	53	64	73	90	135	206	289	345	349	353	356	356	356
25	0.040	50	50	50	50	50	50	50	52	53	64	72	90	132	205	286	344	349	352	355	355	355
20	0.050	50	50	50	50	50	50	50	51	52	63	71	89	128	203	281	342	348	351	353	353	353
15	0.067	50	50	50	50	50	50	50	51	52	62	70	88	123	198	276	336	344	348	349	350	350
10	0.100	50	50	50	50	50	50	50	51	52	60	70	83	122	182	273	313	323	336	340	342	342
5	0.200	50	50	50	50	50	50	50	51	52	58	69	80	100	172	256	295	308	322	329	331	331
4	0.250	50	50	50	50	50	50	50	50	52	56	68	79	99	161	250	291	299	317	322	324	324
3	0.333	50	50	50	50	50	50	50	50	51	55	67	74	96	153	233	289	296	310	314	315	316
2	0.500	50	50	50	50	50	50	50	50	51	53	65	73	92	139	216	261	270	291	298	301	301
3	0.667	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	63	73	87	127	202	242	262	269	270	271	271
4	0.750	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	62	72	87	125	192	229	236	252	263	267	267
5	0.800	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	61	72	87	123	189	220	223	244	258	261	262
10	0.900	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	57	71	84	103	158	204	217	224	229	232	234
15	0.933	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	57	70	84	100	151	203	215	222	225	231	232
20	0.950	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	57	70	83	99	148	200	210	218	220	225	226
25	0.960	50	50	50	50	50	50	50	50	51	52	56	70	82	98	147	198	206	214	216	220	220
30	0.967	49	50	50	50	50	50	50	50	50	51	56	70	81	98	146	196	203	211	213	216	216

Tableau 9.7.E : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	244	244	245	248	251	252	254	255	256	258	260	262	263	271	341	405	420	433	437	438	438
50	0.020	241	241	243	247	250	250	253	255	256	257	260	261	263	269	331	393	412	427	430	430	431
30	0.033	237	238	240	245	247	249	252	254	256	257	258	259	262	268	329	389	404	416	421	422	422
20	0.050	232	233	236	238	242	245	249	252	254	255	257	259	260	266	325	382	397	411	414	416	416
10	0.100	209	210	216	223	227	230	234	238	241	247	250	252	256	262	315	357	372	383	385	386	386
5	0.200	52	52	54	55	56	57	68	86	99	111	150	160	202	255	289	334	345	352	353	355	355
4	0.250	52	52	52	52	52	53	55	57	67	80	89	113	179	247	282	320	328	333	336	338	338
3	0.333	52	52	52	52	52	52	53	56	58	64	78	109	165	234	269	303	309	314	316	317	317
2	0.500	51	51	52	52	52	52	53	54	57	60	70	94	134	207	253	280	289	293	294	294	294
3	0.667	44	45	46	47	49	50	52	53	56	57	62	77	111	161	221	255	263	264	265	269	269
4	0.750	39	41	42	43	47	49	52	53	55	57	61	72	97	144	193	236	245	251	256	256	256
5	0.800	36	37	39	41	45	46	50	52	54	56	60	69	89	137	184	224	231	241	243	244	244
10	0.900	25	26	29	30	34	36	44	47	52	54	57	64	76	110	156	188	204	210	211	211	212
20	0.950	20	20	24	30	31	34	39	44	48	52	55	60	72	92	129	155	172	184	185	189	189
30	0.967	-5	-5	-1	5	12	16	37	41	47	50	55	60	72	89	118	146	159	165	168	174	174
50	0.980	-45	-43	-40	-33	-22	-11	8	34	46	50	54	59	71	89	115	139	153	156	165	166	166
100	0.990	-75	-74	-73	-69	-64	-56	-32	19	45	49	53	58	66	87	110	130	134	137	151	154	154

Tableau 9.7.F : statistique des cotes du Sénégal, à l'échelle de Richard Toll, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis nov. 1983 et juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	244	244	245	248	251	252	254	255	256	258	260	262	263	267	291	323	331	334	336	337	337
30	0.033	243	243	244	248	251	251	254	255	256	258	260	262	263	266	289	318	327	331	333	334	334
20	0.050	241	241	243	247	250	250	253	255	256	257	260	261	263	265	281	305	312	317	319	320	320
15	0.067	239	240	242	246	249	250	253	255	256	257	260	261	263	265	275	296	302	308	309	311	311
10	0.100	236	236	238	243	246	248	251	254	256	257	258	259	261	263	270	291	300	304	306	307	307
5	0.200	216	217	223	230	234	236	242	250	252	253	254	255	257	259	261	281	289	296	298	299	300
4	0.250	210	210	219	227	230	233	235	240	242	247	251	254	256	257	259	270	279	289	291	292	293
3	0.333	205	207	208	212	214	214	220	225	227	229	230	231	238	242	251	264	266	272	274	277	278
2	0.500	53	54	55	55	57	59	72	87	99	114	154	166	178	186	223	246	252	259	262	263	264
3	0.667	31	32	33	34	37	39	46	50	66	79	86	97	108	146	182	219	227	233	235	238	238
4	0.750	26	27	30	31	34	36	44	47	52	57	62	71	95	138	178	199	207	218	224	225	225
5	0.800	22	25	29	30	33	36	41	46	49	54	61	69	83	128	154	186	202	204	206	208	209
10	0.900	8	8	12	18	23	25	38	43	48	50	58	67	76	92	119	152	169	179	182	189	189
15	0.933	-26	-25	-21	-13	-1	10	30	40	46	50	55	65	73	90	117	142	158	164	169	177	177
20	0.950	-49	-47	-44	-38	-28	-17	2	31	46	50	54	65	72	89	114	138	151	155	166	170	170
30	0.967	-71	-70	-69	-65	-59	-51	-31	20	45	49	53	65	72	88	110	135	139	141	161	163	163
40	0.975	-76	-75	-74	-70	-65	-57	-32	19	45	49	53	65	71	87	110	129	133	136	150	153	153

Tableau 9.7.G: statistique des cotes du Sénégal, à l'échelle de Richard Toll, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis nov. 1983 et juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	246	246	246	248	251	252	255	256	257	258	260	262	264	268	292	326	333	336	338	339	339
25	0.040	245	245	245	248	251	252	255	256	257	258	260	262	264	268	291	324	332	335	337	338	338
20	0.050	244	244	244	248	251	252	254	255	256	258	260	262	263	267	290	321	329	332	334	335	335
15	0.067	242	242	243	248	251	251	254	255	256	258	260	262	263	266	286	314	322	327	328	330	330
10	0.100	240	241	243	246	249	250	253	255	256	257	260	261	263	265	276	297	302	309	310	312	312
5	0.200	234	234	237	240	245	246	250	253	255	256	258	259	261	262	268	288	296	302	303	305	305
4	0.250	229	231	234	235	239	242	249	252	254	255	257	259	259	261	266	285	293	300	302	303	303
3	0.333	219	220	225	231	234	237	243	250	252	254	254	256	257	259	261	271	276	282	283	284	284
2	0.500	208	210	212	213	220	223	231	235	239	243	245	246	251	253	257	263	263	266	269	269	270
3	0.667	191	192	192	193	195	196	203	210	213	217	219	222	229	233	236	248	252	260	260	262	263
4	0.750	178	178	180	182	185	187	190	193	195	197	199	202	212	215	218	237	247	251	254	256	256
5	0.800	98	98	99	102	104	106	110	122	127	138	169	188	198	204	215	232	239	246	248	250	251
10	0.900	49	49	53	54	55	57	68	86	95	109	126	141	148	161	184	218	221	224	226	227	228
15	0.933	41	42	43	44	48	53	63	77	92	99	102	105	121	154	180	202	207	209	211	213	214
20	0.950	36	37	38	39	43	48	59	74	88	93	95	100	114	150	179	195	200	202	204	206	207
25	0.960	32	33	34	36	39	44	56	73	84	89	92	99	112	148	179	192	195	198	200	202	203
30	0.967	30	31	32	34	37	42	54	72	82	86	90	98	110	146	178	189	192	195	197	199	200

Tableau 9.7.H : statistique des cotes du Sénégal, à l'échelle de Richard Toll, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis nov. 1983 et juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	44	44	44	44	44	44	44	45	46	54	62	77	116	171	243	294	298	301	304	305	305
25	0.040	44	44	44	44	44	44	44	45	46	54	61	77	114	170	240	293	298	301	303	304	304
20	0.050	44	44	44	44	44	44	44	45	46	54	60	76	110	168	236	291	297	300	301	302	302
15	0.067	44	44	44	44	44	44	44	45	46	53	59	75	107	164	232	285	293	297	297	299	299
10	0.100	44	44	44	44	44	44	44	45	45	51	59	71	105	153	230	265	273	285	289	291	291
5	0.200	44	44	44	44	44	44	44	44	45	49	58	67	87	144	215	249	259	274	280	281	281
4	0.250	44	44	44	44	44	44	44	44	45	48	57	66	85	135	208	244	251	268	273	274	275
3	0.333	44	44	44	44	44	44	44	44	45	48	56	63	82	130	195	242	249	261	265	267	267
2	0.500	44	44	44	44	44	44	44	44	45	46	55	62	79	119	180	219	227	245	251	253	253
3	0.667	44	44	44	44	44	44	44	44	45	45	53	61	75	110	168	201	220	226	227	227	228
4	0.750	44	44	44	44	44	44	44	44	44	45	52	61	74	109	160	191	198	211	221	224	224
5	0.800	44	44	44	44	44	44	44	44	44	45	52	61	74	108	157	184	186	204	215	220	220
10	0.900	44	44	44	44	44	44	44	44	44	45	49	60	72	88	133	171	181	187	191	194	194
15	0.933	44	44	44	44	44	44	44	44	44	45	49	59	72	86	127	170	179	185	188	193	193
20	0.950	44	44	44	44	44	44	44	44	44	45	49	59	71	85	125	168	175	182	184	188	188
25	0.960	44	44	44	44	44	44	44	44	44	45	49	59	69	84	124	165	171	178	180	183	184
30	0.967	44	44	44	44	44	44	44	44	44	45	48	59	68	84	123	163	169	176	178	180	180

Tableau 9.7.I : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime naturel de 1987 à 2012

observé (05/1903-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
100	0.010	226	226	227	230	232	233	235	236	237	239	241	243	243	249	309	369	383	396	400	402	402
50	0.020	223	223	225	229	231	232	234	236	237	238	241	242	243	247	300	359	376	388	393	393	393
30	0.033	219	220	222	227	229	230	234	235	237	238	240	241	243	245	297	354	368	380	384	386	386
20	0.050	210	211	215	218	221	225	231	235	237	238	239	240	242	244	294	347	364	375	377	379	380
10	0.100	193	194	195	205	208	212	215	223	225	227	233	235	237	242	285	321	336	344	346	347	347
5	0.200	41	41	41	41	42	43	50	65	74	89	132	142	181	231	261	301	313	319	320	322	322
4	0.250	40	40	41	41	41	41	44	46	52	60	73	100	161	224	255	290	301	305	306	307	308
3	0.333	40	40	40	40	41	41	42	44	46	52	65	94	145	213	247	275	281	285	287	287	287
2	0.500	40	40	40	40	40	40	41	43	45	48	58	79	116	185	229	254	261	266	267	268	268
3	0.667	34	35	35	37	39	40	41	42	44	46	51	68	98	143	201	231	240	245	245	247	248
4	0.750	30	30	33	35	36	37	40	41	43	45	49	61	82	127	173	216	222	229	234	235	236
5	0.800	27	28	30	31	34	36	39	41	43	45	48	57	74	119	165	202	210	219	220	222	223
10	0.900	13	14	17	19	22	24	29	36	40	43	45	50	63	91	136	171	182	187	189	190	190
20	0.950	-8	-6	-4	5	12	16	27	33	38	43	45	49	60	79	111	134	153	162	163	169	170
30	0.967	-27	-27	-24	-18	-11	-7	23	32	37	40	44	48	59	75	101	127	139	146	150	155	156
50	0.980	-62	-60	-57	-51	-41	-31	-13	20	37	39	44	47	58	74	97	120	134	138	147	148	148
100	0.990	-89	-89	-87	-84	-79	-72	-50	-3	36	39	43	46	53	71	95	111	115	116	131	134	134

Tableau 9.7.J : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime observé de 1903 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1970-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
40	0.025	226	226	227	230	232	233	235	236	237	239	241	243	243	247	264	293	303	305	307	307	308
30	0.033	225	225	226	230	232	232	235	236	237	239	241	243	243	246	260	289	301	304	305	306	307
20	0.050	223	223	225	229	231	232	234	236	237	238	241	242	243	245	257	279	287	293	294	294	294
15	0.067	221	222	224	228	231	232	234	236	237	238	241	242	243	245	254	272	278	285	286	286	286
10	0.100	218	218	220	225	228	229	233	235	237	238	239	241	243	244	250	268	277	281	282	283	283
5	0.200	199	200	205	212	215	217	224	230	233	235	236	238	240	242	243	257	263	273	275	275	275
4	0.250	193	195	197	208	213	216	219	224	227	228	233	235	237	241	242	250	254	261	266	267	267
3	0.333	183	185	190	193	197	198	204	209	211	212	213	214	222	225	233	244	246	250	252	254	254
2	0.500	35	36	37	38	40	43	50	67	77	90	136	148	163	168	205	222	232	235	239	240	240
3	0.667	17	17	19	21	24	28	32	37	44	59	68	78	91	132	164	200	204	212	214	217	217
4	0.750	11	12	15	17	22	24	29	36	41	44	53	64	80	123	161	180	185	197	199	200	200
5	0.800	2	3	4	11	18	22	29	35	39	43	50	58	71	109	134	168	180	184	184	187	188
10	0.900	-17	-15	-13	-6	-2	4	24	32	37	40	46	53	63	78	102	132	150	159	160	168	169
15	0.933	-46	-44	-41	-34	-22	-12	10	32	37	39	45	50	61	75	99	123	139	146	150	157	158
20	0.950	-65	-64	-61	-56	-46	-37	-19	16	37	39	44	50	60	74	97	119	132	136	148	152	152
30	0.967	-84	-84	-83	-79	-74	-68	-49	-3	36	39	43	50	59	73	96	116	120	121	142	145	145
40	0.975	-90	-90	-88	-85	-80	-73	-50	-3	36	39	43	50	58	71	95	110	114	116	129	132	133

Tableau 9.7.K: statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime observé de 1970 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

observé (05/1987-01/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	228	228	228	230	232	233	236	237	238	239	241	243	244	248	266	295	304	306	308	308	308
25	0.040	227	227	227	230	232	233	236	237	238	239	241	243	244	248	265	294	303	306	307	308	308
20	0.050	226	226	226	230	232	233	235	236	237	239	241	243	243	247	262	291	302	305	306	307	308
15	0.067	224	224	225	230	232	232	235	236	237	239	241	243	243	246	258	286	296	301	302	303	304
10	0.100	222	223	225	228	231	232	234	236	237	238	241	242	243	245	255	273	278	284	285	286	286
5	0.200	215	215	218	221	226	228	232	235	237	238	239	241	243	244	248	265	272	278	279	280	280
4	0.250	208	209	214	216	218	221	230	234	237	238	239	240	241	243	246	259	264	274	276	276	276
3	0.333	201	202	206	212	215	217	225	230	234	235	237	238	240	242	243	251	253	259	261	262	262
2	0.500	192	193	193	197	198	204	211	217	221	225	229	230	234	234	238	244	244	246	246	247	249
3	0.667	175	175	176	176	178	179	185	192	197	199	202	205	211	215	220	230	233	238	240	240	240
4	0.750	158	159	161	164	167	169	172	175	177	179	181	184	194	197	201	218	227	232	235	237	237
5	0.800	80	80	81	82	85	88	92	101	106	116	151	169	182	188	193	209	216	225	228	229	229
10	0.900	27	27	32	32	33	35	49	65	73	81	109	122	130	141	165	200	203	206	208	209	210
15	0.933	20	20	20	22	27	31	41	61	73	77	81	85	100	138	162	183	185	189	189	192	193
20	0.950	13	13	14	16	20	25	35	56	68	71	75	79	92	134	161	176	178	182	183	185	186
25	0.960	9	9	9	12	15	21	31	53	64	67	73	79	90	130	161	174	176	179	180	183	183
30	0.967	6	6	6	9	12	18	28	51	61	64	71	79	89	128	161	172	174	177	178	181	181

Tableau 9.7.L : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime observé de 1987 à 2012 (influencé par anti-sel et Manantali depuis novembre 1983 et juillet 1987)

naturel (05/1987-04/2012)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	étiage										médian Hm	crue									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	32	32	32	33	33	33	33	34	35	43	49	64	100	152	219	267	271	274	276	277	277
25	0.040	32	32	32	33	33	33	33	34	35	43	49	64	98	151	217	266	271	274	275	276	276
20	0.050	32	32	32	32	32	33	33	33	34	42	48	63	95	149	212	265	270	273	274	274	274
15	0.067	32	32	32	32	32	33	33	33	34	41	47	62	91	145	208	259	266	270	271	271	271
10	0.100	32	32	32	32	32	32	33	33	34	40	47	58	90	134	207	240	247	259	263	265	265
5	0.200	32	32	32	32	32	32	33	33	34	38	46	55	72	125	192	225	235	248	254	255	255
4	0.250	32	32	32	32	32	32	33	33	34	37	45	54	71	117	186	221	228	242	247	248	249
3	0.333	32	32	32	32	32	32	33	33	34	36	45	50	69	113	174	219	226	236	240	241	241
2	0.500	32	32	32	32	32	32	33	33	33	35	43	50	66	104	161	196	204	222	227	229	229
3	0.667	32	32	32	32	32	32	33	33	33	34	42	49	62	96	150	178	196	203	204	204	205
4	0.750	32	32	32	32	32	32	32	33	33	34	41	49	62	94	142	170	175	187	199	201	201
5	0.800	32	32	32	32	32	32	32	33	33	34	40	49	61	93	139	164	166	181	192	197	197
10	0.900	32	32	32	32	32	32	32	33	33	34	38	48	59	74	115	152	162	167	170	172	173
15	0.933	32	32	32	32	32	32	32	33	33	34	38	47	59	72	111	151	160	165	167	172	172
20	0.950	32	32	32	32	32	32	32	33	33	34	38	47	58	72	109	149	157	162	163	168	168
25	0.960	32	32	32	32	32	32	32	33	33	34	37	47	57	71	108	147	153	159	161	164	164
30	0.967	32	32	32	32	32	32	32	32	33	33	37	47	56	71	107	145	151	157	159	161	161

Tableau 9.7.M : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel de 1987 à 2012

9.8 DEBIT DU SENEGAL A DAGANA ET AU BARRAGE DE DIAMA

9.8.1 Débit naturel à Dagana

Jusqu'au 14/11/1983, le régime d'écoulement du Sénégal à Dagana est entièrement naturel et les cotes supérieures à 116 cm, non influencées par la marée, peuvent être traduites en débit sans difficulté grâce à l'étalonnage de la station par la méthode du gradient limnimétrique. Un débit reconstitué, certes assez approximatif, est également calculé pour les cotes influencées par la marée, afin d'obtenir une série complète de débit exploitable pour l'analyse du régime naturel. Pour réaliser ce calcul, les cotes moyennes journalières inférieures à 120 cm sont d'abord remplacées par leur moyenne glissante de j-8 à j+8, ce qui atténue amplement leurs fluctuations périodiques dues à la marée. L'étalonnage doit être par ailleurs extrapolé vers le bas, ce qui est fait en ajoutant un point de débit nul, non pour la cote 44 cm correspondant au zéro IGN, mais pour la cote 59 cm correspondant à la moyenne de toutes les cotes du mois de mai sur la période 1950-1983.

Les débits du Sénégal à Dagana sont assez peu précis, et même très approximatifs en dessous de 500 m³/s pour les raisons évoquées ci-dessus. Néanmoins, la comparaison des hydrogrammes iso-fréquence obtenus (fig. 9.8.1.A) avec ceux de Bakel (fig. 9.4.A) montre bien le laminage subi par la crue annuelle entre les deux stations, ainsi que les temps de propagation qui s'accroissent avec les débits. Les autres résultats (fig. 9.8.1.B et 9.8.1.C, tab. 9.8.1.A à 9.8.1.C) montrent la faiblesse de l'hydraulicité sur la période 1970-1983, par rapport aux périodes 1903-1983, 1950-1983 et surtout 1950-1969 (moyenne interannuelle du module annul : 413, 667, 644 et 794 m³/s respectivement).

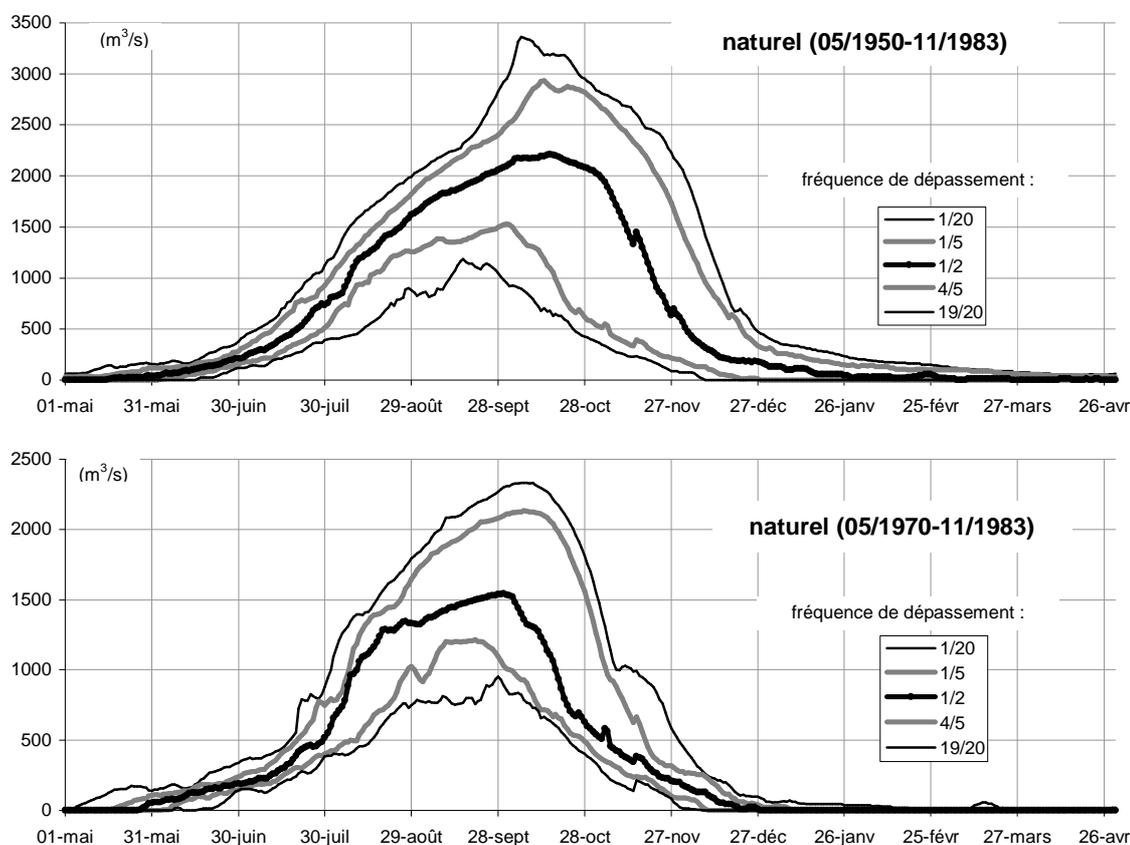


Figure 9.8.1.A : hydrogrammes iso-fréquence du Sénégal à Dagana en régime naturel

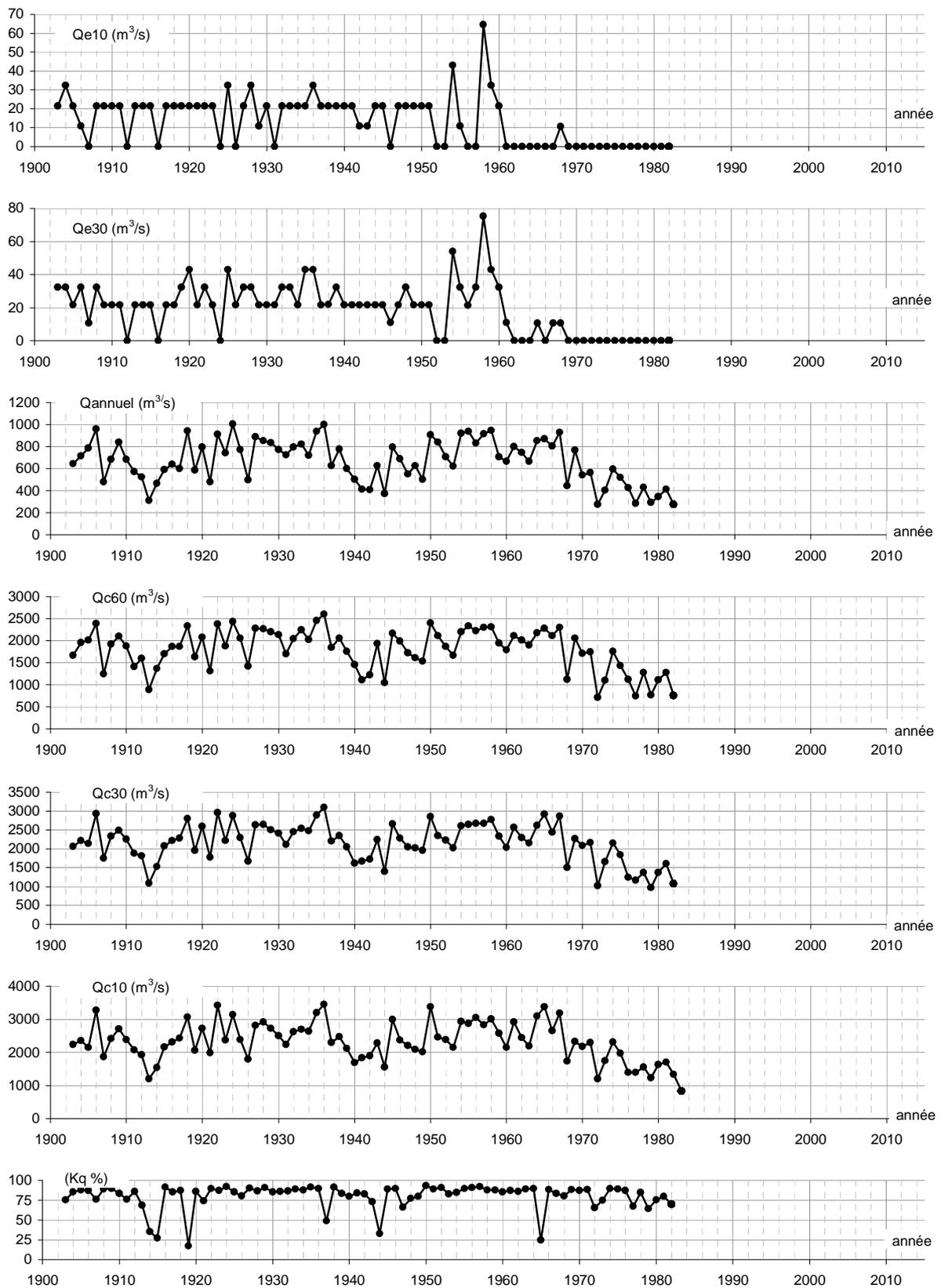


Figure 9.8.1.B : évolution des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé

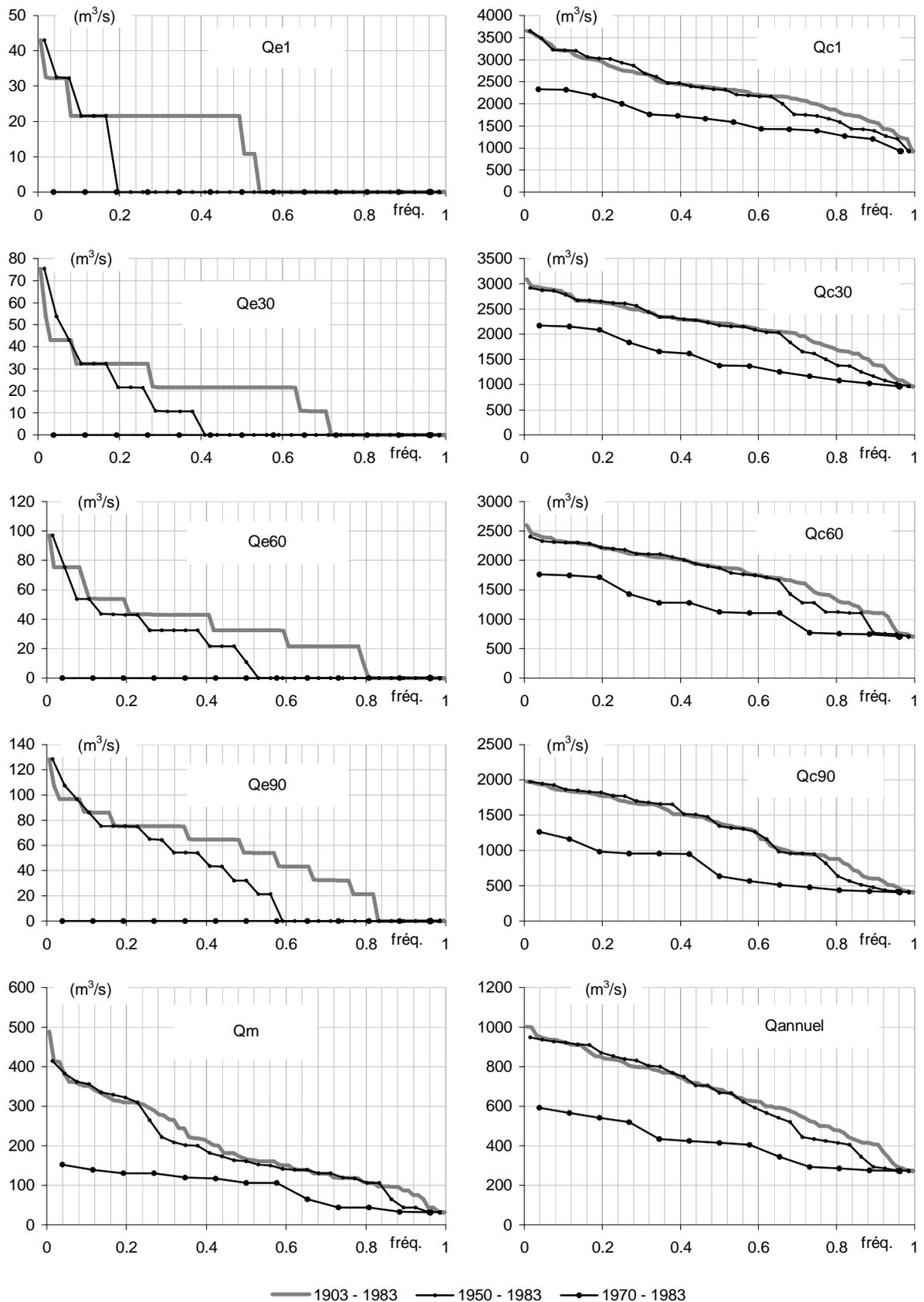


Figure 9.8.1.C : statistique des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé

observé (05/1903-04/1983)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
100	0.010	40	40	51	58	58	69	91	122	191	268	467	907	1482	1972	2555	3050	3233	3440	3566	3629	3639	1002
50	0.020	32	32	42	42	43	53	75	107	162	253	415	770	1441	1963	2455	2948	3079	3421	3553	3608	3609	996
30	0.033	32	32	32	32	43	43	75	97	158	234	407	750	1357	1943	2429	2930	3070	3385	3474	3520	3526	958
20	0.050	32	32	32	32	38	43	75	97	135	215	372	710	1308	1928	2393	2905	3053	3326	3406	3431	3435	945
10	0.100	22	22	22	22	32	32	60	87	108	184	351	695	1247	1855	2321	2829	2995	3112	3173	3207	3209	925
5	0.200	22	22	22	22	22	32	49	75	97	151	310	643	1098	1773	2211	2629	2753	2888	2930	2945	2948	847
4	0.250	22	22	22	22	22	32	43	75	97	150	300	585	1072	1705	2151	2552	2643	2723	2749	2758	2760	827
3	0.333	22	22	22	22	22	22	43	75	97	139	245	533	926	1650	2057	2400	2462	2541	2563	2569	2570	784
2	0.500	16	16	16	22	22	22	32	54	81	97	166	395	775	1387	1881	2216	2272	2316	2331	2332	2340	684
3	0.667	0	0	0	0	0	11	22	35	75	97	132	271	561	1009	1672	2037	2098	2130	2143	2152	2156	586
4	0.750	0	0	0	0	0	0	22	32	54	75	118	228	465	938	1444	1830	1904	1958	1979	1988	1989	510
5	0.800	0	0	0	0	0	0	5	21	33	65	107	194	431	881	1335	1697	1766	1821	1843	1848	1849	480
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	86	161	286	601	1107	1387	1499	1549	1562	1571	1573	407
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	146	262	490	828	1130	1219	1291	1313	1325	1331	302
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	131	242	443	757	1082	1147	1212	1220	1226	1230	286
50	0.980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	110	236	425	746	1028	1125	1198	1203	1207	1208	278
100	0.990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	94	168	413	718	983	904	947	971	1002	1016	274

Tableau 9.8.1.A : statistique des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé de 1903 à 1983

observé (05/1950-04/1983)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage											médian	crue									
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
40	0.025	40	40	50	58	58	68	90	122	190	261	405	767	1422	1965	2378	2899	3072	3385	3523	3579	3591	945
30	0.033	37	37	47	52	52	62	84	116	179	251	396	763	1399	1957	2358	2887	3065	3384	3488	3535	3544	941
20	0.050	32	32	41	41	43	52	72	106	162	234	379	750	1357	1942	2327	2869	3055	3343	3395	3426	3431	935
15	0.067	32	32	36	36	43	46	60	100	162	229	368	723	1323	1930	2318	2861	3051	3228	3262	3277	3282	930
10	0.100	24	24	24	24	34	35	54	88	144	207	357	698	1296	1875	2306	2795	2947	3100	3179	3212	3213	923
5	0.200	0	0	0	11	20	22	43	75	97	158	321	638	1123	1818	2220	2647	2756	2925	2991	3021	3027	868
4	0.250	0	0	0	3	11	21	35	67	97	142	276	554	1096	1772	2182	2613	2748	2877	2916	2932	2933	842
3	0.333	0	0	0	0	0	11	32	54	87	129	205	480	1059	1669	2108	2388	2490	2587	2615	2621	2623	803
2	0.500	0	0	0	0	0	0	11	32	65	107	161	376	827	1345	1872	2168	2247	2306	2323	2326	2327	667
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	135	257	477	969	1546	1932	1877	1931	1948	1957	1959	530
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	119	217	416	919	1237	1585	1653	1707	1714	1724	1725	431
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	107	195	381	654	1122	1386	1504	1572	1593	1606	1609	416
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	189	270	469	766	1152	1262	1329	1356	1367	1373	291
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	169	248	432	751	1063	1140	1222	1235	1247	1252	282
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	165	242	426	746	1031	1127	1204	1210	1216	1218	278
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	162	238	418	730	1000	1006	1064	1079	1097	1105	275
40	0.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	161	237	413	719	984	916	961	984	1014	1027	275

Tableau 9.8.1.B : statistique des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé de 1950 à 1983

observé (05/1970-04/1983)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage										médian	crue										
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
25	0.040	0	0	0	0	0	0	0	0	21	53	153	292	754	1265	1759	2168	2251	2315	2330	2331	2331	593
25	0.040	0	0	0	0	0	0	0	0	21	53	153	292	754	1265	1759	2168	2251	2315	2330	2331	2331	593
20	0.050	0	0	0	0	0	0	0	0	18	52	151	289	729	1251	1757	2166	2250	2312	2328	2330	2330	589
15	0.067	0	0	0	0	0	0	0	0	14	50	148	284	688	1229	1753	2164	2247	2307	2324	2327	2327	583
10	0.100	0	0	0	0	0	0	0	0	4	45	142	275	606	1183	1746	2158	2242	2298	2317	2321	2322	571
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	131	242	489	981	1682	2060	2075	2117	2126	2131	2132	539
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	131	234	470	962	1499	1901	1910	1968	1987	1997	1998	525
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	121	225	456	954	1302	1685	1705	1739	1748	1753	1755	448
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	106	194	379	635	1122	1373	1513	1588	1609	1622	1625	415
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	193	289	508	1049	1237	1281	1388	1411	1423	1428	336
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	188	269	467	765	1148	1275	1340	1368	1379	1385	290
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	174	254	440	756	1090	1185	1263	1282	1296	1302	286
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	163	240	421	737	1011	1090	1161	1168	1176	1178	276
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	161	237	414	721	987	943	991	1012	1038	1050	275
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	160	236	411	713	975	869	907	934	970	985	274
25	0.960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	160	235	409	708	968	824	856	888	929	947	274
25	0.960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	160	235	409	708	968	824	856	888	929	947	274

Tableau 9.8.1.C : statistique des débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé de 1970 à 1983

9.8.2 Cote à Diama amont et débit lâché par le barrage

9.8.2.1 Précision des débits

Les débits lâchés par le barrage de Diama sont connus de façon très détaillée de décembre 2000 à novembre 2006, grâce aux enregistrements limnigraphiques à haute fréquence réalisés à l'aval de l'ouvrage. En dehors de cette période, la fréquence plus faible des relevés ne permet pas de suivre aussi bien les fluctuations de débit liées à l'influence de la marée, et les débits moyens journaliers sont alors évalués avec moins de précision.

L'importance des ondulations de débit entraînées par la marée est évaluée ici à partir des débits lâchés instantanés calculés de novembre 2003 à novembre 2006. L'analyse se base sur des périodes successives, dont chacune vérifie les conditions suivantes :

- Réglage des vannes inchangé pendant la période
- Début de période distant de 15 minutes au minimum, par rapport à la dernière modification de réglage des vannes. Ainsi, aucun débit calculé pendant la période ne correspond à un régime transitoire d'écoulement.
- Durée de la période comprise entre 0.75 et 1 jour
- Au moins 35 valeurs de débit instantané calculées pendant la période

Pour chacune des 939 périodes vérifiant ces critères avec une ouverture des vannes non nulle, la médiane et les valeurs non dépassées 5% et 95% du temps sont déterminées pour les débits instantés disponibles (entre 35 et 53 selon les cas). On constate qu'en moyenne, le débit fluctue pendant 90% du temps entre 91% et 108% autour d'un débit médian (fig. 9.8.2.A), en dehors de toute modification de réglage des vannes. Ces fluctuations infra-journalières sont essentiellement dues aux variations de niveau à l'aval de l'ouvrage, beaucoup plus importantes que celles du niveau à l'amont.

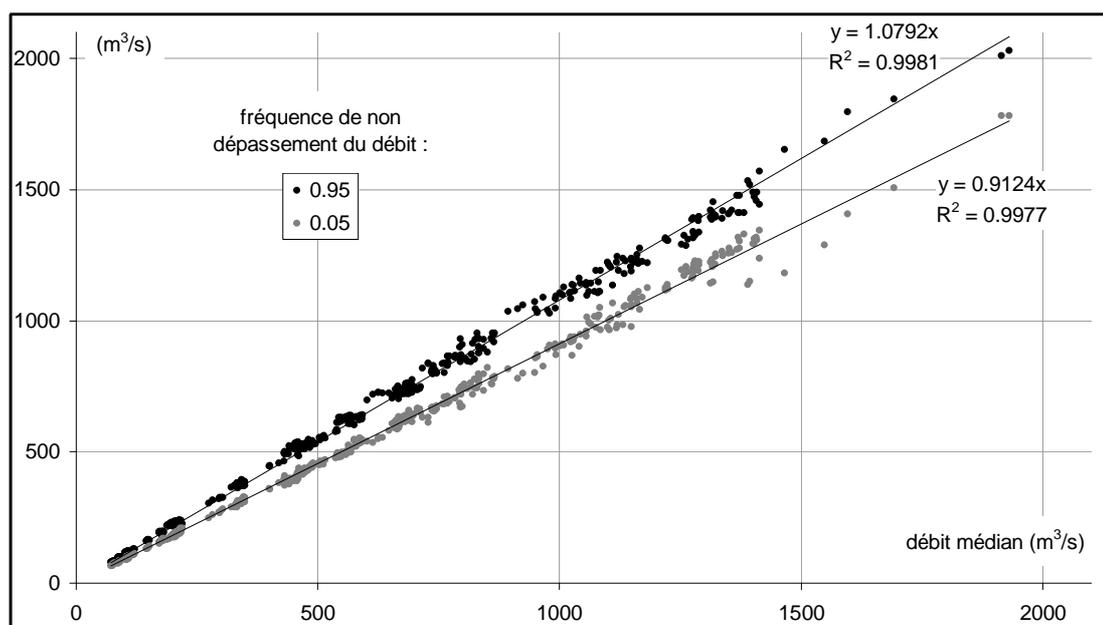


Figure 9.8.2.A : variabilité infra-journalière du débit à Diama sous l'effet de la marée entre novembre 2003 et novembre 2006, à réglage de vannes constant

Le débit moyen journalier risque donc de n'être connu qu'à dix pourcent près, lorsqu'il est calculé à partir de relevés de niveau pas assez fréquents. Pour éviter en grande partie cette incertitude, il suffit de calculer le débit instantané au moins quatre fois par jours, aux instants de marée haute et de marée basse.

En cas de relevés de niveau à heure fixe, l'erreur mentionnée ci-dessus pour l'estimation du débit journalier change de nature chaque semaine, du fait du décalage de l'heure des marées. Quand elle existe, cette erreur peut donc être considérée comme aléatoire. Elle affecte par conséquent très peu l'estimation des débits moyens mensuels.

Enfin, 53 valeurs de débit moyen journalier ne peuvent être calculées, faute de données suffisantes, pour 5 périodes de 3 à 17 jours situées en 1990, 1993 et 1994. Ces débits sont reconstitués de façon arbitraire par interpolation linéaire. Trois cotes moyennes journalières manquantes à l'échelle de Diama amont sont reconstituées de la même façon pour avril 2011.

9.8.2.2 Régime observé : cote à l'échelle amont et débit

La gestion du barrage de Diama a évolué depuis sa mise en service en 1986. Ainsi, jusqu'en février 1992, les débits d'étiage faiblement soutenus par le barrage de Manantali ne suffisent pas pour maintenir un niveau élevé à l'amont de Diama pendant toute la saison sèche, malgré l'absence ou la faiblesse des débits lâchés vers l'océan (fig. 9.8.2.B). A partir d'avril 1992, le fort soutien d'étiage réalisé à Manantali pour les besoins agricoles rend possible la gestion observée jusqu'en 2011 à Diama : maintien d'un niveau amont élevé pendant tout l'étiage (150 cm, puis 200 cm à partir de 1997 et 210 à 220 cm depuis 2002), avec des vannes faiblement ouvertes de façon intermittente, voire complètement fermées pendant plusieurs mois d'affilée ; abaissement du niveau si nécessaire pendant le passage de la crue annuelle (rarement en dessous de 150 cm), entraîné par l'ouverture progressive des vannes destinée à limiter l'énergie dissipée par l'écoulement au franchissement de l'ouvrage. Depuis 2002, les forts débits turbinés à Manantali pendant toute l'année ne permettent plus de maintenir le barrage de Diama complètement fermé pendant de longues durées en période d'étiage. Un débit non nul est alors lâché la plupart du temps. Hormis cinq valeurs négatives douteuses (en 1987, 1988 et 1991), tous les débits instantanés mesurés à Diama sont positifs ou nuls, ce qui montre le blocage absolu des eaux salées à l'aval par cet ouvrage.

L'analyse du régime (fig. 9.8.2.C à 9.8.2.G, tab. 9.8.2.A à 9.8.2.D) est réalisée en considérant deux périodes de référence pour les statistiques : 1983-2011 pour l'ensemble du régime observé et 2002-2011 pour le régime actuel en mode de gestion stabilisé. Le débit moyen annuel, dont la moyenne s'élève à 350 m³/s sur la période 1987-2010, dépasse 600 m³/s en 1994, 1999 et 2003.

Pour terminer, il faut insister sur le fait que l'impact essentiel du barrage de Diama concerne bien les niveaux à l'amont de l'ouvrage, fortement rehaussés, et non pas les débits du fleuve (influencés, eux, par le barrage de Manantali). Du fait de la capacité très réduite de son réservoir, cet ouvrage ne peut modifier les débits que de façon très marginale, essentiellement lors de l'abaissement du plan d'eau effectué l'arrivée de la crue annuelle et lors du réhaussement qui lui succède. Comme il a été démontré par l'IRD (POGR, 2001b, §11.1), il est en particulier complètement illusoire de penser qu'une pointe de crue du fleuve Sénégal pourrait être laminée efficacement par le barrage de Diama pour protéger la ville de Saint-Louis contre les inondations.

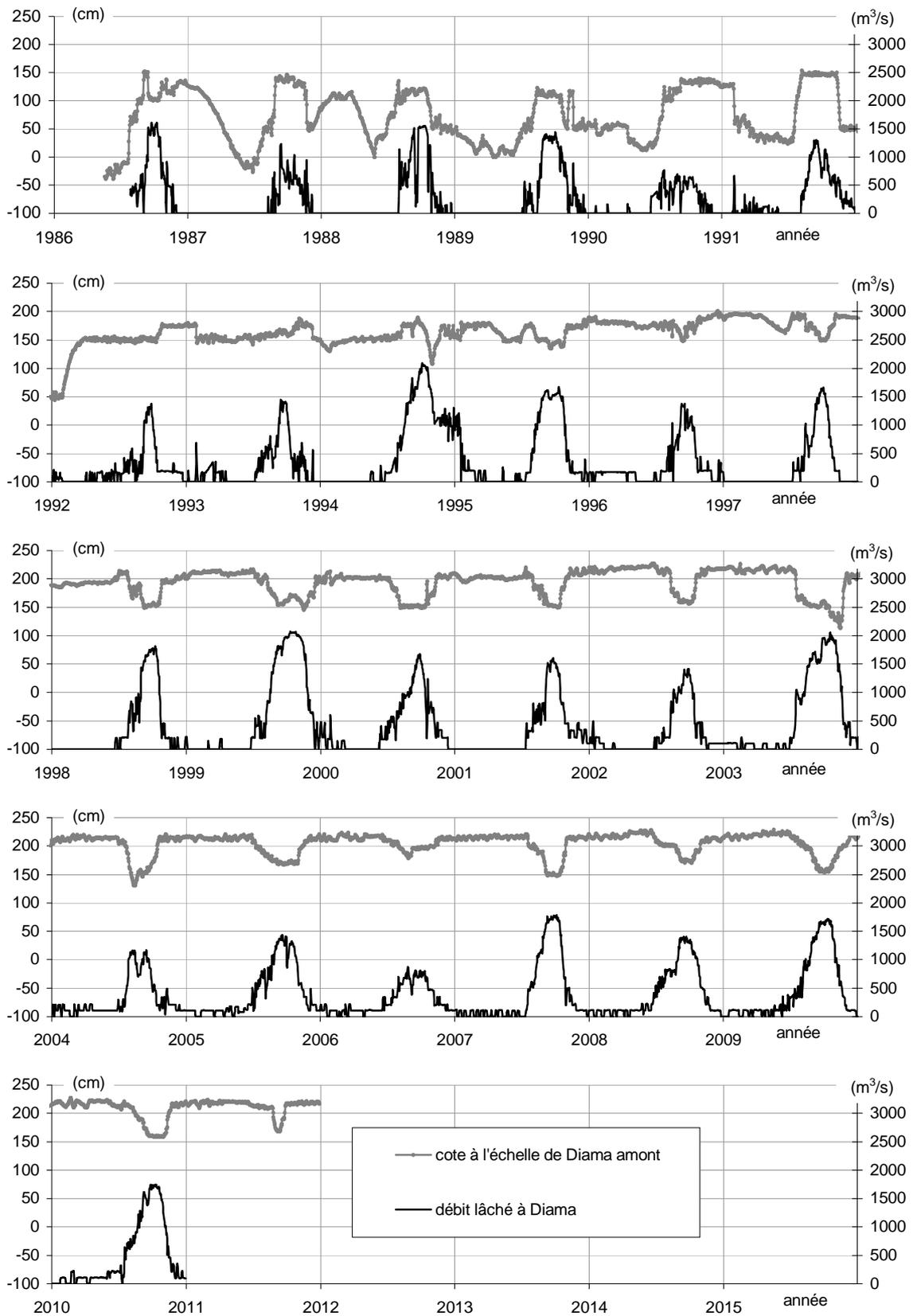


Figure 9.8.2.B : évolution des valeurs moyennes journalières de cote à l'échelle de Diama amont et de débit lâché à Diama depuis 1986

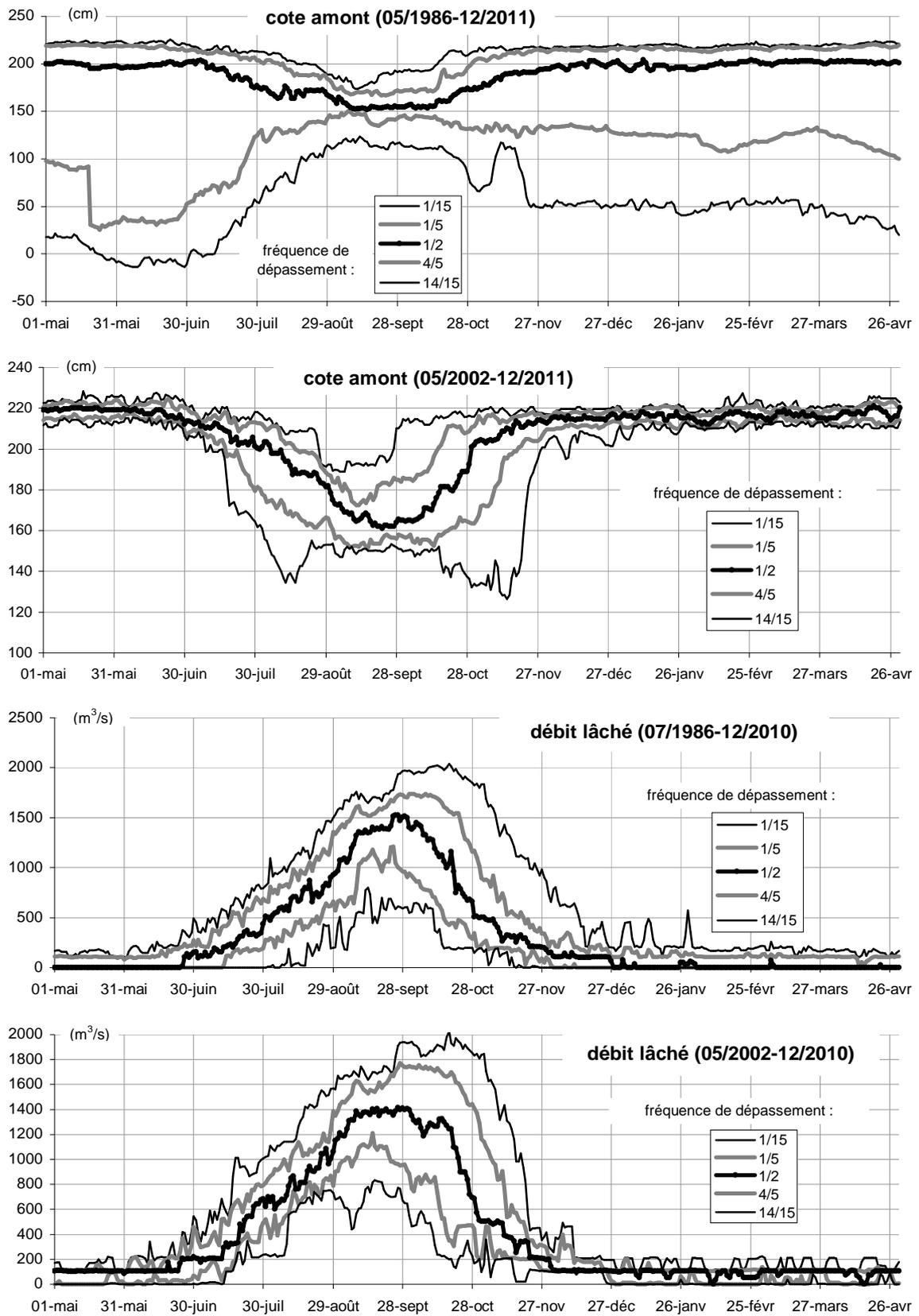


Figure 9.8.2.C : limnigrammes et hydrogrammes iso-fréquence du Sénégal à Diama, régime observé depuis 1986 et depuis 2002

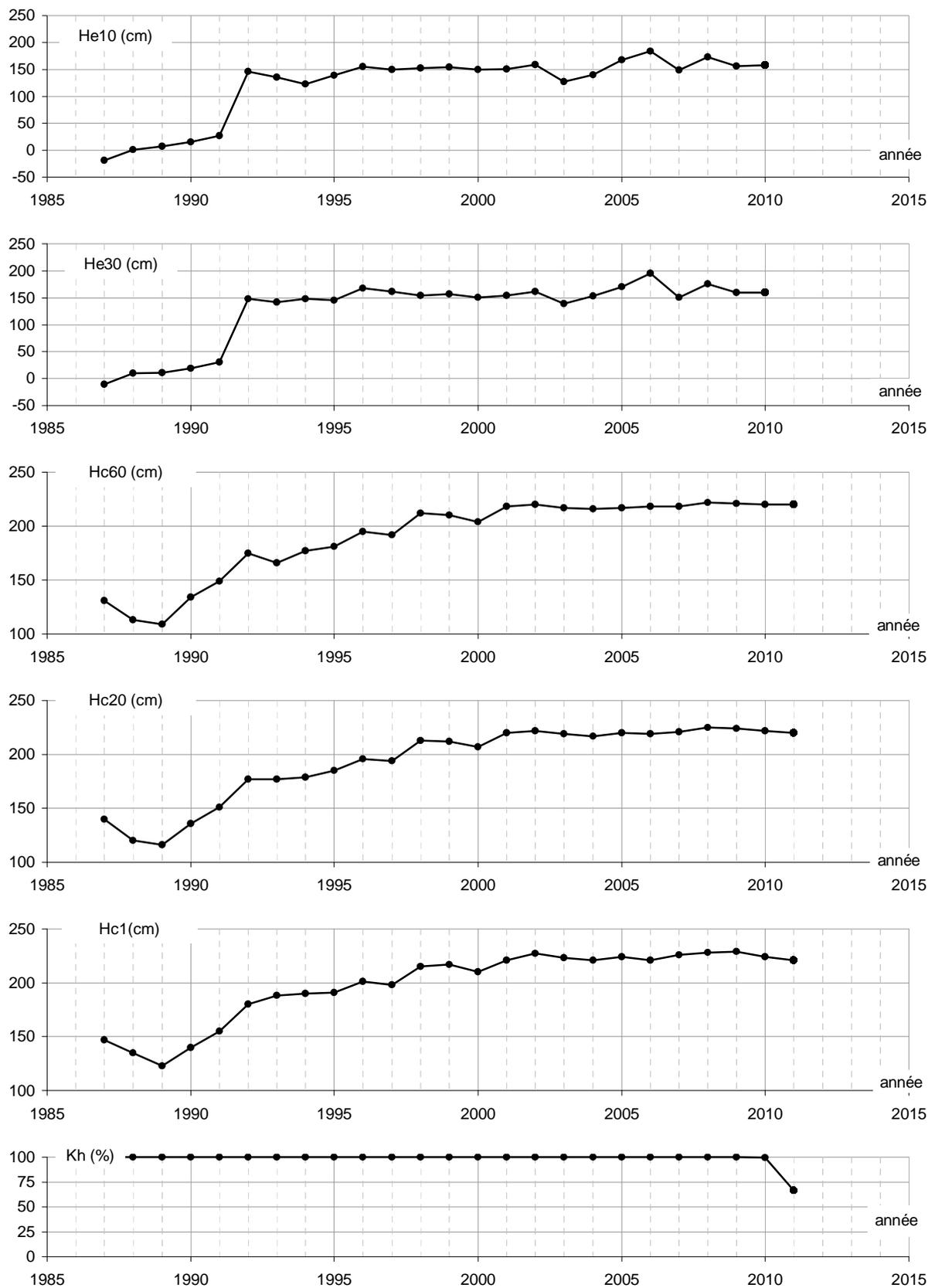


Figure 9.8.2.D : évolution des cotes du Sénégal à l'échelle de Diamas amont, régime observé depuis 1986

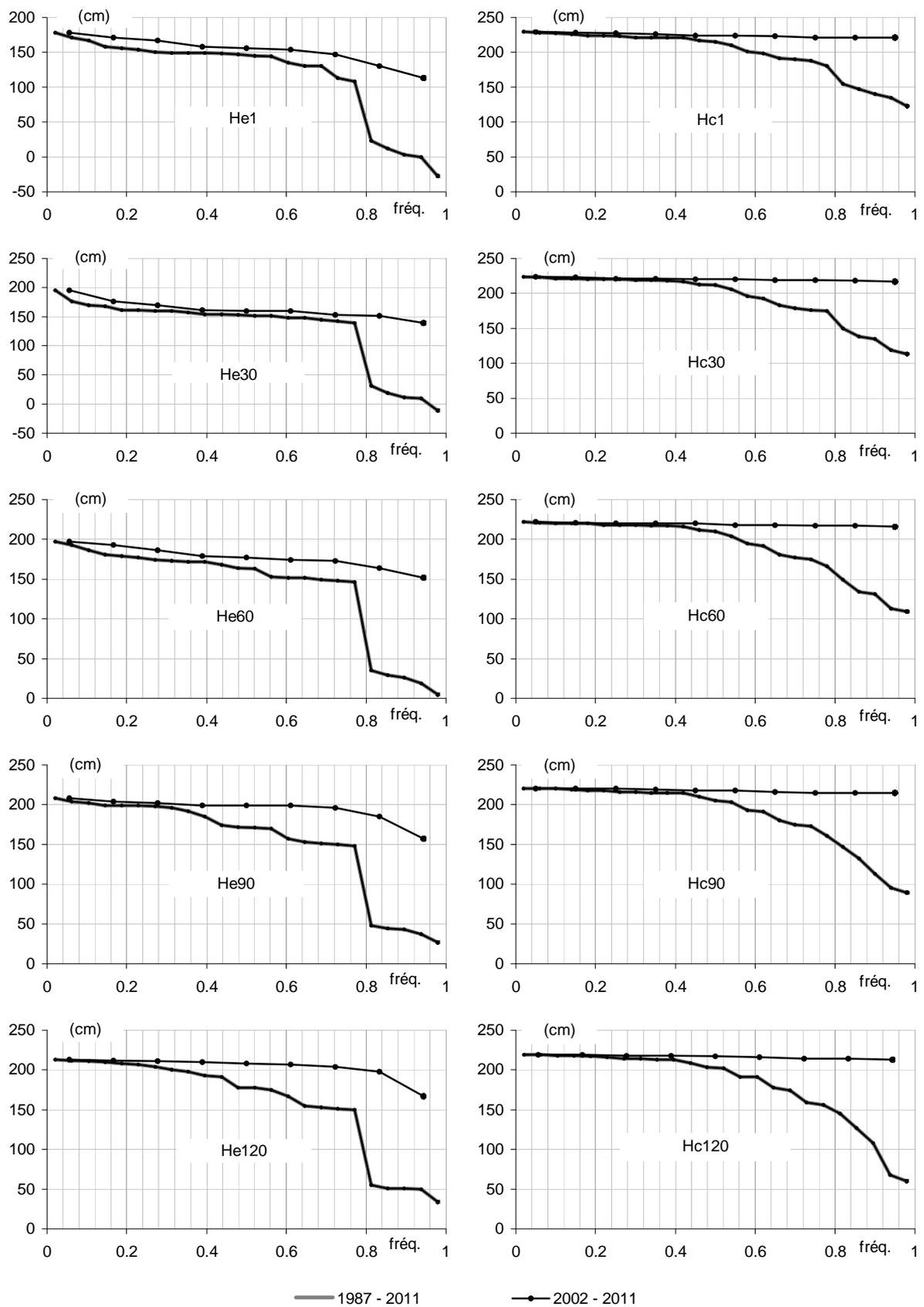


Figure 9.8.2.E : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Diamana amont, régime observé depuis 1987 et depuis 2002

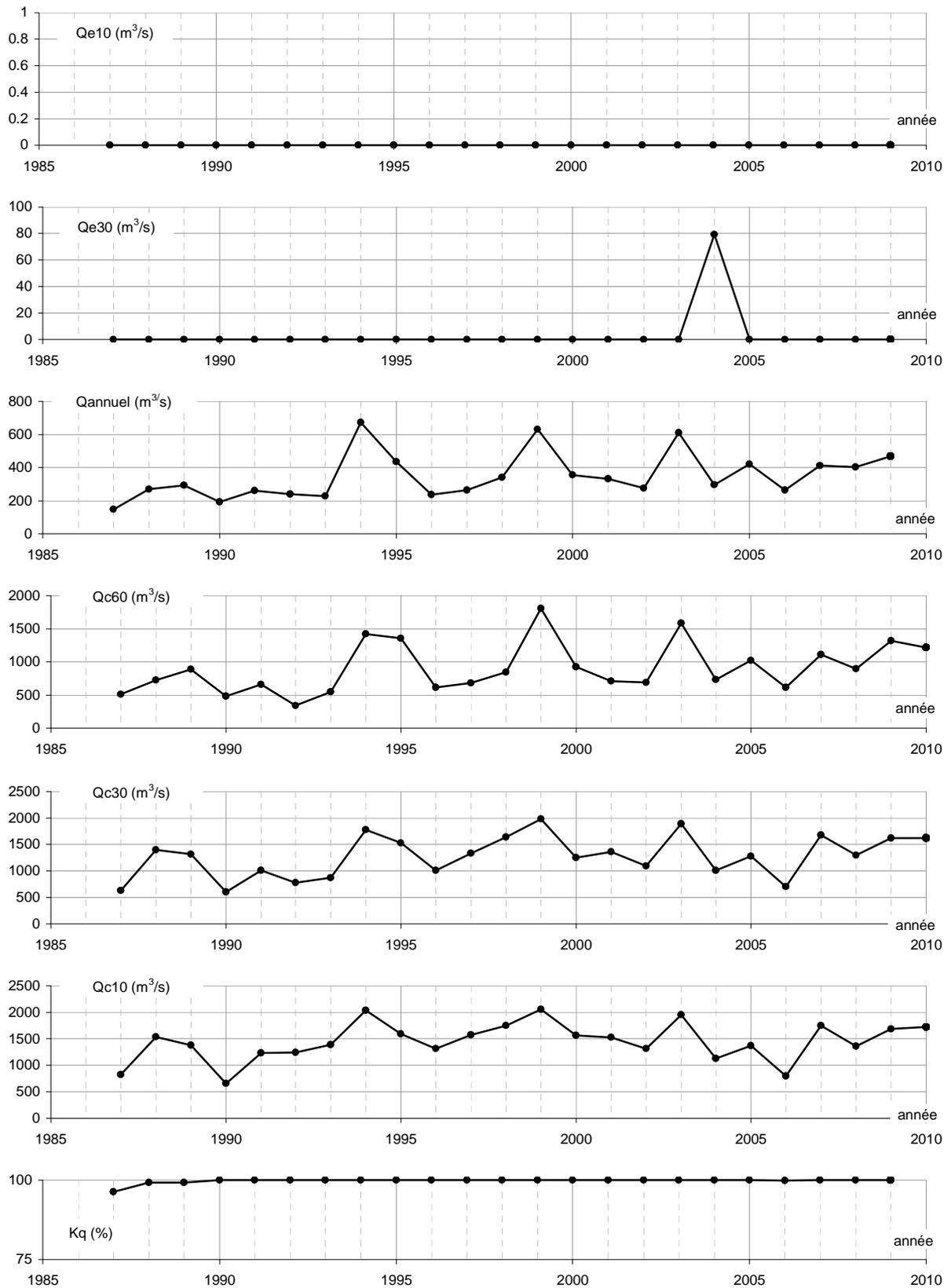


Figure 9.8.2.F : évolution des débits du Sénégal à Diama, régime observé depuis 1986

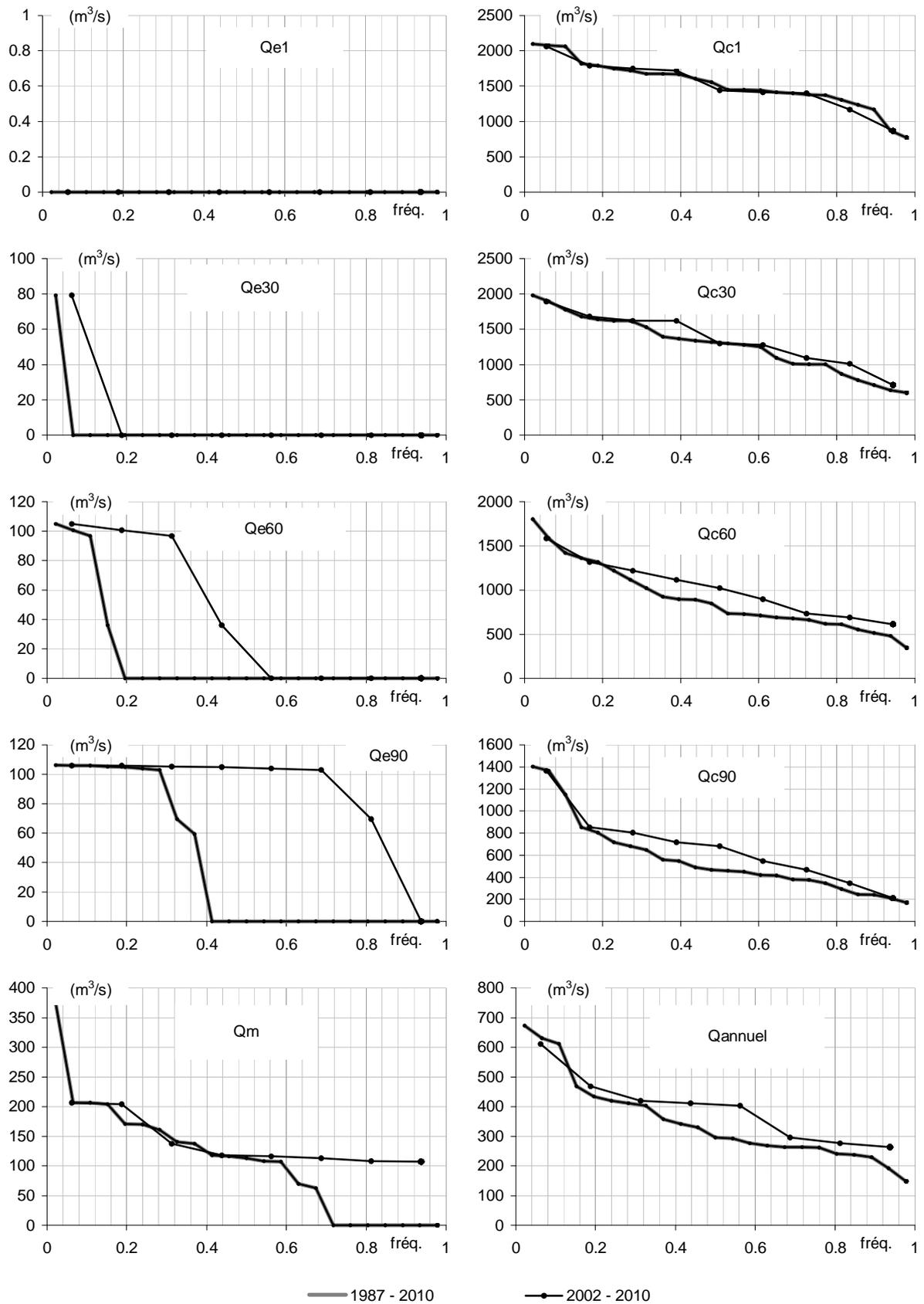


Figure 9.8.2.G : statistique des débits du Sénégal à Diama, régime observé depuis 1987 et depuis 2002

observé (05/1987-12/2011)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	niveaux bas										médian Hm	niveaux hauts									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
30	0.033	176	177	179	181	184	189	196	207	213	214	216	217	219	220	222	224	225	226	227	228	229
25	0.040	175	175	177	179	182	186	195	206	213	214	216	217	219	220	222	224	225	226	227	228	229
20	0.050	173	173	175	176	179	182	194	205	212	214	216	217	219	220	221	223	224	225	226	228	228
15	0.067	171	171	172	173	174	175	192	204	212	214	216	217	219	220	221	223	224	225	226	228	228
10	0.100	167	167	168	169	170	171	187	202	211	213	215	217	218	220	220	221	222	224	226	227	227
5	0.200	155	156	157	157	160	161	178	199	208	211	214	215	217	218	219	220	221	222	223	224	224
4	0.250	152	152	154	156	159	161	176	199	206	211	213	214	215	217	218	220	220	220	221	223	223
3	0.333	149	150	151	153	155	159	173	194	199	207	211	212	214	215	217	219	219	220	220	221	221
2	0.500	146	148	149	150	151	152	164	172	178	195	200	202	203	205	210	212	212	213	214	214	215
3	0.667	130	130	133	137	143	147	151	152	154	161	168	173	176	179	180	182	184	187	188	191	191
4	0.750	111	112	117	125	137	141	147	149	151	152	153	155	158	170	173	176	177	180	183	185	186
5	0.800	48	50	52	56	60	63	68	78	83	93	122	145	148	154	158	163	164	166	166	167	168
10	0.900	3	4	5	6	10	11	25	42	51	56	86	98	104	113	131	135	136	137	139	139	140
15	0.933	0	0	1	2	6	10	20	38	50	53	58	62	72	98	116	122	123	124	124	134	136
20	0.950	-8	-7	-5	-5	0	4	15	34	45	49	53	56	66	94	112	118	119	120	120	130	132
25	0.960	-15	-13	-10	-10	-5	-1	11	32	41	45	51	55	64	92	111	116	118	119	120	127	129
30	0.967	-19	-17	-14	-13	-9	-5	9	30	39	43	49	55	62	91	110	115	117	118	119	125	127

Tableau 9.8.2.A : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Diama amont, régime observé de 1987 à 2011

observé (05/2002-12/2011)		cotes caractéristiques (cm)																				
retour (année)	fréquence	niveaux bas										médian Hm	niveaux hauts									
		He1	He2	He5	He10	He20	He30	He60	He90	He120	He150		Hc150	Hc120	Hc90	Hc60	Hc30	Hc20	Hc10	Hc5	Hc2	Hc1
15	0.067	177	178	181	183	187	193	197	208	213	214	216	217	219	220	222	224	225	226	227	228	229
10	0.100	175	176	178	180	183	187	195	206	213	214	216	217	219	220	222	224	225	226	227	228	229
8	0.125	174	174	176	177	180	183	195	206	212	214	216	217	219	220	221	223	224	225	226	228	228
7	0.143	173	173	174	175	178	180	194	205	212	214	216	217	219	220	221	223	224	225	226	228	228
6	0.167	171	171	172	173	175	176	193	204	212	214	216	217	219	220	221	223	224	225	226	228	228
5	0.200	170	170	171	172	173	174	191	203	212	214	216	217	219	220	221	222	223	225	226	228	228
4	0.250	168	168	169	169	171	172	188	203	211	213	215	217	218	220	220	221	222	224	226	227	227
3	0.333	163	163	163	164	165	166	183	201	211	213	215	217	218	219	220	221	222	224	225	225	226
2	0.500	156	157	158	158	160	160	177	199	208	211	214	216	217	218	219	220	221	222	223	224	224
3	0.667	151	151	152	153	154	157	174	198	206	211	213	214	215	216	218	219	220	220	221	222	223
4	0.750	143	144	145	147	150	153	171	193	203	211	212	214	214	215	217	219	219	220	220	221	221
5	0.800	135	135	139	143	149	152	167	188	200	210	211	213	214	215	217	219	219	220	220	221	221
6	0.833	130	130	134	140	148	151	164	185	198	209	211	212	214	215	217	218	219	219	220	221	221
7	0.857	126	127	131	137	145	148	161	179	191	208	211	212	214	215	217	218	219	219	220	221	221
8	0.875	124	124	129	135	142	147	160	175	186	207	211	212	214	215	217	218	219	219	220	221	221
10	0.900	120	121	126	132	139	144	157	168	179	206	210	212	213	215	217	218	218	219	220	221	221
15	0.933	115	117	122	128	135	140	153	160	170	205	210	212	213	215	216	217	217	218	220	220	221

Tableau 9.8.2.B : statistique des cotes du Sénégal à l'échelle de Diama amont, régime observé de 2002 à 2011

observé (05/1987-12/2010)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage										médian	crue										
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
30	0.033	0	0	0	0	0	58	104	106	167	192	330	753	1000	1391	1739	1956	2003	2047	2055	2071	2088	661
25	0.040	0	0	0	0	0	46	103	106	166	187	304	683	974	1385	1704	1942	1993	2044	2052	2070	2085	655
20	0.050	0	0	0	0	0	28	102	106	165	180	265	578	935	1377	1652	1920	1979	2040	2047	2069	2080	645
15	0.067	0	0	0	0	0	0	100	106	162	169	207	414	864	1344	1571	1881	1959	2026	2034	2062	2073	630
10	0.100	0	0	0	0	0	0	97	106	151	162	207	339	681	1171	1439	1786	1931	1964	1978	2018	2064	615
5	0.200	0	0	0	0	0	0	0	105	108	139	171	228	492	779	1287	1632	1698	1740	1758	1766	1776	433
4	0.250	0	0	0	0	0	0	0	104	107	118	167	217	446	699	1166	1620	1667	1704	1717	1729	1736	418
3	0.333	0	0	0	0	0	0	0	68	107	113	140	213	371	604	974	1461	1534	1583	1622	1654	1672	396
2	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	113	174	219	462	788	1307	1387	1460	1472	1488	1503	296
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	127	199	396	683	1053	1213	1339	1383	1407	1408	264
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	191	360	639	1006	1103	1278	1321	1356	1379	262
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	190	309	616	909	1089	1236	1288	1304	1324	243
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	236	509	700	760	819	1018	1135	1138	222
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	213	484	641	738	799	832	899	900	193
20	0.950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	199	440	624	705	755	776	837	840	177
25	0.960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	190	407	615	681	722	749	811	815	167
30	0.967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	184	385	609	664	701	731	794	799	160

Tableau 9.8.2.C : statistique des débits du Sénégal à Diama, régime observé de 1987 à 2010

observé (05/2002-12/2010)		débits caractéristiques (m ³ /s)																			débit annuel (m ³ /s)		
retour (année)	fréquence	étiage										médian	crue										
		Qe1	Qe2	Qe5	Qe10	Qe20	Qe30	Qe60	Qe90	Qe120	Qe150	Qm	Qc150	Qc120	Qc90	Qc60	Qc30	Qc20	Qc10	Qc5	Qc2	Qc1	
15	0.067	0	0	0	0	0	77	105	106	108	141	206	318	849	1315	1560	1872	1907	1935	1951	1989	2036	607
10	0.100	0	0	0	0	0	55	104	106	108	135	206	309	736	1161	1479	1807	1843	1873	1891	1920	1953	569
8	0.125	0	0	0	0	0	40	103	106	108	130	205	302	651	1046	1418	1759	1795	1826	1845	1868	1891	540
7	0.143	0	0	0	0	0	28	102	106	108	127	205	297	591	964	1375	1725	1761	1793	1813	1831	1847	519
6	0.167	0	0	0	0	0	13	101	106	108	123	204	291	510	854	1317	1679	1715	1748	1770	1782	1788	492
5	0.200	0	0	0	0	0	0	100	106	108	119	197	279	508	839	1287	1662	1705	1740	1760	1771	1776	463
4	0.250	0	0	0	0	0	0	99	105	108	117	171	257	505	817	1243	1636	1690	1729	1745	1754	1759	444
3	0.333	0	0	0	0	0	0	86	105	107	114	134	227	484	761	1166	1620	1667	1704	1717	1729	1736	419
2	0.500	0	0	0	0	0	0	18	104	107	111	117	212	403	680	1024	1295	1324	1373	1400	1421	1442	408
3	0.667	0	0	0	0	0	0	0	103	106	108	114	162	263	507	814	1187	1260	1339	1383	1407	1408	314
4	0.750	0	0	0	0	0	0	0	86	105	108	111	134	218	436	719	1075	1171	1270	1325	1343	1344	286
5	0.800	0	0	0	0	0	0	0	73	104	107	109	119	213	382	700	1036	1122	1188	1227	1235	1238	278
6	0.833	0	0	0	0	0	0	0	58	104	107	108	114	209	346	687	1010	1089	1133	1161	1164	1168	274
7	0.857	0	0	0	0	0	0	0	45	104	107	108	113	208	317	672	945	1019	1061	1086	1101	1104	271
8	0.875	0	0	0	0	0	0	0	35	104	107	108	112	206	295	660	897	967	1007	1029	1054	1056	269
10	0.900	0	0	0	0	0	0	0	21	104	106	107	111	205	265	644	829	893	931	950	987	989	267
15	0.933	0	0	0	0	0	0	0	2	104	106	107	109	203	224	622	738	796	830	844	899	900	263

Tableau 9.8.2.D : statistique des débits du Sénégal à Diama, régime observé de 2002 à 2010

9.9 COTES DU SENEGAL A L'AVAL DE DIAMA

Pour le régime naturel d'écoulement, la propagation de la marée et la remontée cyclique des eaux marines dans le cours inférieur du Sénégal sont analysées de façon détaillée dans la monographie de 1974. Depuis la mise en service du barrage de Diama en 1986, ces phénomènes ne concernent plus que la partie estuarienne du fleuve située à l'aval de l'ouvrage.

Nous ne disposons d'aucune donnée nouvelle pour approfondir ou compléter les travaux de Rochette et al (1974) concernant le régime naturel d'écoulement influencé par l'océan. Par contre, les niveaux relevés aux stations de Diama aval et Saint-Louis permettent d'analyser cette influence dans la partie estuarienne pour le régime partiellement artificialisé qui prévaut depuis 1986. Ces nouvelles données montrent clairement l'impact de l'ouverture de la Langue de Barbarie opérée en octobre 2003.

9.9.1 Niveau du Sénégal à Diama aval

Les niveaux moyens journaliers calculés pour cette station (du 25/05/1986 au 30/12/2011) présentent 182 lacunes qui sont reconstituées ici par interpolation linéaire. Hormis pour la période du 08/03/1994 au 18/05/1994, ces données reconstituées concernent des périodes relativement brèves, et leur prise en compte n'altère pas la précision des valeurs médianes mensuelles et caractéristiques calculées sur la série complète des cotes (tab. B-9-1 de l'annexe 2B). Par contre, quand le niveau est fortement influencé par la marée (hors période de crue avant le 07/10/2003 et en permanence depuis cette date), ces niveaux moyens journaliers sont relativement imprécis lorsqu'ils sont calculés à partir de relevés instantanés insuffisamment fréquents. Comme le montre la figure 9.9.1.A, c'est clairement le cas pour les étiages jusqu'en 2000, ainsi que du 29/04 au 22/05/2006 et après le 13/12/2006. A priori, les erreurs entâchant ces moyennes journalières fluctuent autour de zéro de façon aléatoire ou cyclique (en cas de lecture journalière à heure fixe) et affectent donc assez peu les valeurs médianes mensuelles.

De part et d'autre des cotes moyennes journalières, la figure 9.9.1.A représente également les cotes minimales et maximales journalières, uniquement pour les valeurs séparées d'au moins 4 heures et calculées à partir d'au moins 6 relevés instantanés dans la même journée. Ces tracés mettent en évidence la profonde modification subie par les niveaux à l'aval du barrage de Diama, à la suite de l'ouverture d'une brèche dans la Langue de Barbarie opérée le 3 octobre 2003. Cette ouverture, destinée à limiter le risque d'inondation de la ville de Saint-Louis par débordement de la crue du fleuve, a parfaitement joué son rôle en facilitant l'écoulement vers l'océan. Elle s'est transformée en quelques jours en une vaste et nouvelle embouchure du fleuve, cependant que l'ancienne, située plus de 20 km au sud, s'est retrouvée progressivement bouchée par la sédimentation.

On constate qu'un abaissement rapide du niveau moyen du fleuve se produit entre le 05/10 et le 07/10/2003 à Diama aval, simultanément à une augmentation rapide du marnage (différence entre cote maximale et cote minimale journalières). Un nouveau régime s'installe dès le 7 octobre, dans lequel le niveau à la station subit une influence beaucoup plus importante de la marée, alors même qu'il devient moins conditionné par le débit du fleuve. Ceci s'observe aisément sur la figure 9.9.1.B, qui représente en fonction du débit moyen journalier lâché par le barrage, les valeurs minimale, maximale et moyenne journalières de cote considérées comme fiables selon les critères énoncés plus haut (au moins 6 relevés

instantanés de cote dans la journée et valeurs minimale et maximale séparées d'au moins 4 heures). Ainsi, pour un débit moyen journalier passant de 0 à 2000 m³/s, le niveau moyen à l'échelle passe en moyenne de -1 à 96 cm dans le nouveau régime, au lieu de 4 à 161 cm dans l'ancien régime. Parallèlement, le marnage moyen s'élève désormais à 105 cm au lieu de 36 cm pour un débit nul et reste supérieur à 18 cm quel que soit le débit, alors qu'il était auparavant négligeable pour les débits supérieurs à 1500 m³/s.

L'ouverture de la Langue de Barbarie provoquée artificiellement en 2003 s'est souvent produite de façon naturelle à l'occasion de fortes tempêtes ou de fortes crues par le passé, toujours au sud de Saint-Louis et la dernière fois en 1973 (Durand et al, 2010). Depuis cette date, aucune crue n'a eu la puissance nécessaire pour provoquer cette ouverture, du fait de la diminution naturelle d'hydraulicité du fleuve, conjuguée à la régularisation partielle des débits depuis 1987 par le barrage de Manantali (et non pas Diama comme le disent à tort Durand et al (2010)). Après chaque ouverture, il a toujours été constaté une migration naturelle progressive de la nouvelle embouchure vers le sud. Il est donc fort probable que l'embouchure actuelle subisse le même sort et que le régime d'écoulement actuel évolue lentement vers un retour au régime précédant l'ouverture de la brèche effectuée en 2003.

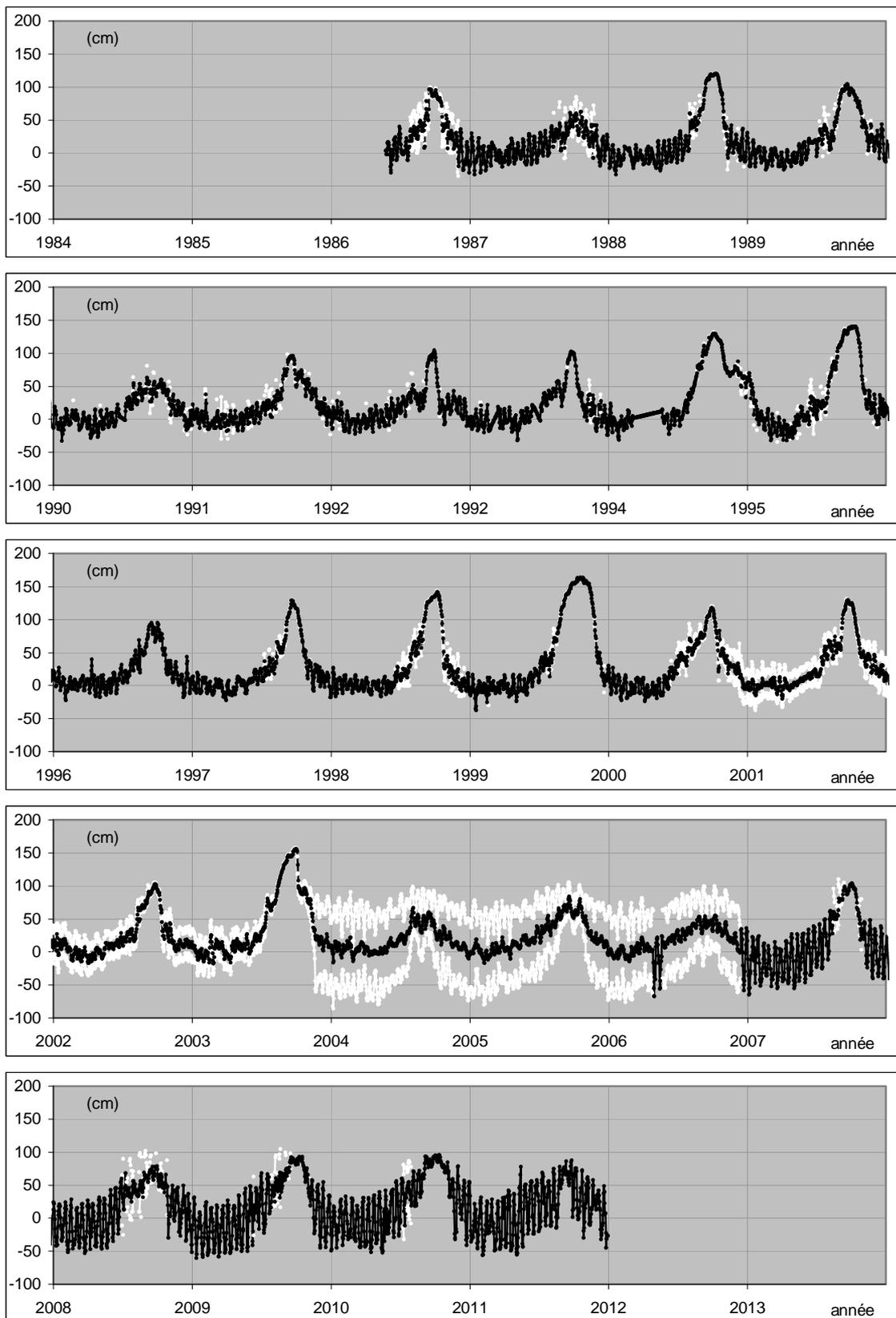


Figure 9.9.1.A : évolution du minimum, de la moyenne et du maximum journaliers de la cote du Sénégal à l'échelle de Diama aval.

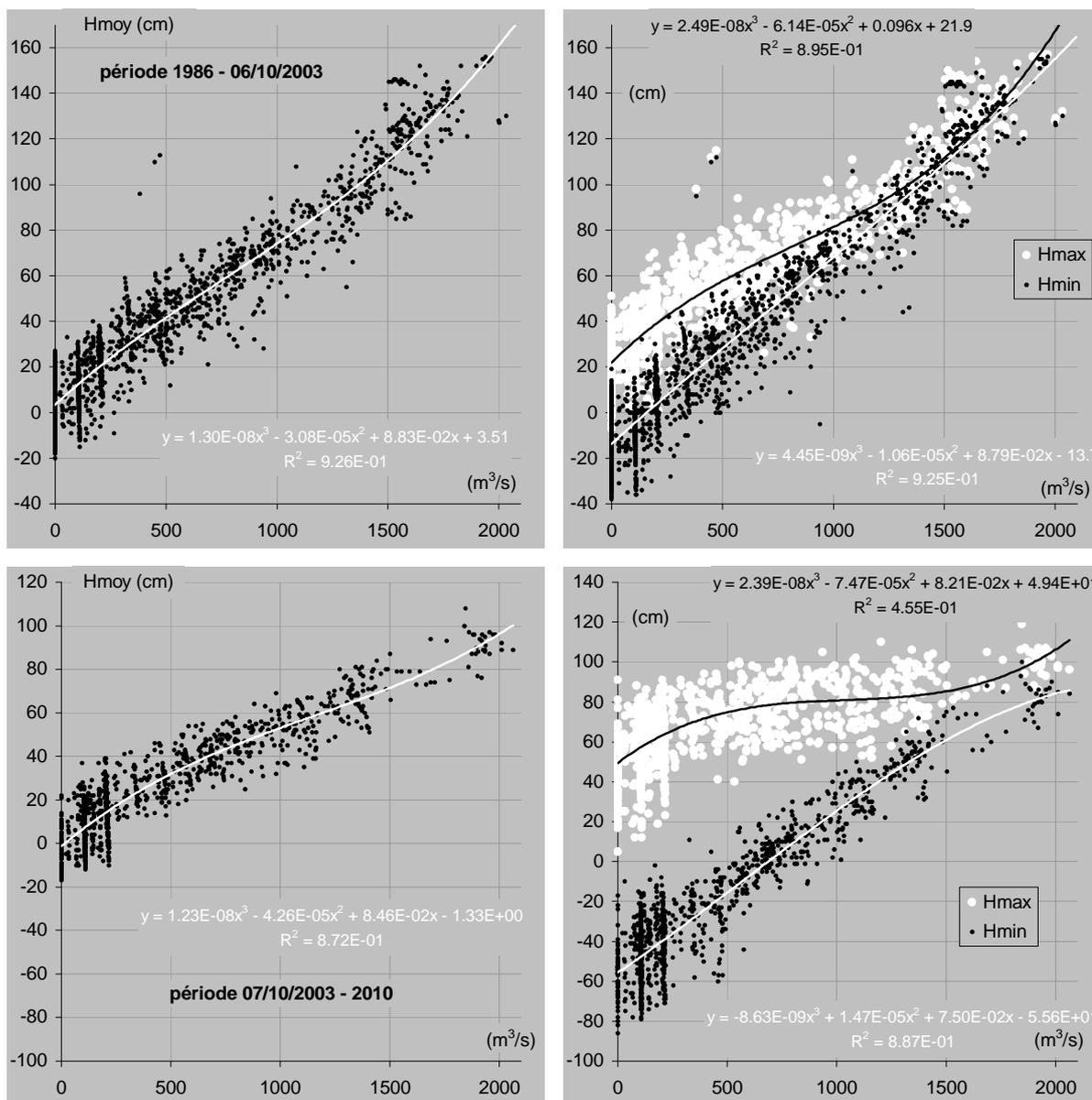


Figure 9.9.1.B : relation entre le débit moyen journalier du Sénégal à Diama et les valeurs minimale, moyenne et maximale journalières de la cote à l'échelle de Diama aval sur les périodes 1986 – 06/10/2003 (haut) et 07/10/2003 – 2010 (bas)

9.9.2 Niveau du Sénégal à Saint Louis

Plus encore qu'à Diama aval, les niveaux relevés à Saint-louis sont fortement influencés par la marée. L'estimation correcte de leurs valeurs moyennes journalières nécessite des relevés instantanés suffisamment fréquents, ce qui est assurément le cas avant 1988 et en août et octobre 1998 (4 valeurs par jour correspondant manifestement aux niveaux de pleine mer et de basse mer) et à partir de septembre 2000 (30 à 48 valeurs par jour), sauf de décembre 2003 à juillet 2004 et de décembre 2005 à juin 2006, quand certaines lacunes d'observation affectent les niveaux proches de l'étal de basse mer. Le reste du temps, les relevés figurant dans la base de données au rythme d'un point par jour ne correspondent certainement pas à une lecture d'échelle à heure fixe. Si tel était le cas, elles présenteraient

en effet des fluctuations de période 14 jours et de grande amplitude (de l'ordre du marnage), ce qui n'est pas constaté. Ces relevés correspondent plus probablement à des cotes de mi-marée, à partir desquelles il est possible de calculer des cotes moyennes journalières d'une précision acceptable. En définitive, toutes les cotes moyennes journalières calculées pour la station de Saint-Louis ont une précision soit très bonne, soit acceptable. Complétée par 406 valeurs reconstituées par interpolation linéaire sur des périodes inférieures à 10 jours, elles demeurent incomplètes mais permettent néanmoins d'évaluer correctement un grand nombre de cotes médianes mensuelles et de cotes caractéristiques (tab. B-9-2 de l'annexe 2B).

Les mêmes analyses que celles menées plus haut pour Diama aval peuvent être effectuées sur les valeurs minimale, moyenne et maximale journalières de cote à l'échelle de Saint-Louis. Cette fois, les cotes minimales et maximales ne sont prises en compte que pour les jours où l'on dispose d'au moins quatre relevés instantanés de cote, sans lacune (exclusion de nombreuses valeurs minimales entre décembre 2003 et juillet 2004 et entre novembre 2005 et mai 2006).

Encore plus qu'à Diama aval, la cote à Saint-Louis fluctue de façon importante autour de la cote moyenne journalière au rythme de la marée (fig. 9.9.2.A). La modification du régime des niveaux provoquée en octobre 2003 par l'ouverture de la brèche dans la Langue de Barbarie s'observe également de façon plus prononcée. On constate grâce à la figure 9.9.2.B que la cote moyenne journalière, qui passait de 60 à 207 cm pour une progression de 0 à 2000 m³/s à Diama avant l'ouverture de la brèche, passe désormais de 57 à 102 cm. Le marnage moyen, valant 33 cm pour un débit nul et devenant négligeable pour les débits supérieurs à 1500 m³/s avant l'ouverture, reste désormais supérieur à 55 cm quel que soit le débit.

Les figures 9.9.1.B et 9.9.2.B montrent que le marnage moyen pour un débit nul est plus élevé à Diama (36 cm avant l'ouverture de la Langue de Barbarie et 105 cm après) qu'à Saint-Louis (respectivement 33 et 74 cm). Comme expliqué ci-dessous, ceci se confirme par l'analyse de la dénivelée absolue entre les niveaux de plans d'eau à Diama et Saint-Louis, calculée en considérant les altitudes +2 cm et -53 cm pour les zéros de ces deux stations. Ces dénivelées sont calculées à la fois en moyennes journalières (différence entre les cotes moyennes journalières absolues aux stations) et en valeurs instantanées relatives aux étals de basse mer et de pleine mer. Ces dénivelées instantanées sont calculées après association entre Diama et Saint-Louis des cotes extrêmes, éventuellement légèrement décalées en temps mais correspondant aux mêmes phases de marée.

Pour un débit moyen journalier passant de 0 à 2000 m³/s à Diama, la dénivelée moyenne journalière passe de -2 à 20 cm avant l'ouverture de la Langue de Barbarie et de -2 à 49 cm depuis cette ouverture (fig. 9.9.2.C, gauche). Cette dernière a donc provoqué une multiplication par 2.5 de la pente moyenne de l'écoulement entre les deux stations. La dénivelée moyenne de -2 cm, qui devrait théoriquement être nulle pour un débit nul, correspond à une marge d'erreur très acceptable et corrobore les altitudes de zéro d'échelle retenues pour les deux stations.

Enfin, on constate que pour les faibles débits, la dénivelée entre Diama et Saint-Louis est positive pour l'étal de pleine mer et négative pour l'étal de basse mer (fig. 9.9.2.C, droite) : le niveau de pleine mer est plus élevé à Diama qu'à Saint-Louis, et celui de basse mer y est au contraire plus bas. C'est pourquoi un marnage plus important est observé à Diama qu'à Saint-Louis pour des débits nuls. Ce phénomène, qui s'atténue avec le débit et ne disparaît qu'au-delà de 750 m³/s environ, est fortement accru depuis l'ouverture de la Langue de Barbarie. Pour l'expliquer, on peut avancer ici l'hypothèse d'une résonance de l'onde de marée contre le barrage, à confirmer par un spécialiste.

Pour terminer, une analyse sommaire de l'onde de marée est effectuée sur les cotes instantanées enregistrées toutes les demi-heures à la station de Saint-Louis entre le 14/07/2004 et le 20/06/2005. Les principales caractéristiques observées, représentatives du régime actuel d'écoulement (post ouverture de la brèche dans la Langue de Barbarie) sont les suivantes :

- Les situations de basse mer et de pleine mer s'alternent suivant un cycle semi diurne de période moyenne 12h25'. Elles se décalent donc chaque jour d'environ 50 minutes.
- A l'onde semi-diurne s'ajoute un cycle d'alternance des vives eaux et des mortes eaux de période moyenne 14.7 jours. Les vives eaux se caractérisent par des niveaux très élevés à l'heure de pleine mer et très bas à l'heure de basse mer (fig. 9.9.2.D(a)). Le marnage (différence de niveau entre la pleine mer et la basse mer qui lui succède) est alors important et se situe entre 77 et 108 cm. Au contraire, lors des mortes eaux qui surviennent environ 7 jours plus tard, les niveaux sont moins élevés lors de la pleine mer et moins bas lors de la basse mer. Le marnage est alors faible et se situe entre 19 et 53 cm (fig. 9.9.2.D(b)).
- A ces cycles principaux s'ajoutent d'autres cycles moins importants, parmi lesquels on peut citer l'alternance à la période semi-diurne, d'un niveau élevé et d'un niveau moins élevé à l'heure de la pleine mer. En notant $H_{max}(i)$ le niveau lors de la pleine mer de rang chronologique i , cette alternance peut être caractérisée par le terme $DH_{max} = \text{abs}(H_{max}(i+1)+H_{max}(i-1)-2H_{max}(i))/2$. Ce terme, qui représente en absolu la différence moyenne d'un niveau de pleine mer par rapport à celui qui le précède et celui qui lui succède, évolue quant à lui suivant un cycle de période moyenne 13.8 jours entre 0 et 26 cm (fig. 9.9.2.D(c)).

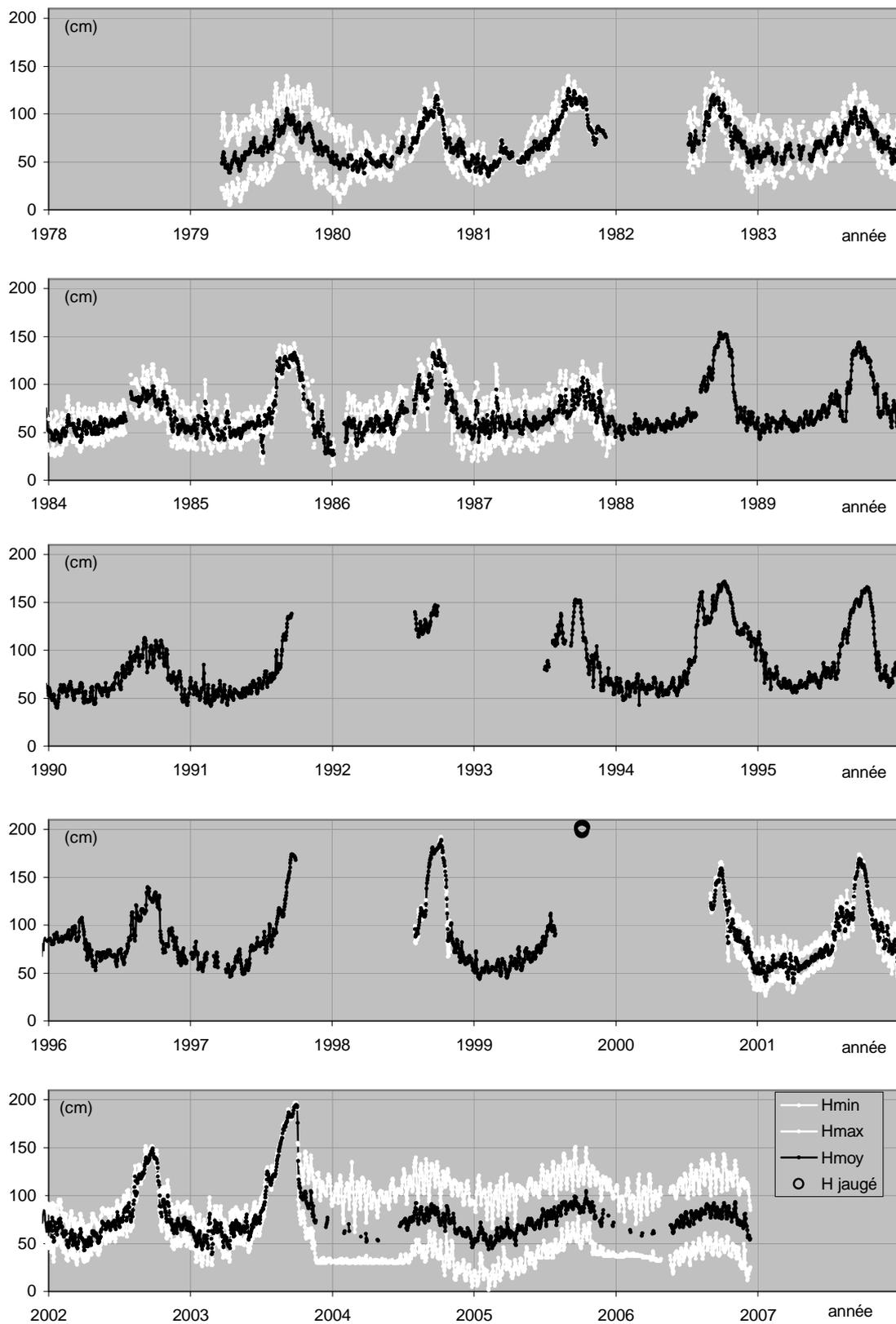


Figure 9.9.2.A : évolution du minimum, de la moyenne et du maximum journaliers de la cote du Sénégal à l'échelle de Saint-Louis, ainsi que des cotes jaugées

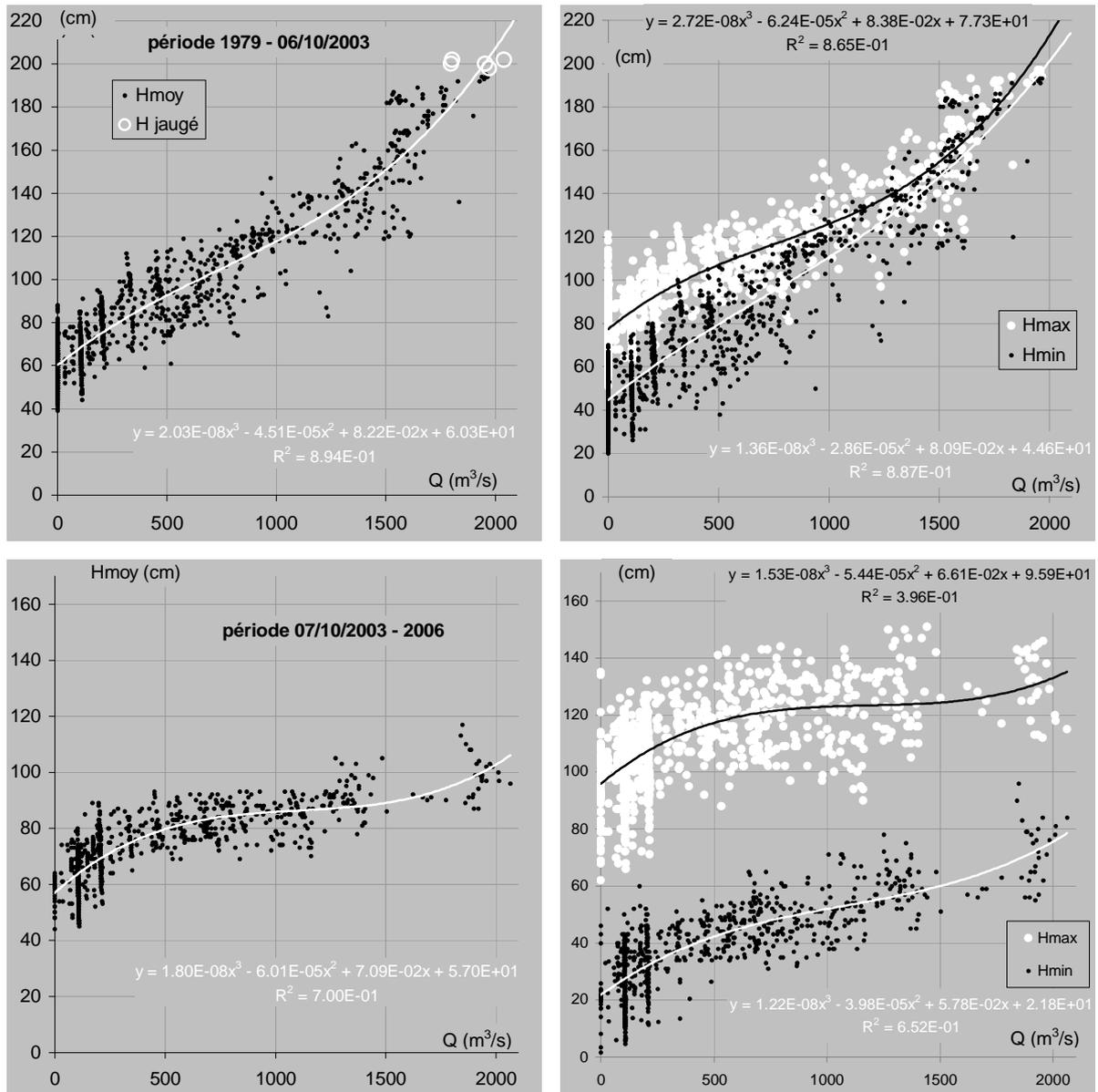


Figure 9.9.2.B : valeurs minimale, moyenne et maximale journalières (resp. instantanée jaugée) de la cote du Sénégal à l'échelle de Saint-Louis en fonction du débit moyen journalier calculé du Sénégal à Diama (resp. débit instantané mesuré à Saint-Louis), sur les périodes 1979 – 06/10/2003 (haut) et 07/10/2003 – 2006 (bas)

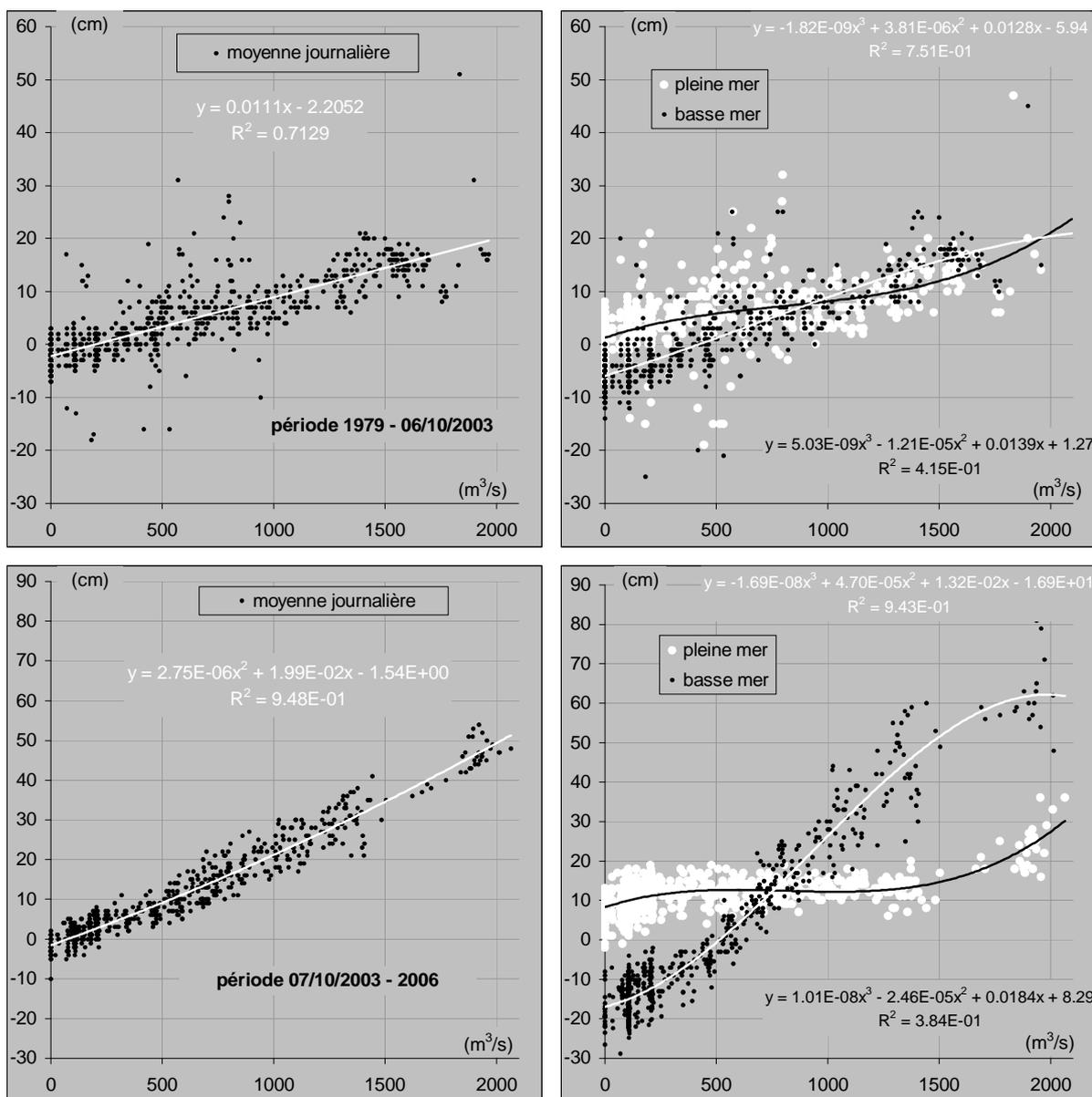


Figure 9.9.2.C : dénivelée absolue entre cotes de plan d'eau à Diama et Saint-Louis en fonction du débit moyen journalier du Sénégal à Diama, calculée entre valeurs moyennes journalières (gauche) et entre valeurs instantanées pour les états de basse mer et de pleine mer (droite) sur les périodes 1979 – 06/10/2003 (haut) et 07/10/2003 – 2006 (bas)

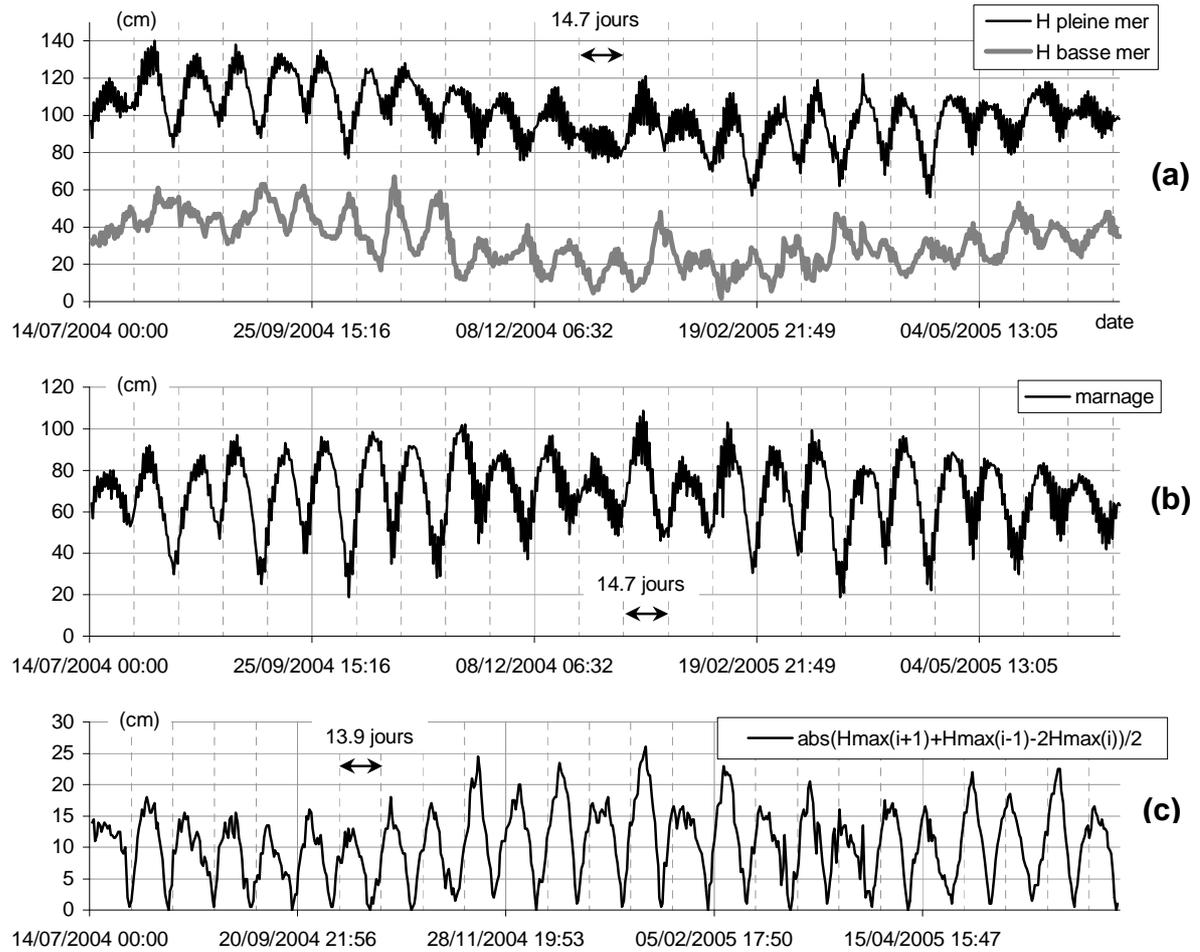


Figure 9.9.2.D : cycles de variation du niveau du Sénégal à Saint-Louis se superposant à l'onde semi-diurne de marée

9.10 NIVEAU DU LAC DE GUIERS ET DEBIT DE LA TAHOUHEY

Le niveau du lac de Guiers est analysé ici à partir des cotes de la station de l'embouchure de la Tahouey, dont une partie importante est reconstituée grâce aux observations des stations de Gnith et Sanente. Les valeurs médianes mensuelles et caractéristiques de ces cotes sont données dans le tableau B-10-1 de l'annexe 2B.

Pendant toute la période d'observation du lac, qui débute en 1955, les apports du fleuve Sénégal au lac de Guiers sont entièrement contrôlés à Richard Toll par les vannes du pont barrage sur la Tahouey, construit en 1947. Depuis cette date, d'autres aménagements importants sont effectués (Cogels et al, 1994) :

- En 1956 : construction de la digue de Keur Momar Sarr, destinée à isoler le plan d'eau de la vallée du Ferlo et améliorer ainsi la capacité du lac comme réservoir d'eau douce ; fermeture de l'embouchure dans le lac du marigot de Niet Yone, exutoire naturel du plan d'eau.
- En 1974 : construction du canal rectiligne de la Tahouey, destinée à augmenter la capacité de transfert du marigot naturel.
- En 1980 : construction d'un second pont barrage sur la Tahouey, situé 500 m en aval du premier. Comme son prédécesseur, cet ouvrage a pour fonction de contrôler les échanges de débit entre le fleuve et le lac. Leur gestion coordonnée permet, pour les prises d'eau importantes de la CSS qu'elles encadrent, de prélever au choix dans la réserve du lac ou dans le fleuve.

Trois périodes successives se distinguent pour la gestion réalisée, qui conditionne l'évolution du niveau du lac (fig 9.10.A).

De 1955 à octobre 1983, l'ouverture des vannes, qui marque le début du remplissage annuel du lac, est effectuée chaque année vers fin juillet-début août, dès que le niveau absolu Hrt du fleuve à Richard Toll vérifie les trois conditions suivantes : Hrt augmente sous l'effet de l'arrivée de la crue annuelle dans le fleuve ; Hrt est supérieur au niveau absolu Hg du lac ; Hrt est supérieur à une cote limite d'environ 50 cm IGN (condition destinée à éviter le transfert d'eau salée vers le lac). Les vannes sont dès lors maintenues ouvertes pendant environ trois mois, tant que le niveau du fleuve reste supérieur à celui du lac, qui peut être ainsi rempli au maximum. Après l'amorce de la décrue dans le fleuve, la fermeture des vannes intervient quand les niveaux se croisent ou quelques jours avant, vers fin novembre jusqu'en 1963, vers mi-octobre de 1976 à 1978 et vers début octobre à partir de 1979. Elles restent ensuite fermées durant une période d'environ 9 mois, pendant laquelle le niveau du lac baisse sous l'effet de divers prélèvements et surtout des pertes par évaporation, tout en restant nettement supérieur à celui du fleuve à Richard Toll pendant 6 à 8 mois d'affilée la plupart du temps. Le marnage annuel du lac varie de 133 à plus de 262 cm.

De novembre 1983 à février 1992, les vannes des ponts barrages de la Tahouey restent gérées suivant les mêmes principes, mais avec une légère différence concernant l'instant de début de remplissage du lac. Depuis 1986, le barrage de Diama empêche en effet la remontée d'eau salée vers l'amont pendant l'étiage, tout comme l'ouvrage temporaire provisoire qui l'avait précédé depuis novembre 1983. La présence permanente d'eau douce dans le fleuve à Richard Toll permet alors d'ouvrir les vannes dès que le niveau dans le fleuve dépasse celui du lac, même s'il est encore très bas. Durant ces années, le niveau du

lac demeure encore nettement supérieur à celui du fleuve lors de l'étiage, pendant une durée toutefois plus courte et assez variable (3 à 9 mois). Le marnage annuel varie entre 146 et 229 cm.

Depuis mars 1992, le niveau du lac reste en permanence très proche de celui du fleuve, auquel la gestion opérée au barrage de Diama impose une cote élevée tout au long de l'année, presque toujours supérieure à 150 cm IGN. Les seuls écarts importants sont observés pendant le passage des plus forts pics de crue (1994, 1995, 1998, 1999, 2003), durant desquels le niveau du lac reste assez nettement inférieur à celui du fleuve lors de la phase de montée, avant de devenir supérieur pendant 3 à 9 semaines lors de la phase de descente. Hormis ces périodes de fortes crues, le niveau du lac est pendant la majeure partie du temps inférieur de quelques centimètres à celui du fleuve. Cette évolution presque identique des niveaux du lac et du fleuve observée depuis mars 1992 permet d'affirmer que depuis cette date, les vannes des ponts barrages de Richard Toll sont restées probablement ouvertes la plupart du temps, si ce n'est en permanence. Le niveau du lac qui découle de cette gestion se caractérise par une cote élevée tout au long de l'année et un faible marnage annuel, compris entre 32 et 95 cm.

Pour les écoulements dirigés du fleuve vers le lac, le débit Q_t de la Tahouey est calculé avec l'étalonnage de la station de Richard Toll CSS établi par la méthode de la dénivelée normale, qui utilise en entrée les cotes relevées simultanément à cette station et à celle du lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey. Faute d'information sur les manœuvres des vannes, on se base uniquement sur les cotes observées pour déterminer l'existence de ces écoulements. Sur la période 1990-2006, le calcul effectué à partir des cotes moyennes journalières donne 3079 valeurs de débit moyen journalier, dont 2630 non nulles. Parmi ces dernières, 364 sont finalement annulées, pour des jours où le niveau moyen journalier absolu du Sénégal à Richard Toll quai s'avère inférieur à celui du lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey. Le tableau B-10-2 de l'annexe 2B donne les valeurs moyennes mensuelles et caractéristiques des débits obtenus.

Les débits Q_t de la Tahouey (figure 9.10.A) sont de faible précision, du fait de leur très grande sensibilité à la pente de la ligne d'eau, elle-même assez faible et connue avec une certaine imprécision (sommation des imprécisions de mesure des niveaux à Richard Toll CSS et à l'embouchure ; incertitude concernant l'altitude de référence exacte de chaque échelle). Mais ils suffisent pour estimer l'ordre de grandeur des apports du fleuve au lac, à comparer avec ceux des autres flux intervenants dans le bilan de volume du plan d'eau. Ce bilan, permis par la connaissance des courbes hauteur/surface/volume du lac (fig. 9.10.B) est établi ici par un calcul au pas de temps journalier. Ses principaux termes sont notés comme suit :

- V_g : volume du lac
- S_g : superficie du lac
- Q_t : débit des apports positifs de la Tahouey vers le lac
- Q_e : débit évaporé à la surface du lac, calculé à partir de la superficie S_g et des valeurs moyennes interannuelles de taux d'évaporation du plan d'eau (fig. 9.10.C) données au pas de temps mensuel par Cogels et al (1994).
- Q_p : débit des apports directs de la pluie sur le lac, calculé à partir de la superficie S_g du plan d'eau et des précipitations observées à Dagana (fig. 9.10.D).

- Q_d : débit des apports au lac par les rejets de drainage de périmètres irrigués. Pour l'année 1993, Cogels et al (1994) l'estiment à environ $0.98 \text{ m}^3/\text{s}$. Cette valeur est retenue ici, faute d'information plus récente.
- Q_s : débit sortant du lac, prélevé principalement pour l'alimentation en eau de Dakar (environ $2 \text{ m}^3/\text{s}$ d'après GREP (2011)) et pour l'agriculture irriguée, écoulé soit vers le Ferlo soit vers le fleuve Sénégal, ou perdu par infiltration (terme probablement assez négligeable). Ce débit est la principale inconnue du bilan.

Entre deux instants $t-dt$ et t , le bilan de volume donne ainsi le débit sortant Q_s :

$$Q_s(t) = Q_t(t) + Q_p(t) + Q_d(t) - Q_e(t) + (V_g(t-dt) - V_g(t))/dt$$

Les valeurs moyennes annuelles calculées par année hydrologique (de mai à avril) sont représentées sur la figure 9.10.E pour les différents flux. Sur la période 1999-2005, pendant laquelle le débit moyen stocké dans le lac ($0.11 \text{ m}^3/\text{s}$) est négligeable, les moyennes interannuelles sont les suivantes :

- Flux entrants : $Q_t + Q_p + Q_d = 36.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Apports du fleuve : $Q_t = 33.7 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 92.3 % des flux entrants
- Apports de la pluie : $Q_p = 1.83 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 5.0 % des flux entrants
- Apports des rejets de drainage : $Q_d = 0.98 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 2.7 % des flux entrants
- Flux sortants : $Q_e + Q_s = 36.4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Pertes par évaporation : $Q_e = 21.0 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 57.8 % des flux sortants
- Prélèvements et écoulements vers l'extérieur (+ pertes par infiltration) : $Q_s = 15.3 \text{ m}^3/\text{s}$ (soit 42.2% des flux sortants), dont $2 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'AEP de Dakar (soit 5.5% des flux sortants)

Sur la période 1999-2005, le débit moyen écoulé du Sénégal vers le lac de Guiers ($33.7 \text{ m}^3/\text{s}$), dont il est possible qu'une partie (entre 0 et 40%) revienne au fleuve, est 92% moins élevé que le débit rejeté à l'océan par le fleuve Sénégal à Diama ($417 \text{ m}^3/\text{s}$).

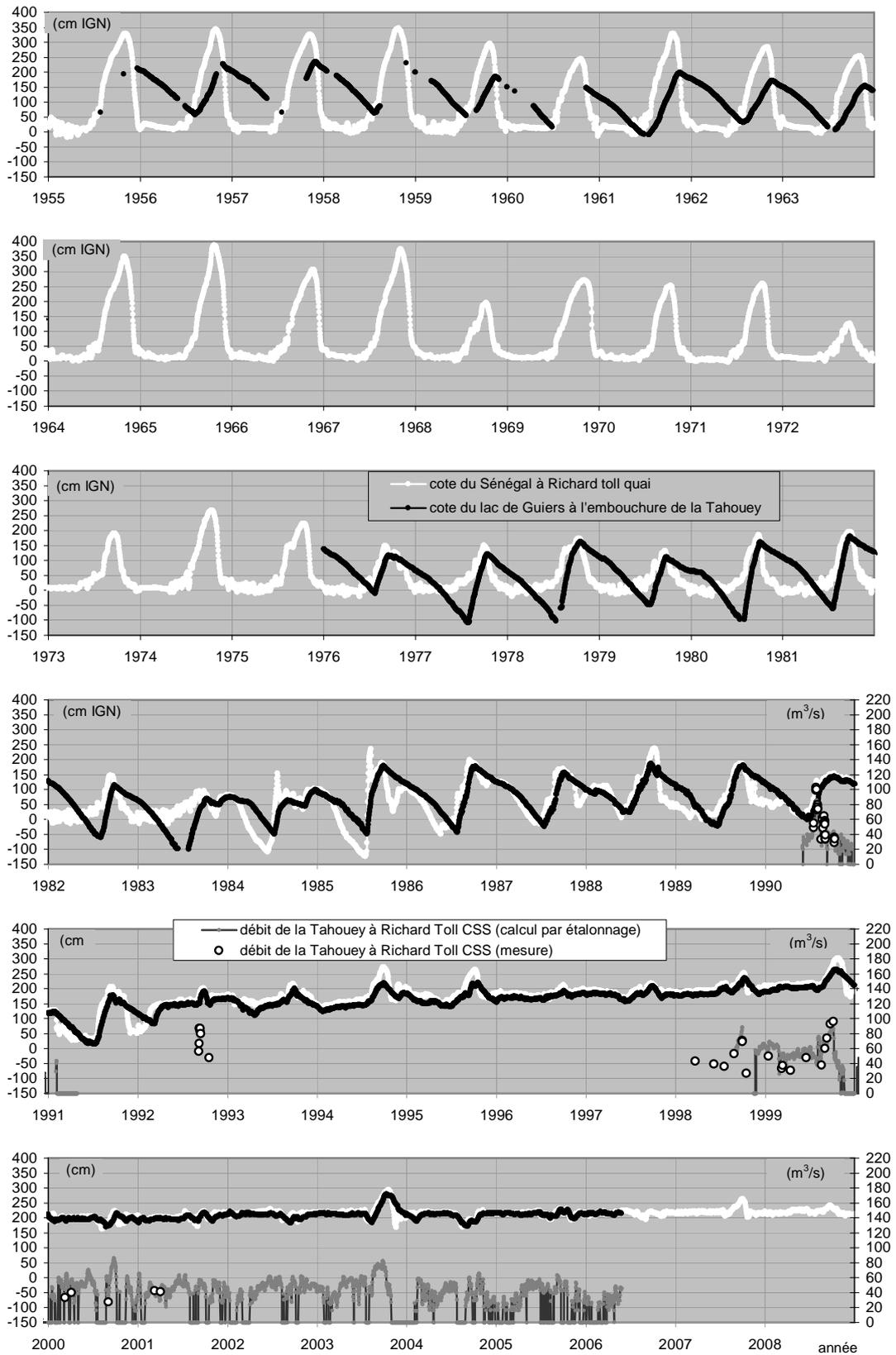


Figure 9.10.A : évolution du niveau IGN de plan d'eau du lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey et du Sénégal à Richard Toll quay

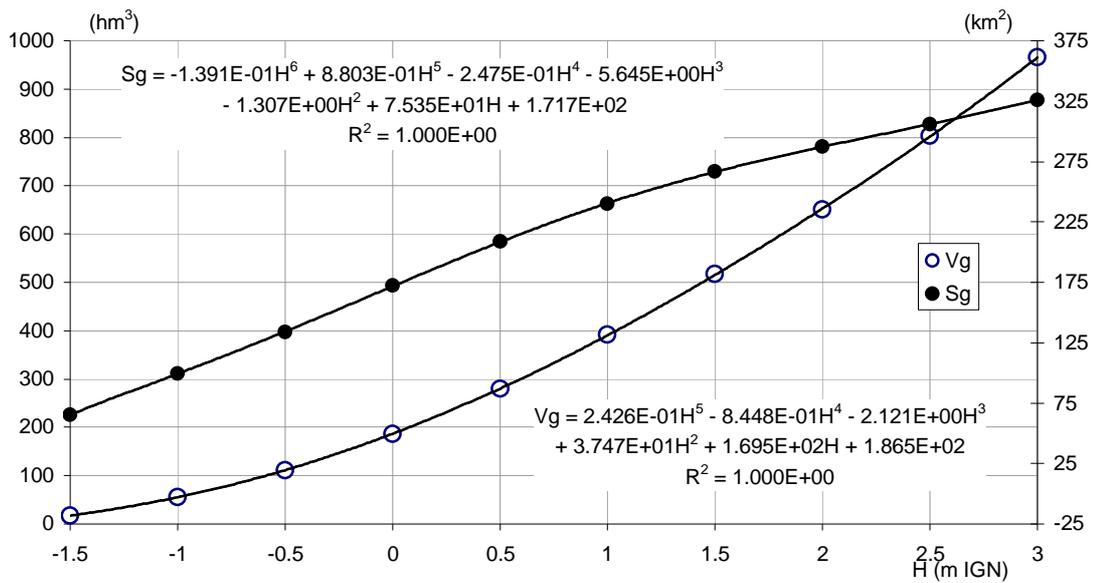


Figure 9.10.B : relations hauteur/surface/volume du lac de Guiers obtenues à partir des abaques publiées par Cogels et al (1994)

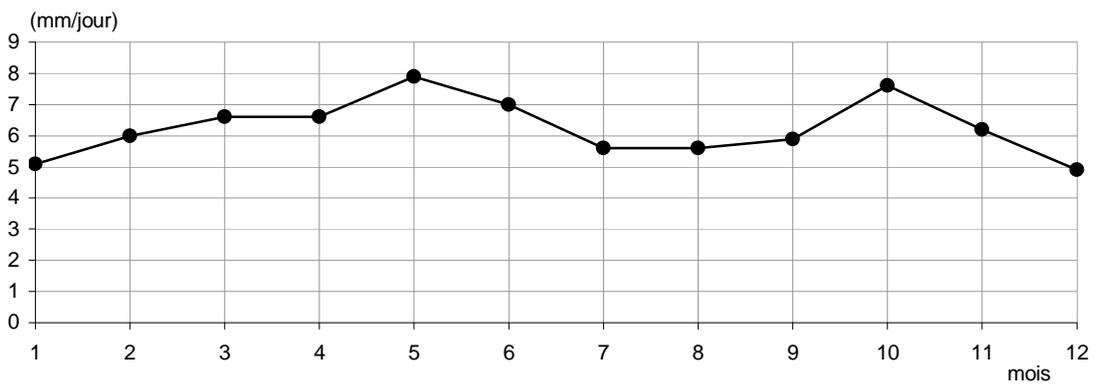


Figure 9.10.C : taux d'évaporation moyen sur le lac de Guiers sur la période 1976-1991, d'après Cogels et al (1994)

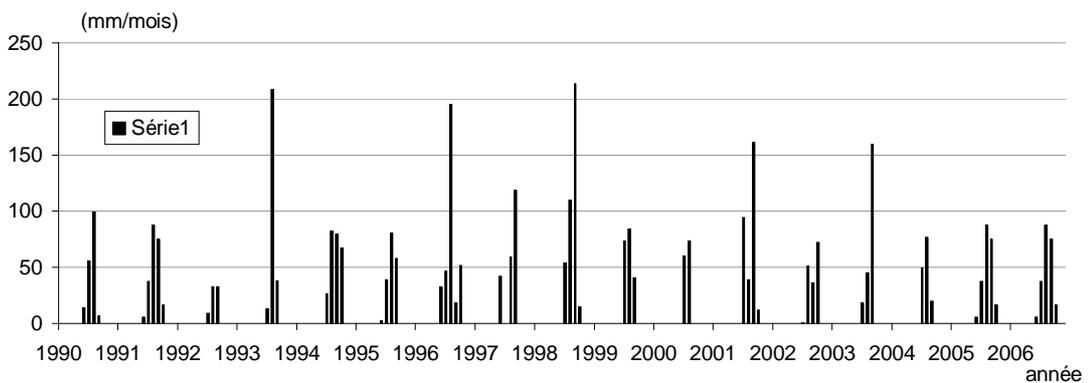


Figure 9.10.D : précipitations mensuelles observées à Dagana, d'après la base de données OMVS/DHI/TROPIS (années 1991, 2005 et 2006 reconstituées par valeurs moyennes)

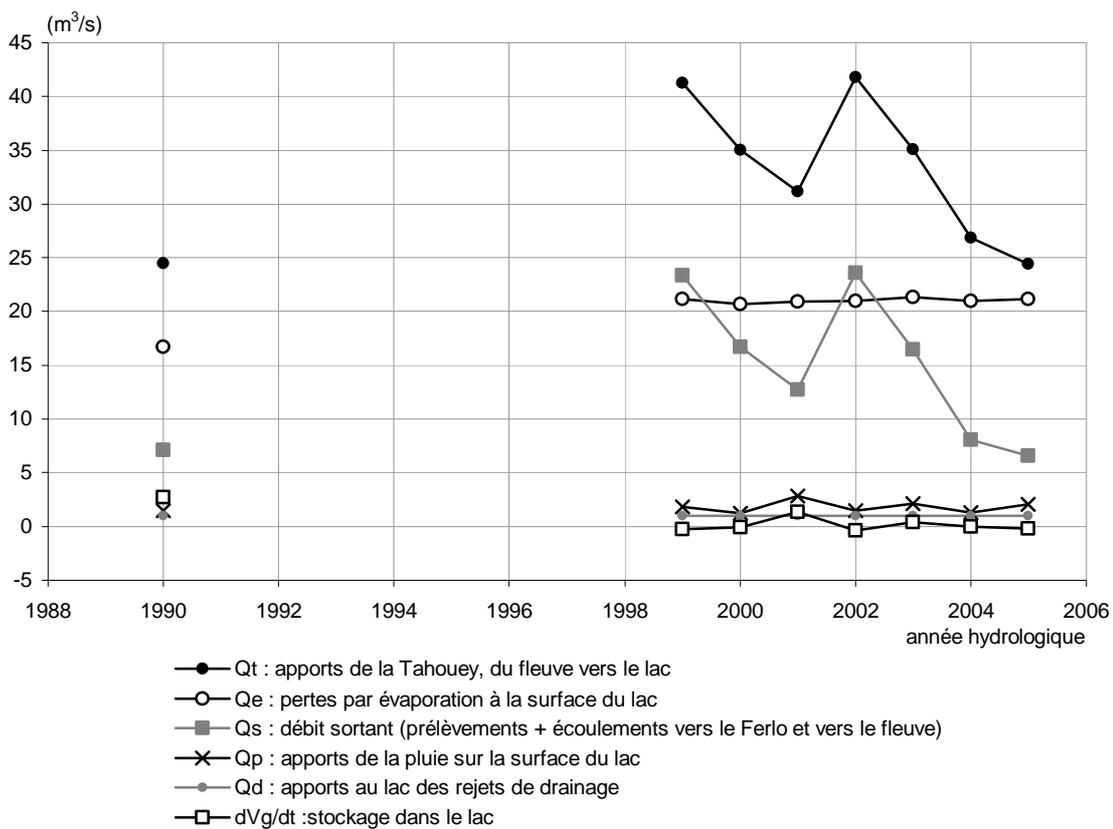


Figure 9.10.E : valeurs moyennes annuelles des principaux débits entrants et sortants du lac de Guiers pour les années hydrologiques 1990 et 1999 à 2005.

9.11 INONDATION DU LIT MAJEUR ENTRE MATAM ET DAGANA

Du fait de sa pente très faible à l'aval de Bakel, le fleuve Sénégal sort de son lit mineur pendant la crue annuelle et se répand sur un vaste lit majeur, fait de multiples chenaux et de plaines d'inondation. Cette inondation, qui dépend de l'ampleur de la crue, a de nombreux effets bénéfiques pour certaines activités humaines et le maintien d'un certain équilibre environnemental (agriculture de décrue, pastoralisme, foresterie, recharge des nappes phréatiques etc.). Lorsqu'elle est trop importante, comme en 1999, elle peut provoquer des dégâts non négligeables.

Sur le bief Matam-Dagana, les études menées lors du POGR (2001d) montrent que la superficie inondée par la crue annuelle est étroitement liée à la cote maximale atteinte par le fleuve à certaines stations du lit mineur. Les principes de l'analyse réalisée et les résultats obtenus sont résumés ci-dessous.

Les données de base utilisées par l'étude sont les suivantes :

- Limnigrammes observés aux stations de Matam, Salde et Podor pour la période 1946-2000
- Limnigrammes observés de 1997 à 2000 pour 10 stations implantées sur des cuvettes du lit majeur (cf § 5.10)
- Images satellitaires couvrant la zone Matam-Dagana en période de crue pour les années suivantes : 1986, 1987, 1988, 1992, 1997, 1998 et 1999.

L'analyse des limnigrammes observés montre que les niveaux de plan d'eau dans les dix cuvettes expérimentales sont très liés à ceux du fleuve dans le lit mineur. Cette liaison est décrite par le modèle de propagation de Lamagat (cf §7.1.1) utilisant en entrée les cotes de Matam pour les cuvettes de Nabadji et Mbakhna, celles de Salde pour les cuvettes de Pété, Aéré Goléré, Ouro Dialao et Ououloum Néré, et enfin celles de Podor pour les cuvettes de Podor, Donaye, Wawa et Leqseiba. A partir des chroniques de niveaux observés dans le lit mineur, l'utilisation du modèle permet alors de reconstituer les niveaux non observés sur les cuvettes pour la période 1946-2000, au pas de temps journalier.

Pour les cuvettes et l'ensemble du bief Matam-Dagana, les superficies inondées aux dates des prises de vue sont mesurées à partir des images satellitaires. Ces superficies excluent les lits mineurs et concernent bien l'inondation du lit majeur. Pour les cuvettes, certaines images donnent en outre la superficie inondée maximale de l'année atteinte avant la prise de vue, grâce aux traces d'humidité très nettes laissées après le retrait des eaux.

Les superficies inondées des cuvettes (observées) et les niveaux simultanés à leurs échelles (observés ou reconstitués par modèle de Lamagat), permettent d'établir une relation niveau-superficie inondée pour chaque cuvette. Cette relation est alors utilisée pour reconstituer au pas de temps journalier les valeurs non observées de superficie inondée des cuvettes sur la période 1946-2000. On dispose alors pour toutes les années des superficies inondées maximales annuelles de chaque cuvette.

Les superficies inondées observées aux dates de prise de vue sur l'ensemble du bief Matam-Dagana sont corrigées pour évaluer la superficie inondée maximale annuelle de chaque année concernée. Cette correction consiste à appliquer pour chaque image le ratio

constaté sur les cuvettes entre superficie maximale et superficie observée à la date de l'image. Pour les 7 années de prise de vue, on dispose donc des superficies inondées maximales annuelles de chaque cuvette et de l'ensemble de la vallée entre Matam et Dagana, avec des valeurs observées de façon directe ou indirecte. Sur cet échantillon, on remarque une relation très étroite entre la somme des superficies sur les 10 cuvettes et la superficie sur l'ensemble de la vallée (fig. 9.11.A). Contrairement au polynôme de degré 2 utilisé par le POGR, on préfère ici représenter cette relation par une corrélation linéaire, compte tenu de la taille réduite de l'échantillon.

A partir des séries de superficies inondées maximales annuelles précédemment obtenues pour les cuvettes, cette corrélation est utilisée pour reconstituer les valeurs non observées pour l'ensemble de la vallée sur la période 1946-2000. Finalement, on remarque que la superficie totale inondée chaque année dans la vallée entre Matam et Dagana (tab. 9.11) est fortement liée à la cote maximale annuelle observée dans le lit mineur à Matam, Salde et Podor (fig. 9.11.B).

année										
Sbief (ha)	1946	1947	1948	1949	1950					
	325724	221237	210722	164185	282837					
année	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
Sbief (ha)	221237	210722	164185	282837	268602	295701	261944	300427	250520	156664
année	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Sbief (ha)	288261	211673	156113	301158	316653	244614	292625	97039	198731	162354
année	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Sbief (ha)	192984	44292	97194	220706	145003	55375	64077	83078	47366	93702
année	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Sbief (ha)	95091	60386	27429	24698	71909	82520	37000	148700	80632	23891
année	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Sbief (ha)	62502	60725	67912	138863	153696	59825	92000	146000	221000	104891

Tableau 9.11 : Superficie inondée chaque année sur l'ensemble du lit majeur du fleuve Sénégal entre Matam et Dagana, sur la période 1946-2000 (gras : valeurs observées)

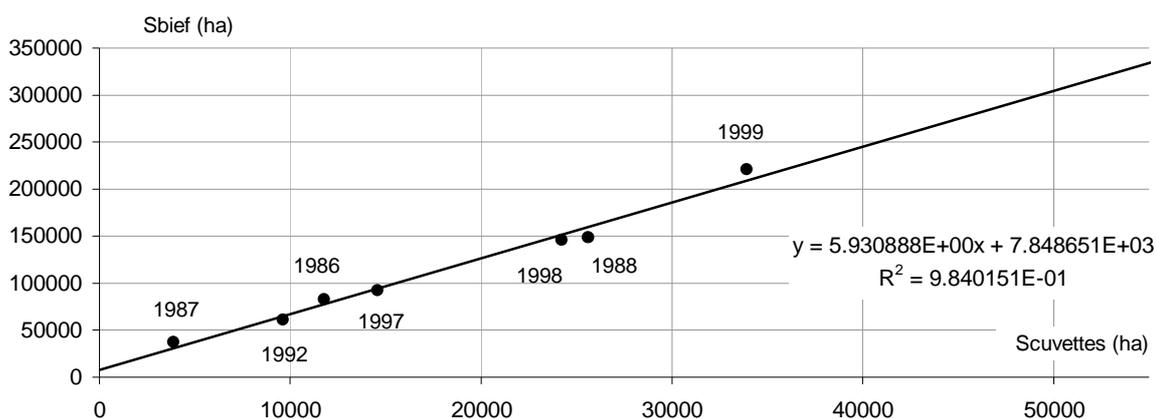


Figure 9.11.A : relation entre les superficies inondées maximales annuelles pour la somme des 10 cuvettes expérimentales (Scuvettes) et pour l'ensemble de la vallée entre Matam et Dagana (Sbief)

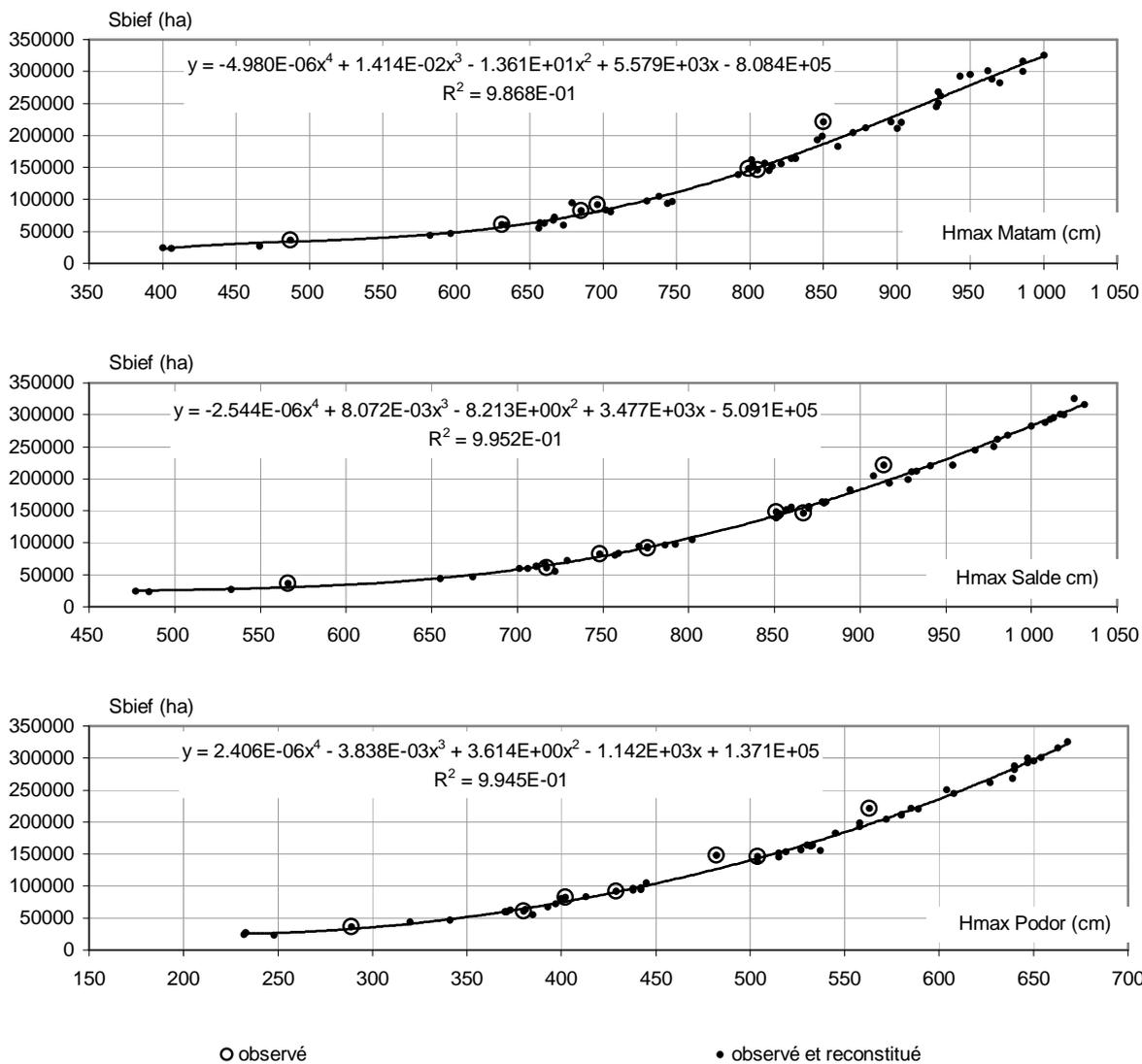


Fig. 9.11.B: relation entre la cote maximale annuelle du fleuve Sénégal aux échelles de Matam, Salde et Podor et la superficie inondée totale sur le lit majeur entre Matam et Dagana.

9.12 BILAN SUR LES VOLUMES ECOULES

9.12.1 Haut bassin : débits spécifiques et contribution des sous bassins

Le tableau 9.12.1 donne les moyennes interannuelles des débits écoulés depuis 1950 aux différentes stations situées à l'amont de Bakel, ainsi que leurs proportions respectives (débit amont divisé par débit aval). Les figures 9.12.1.A à 9.12.1.H détaillent par ailleurs certaines relations amont/aval mises en évidence entre les modules annuels des stations situées sur cette partie amont du bassin.

Ces résultats montrent que les volumes écoulés croissent systématiquement de l'amont vers l'aval entre ces stations, grâce à des apports intermédiaires excédant largement les divers prélèvements et pertes. A l'inverse, les débits spécifiques décroissent de l'amont vers l'aval, à mesure que les apports au cours d'eau proviennent de zones soumises à une moindre pluviométrie. Les zones les plus productives d'écoulement à l'amont de Bakel se situent en Guinée sur le haut Bafing, avec un débit spécifique moyen de l'ordre de 20 l/s/km². En moyenne sur la période 1950-2010, le volume écoulé à Bakel provient du Bafing pour 49%, de la Falémé pour 22% et du Bakoye pour 19%.

cours d'eau	station (aval)	Q0 : module interannuel (m ³ /s)	débit spécifique (l/s/km ²)	station (amont)	Q : module interannuel (m ³ /s)	débit spécifique (l/s/km ²)	Q/Q0	période	régime
Bafing	Balabori	183	15.8	Salouma	15	18.8	0.08	1950 2011	naturel
				Sokotoro	36	20.5	0.20	1950 2011	naturel
				Bebele	73	20.9	0.40	1950 2011	naturel
				Bebele + Sokotoro + Salouma	123	20.5	0.67	1950 2011	naturel
	Soukoutali	297	10.7	Balabori	183	15.8	0.62	1950 2011	naturel
				Boureya	226	15.3	0.76	1950 2011	naturel
				Daka Saidou	234	14.9	0.79	1950 2011	naturel
				Bafing Makana	273	12.4	0.92	1950 2011	naturel
	Dibia	297	8.9	Soukoutali/Manantali	279	10.0	0.94	1950 2010	naturel jusqu'en 1986, puis influencé
	Falémé	Kidira	133	4.6	Moussala	42		0.32	1950 2011
Fadougou					76	8.2	0.57	1950 2011	naturel
Gourbassy					108	6.3	0.81	1950 2011	naturel
Bakoye	Oualia	113	1.3	Siramakana	44	0.8	0.39	1950 2011	naturel
				Toukoto	62	3.7	0.54	1950 2011	naturel
				Toukoto + Siramakana	106	1.4	0.94	1950 2011	naturel
Sénégal	Galougo	429	3.3	Oualia	114	1.3	0.27	1950 2011	naturel jusqu'en 1986, puis influencé
				Dibia	297	8.9	0.69	1950 2010	naturel jusqu'en 1986, puis influencé
				Dibia+Oualia	412	3.5	0.96	1950 2011	naturel jusqu'en 1986, puis influencé
	Kayes	455	2.9	Galougo	429	3.3	0.94	1950 2011	naturel jusqu'en 1986, puis influencé
				Gouina	436	3.4	0.96	1950 2011	naturel jusqu'en 1986, puis influencé
	Bakel	606	2.8	Kidira	134	4.6	0.22	1950 2011	naturel jusqu'en 1986, puis influencé
Kayes				455	2.9	0.75	1950 2011	naturel jusqu'en 1986, puis influencé	
				Kayes + Kidira	589	3.2	0.97	1950 2011	naturel jusqu'en 1986, puis influencé

Tableau 9.12.1 : valeurs absolues et relatives des moyennes interannuelles de débits observé depuis 1950 aux différentes stations sur le haut bassin du fleuve Sénégal jusqu'à Bakel

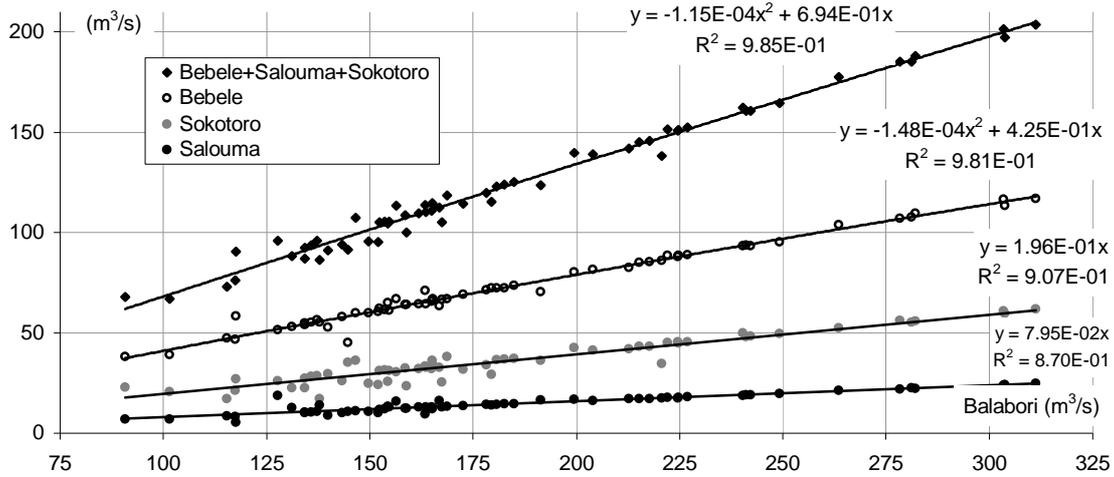


Figure 9.12.1.A : comparaison des modules annuels du Tene à Bebele, du Bafing à Sokotoro et du Kioma à Salouma avec ceux du Bafing à Balabori. Régime naturel sur la période 1950-2011

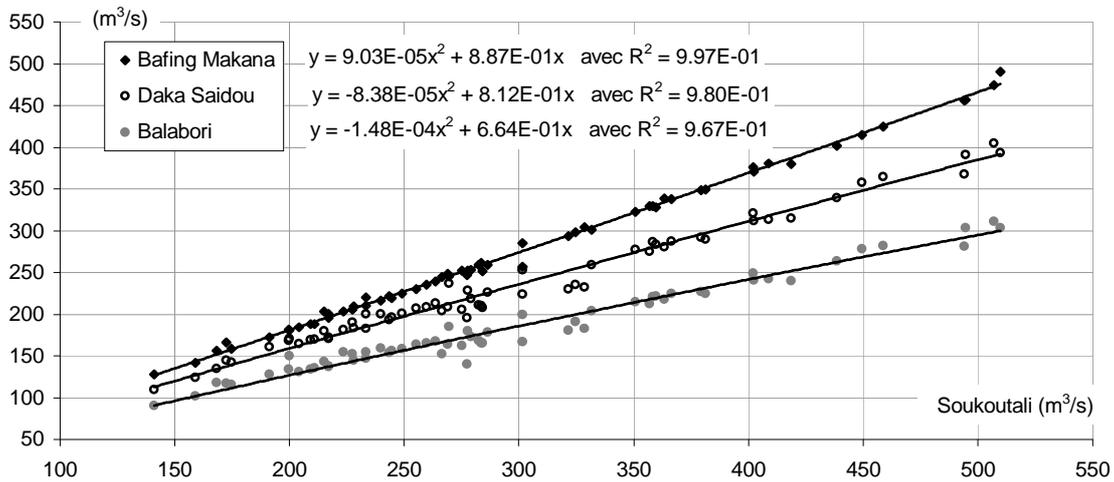


Figure 9.12.1.B : comparaison des modules annuels du Bafing à Bafing Makana, Daka Saidou et Balabori avec ceux du Bafing à Soukoutali. Régime naturel sur la période 1950-2011

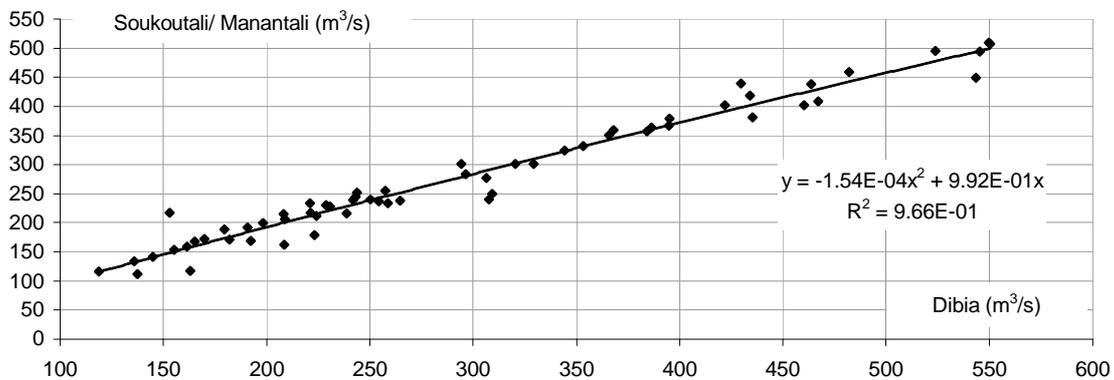


Figure 9.12.1.C : comparaison des modules annuels du Bafing à Soukoutali/Manantali avec ceux du Bafing à Dibia. Régime observé sur la période 1950-2010

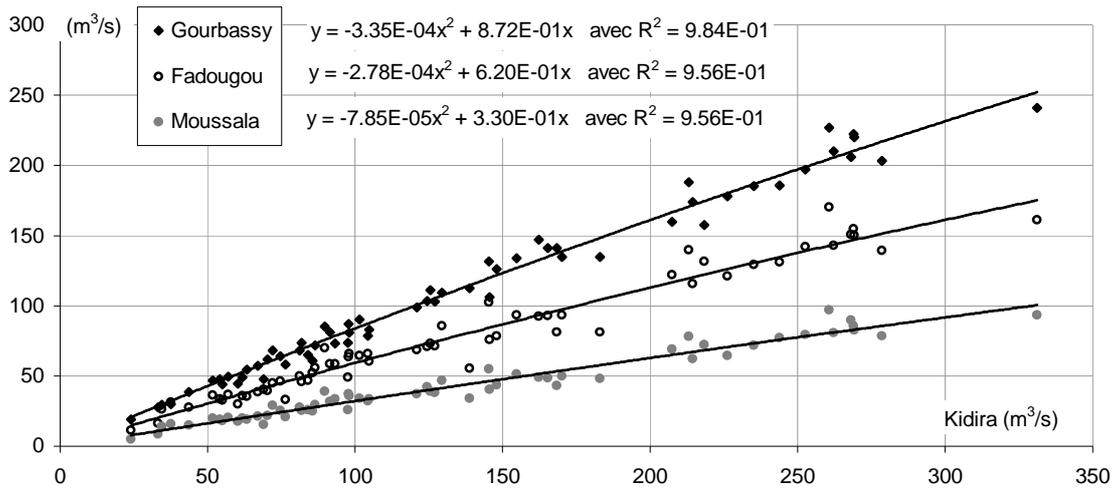


Figure 9.12.1.D : comparaison des modules annuels de la Falémé à Gourbassy, Fadougou et Moussala avec ceux de la Falémé à Kidira. Régime naturel sur la période 1950-2011

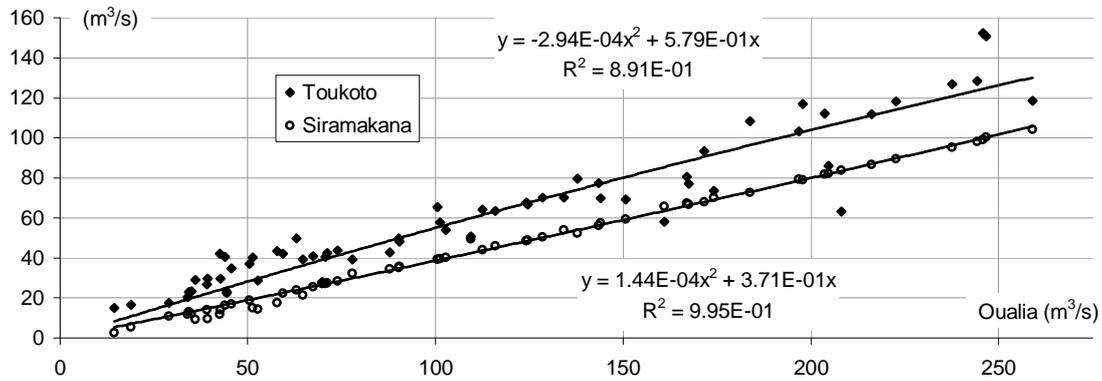


Figure 9.12.1.E : comparaison des modules annuels du Bakoye à Toukoto et du Baoulé à Siramakana avec ceux du Bakoye à Oualia. Régime naturel sur la période 1950-2011

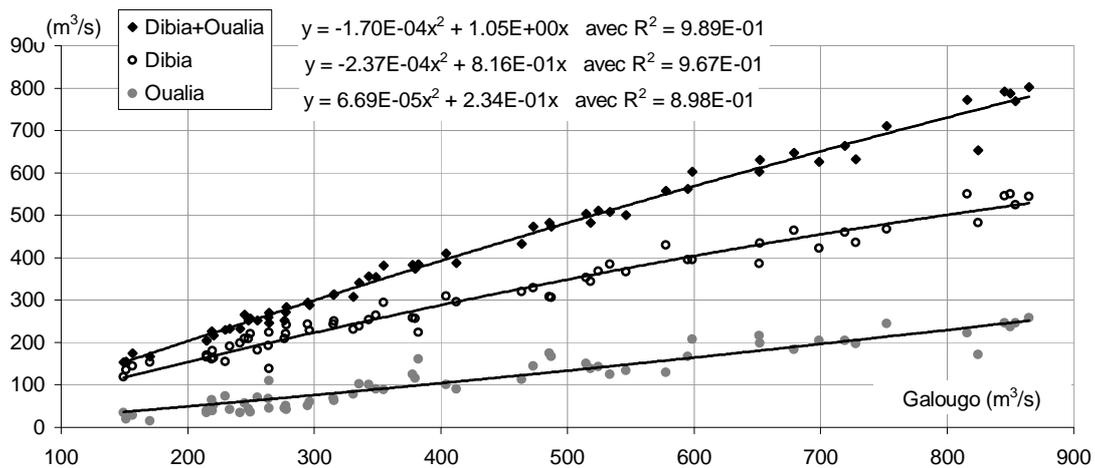


Figure 9.12.1.F : comparaison des modules annuels du Bafing à Dibia et du Bakoye à Oualia avec ceux du Sénégal à Galougo. Régime observé sur la période 1950-2010

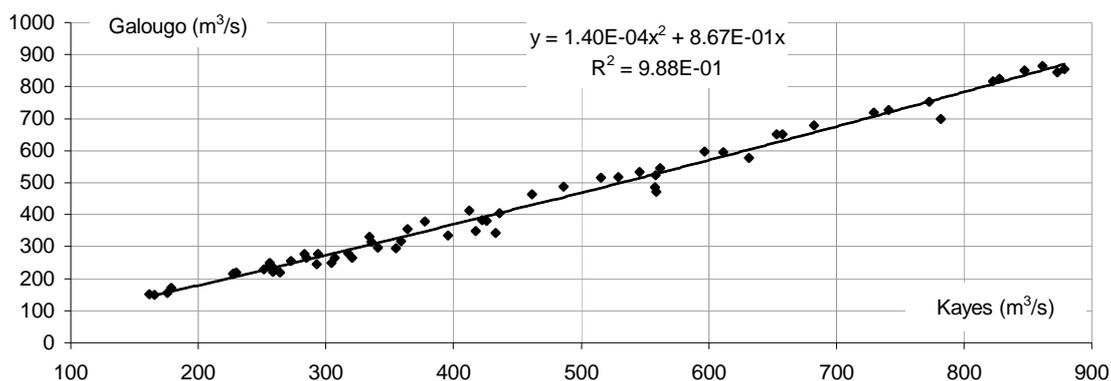


Figure 9.12.1.G : comparaison des modules annuels du Sénégal à Galougo avec ceux du Sénégal à Kayes. Régime observé sur la période 1950-2010

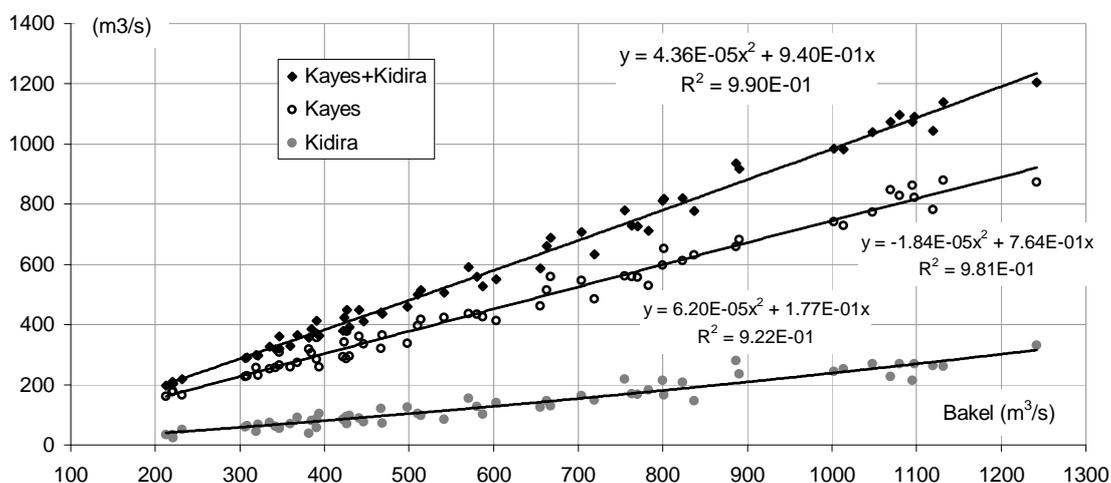


Figure 9.12.1.H : comparaison des modules annuels du Sénégal à Kayes et de la Falémé à Kidira avec ceux du Sénégal à Bakel. Régime observé sur la période 1950-2010

9.12.2 Vallée : évaporation et infiltration

Contrairement au haut bassin, on constate à l'aval de Bakel une tendance à la décroissance des volumes écoulés de l'amont vers l'aval (fig. 9.12.2.A). Ceci s'explique par la grande faiblesse des apports au fleuve sur cette partie du bassin, insuffisants pour compenser : i) d'importants prélèvements destinés surtout à l'agriculture ; ii) de fortes pertes par infiltration et surtout par évaporation, favorisées par les débordements de crue partiellement piégés sur le lit majeur ; iii) des volumes non négligeables transférés vers les lacs de Guiers et de R'Kiz. Sur la période 1903-1982, le débit moyen écoulé à Dagana (assez imprécis, pour les raisons évoquées plus haut) ne représente ainsi que 88% du débit écoulé à Bakel. A Diama, sur la période 1987-2009 cette fois, cette proportion tombe à 75%. Par ailleurs, le débit perdu entre Bakel et Diama a une certaine tendance à augmenter avec le débit passé à Bakel (fig. 9.12.2.B). Enfin, les raisons suivantes peuvent expliquer le fait que les pertes de débit entre Bakel et Diama soient bien supérieures à celle que l'on constate entre Bakel et Dagana :

- Avec le soutien d'étiage, les différents prélèvements effectués dans le fleuve pour l'agriculture à l'aval de Bakel, alimentant l'infiltration et l'évaporation, ont considérablement augmenté depuis 1987. Or le bilan est effectué avant cette date entre Bakel et Dagana, et après entre Bakel et Diama.

- Malgré la faible distance séparant Dagana et Diama, le fleuve perd des débits importants sur ce tronçon, en particulier par la Tahouey vers le lac de Guiers et par le Garak vers le lac de Rkiz.

Les données disponibles permettent d'estimer l'ordre de grandeur des pertes par évaporation et par infiltration du fleuve Sénégal entre Bakel et Diama. Les calculs sont effectués avec les notations ci-dessous, en distinguant deux stocks d'eau dans la portion de vallée comprise entre les deux stations : i) le stock présent au dessus du sol sur l'ensemble des zones submergées (dans le lit mineur du fleuve, les zones du lit majeur inondées par la crue, les périmètres irrigués en cours d'irrigation, le lac de Guiers, le lac de R'Kiz et le réservoir de Diama) ; ii) le stock présent dans le sol superficiel.

Notations :

- Q_b : débit du fleuve Sénégal à Bakel
- Q_{e1} : débit d'évaporation du stock d'eau présent au dessus du sol sur l'ensemble des zones submergées
- Q_{e2} : débit de l'évaporation directe vers l'atmosphère du stock d'eau contenu dans le sol superficiel. Ce débit agit sur les parties non submergées de la vallée, qui incluent entre autres les zones du lit majeur non recouvertes d'eau et les périmètres irrigués hors période d'irrigation.
- Q_{en} : évaporation nette ($Q_{en1}=Q_{e1}-Q_{p1}$ et $Q_{en2}=Q_{e2}-Q_{p2}$)
- Q_d : débit du fleuve Sénégal à Diama
- Q_{p1} : débit de la pluie alimentant le stock d'eau en surface. Tout comme Q_{e1} , ce débit concerne l'ensemble des zones submergées de la vallée.
- Q_{p2} : débit de la pluie alimentant directement le stock d'eau dans le sol superficiel. Tout comme Q_{e2} , ce débit agit sur les zones non submergées de la vallée.
- Q_{i1} : débit infiltré net passant du stock d'eau de surface vers le stock d'eau situé dans le sol superficiel. Ce débit inclut les flux positifs se produisant en période de hautes eaux (alimentation du sol par le fleuve) et les flux négatifs se produisant éventuellement le reste du temps (retour d'eau du sol vers le fleuve). Il concerne les zones submergées de la vallée.
- Q_{i2} : débit net percolé du sol superficiel vers une nappe profonde, sans retour vers le fleuve
- Q_{s1} : débit stocké au dessus du sol sur les zones submergées
- Q_{s2} : débit stocké dans le sol superficiel
- Q_{t1} : débit soustrait du stock de surface, en plus de l'évaporation et de l'infiltration qui agissent directement sur ce stock. Ce débit inclut les transferts d'eau du lac de Guiers vers le Ferlo, ainsi que les prélèvements destinés à l'alimentation en eau potable.
- S_1 : superficie de l'ensemble des zones submergées de la vallée

- $V1$: volume d'eau présent à la surface du sol, sur l'ensemble des zones submergées de la vallée

Appliqué sur les stocks d'eau situés respectivement à la surface du sol et dans le sol superficiel, le principe de conservation de masse donne les relations suivantes :

$$Q_b = Q_d + Q_{en1} + Q_{i1} + Q_{s1} + Q_{t1}$$

$$Q_{i1} = Q_{i2} + Q_{en2} + Q_{s2}$$

On peut raisonnablement admettre que le stock d'eau contenu le 1^{er} mai dans le sol superficiel de la vallée diffère assez peu d'une année sur l'autre. Le terme Q_{s2} peut donc être négligé dans la relation ci-dessus, lorsque celle-ci est intégrée sur une année hydrologique (entre la date $d1$ (1^{er} mai de l'année i) et la date $d2$ (30 avril de l'année $i+1$)). Les valeurs moyennes annuelles des différents débits vérifient alors la relation suivante :

$$Q_{i2} + Q_{en2} \approx Q_{i1} = Q_b - Q_d - Q_{en1} - (V1(d2) - V1(d1)) / (d2 - d1) - Q_{t1}$$

On peut calculer le membre de droite de cette égalité en estimant ainsi ses différents termes :

- La moyenne annuelle du débit Q_b du fleuve Sénégal à Bakel est calculée à partir des valeurs moyennes journalières de Q_b , connues pour le régime observé
- La moyenne annuelle du débit Q_d du fleuve Sénégal à Diama est calculée à partir des valeurs moyennes journalières de Q_d , connues pour le régime observé
- La moyenne annuelle du débit Q_{t1} transféré vers l'extérieur de la vallée est supposée égale à $2 \text{ m}^3/\text{s}$.
- La moyenne annuelle du débit Q_{en1} est calculée à partir des valeurs moyennes mensuelles de $Q_{en1} = S1 \times (E - P)$, en adoptant :
 - o pour l'évaporation E : les valeurs moyennes interannuelles d'évaporation mensuelle évaluées par Cogels sur le lac de Guiers (fig. 9.10.C)
 - o pour la pluie P : les précipitations mensuelles observées à Dagana (fig. 9.10.D), reconstituées par valeurs moyennes en 1991 et à partir de 2005
 - o pour la superficie $S1$ au 15 de chaque mois, la somme des superficies suivantes :
 - S_g : lac de Guiers (calculée à partir du niveau observé du lac et de la relation de cubature (fig. 9.10.B))
 - S_r : lac de R'Kiz (supposée égale à $0.43S_g$)
 - S_d : réservoir de Diama (estimée à 235 km^2 par sondage sur Google Earth entre Diama et Rosso, entre les endiguements)
 - S_n : lit mineur entre Bakel et Rosso (évaluée à 178 km^2 à partir de largeurs moyennes estimées par sondage sur Google Earth : 253 m entre Bakel et la défluence du Doué ; 267 m au passage de l'Île à Morphil ; 316 m entre la confluence Sénégal/Doué et Rosso)

- Si : périmètres irrigués en cours d'irrigation. Ces superficies sont calculées à partir des valeurs publiées par Bonneau (2001), qui détaillent les différentes superficies exploitées en culture irriguée sur les deux rives du fleuve en 2000. Exprimées en hectares, les valeurs suivantes sont obtenues pour Si ; mai : 18476 ; juin : 7800 ; juillet à octobre : 56788 ; novembre : 64253 ; décembre à janvier : 15265 ; février à avril : 23942.
 - Sj : zones du lit majeur inondées par la crue annuelle. On fait l'hypothèse que cette superficie, nulle du 1^{er} janvier au 31 juillet, varie ensuite linéairement de 0 km² à Smax entre le 1^{er} août et le 1^{er} octobre puis de Smax à 0 km² entre le 1^{er} octobre et le 31 décembre. On adopte pour Smax les valeurs maximales annuelles de superficie inondée observées de façon directe ou indirecte entre Matam et Podor (tab. 9.11), reconstituées après l'année 2000 à partir des cotes maximales annuelles observées à Salde (par la relation présentée sur la figure 9.11.B).
- La variation V1(d2)-V1(d1), entre les dates d1 et d2, du volume d'eau présent en surface sur l'ensemble de la vallée, est calculée en sommant les variations observées sur la retenue de Diama (variation de niveau multipliée par Sd), sur le lac de Guiers (variation du volume Vg déduite de la variation de niveau observé avec la relation de cubature) et sur le lac de R'Kiz (variation de volume supposée égale à 0.43 fois la variation observée sur le lac de Guiers).

Bien que déterminé à partir de nombreuses données observées, le débit infiltré net Qi1 sur les zones submergées est obtenu au prix d'hypothèses très simplificatrices. Ses valeurs moyennes annuelles doivent donc être considérées avec une certaine prudence.

Parmi les résultats obtenus sur la période de mai 1995 à avril 2010 (tableau 9.12.2), ceux de l'année hydrologique 2000-2001 se distinguent par une valeur fortement négative de Qi1, contrairement aux valeurs positives ou nulles obtenues le reste du temps. Cette valeur ne peut s'expliquer que par des apports intermédiaires très élevés entre Bakel et Diama (non confirmés par la pluviométrie observée cette année là à Dagana, plutôt moyenne), une incohérence du modèle conceptuel adopté (non confirmée par les résultats obtenus les autres années, plutôt cohérents) ou certaines erreurs dans les données. Jugé douteux, ce résultat est exclu de l'analyse.

La figure 9.12.2.C montre que la perte de débit Qb-Qd entre Bakel et Diama (115 m³/s en moyenne) s'explique essentiellement par l'évaporation nette Qen1 (moyenne : 89 m³/s) et l'infiltration nette Qi1 (moyenne : 23 m³/s) qui agissent sur les zones submergées. Le débit Qs1 stocké en surface (compris entre -1 et 3 m³/s), tout comme le débit Qt transféré vers l'extérieur du bassin (2 m³/s) n'interviennent que de façon très secondaire dans le bilan.

L'évaporation nette est en moyenne presque quatre fois plus forte que l'infiltration nette. Par contre, la seconde a une amplitude de variation interannuelle plus élevée de 72% que la première. Ceci ne serait pas le cas si, comme le débit évaporé sur les zones submergées, le débit infiltré était proportionnel à la superficie recouverte d'eau. En fait, les flux infiltrés sont très probablement hétérogènes, avec des valeurs faibles dans les zones basses très colmatées (lit mineur du fleuve, fond des lacs de Guiers et de R'Kiz, réservoir de Diama) et des valeurs plus élevées sur le lit majeur. Ces différences, qui expliquent la plus forte variabilité de l'infiltration, montrent le grand intérêt de l'inondation du lit majeur du fleuve pour la recharge des aquifères de la région. Cet intérêt est confirmé par la figure 9.12.2.D, qui montre une croissance globale du volume infiltré net annuel (intégration de Qi1 sur une

année) en fonction de la valeur maximale de cote moyenne sur 39 jours consécutifs observée à l'échelle de Bakel.

Enfin, on gardera à l'esprit que le débit infiltré net Q_{i1} évalué ici représente le bilan des échanges entre eau de surface et eau dans le sol superficiel. Il conviendrait de lui soustraire une reprise évaporatoire (évaporation nette Q_{en2} agissant sur les zones non submergées) dont l'importance reste à déterminer, pour obtenir le débit Q_{i2} de recharge des nappes sans retour vers le fleuve.

année hydrologique	débit du fleuve Qb	débit du fleuve Qd	stockage Qs1	évaporation Qe1	pluie Qp1	évaporation nette Qen1 = Qe1 - Qp1				infiltration nette Qi1 ≈ Qi2 + Qen2
	Bakel	Diama	ensemble des zones submergées	ensemble des zones submergées	ensemble des zones submergées	Guiers + R'Kiz + Diama + lit mineur	surfaces en cours d'irrigation	lit majeur submergé	ensemble des zones submergées	ensemble des zones submergées
1995	587	434	1.81	107	11	54	22	21	97	52
1996	335	237	1.63	93	16	50	20	7	77	18
1997	368	263	1.38	98	12	53	22	11	86	16
1998	467	342	2.91	107	27	49	18	13	81	39
1999	770	630	-0.68	120	12	55	22	31	107	31
2000	424	357	-0.35	101	6	56	23	16	94	-30
2001	441	331	2.92	100	18	52	20	11	82	24
2002	391	276	-0.44	96	9	56	22	9	87	27
2003	763	612	-0.15	116	18	54	21	22	98	52
2004	385	296	-0.07	94	7	56	23	9	87	0
2005	514	420	0.36	98	12	54	21	11	86	5
2006	347	263	0.90	91	11	54	21	5	80	1
2007	542	412	1.18	116	15	55	21	24	100	26
2008	510	403	-0.84	102	13	55	21	13	89	17
2009	581	468	0.04	110	14	55	21	19	95	15
moyenne	500	385	0.78	104	14	54	21	15	89	23

Tableau 9.12.2 : bilan de volume du fleuve Sénégal entre Bakel et Diama sur la période de mai 1995 à avril 2010. Débits (m³/s) écoulés à Bakel et Diama, et stockés, évaporés et infiltrés sur les différentes zones submergées intermédiaires (grisé : valeurs exclues)

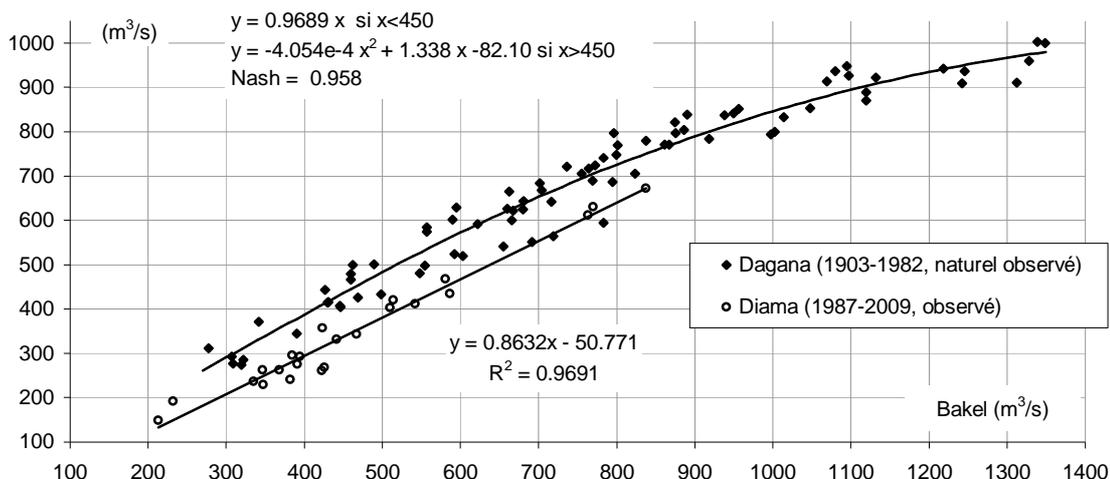


Figure 9.12.2.A : comparaison des modules annuels observés du Sénégal à Dagana (période 1903-1982) et à Diama (période 1987-2009) avec ceux du Sénégal à Bakel.

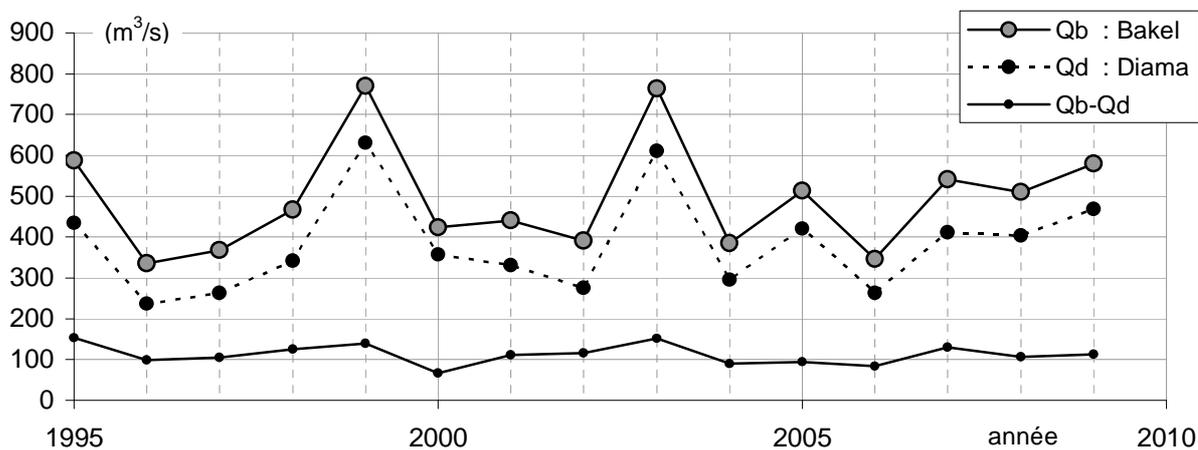


Figure 9.12.2.B : débit moyen annuel (mai année n à avril année n+1) du fleuve Sénégal à Bakel et à Diama, et pertes entre les deux stations

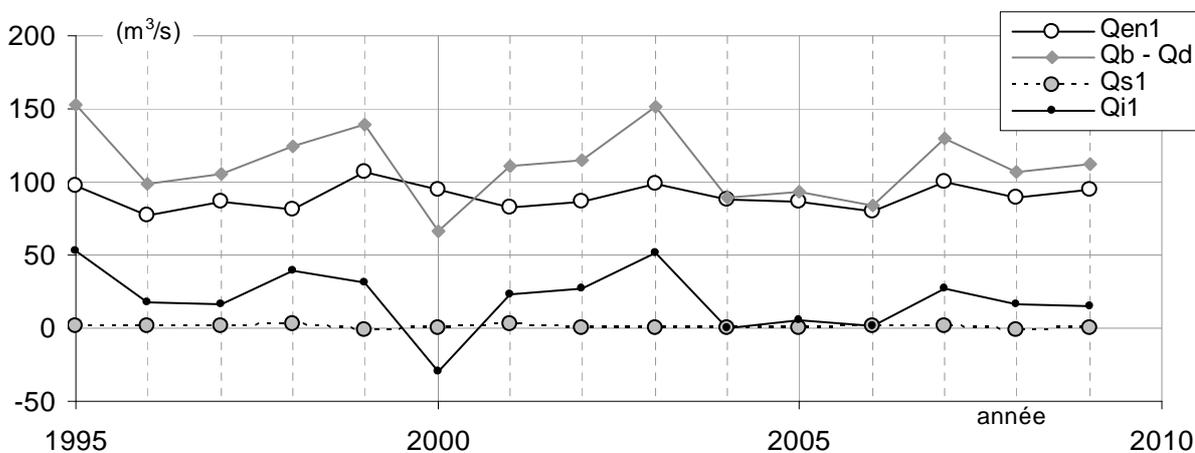


Figure 9.12.2.C : débit moyen annuel (mai année n à avril année n+1) évaporé net (Qen1), stocké (Qs1), infiltré (Qi1) et total perdu (Qb-Qd) dans la vallée du fleuve Sénégal entre Bakel et Diama

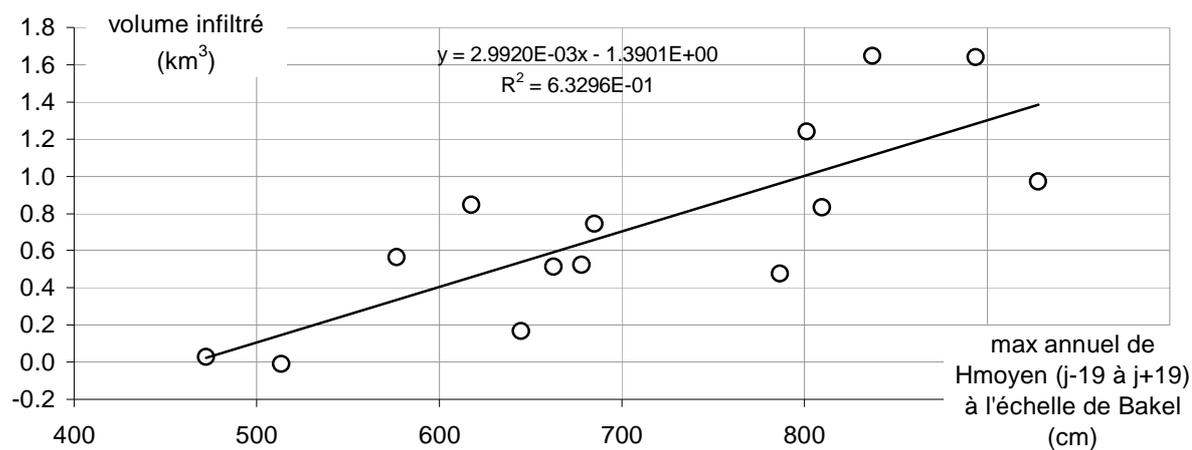


Figure 9.12.2.D : relation entre la valeur maximale annuelle de la cote moyenne sur 39 jours consécutifs à l'échelle de Bakel et le volume infiltré annuel entre Bakel et Diama. Période 1995-2009, hormis l'année 2000.

9.13 LIGNES D'EAU OBSERVEES DEPUIS 1987 ENTRE DIAMA AMONT ET AMBIDEDI

L'objectif de ce chapitre consiste à décrire l'évolution du niveau de surface libre du fleuve en fonction de la distance d'écoulement jusqu'au pont Faidherbe de Saint-Louis, notée PK. L'analyse concerne le bief Diama-Ambidedi (851 km) pour le régime d'écoulement observé actuel, influencé par les barrages de Manantali et Diama.

Contrairement aux lignes d'eau théoriques calculées avec le logiciel Corediam pour différents scénarios de cote à Kaédi et Diama amont (cf § 7.2), les lignes d'eau déterminées ici sont calculées de façon statistique à partir des chroniques de cotes du régime effectivement observé depuis 1987.

Une première représentation des lignes d'eau est effectuée à partir des cotes caractéristiques d'étiage et de crue sur 10, 30 et 90 jours déterminées sur la période 1987-2011 pour le régime observé (cf § 9.5, 9.7 et 9.8.2). Sur chacune de ces lignes d'eau (fig. 9.13.A à 9.13.C), les cotes absolues ne peuvent pas être considérées comme des valeurs atteintes simultanément aux différentes stations, du fait des délais de propagation importants sur le bief et de l'ouverture du barrage de Diama en période de crue.

Une seconde représentation est effectuée mois par mois (fig. 9.13.D à 9.13.I) à partir des chroniques de cotes médianes mensuelles des différentes stations. En première approximation, on peut admettre que pour chaque ligne d'eau médiane ainsi obtenue, les cotes absolues données pour les différentes stations sont des valeurs quasiment simultanées. Comme les précédentes, ces lignes d'eau sont tracées en interpolant linéairement les cotes entre les stations analysées, sans tenir compte d'éventuelles ruptures de pente liées à des singularités locales. Elles permettent cependant d'évaluer une pente moyenne de la surface libre, dont les ordres de grandeur sont donnés ci-dessous :

- D'Ambidedi à Bakel (85 km) : entre 5 et 7 cm/km pendant toute l'année.
- De Bakel à Boghe (415 km) : entre 2.4 et 2.9 cm/ km pendant toute l'année.
- De Boghe à Diama (351 km) : entre 0.01 et 0.05 cm/km de décembre à juin ; entre 0.13 et 1.40 cm/km de juillet à novembre (valeur maximale en septembre)

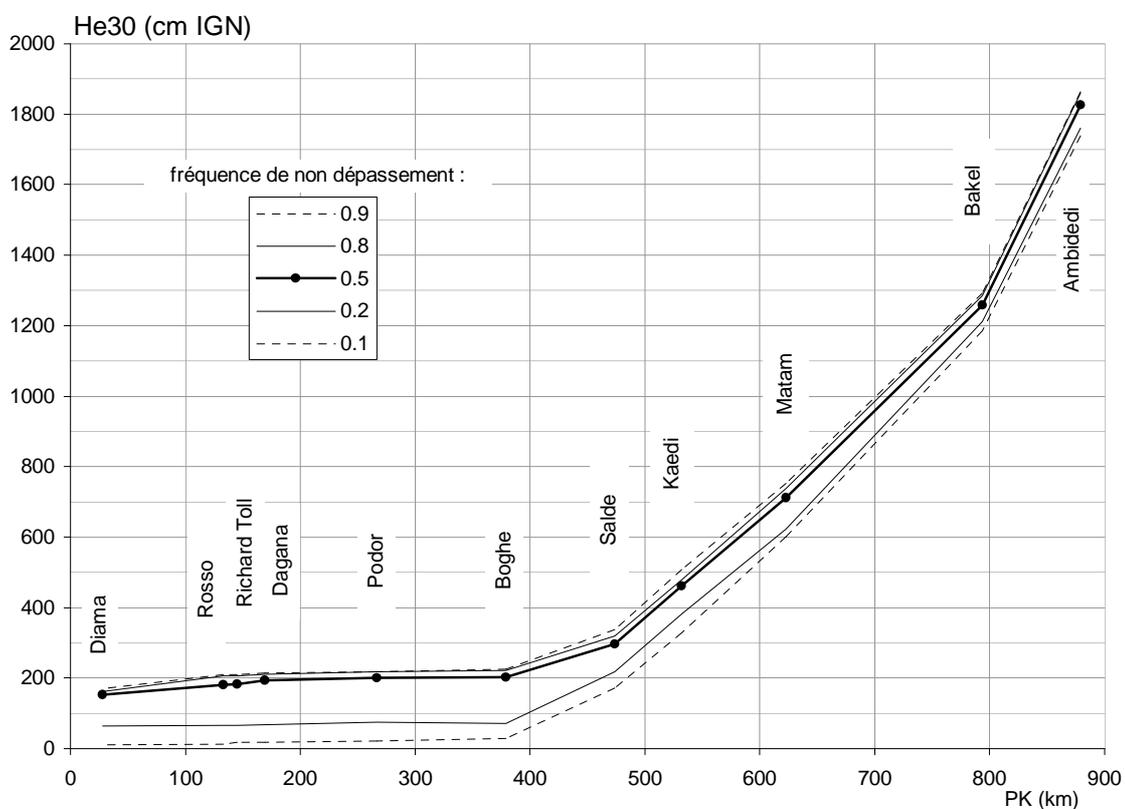
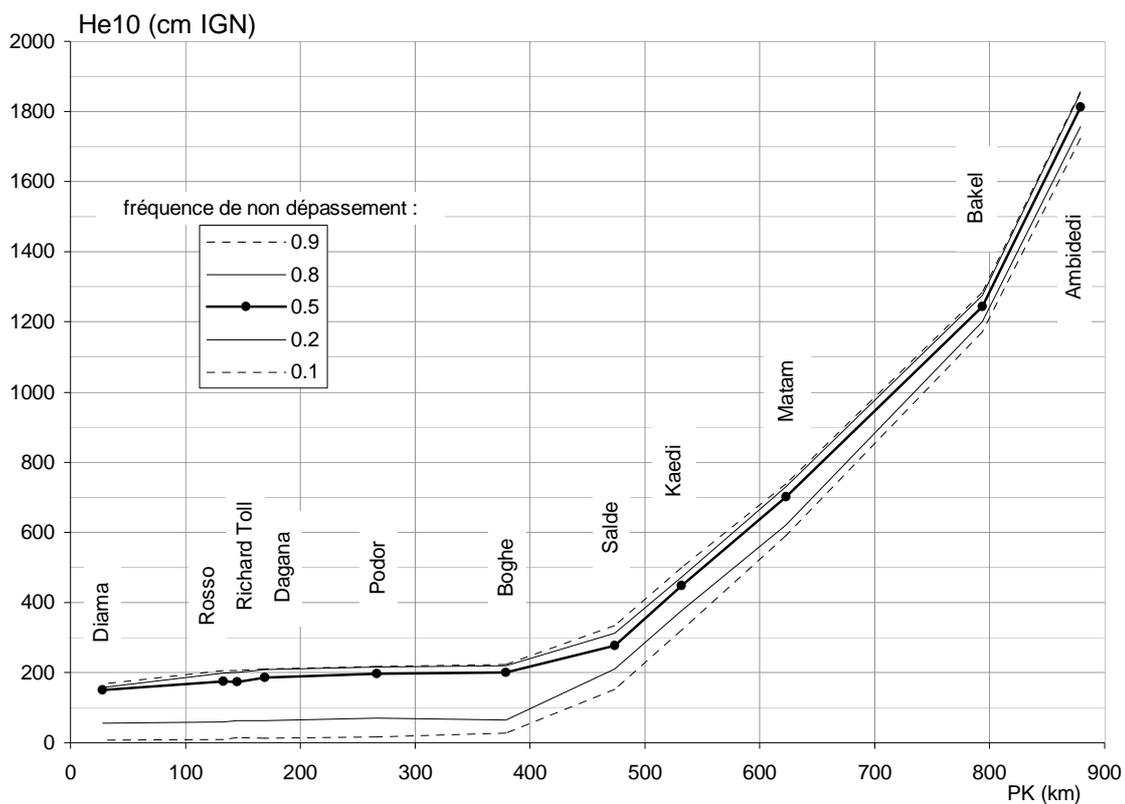


Figure 9.13.A : cotes caractéristiques d'étiage He10 et He30 exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

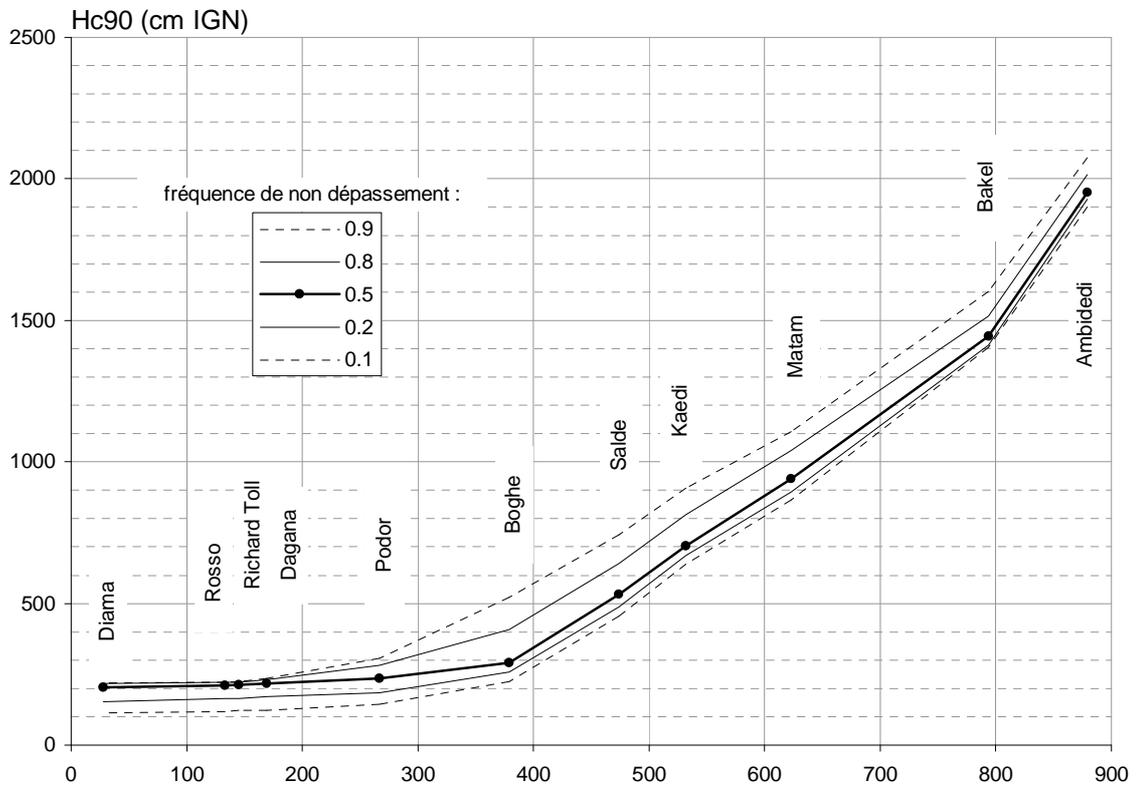
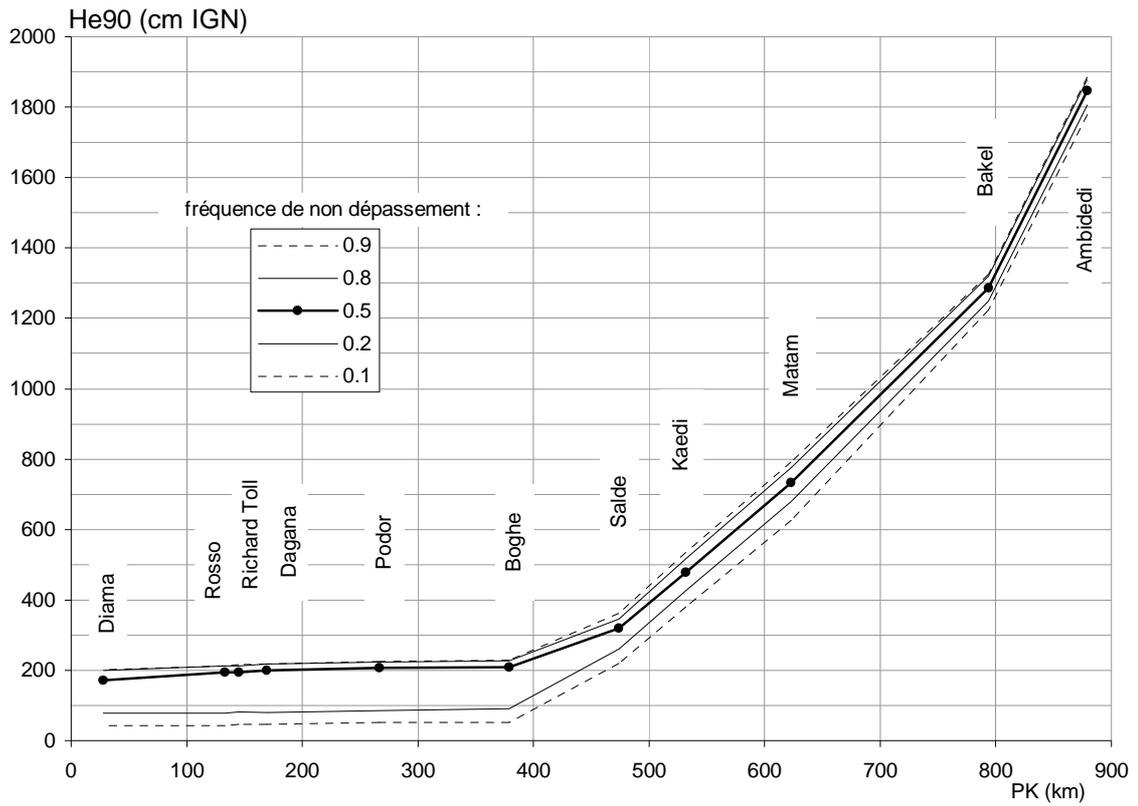


Figure 9.13.B : cotes caractéristiques d'étiage He90 et de crue Hc90 exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

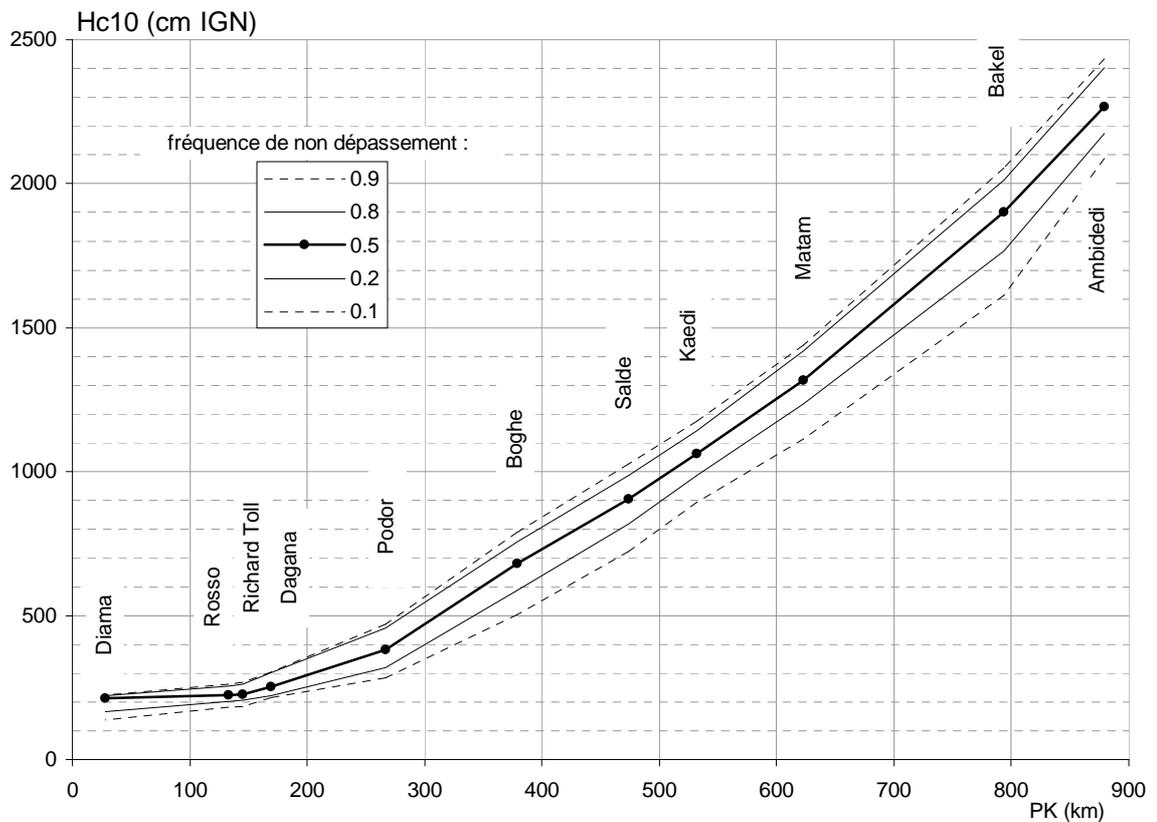
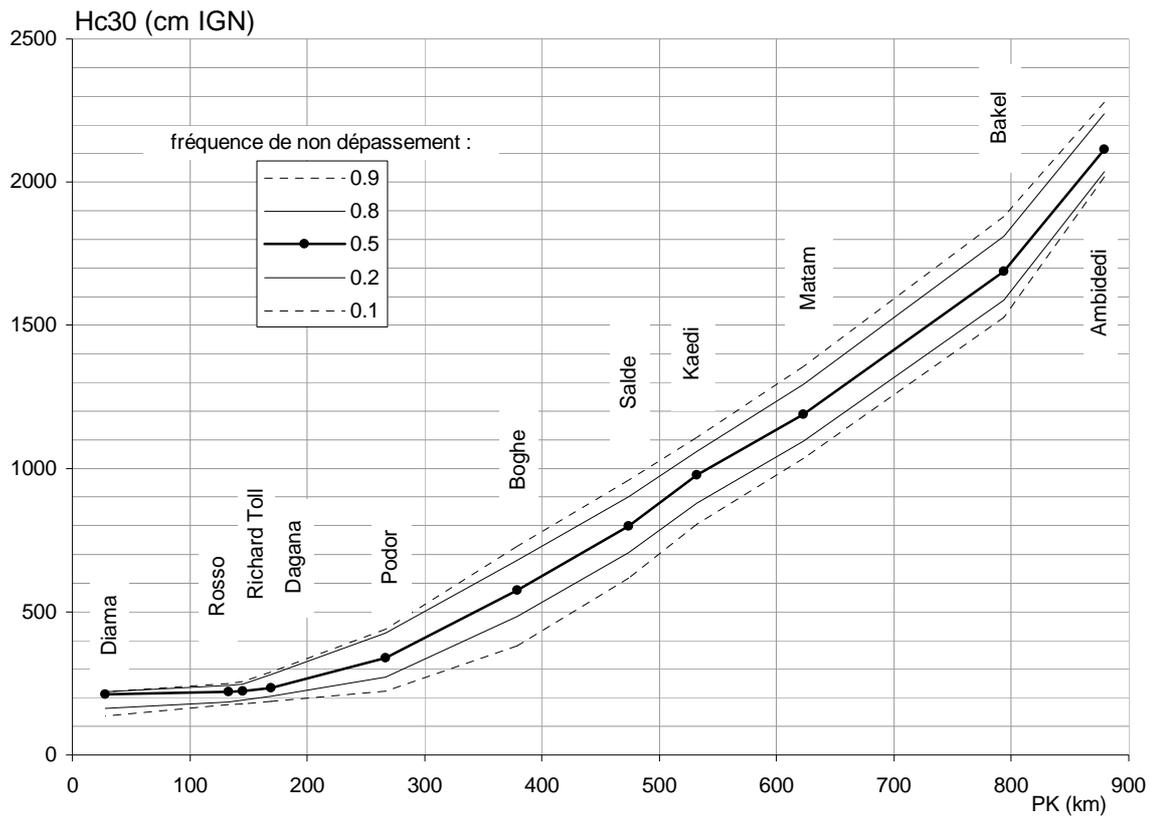


Figure 9.13.C : cotes caractéristiques de crue Hc30 et HC90 exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

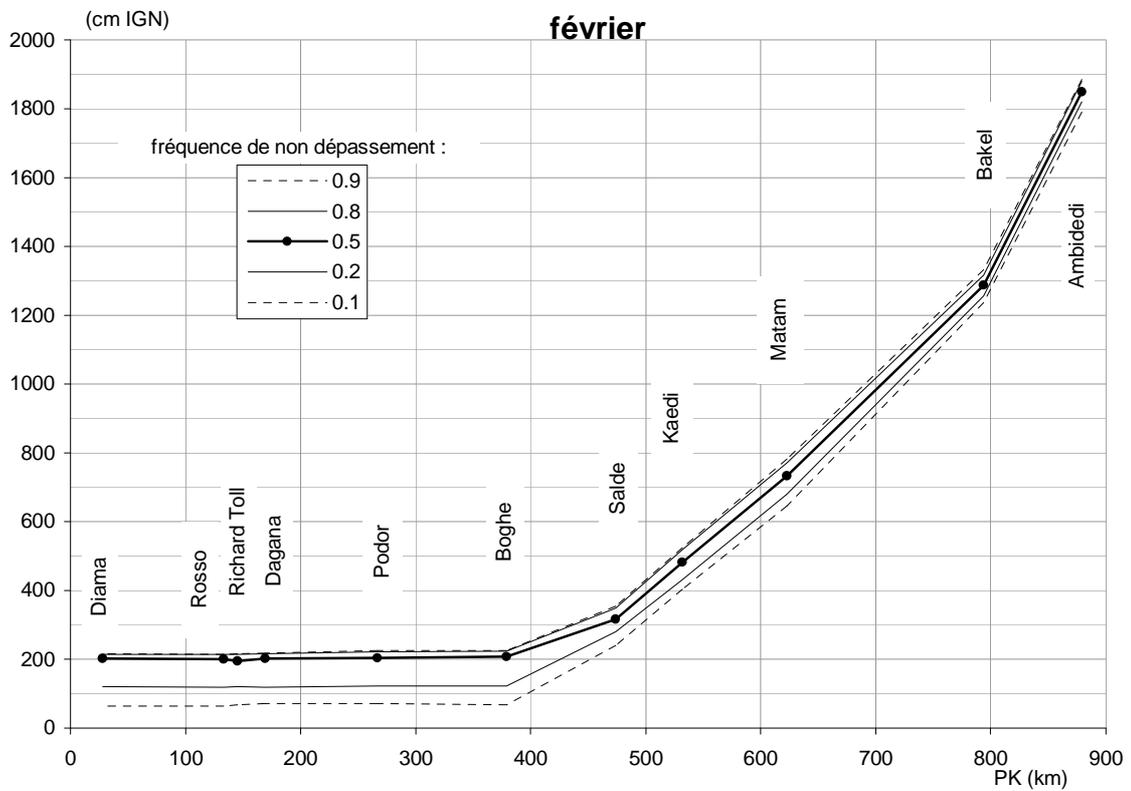
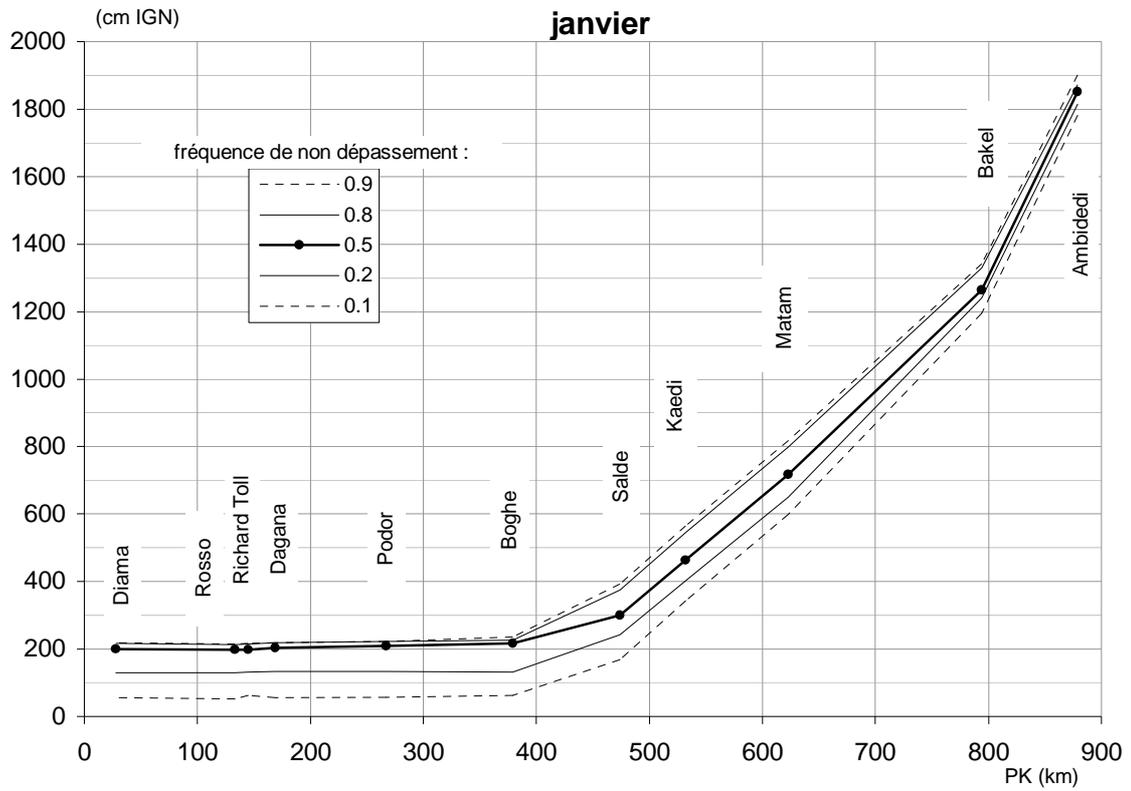


Figure 9.13.D : cotes médianes de janvier et de février exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

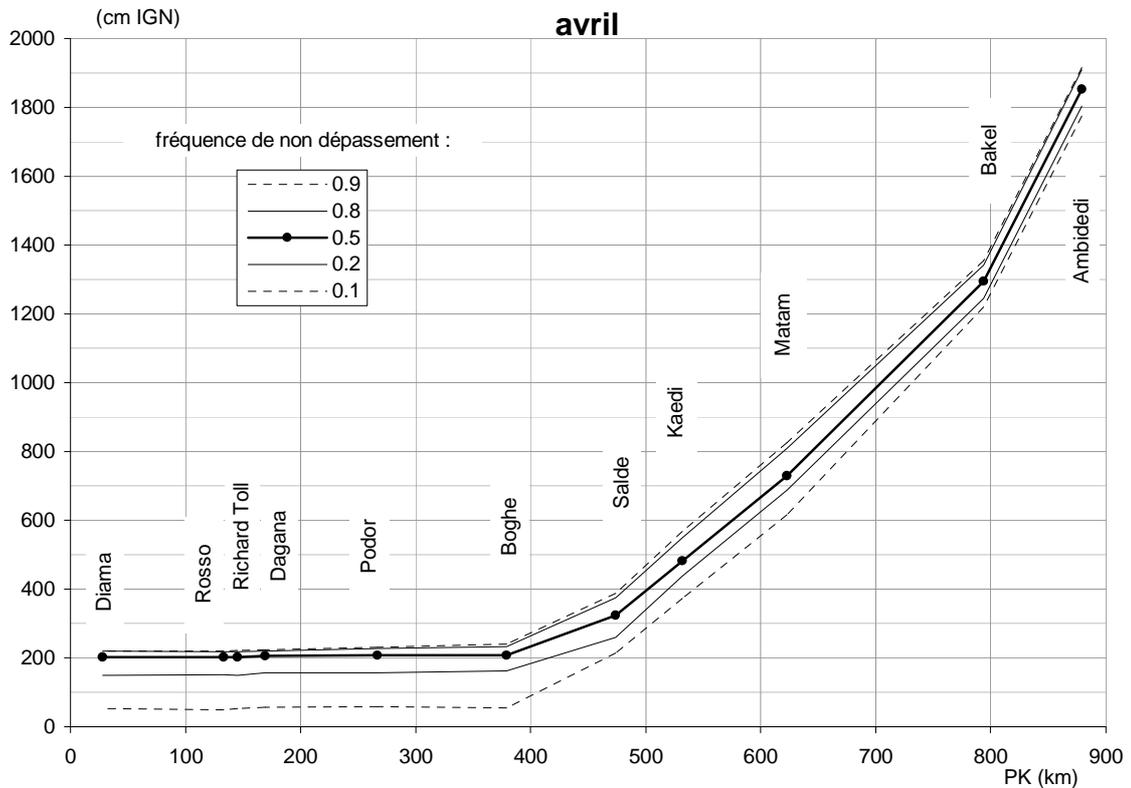
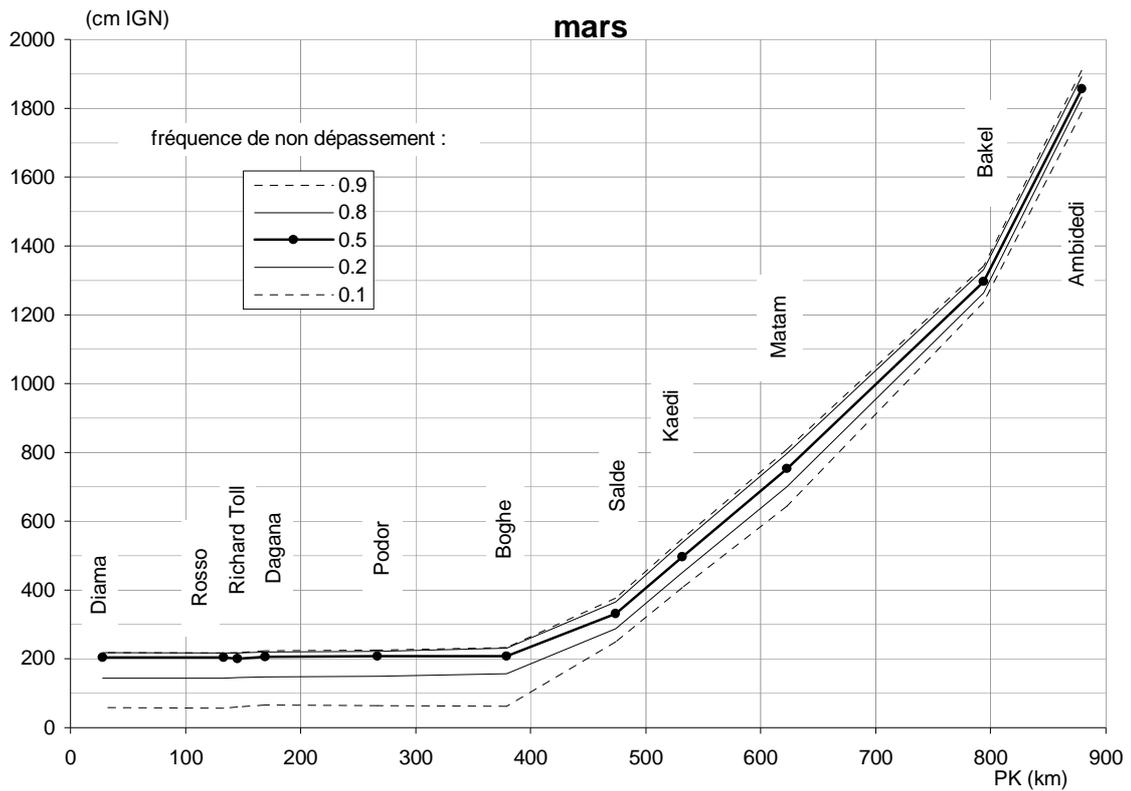


Figure 9.13.E : cotes médianes de mars et d'avril exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

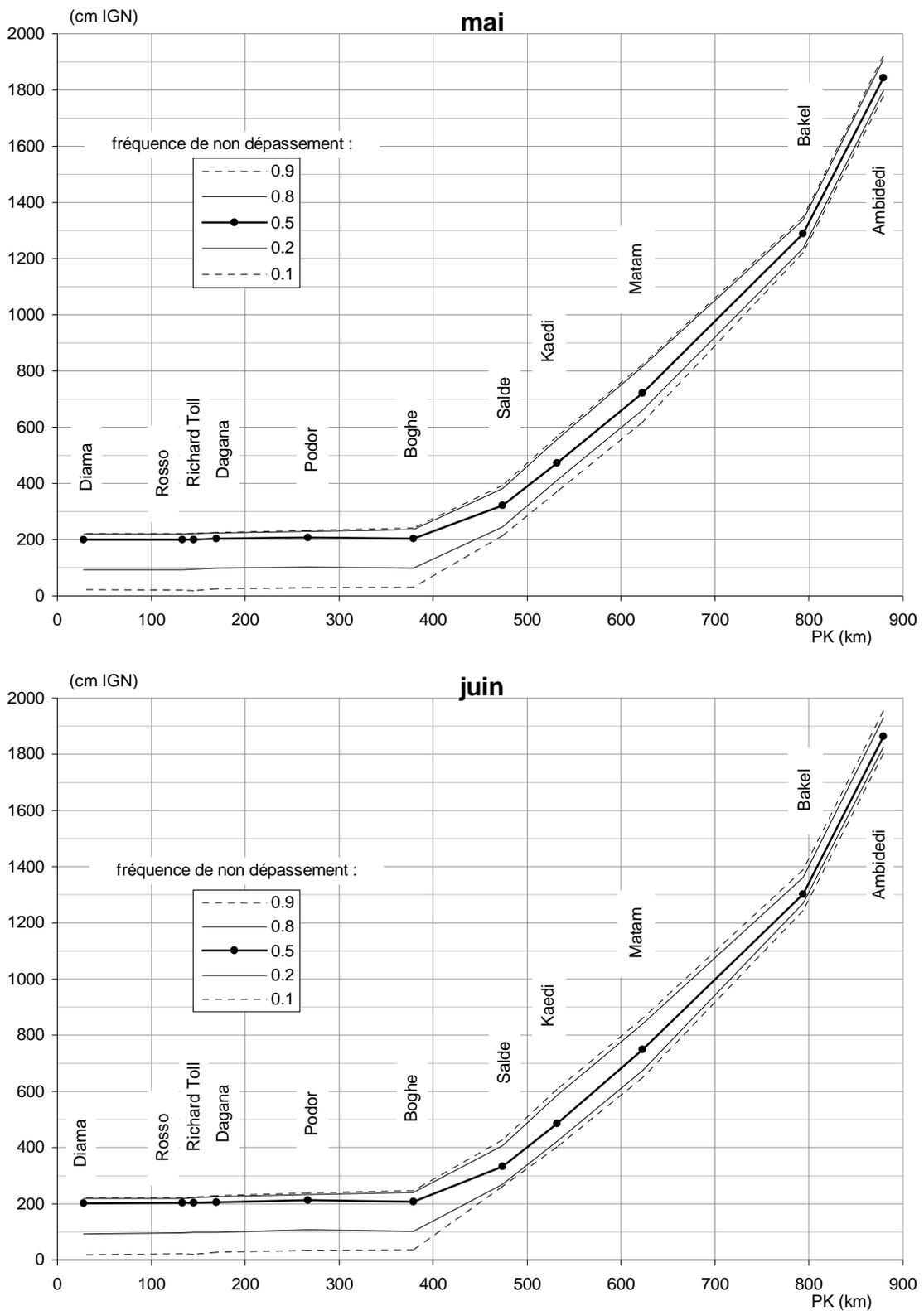


Figure 9.13.F : cotes médianes d'avril et de juin exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

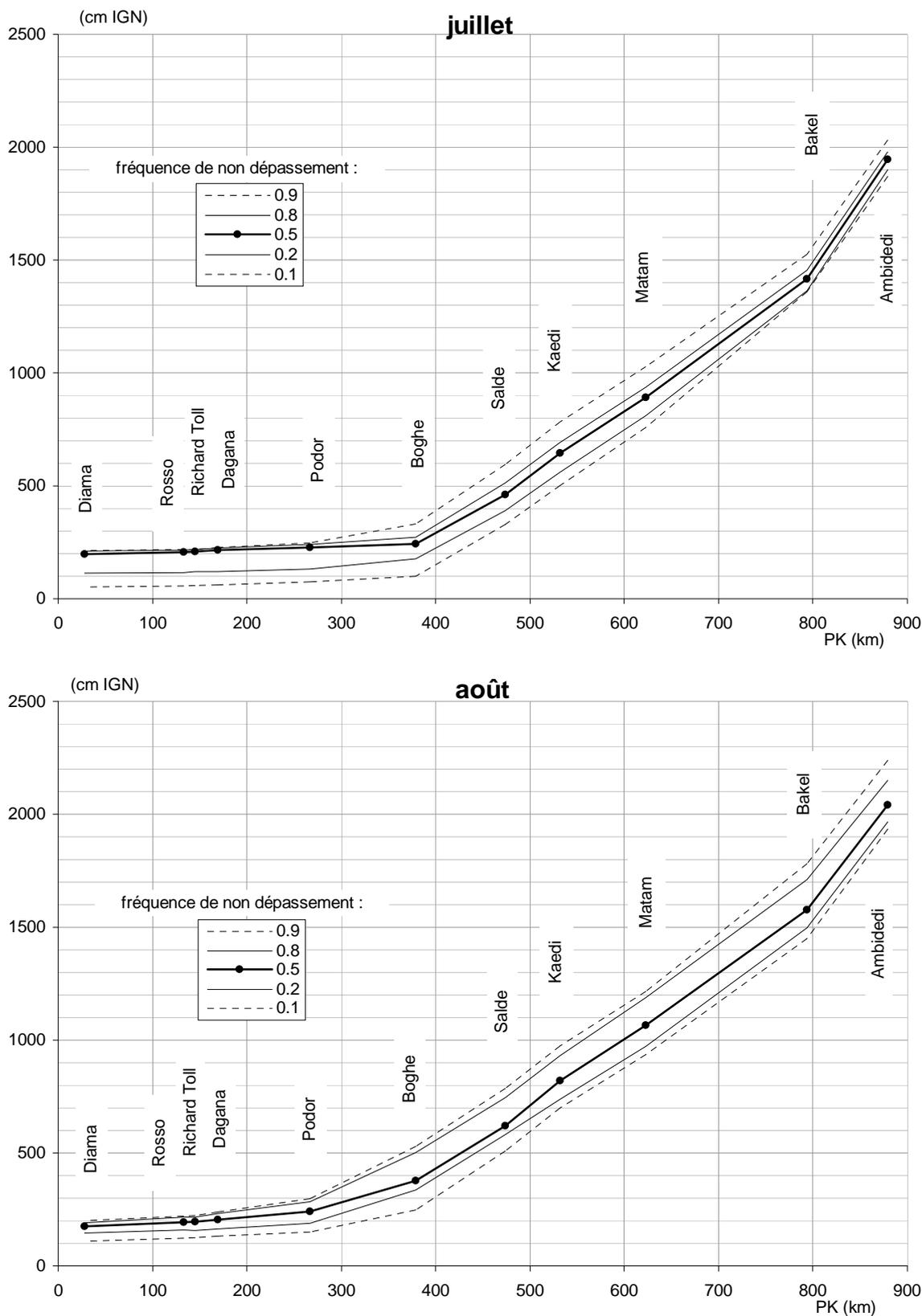


Figure 9.13.G : cotes médianes de juillet et d'août exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

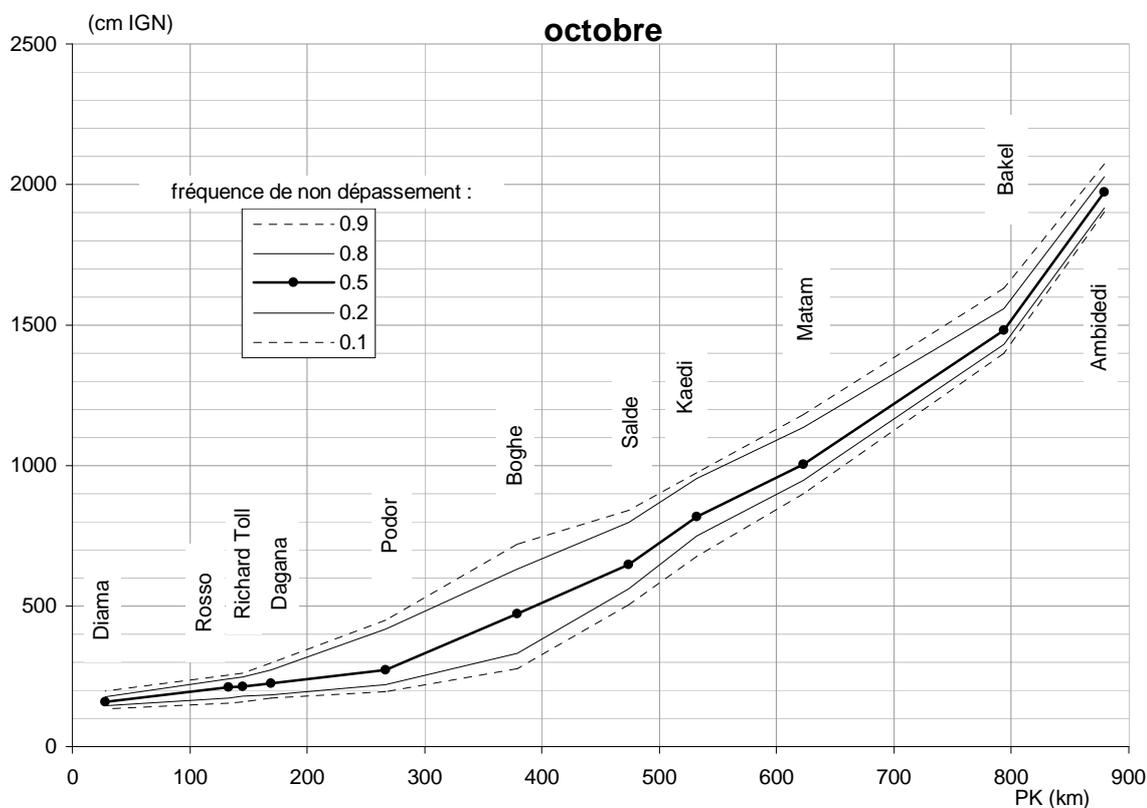
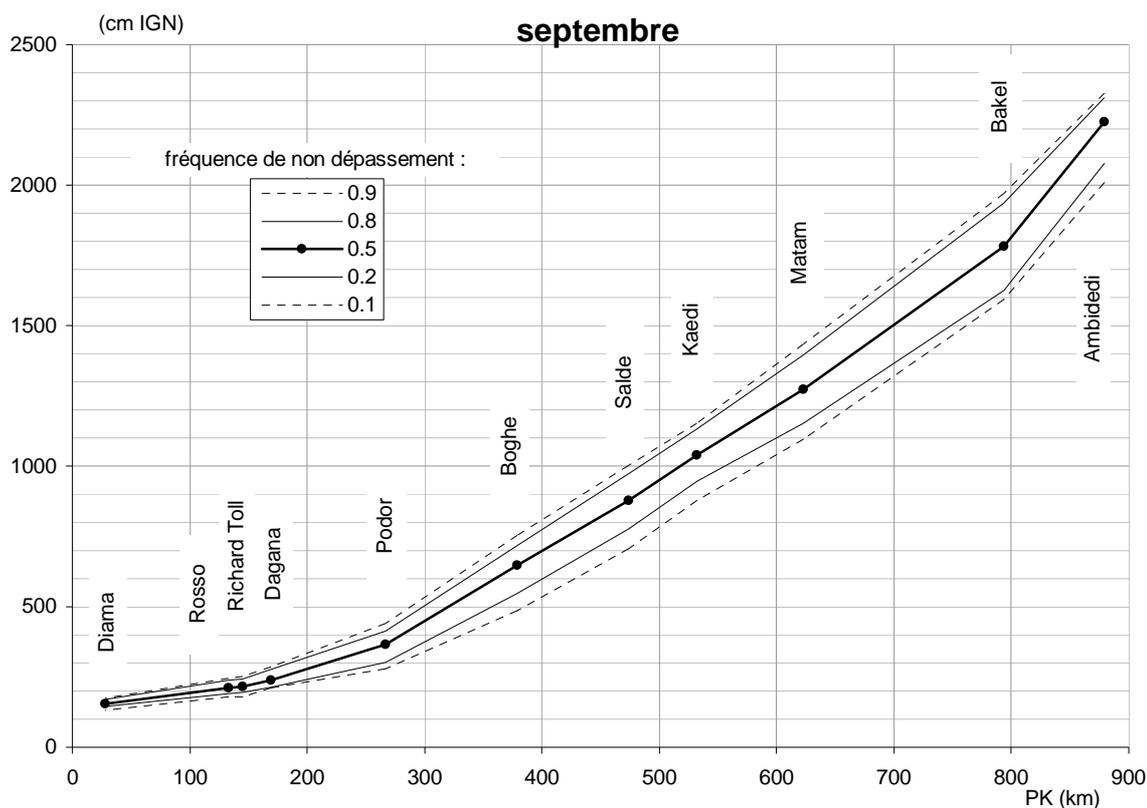


Figure 9.13.H : cotes médianes de septembre et d'octobre exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

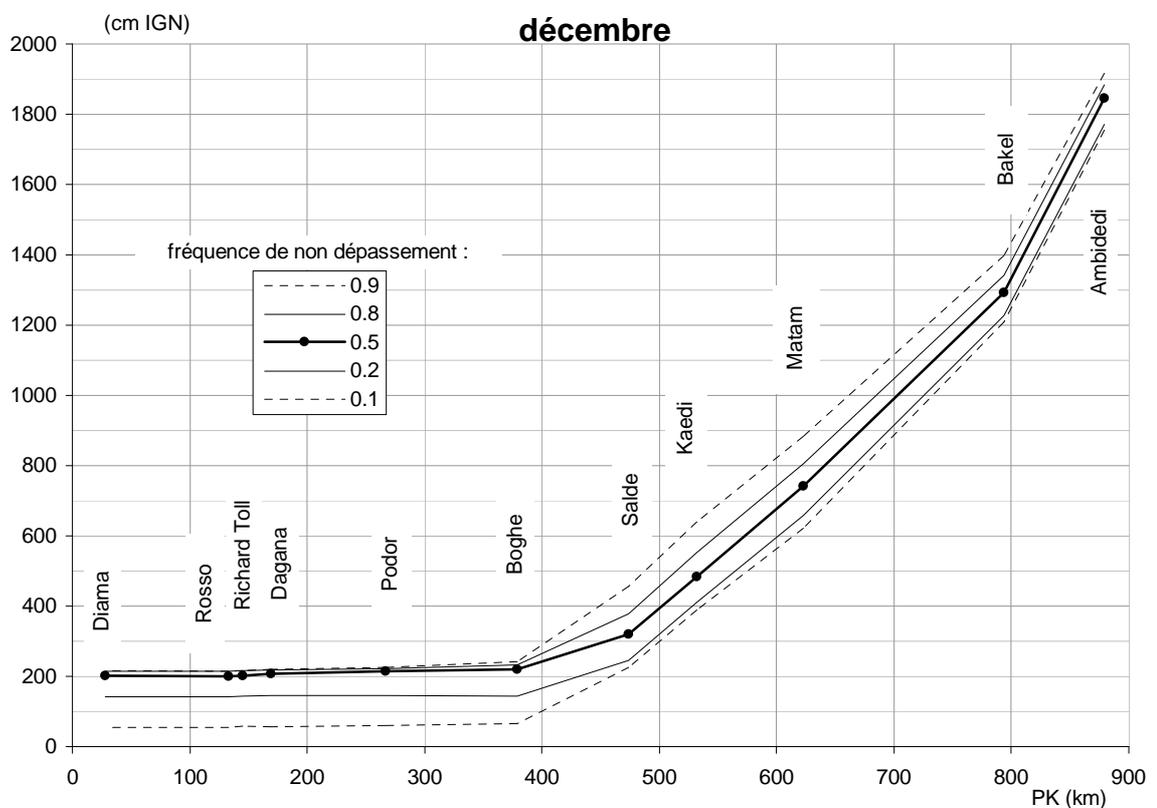
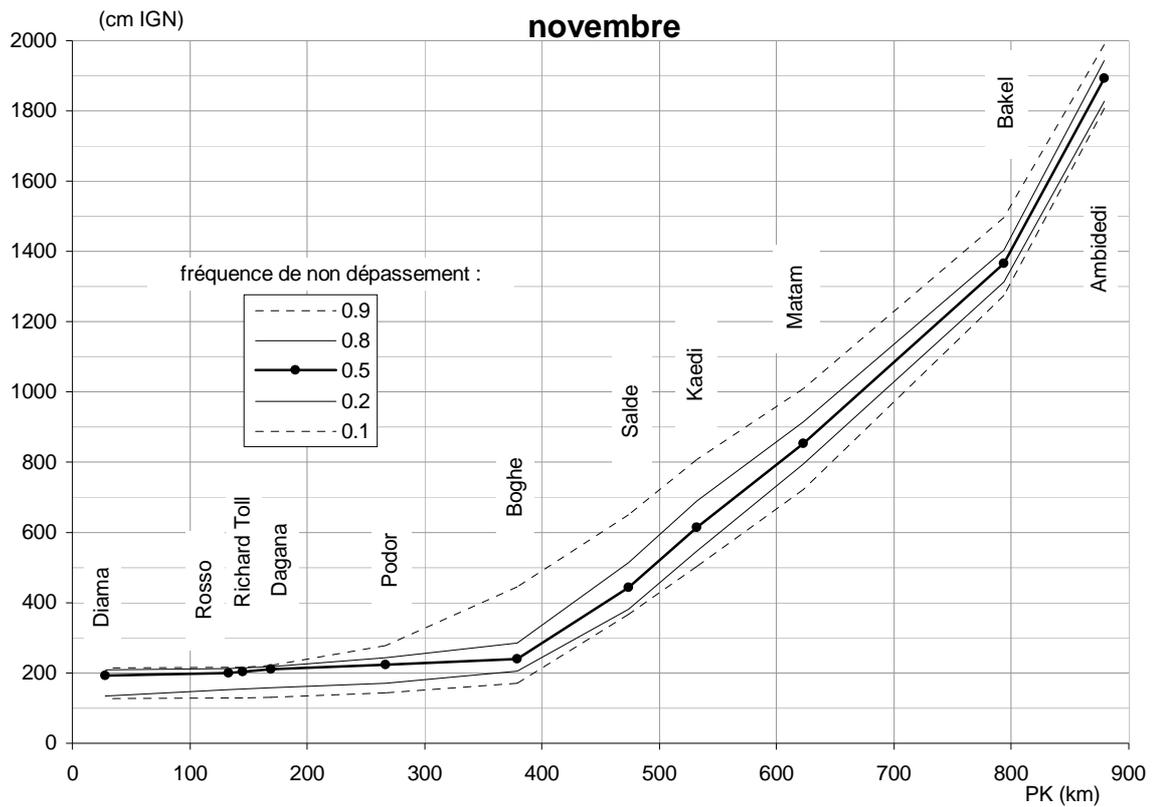


Figure 9.13.1 : cotes médianes de novembre et décembre exprimées en niveau absolu et représentées entre Diama amont et Ambidedi en fonction de la distance au pont de Saint-Louis. Valeurs décennales, quinquennales et médianes pour le régime d'écoulement observé sur la période de mai 1987 à décembre 2011

REFERENCES

- Bader JC, 1990. Homogénéisation et complétement de la banque de données hydrométriques du bassin du Sénégal en amont de Bakel. Marché FAC n° 9/87/OMVS du 15/12/1987. OMVS/ORSTOM, Dakar. 17 pp + 3 annexes
- Bader J.C., 1992. Courbe de remous du barrage de Diama sur le Sénégal. Modèle de prévision des cotes aux stations influencées par la retenue. Hydrologie continentale, vol7, n° 2, 83-98
- Bader J.C., 2009. Niveaux caractéristiques d'étiage et de crue du fleuve Sénégal dans le département de Podor. Statistique des futures valeurs probables, influencées par les barrages de Manantali et Diama. 67pp. (in Schéma directeur hydraulique du département de Podor, BRLI 2009)
- Bonneau M., 2001. Besoins en eau de l'agriculture irriguée et de l'agriculture de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal. POG, phase 3. OMVS/IRD, Mars 2001, Dakar, 105 pp.
- Cogels F.X., Niang A., Coly A., Gac J.Y., 1994. Le lac de Guiers. Etude générale du système lacustre et problématique de gestion. ORSTOM, Dakar. 68 pp.
- Durand P., Anselme B., Thomas Y.F., 2010. L'impact de l'ouverture de la brèche dans la langue de Barbarie à Saint-Louis du Sénégal en 2003 : un changement de nature de l'aléa inondation ? Cybergeog : European Journal of Geography [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, article 496, URL : <http://cybergeog.revues.org/23017> ; DOI : 10.4000/cybergeog.23017
- French R. H., 1994 Open channel hydraulics. Mac Graw Hill, New-York., 739 pp
- Gibb A., Electricité de France International, Euroconsult, 1987. Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS
- GREP, 2011. Lac de Guiers. Périls sur une ressource vitale. Les cahiers du GREP Sénégal, n°4, Dakar. 15 pp
- Lamagat J.P., 1983. Analyse de la vitesse de propagation des crues. Application à la prévision des crues et des étiages : delta central du Niger, modèle provisoire de propagation. Bondy, ORSTOM, 42 pp multigr.
- Lamagat J.P., 1987. Modèle de propagation des crues du Niger entre Koulikourou et Niamey. Niamey, ORSTOM, 93 pp multigr.
- Lamagat J.P., 1990. Analyse de la vitesse de propagation des ondes de crues. In : The state-of-the-art of hydrology and hydrogeology in the arid and semi-arid areas of Africa. Proceedings of the Sahel Forum (1989/02/18-23). Urbana : International Water Resources, 291-305.
- Lamagat JP, Seguis L, Dubée G, Pepin Y, 1990. Prévision des débits de gestion des ouvrages communs de l'OMVS. Campagne de jaugeages sur le canal de la Taoué (hivernage 1990). OMVS/ORSTOM, Dakar. 12pp.

- Lamagat J.P., Morel-Seytoux H.J., Albergel J., 1993. Analyse de la propagation des ondes de crue. Hydrol. Continent. 8(2) 113-137
- Morel-Seytoux H.J., Fahmy H., Lamagat J.P., 1993. A composite hydraulic and statistical flow-routing method, Water Resour. Res. 29(2), 413-418
- POGR, 1998. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 1, rapport de synthèse. OMVS/IRD. Mars 1998, Dakar 96 p.
- POGR, 1999a. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 2, tome 1. Analyses et mises à jour des étalonnages. OMVS/IRD. Juin 1999, Dakar. 55 pp.
- POGR, 1999b. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 2, tome 3. Mise en eau du lit majeur. OMVS/IRD. Juin 1999, Dakar. 46 pp.
- POGR, 1999c. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 2, tome 4. Campagne de mesures de débit 1998. OMVS/IRD. Juin 1999, Dakar. 11 pp.
- POGR, 1999d. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 2. Synthèse. OMVS/IRD. octobre 1999, Dakar. 117 pp.
- POGR, 2000a. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 3. Rapport intérimaire. OMVS/IRD. Juin 2000, Dakar. 154 pp.
- POGR, 2000b. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 3. Etalonnages. OMVS/IRD. Octobre 2000, Dakar. 39 pp.
- POGR, 2001a. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 3. Synthèse. OMVS/IRD. Juin 2001, Dakar. 150 pp.
- POGR, 2001b. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 3. Manuel de gestion du barrage de Manantali. Version finale. OMVS/IRD. Novembre 2001, Dakar. 109 pp.
- POGR, 2001c. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 3. Manuel de gestion du barrage de Diama. Version finale. OMVS/IRD. Octobre 2001, Dakar. 78 pp.
- POGR, 2001d. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 3. Crue artificielle et cultures de décrue. Synthèse finale. OMVS/IRD. Décembre 2001, Dakar. 69 pp.
- POGR, 2002. PROGEMAN : logiciel d'aide à la gestion en temps réel du barrage de Manantali. IRD/OMVS, février 2002, Dakar, 62 pp.
- POGR, 2004. Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Manuel de gestion du barrage de Diama. Version révisée pour les conditions d'écoulement prévalant depuis octobre 2003 (ouverture de la brèche dans la Langue de Barbarie)
- Roche M, 1963. Hydrologie de surface. ORSTOM, Gauthier Villars, Paris. 383pp + ann.
- Rochette C, Camus H, Danuc R, Pereira-Barreto S, 1974. Le bassin du fleuve Sénégal. Monographies hydrologiques ORSTOM, 1. ORSTOM, Paris. 440 pp + 3 cartes
- Séguis L, Dubée G, 1992. Cuvette de Nianga : rapport hydrologique, hivernage 1991 (première partie). ORSTOM, Dakar. 48p. multigr.

- Séguis L, 1992. Cuvette de Nianga : rapport hydrologique, hivernage 1991 (deuxième partie). ORSTOM, Dakar. 14p. multigr.
- Séguis L, Dubée G, 1994. Cuvette de Nianga : rapport hydrologique, hivernage 1992. Contre saison 1992-1993. ORSTOM, Dakar. 51p. multigr.

ANNEXE 2A

Inventaire des corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveaux pendant la phase de vérification et homogénéisation de la base de données hydrométriques

Tableau A-1 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations du bassin de la Falémé

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
20/02/1972 12:00	06/06/1972 12:00	- 8	100	L	93	L	92	85	95	Moussala	I1
27/01/1973 12:00	07/06/1973 12:00	- 8	100	L	64	L	92	56	114	Moussala	I1
01/01/1974 12:00	30/01/1974 12:00	suppression	112	L	98	L			18	Moussala	I1
08/02/1974 12:00	01/06/1974 12:00	- 8	78	L	5	L	70	-3	101	Moussala	I1
09/02/1975 00:00	21/06/1975 12:00	suppression	148	L	37	L			72	Moussala	I1
06/12/1975 12:00		suppression	130	L					1	Moussala	I1
08/09/1992 12:00	30/09/1992 12:00	suppression	297	E	195	E			23	Moussala	I1
10/11/1953 12:00	28/02/1954 12:00	suppression	147	L	38	L			111	Fadougou	I1
01/12/1954 12:00	30/01/1955 12:00	suppression	152	L	60	L			37	Fadougou	I1
26/09/1980 12:00	12/10/1980 12:00	suppression	170	L	145	L			17	Fadougou	I1
26/09/1981 12:00	29/10/1981 12:00	suppression	202	L	88	L			34	Fadougou	I1
12/09/1987 12:00	12/10/1987 12:00	suppression	220	L	191	L			31	Fadougou	I1
19/08/1988 12:00	08/09/1988 12:00	suppression	347	L	511	L			21	Fadougou	I1
18/08/1989 12:00	30/08/1989 12:00	suppression	391	L	422	L			13	Fadougou	I1
01/06/1999 08:00	05/11/2001 18:00	suppression	0	L	203	L			1355	Fadougou	I1
12/01/2001 18:00		+ 108	12	L			120		1	Fadougou village	I1
18/09/2001 18:01		ajout de lacune							1	Fadougou village	I1
01/07/1961 12:00	09/08/1961 12:00	suppression	154	R	493	R			37	Gourbassy	I1
01/11/1967 12:00	30/11/1967 12:00	suppression	260	R	176	R			30	Gourbassy	I1
18/04/1969 12:00	01/06/1969 11:59	suppression	0	R	-999	R			4	Gourbassy	I1
08/04/1972 12:01	19/06/1972 12:00	suppression	-999	R	43	R			14	Gourbassy	I1
16/10/1972 12:00	19/10/1972 12:00	suppression	166	R	161	R			4	Gourbassy	I1
01/08/1973 12:00	31/08/1973 12:00	suppression	246	R	340	R			31	Gourbassy	I1
31/03/1976 12:01	15/06/1976 06:00	suppression	-999	R	0	R			3	Gourbassy	I1
24/04/1977 12:00	09/07/1977 12:00	suppression	-5	R	5	R			29	Gourbassy	I1
01/11/1981 12:00	15/03/1982 12:00	suppression	108	R	0	R			135	Gourbassy	I1
29/06/1987 12:00	22/07/1987 12:00	suppression	29	R	74	R			24	Gourbassy	I1
31/05/1989 18:01	24/06/1989 04:29	suppression	-999	L	-999	E			2	Gourbassy	I1
21/03/1990 11:31	28/05/1990 13:59	suppression	-999	E	-999	E			2	Gourbassy	I1
28/05/1990 14:01	01/07/1990 00:01	suppression	-999	E	0	L			3	Gourbassy	I1
19/09/2008 08:00		- 100	362	L			262		1	Gourbassy	I1
28/06/2009 08:00	28/06/2009 18:00	suppression	0	L	0	L			3	Gourbassy	I1
26/08/2009 18:00		+ 100	403	L			503		1	Gourbassy	I1
01/04/2010 08:00	30/06/2010 08:00	suppression	0	L	0	L			270	Gourbassy	I1
31/12/1930 00:00	02/01/1931 00:00	suppression	34	L	34	L			2	Kidira	I1
31/12/1931 00:00	02/01/1932 00:00	suppression	42	L	42	L			2	Kidira	I1
31/12/1932 00:00	02/01/1933 00:00	suppression	25	L	25	L			2	Kidira	I1
31/12/1933 00:00	02/01/1934 00:00	suppression	34	L	34	L			2	Kidira	I1
31/12/1934 00:00	02/01/1935 00:00	suppression	28	L	28	L			2	Kidira	I1
31/12/1935 00:00	02/01/1936 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Kidira	I1
31/12/1936 00:00	02/01/1937 00:00	suppression	78	L	78	L			2	Kidira	I1
31/12/1937 00:00	02/01/1938 00:00	suppression	50	L	50	L			2	Kidira	I1
31/12/1938 00:00	02/01/1939 00:00	suppression	103	L	103	L			2	Kidira	I1
31/12/1939 00:00	02/01/1940 00:00	suppression	40	L	40	L			2	Kidira	I1
31/12/1940 00:00	02/01/1941 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Kidira	I1
31/12/1941 00:00	02/01/1942 00:00	suppression	17	L	17	L			2	Kidira	I1
01/08/1963 00:00	01/08/1963 12:00	suppression	246	L	246	L			2	Kidira	I1
14/10/1983 08:00	30/10/1983 08:00	suppression	149	L	98	L			24	Kidira	I1
23/10/1984 08:00	28/10/1984 18:00	suppression	130	L	100	L			12	Kidira	I1
20/10/1985 08:00	01/11/1985 08:00	suppression	147	L	100	L			25	Kidira	I1
07/11/1986 18:00	15/11/1986 08:00	suppression	131	L	100	L			16	Kidira	I1
10/11/1987 18:00	15/11/1987 18:00	suppression	130	L	100	L			11	Kidira	I1
04/11/1988 08:00	10/11/1988 18:00	suppression	128	L	100	L			13	Kidira	I1
14/11/1989 18:00	18/11/1989 18:00	suppression	129	L	100	L			9	Kidira	I1
06/11/1991 18:00	19/11/1991 07:00	suppression	148	E	100	E			25	Kidira	I1
19/10/1992 08:00	01/11/1992 08:00	suppression	148	E	100	E			22	Kidira	I1
30/08/1993 18:00		- 100	313	E			213		1	Kidira	I1
25/10/1993 08:00	12/11/1993 08:00	suppression	148	L	100	L			33	Kidira	I1
18/12/1994 18:00	28/12/1994 08:00	suppression	129	E	100	E			19	Kidira	I1
12/07/2001 18:00		+ 200	22	L			222		1	Kidira	I1
29/09/2001 18:00		+ 100	296	L			396		1	Kidira	I1
07/08/2002 18:00		+ 200	22	L			222		1	Kidira	I1
06/08/2003 12:00		+ 100	238	L			338		1	Kidira	I1
07/08/2003 08:00		+ 100	228	L			328		1	Kidira	I1
31/07/2005 12:00		- 100	310	L			210		1	Kidira	I1
08/09/2005 08:00		+ 100	450	L			550		1	Kidira	I1
24/07/2006 08:00		- 100	330	L			230		1	Kidira	I1
24/07/2006 18:00		- 100	329	L			229		1	Kidira	I1
26/07/2006 08:00	26/07/2006 18:00	- 100	320	L	320	L	220	220	3	Kidira	I1
30/12/2008 08:00		+ 100	13	L			113		1	Kidira	I1
01/06/1930 00:00	01/09/1932 00:00	90	0	L	480	L	90	570	303	Kidira	I1
01/06/1933 00:00	26/11/1946 00:00	20	36	L	131	L	56	151	1491	Kidira	I1

Tableau A-2 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations guinéennes du bassin du Bafing

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
01/11/1968 07:00	23/12/1968 18:00	suppression	94	E	52	E		106	Sokotoro	I1	
27/02/1969 07:00	25/04/1969 18:00	suppression	33	E	22	E		111	Sokotoro	I1	
01/07/1970 07:00	12/12/1970 18:00	suppression	46	E	67	E		330	Sokotoro	I1	
30/04/1972 18:01		ajout de lacune						1	Sokotoro	I1	
01/09/1972 18:00		+ 190	20	L			210	1	Sokotoro	I1	
01/02/1973 00:00	10/04/1973 12:00	suppression	80	E	20	E		65	Sokotoro	I1	
19/12/1973 12:00	07/05/1974 12:00	suppression	95	E	1	E		138	Sokotoro	I1	
01/01/1975 00:00		suppression	81	E				1	Sokotoro	I1	
01/01/1975 00:01	01/01/1976 00:00	autre	65	E	114	E	83	93	362	Sokotoro	I1
01/01/1976 00:01		suppression	89	E				1	Sokotoro	I1	
24/01/1976 12:00	30/04/1976 12:00	suppression	77	E	15	E		90	Sokotoro	I1	
01/06/1976 00:01		ajout de lacune						1	Sokotoro	I1	
01/01/1977 00:01	13/01/1977 12:00	suppression	86	E	92	E		11	Sokotoro	I1	
01/05/1977 12:00	10/10/1977 12:00	suppression	34	E	214	E		158	Sokotoro	I1	
01/11/1977 00:01		ajout de lacune						1	Sokotoro	I1	
16/02/1979 12:00	13/04/1979 12:00	suppression	66	E	30	E		51	Sokotoro	I1	
11/02/1982 12:00	07/04/1982 12:00	suppression	58	E	36	E		56	Sokotoro	I1	
01/04/1983 12:00	21/04/1984 12:00	suppression	38	E	21	E		380	Sokotoro	I1	
02/10/1984 12:00		- 100	295	E			195	1	Sokotoro	I1	
26/05/1993 00:01		ajout de lacune						1	Sokotoro	(DNH)	
31/12/1999 18:00		10	73	L			83	1	Sokotoro	(DNH)	
30/06/2001 18:01		ajout de lacune						1	Sokotoro	(DNH)	
30/11/2002 18:01		ajout de lacune						1	Sokotoro	(DNH)	
23/08/2004 18:00		10	158	L			168	1	Sokotoro	(DNH)	
31/08/2005 18:01		ajout de lacune						1	Sokotoro	(DNH)	
16/09/1970 07:01		ajout de lacune						1	Bebele	I1	
27/09/1970 07:01		ajout de lacune						1	Bebele	I1	
05/11/1970 07:00		- 30	144	L			114	1	Bebele	I1	
31/03/1972 07:01		ajout de lacune						1	Bebele	I1	
18/08/1972 07:00		+ 100	185	L			285	1	Bebele	I1	
31/10/1972 07:01		ajout de lacune						1	Bebele	I1	
01/05/1974 00:01		ajout de lacune						1	Bebele	I1	
17/04/1975 07:00	30/06/1976 07:00	suppression	39	L	330	L		224	Bebele	I1	
10/10/1977 07:00	31/12/1977 07:00	suppression	100	L	32	L		79	Bebele	I1	
24/09/1982 07:00		- 300	570	L			270	1	Bebele	I1	
28/10/1991 07:00		+ 162	18	L			180	1	Bebele	I1	
01/12/1991 00:01		ajout de lacune						1	Bebele	(DNH)	
11/05/1970 18:00	30/05/1970 18:00	suppression	36	E	93	E		21	Teliko	I1	
14/07/1971 07:00	13/10/1971 18:00	suppression	281	E	103	E		184	Teliko	I1	
31/07/1975 18:01		ajout de lacune						1	Teliko	I1	
02/10/1975 18:00		+ 100	119	E			219	1	Teliko	I1	
30/04/1978 18:01		ajout de lacune						1	Teliko	I1	
10/04/1985 07:00		- 324	360	E			36	1	Teliko	I1	
05/10/1986 07:00		+ 70	124	E			194	1	Teliko	I1	
30/07/1970 18:00		+ 100	142	E			242	1	Doureko	I1	
01/09/1974 18:00		+ 100	259	E			359	1	Doureko	I1	
10/10/1974 18:00		- 100	219	E			119	1	Doureko	I1	
14/09/1977 07:00		+ 100	100	E			200	1	Doureko	I1	
15/09/1977 18:00		+ 100	113	E			213	1	Doureko	I1	
13/10/1978 07:00	22/10/1978 18:00	+ 100	100	E	86	E	200	186	20	Doureko	I1
17/03/1981 07:00		- 72	80	E			8	1	Doureko	I1	
17/02/1983 07:00		- 72	80	E			8	1	Doureko	I1	
13/09/1988 07:00		+ 100	110	E			210	1	Doureko	I1	
01/08/1989 07:00	31/10/1989 07:00	suppression	284	E	66	E		179	Doureko	I1	
08/11/1969 07:00	08/11/1969 18:00	+ 100	301	E	316	E	401	416	2	Salouma	I1
23/12/1969 07:00		- 20	189	E			169	1	Salouma	I1	
31/03/1971 12:01		ajout de lacune						1	Salouma	I1	
01/12/1974 07:00	04/12/1974 18:00	suppression	127	E	125	E		6	Salouma	I1	
31/07/1976 18:00		- 60	674	E			614	1	Salouma	I1	
04/04/1979 18:00		+ 30	3	E			33	1	Salouma	I1	
01/10/1984 07:00	31/10/1984 18:00	suppression	423	E	364	E		56	Salouma	I1	
31/05/1989 07:01		ajout de lacune						1	Salouma	I1	
31/07/2007 18:01		ajout de lacune						1	Salouma	(DNH)	
29/07/1971 07:00	04/08/1971 18:00	+ 100	100	E	186	E	200	286	14	Trokoto	I1
10/08/1971 18:00		- 50	485	E			435	1	Trokoto	I1	
06/06/1972 07:00	30/06/1972 18:00	- 100	189	E	274	E	89	174	50	Trokoto	I1
30/09/1972 18:01		ajout de lacune						1	Trokoto	I1	
01/01/1973 07:00	11/01/1973 07:00	suppression	175	E	82	E		21	Trokoto	I1	
01/10/1973 07:00	01/12/1973 18:00	suppression	313	E	118	E		124	Trokoto	I1	
19/10/1974 07:00	31/10/1974 18:00	suppression	398	E	342	E		25	Trokoto	I1	
10/07/1975 07:00	31/08/1975 18:00	suppression	218	E	538	E		104	Trokoto	I1	
19/02/1978 07:00		+ 40	4	E			44	1	Trokoto	I1	
07/08/1978 07:00	07/08/1978 18:00	- 100	676	E	677	E	576	577	2	Trokoto	I1
20/08/1978 18:00		- 100	583	E			483	1	Trokoto	I1	

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
14/11/1979 07:00	27/02/1980 18:00	suppression	108	E	39	E			127	Trokoto	I1
11/09/1980 18:00		+ 300	189	E			489		1	Trokoto	I1
28/09/1980 18:00		- 100	384	E			284		1	Trokoto	I1
25/11/1981 07:00	17/12/1981 18:00	suppression	187	E	142	E			45	Trokoto	I1
02/10/1982 07:00	02/10/1982 18:00	- 100	352	E	352	E	252	252	2	Trokoto	I1
05/11/1982 07:00	03/12/1982 18:00	suppression	198	E	123	E			43	Trokoto	I1
05/11/1983 07:00	05/11/1983 18:00	- 60	278	E	278	E	218	218	2	Trokoto	I1
22/09/1970 18:00		+ 60	425	E			485		1	Balabori	I1
10/05/1971 12:00		- 81	190	E			109		1	Balabori	I1
11/05/1971 12:00		- 72	180	E			108		1	Balabori	I1
06/08/1971 18:00		- 400	910	E			510		1	Balabori	I1
04/09/1971 07:00	04/09/1971 18:00	- 100	606	E	602	E	506	502	2	Balabori	I1
21/10/1971 07:00	21/10/1971 18:00	+ 60	219	E	211	E	279	271	2	Balabori	I1
01/05/1972 00:00	08/05/1972 00:00	suppression	127	L	212	L			9	Balabori	I1
10/07/1972 12:01		ajout de lacune							1	Balabori	I1
03/09/1972 12:00		+ 200	400	L			600		1	Balabori	I1
28/01/1973 12:01		ajout de lacune							1	Balabori	I1
20/06/1973 12:01		ajout de lacune							1	Balabori	I1
30/09/1973 12:01		ajout de lacune							1	Balabori	I1
27/08/1974 12:01		ajout de lacune							1	Balabori	I1
20/01/1975 12:01		ajout de lacune							1	Balabori	I1
14/10/1975 12:00		- 100	485	L			385		1	Balabori	I1
09/08/1979 12:00		suppression	-6852	L					1	Balabori	I1
18/08/1979 12:00		- 100	485	L			385		1	Balabori	I1
22/09/1979 02:24		suppression	417	L					1	Balabori	I1
13/10/1979 12:00		- 300	580	L			280		1	Balabori	I1
21/10/1979 12:00		suppression	-6837	L					1	Balabori	I1
11/11/1979 12:00		suppression	-6898	L					1	Balabori	I1
12/01/1980 12:00		suppression	-6764	L					1	Balabori	I1
25/01/1980 12:00		- 100	229	L			129		1	Balabori	I1
03/02/1980 12:00		suppression	-6787	L					1	Balabori	I1
30/05/1980 12:01		ajout de lacune							1	Balabori	I1
21/07/2007 08:00		100	175	L			275		1	Balabori	(DNH)
02/07/1969 12:00	03/09/1969 12:00	suppression	130	E	530	E			41	Boureya	I1
12/10/1969 12:00	10/11/1969 12:00	suppression	240	E	250	E			23	Boureya	I1
02/04/1970 12:00	03/05/1970 12:00	suppression	22	E	21	E			28	Boureya	I1
30/09/1970 18:01		ajout de lacune							1	Boureya	I1
06/06/1973 12:00	01/01/1974 00:00	suppression	0	L	144	L			210	Boureya	I1
29/02/2008 18:01		ajout de lacune							1	Boureya	(DNH)
01/07/2008 07:00	19/10/2008 18:00	suppression	100	L	203	L			222	Boureya	(DNH)
01/11/2009 12:01		ajout de lacune							1	Boureya	(DNH)

Tableau A-3 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations maliennes du bassin du Bafing

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
27/12/1962 12:00	11/07/1963 12:00	suppression	104	R	116	R			149	Dakka Saidou	I1
22/09/2001 08:00	23/09/2001 08:00	+ 100	259	L	254	L	359	354	3	Dakka Saidou	I1
10/07/2004 18:00		- 100	235	L			135		1	Dakka Saidou	I1
02/08/2004 12:00	03/08/2004 08:00	- 100	447	L	433	L	347	333	3	Dakka Saidou	I1
10/05/2007 08:00	10/05/2007 12:00	+ 20	2	L	2	L	22	22	2	Dakka Saidou	I1
14/02/2008 08:00		+ 46	5	L			51		1	Dakka Saidou	I1
12/08/2009 18:00		+ 100	268	L			368		1	Dakka Saidou	I1
06/09/2009 18:00		+ 100	256	L			356		1	Dakka Saidou	I1
01/01/1963 12:00	01/06/1963 12:00	suppression	192	R	23	R			152	Bafing Makana	I1
01/12/1963 12:00	28/02/1964 12:00	suppression	287	R	71	R			90	Bafing Makana	I1
02/01/1965 12:00	16/01/1965 12:00	suppression	212	R	160	R			15	Bafing Makana	I1
02/07/1965 06:00	31/01/1966 12:00	suppression	210	L	111	R			305	Bafing Makana	I1
01/07/1966 12:00	31/07/1966 12:00	suppression	166	R	550	R			31	Bafing Makana	I1
02/08/1969 12:00		+ 100	498	L			598		1	Bafing Makana	I1
29/09/1974 12:00	30/09/1974 12:00	suppression	801	R	793	R			2	Bafing Makana	I1
21/11/2001 08:00	29/12/2001 08:00	suppression	218	L	132	L			77	Bafing Makana	I1
23/11/2002 08:00	17/02/2003 18:00	suppression	214	L	53	L			174	Bafing Makana	I1
25/06/2003 18:00	26/06/2003 08:00	- 100	235	L	235	L	135	135	2	Bafing Makana	I1
10/12/2003 08:00	15/02/2004 12:00	suppression	193	L	84	L			203	Bafing Makana	I1
11/11/2005 08:00	10/12/2005 18:00	suppression	251	L	163	L			90	Bafing Makana	I1
24/11/2006 08:00	16/12/2006 18:00	suppression	226	L	157	L			69	Bafing Makana	I1
07/07/2008 12:00		+ 200	71	L			271		1	Bafing Makana	I1
25/11/2008 12:00	11/01/2009 18:00	suppression	226	L	111	L			143	Bafing Makana	I1
20/09/2009 18:00		+ 100	707	L			807		1	Bafing Makana	I1
01/07/1994 08:00	31/07/1994 08:00	suppression	19214	L	19180	L			27	Manantali amont	I1
02/04/1996 08:00		+ 50	18442	L			18492		1	Manantali amont	I1
04/10/1996 08:00		+ 20	19275	L			19295		1	Manantali amont	I1
29/04/2002 11:00		suppression	20022	L					1	Manantali amont	SOGEM
01/05/2002 02:00		suppression	20035	L					1	Manantali amont	SOGEM
03/05/2002 06:00		suppression	20025	L					1	Manantali amont	SOGEM
03/05/2002 07:00		suppression	20025	L					1	Manantali amont	SOGEM
12/05/2002 23:00		suppression	19964	L					1	Manantali amont	SOGEM
03/06/2002 14:00		suppression	19944	L					1	Manantali amont	SOGEM
03/10/2002 02:00		suppression	20656	L					1	Manantali amont	SOGEM
01/02/2003 11:00		suppression	20154	L					1	Manantali amont	SOGEM
25/11/2005 07:00		100	20550	L			20650		1	Manantali amont	SOGEM
24/09/2006 11:00		suppression	300	L					1	Manantali amont	SOGEM
06/10/2006 07:00		-300	20429	L			20129		1	Manantali amont	SOGEM
23/06/2007 07:00		suppression	19574	L					1	Manantali amont	SOGEM
18/09/2007 07:00		-100	20293	L			20193		1	Manantali amont	SOGEM
26/10/2007 07:00		-200	20711	L			20511		1	Manantali amont	SOGEM
06/08/2009 07:00		suppression	21574	L					1	Manantali amont	SOGEM
19/09/2009 07:00		suppression	8542	L					1	Manantali amont	SOGEM
13/01/2010 18:00		suppression	15200	L					1	Manantali amont	SOGEM
21/07/2010 06:00		suppression	26954	L					1	Manantali amont	SOGEM
03/08/2010 07:00		suppression	27691	L					1	Manantali amont	SOGEM
06/08/2010 07:00		suppression	24392	L					1	Manantali amont	SOGEM
09/11/1976 12:00	18/11/1976 12:00	suppression	400	L	364	L			8	Soukoutali	I1
25/06/1986 00:00	14/12/1987 12:00	- 73	58	E	160	E	-15	87	470	Manantali aval	SOGEM
06/01/1988 12:00	04/09/1988 12:00	- 328	415	E	520	E	87	192	117	Manantali aval	SOGEM
05/09/1988 12:00		- 528	878	E			350		1	Manantali aval	SOGEM
06/09/1988 12:00	28/10/1988 12:00	- 328	720	E	280	E	392	-48	46	Manantali aval	SOGEM
23/02/1992 12:00	25/02/1992 12:00	+ 100	157	E	174	E	257	274	3	Manantali aval	SOGEM
02/01/1993 00:01		ajout de lacune							1	Manantali aval	SOGEM
05/09/2000 18:00		+ 300	363	L			663		1	Manantali aval	SOGEM
27/07/2002 18:00		- 1559	1732	L			173		1	Manantali aval	SOGEM
02/10/2002 18:00		suppression	350	L					1	Manantali aval	SOGEM
21/08/2003 18:00		- 100	282	L			182		1	Manantali aval	SOGEM
29/01/2004 18:00		suppression	118	L					1	Manantali aval	SOGEM
05/01/2010 12:00		- 100	189	L			89		1	Manantali aval	SOGEM
15/08/2010 18:00		+ 100	106	L			206		1	Manantali aval	SOGEM
01/01/1986 00:00	31/12/1986 23:59	suppression	132	R	0	L			196	Manantali aval	I1
01/01/1988 00:00	04/09/1988 08:00	- 328	415	L	520	L	87	192	134	Manantali aval	I1
05/09/1988 08:00		- 528	878	L			350		1	Manantali aval	I1
06/09/1988 08:00	15/09/1988 08:00	- 328	720	L	694	L	392	366	10	Manantali aval	I1
16/09/1988 08:00	20/09/1988 08:00	suppression	732	L	658	L			5	Manantali aval	I1
21/09/1988 08:00	31/12/1988 23:59	- 328	600	L	350	L	272	22	37	Manantali aval	I1
06/04/1993 08:00	08/04/1993 08:00	suppression	51	L	106	L			3	Manantali aval	I1
19/04/1993 08:00	23/04/1993 08:00	suppression	53	L	114	L			5	Manantali aval	I1
26/04/1993 08:00	28/04/1993 08:00	suppression	103	L	121	L			3	Manantali aval	I1
03/05/1993 08:00	08/05/1993 08:00	suppression	105	L	133	L			6	Manantali aval	I1
10/05/1993 08:00		suppression	107	L					1	Manantali aval	I1
24/10/1993 08:00	06/01/1994 08:00	suppression	-999	R	-999	R			75	Manantali aval	I1
01/07/1999 08:00	31/07/1999 08:00	suppression	200	R	201	R			31	Manantali aval	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
01/11/2002 08:00	09/11/2002 18:00	suppression	227	L	233	L			8	Manantali aval	I1
01/06/2003 18:00		- 100	248	L			148		1	Manantali aval	I1
22/07/2003 18:00		- 100	290	L			190		1	Manantali aval	I1
25/07/2003 04:00		- 100	282	L			182		1	Manantali aval	I1
12/08/2003 18:00		- 100	270	L			170		1	Manantali aval	I1
29/01/2004 18:00		suppression	118	L					1	Manantali aval	I1
05/02/2004 18:00		suppression	125	L					1	Manantali aval	I1
07/04/2004 18:00		- 60	275	L			215		1	Manantali aval	I1
21/10/2004 08:00		- 100	281	L			181		1	Manantali aval	I1
31/10/2004 08:01		ajout de lacune							1	Manantali aval	I1
01/07/2005 08:00	31/07/2005 08:00	suppression	85	L	32	L			31	Manantali aval	I1
13/04/2006 07:00		- 100	282	L			182		1	Manantali aval	I1
04/05/2006 07:00		suppression	157	L					1	Manantali aval	I1
17/06/2006 07:00		- 100	282	L			182		1	Manantali aval	I1
24/06/2006 07:00	24/06/2006 18:00	- 100	291	L	298	L	191	198	2	Manantali aval	I1
06/11/2006 18:00		+ 100	137	L			237		1	Manantali aval	I1
29/03/2007 18:00		suppression	120	L					1	Manantali aval	I1
22/05/2007 07:00		suppression	128	L					1	Manantali aval	I1
01/08/1986 12:00	03/09/1986 12:00	suppression	202	L	468	L			34	Dibia	I1
01/08/1989 12:00	30/11/1989 12:00	suppression	129	E	126	E			118	Dibia	I1
01/10/1956 08:00	23/10/1956 08:00	suppression	318	L	300	L			23	Mahina	I1
01/08/1957 08:00		- 100	345	L			245		1	Mahina	I1
07/08/1958 08:00	25/08/1958 08:00	suppression	328	L	616	R			19	Mahina	I1
15/12/1960 08:00	31/07/1961 08:00	suppression	148	R	294	L			82	Mahina	I1
15/10/1961 08:00	06/03/1962 08:00	suppression	327	L	102	L			131	Mahina	I1
01/12/1962 08:00	30/03/1963 08:00	suppression	186	L	100	L			90	Mahina	I1
20/01/2003 08:00	15/02/2003 18:00	suppression	100	L	100	L			54	Mahina	I1
30/04/2003 18:01		ajout de lacune							1	Mahina	I1
30/09/2004 18:01		ajout de lacune							1	Mahina	I1
30/11/2004 18:01		ajout de lacune							1	Mahina	I1
03/01/2005 18:00	01/03/2005 08:00	suppression	100	L	100	L			114	Mahina	I1
31/05/2007 18:01		ajout de lacune							1	Mahina	I1
04/11/2007 07:00	20/11/2007 18:00	suppression	100	L	100	L			34	Mahina	I1
25/11/2007 07:00	27/02/2008 07:00	suppression	100	L	0	L			189	Mahina	I1
09/11/2008 07:00	09/02/2009 07:00	suppression	100	L	100	L			65	Mahina	I1
31/10/2009 18:01		ajout de lacune							1	Mahina	I1

Tableau A-4 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations du bassin du Bakoye

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
01/05/1981 12:00	01/11/1981 00:00	suppression	2	E	-999	E			185	Baoulé gare	I1
01/11/1991 12:00	29/12/1991 12:00	suppression	189	E	8	E			59	Baoulé gare	I1
01/10/1992 12:00	01/12/1992 00:00	suppression	231	E	64	E			60	Baoulé gare	I1
23/06/1978 00:00	30/11/1982 12:00	+ 119	68	L	10	L	187	129	321	Missira	I1
01/08/1989 12:00	19/09/1989 12:00	suppression	222	E	245	E			50	Missira	I1
01/11/1973 12:00	01/12/1973 00:00	suppression	196	L	120	L			31	Diangola	I1
01/02/1974 00:00	28/02/1974 00:00	suppression	42	L	15	L			28	Diangola	I1
01/03/1974 00:00	09/03/1974 12:00	suppression	18	L	6	L			10	Diangola	I1
01/08/1974 12:00	01/12/1975 00:00	suppression	275	L	193	L			406	Diangola	I1
06/12/1975 00:00	01/07/1976 00:00	suppression	164	L	205	L			132	Diangola	I1
01/05/1977 00:00	30/10/1977 00:00	suppression	-999	L	19	L			171	Diangola	I1
01/11/1977 00:00	01/12/1978 00:00	suppression	17	L	13	L			224	Diangola	I1
01/06/1979 00:00	04/10/1979 00:00	suppression	2	L	330	L			127	Diangola	I1
01/11/1979 00:00	31/12/1979 12:00	suppression	105	L	123	L			56	Diangola	I1
19/10/1982 12:00	09/11/1982 12:00	suppression	90	L	30	L			22	Diangola	I1
14/01/1983 12:00	28/12/1988 12:00	- 100	159	L	206	L	59	106	1623	Diangola	I1
16/10/2002 18:00		- 100	258	L			158		1	Diangola	I1
25/02/2004 18:00		- 100	205	L			105		1	Diangola	I1
04/10/2005 12:00	04/10/2005 18:00	- 100	371	L	371	L	271	271	2	Diangola	I1
01/12/2007 08:00	07/12/2007 08:00	suppression	90	L	78	L			19	Diangola	I1
06/06/1904 00:00	08/06/1904 00:00	suppression	41	L	41	L			2	Toukoto	I1
11/06/1904 00:00	15/06/1904 00:00	suppression	38	L	47	L			6	Toukoto	I1
17/06/1904 00:00	23/06/1904 00:00	suppression	34	L	69	L			8	Toukoto	I1
24/06/1904 00:00	29/06/1904 00:00	suppression	220	L	198	L			7	Toukoto	I1
04/11/1904 12:00		suppression	286	L					1	Toukoto	I1
01/06/1905 00:00	03/06/1905 00:00	suppression	92	L	100	L			4	Toukoto	I1
28/07/1905 12:00		suppression	205	L					1	Toukoto	I1
22/09/1907 12:00		suppression	218	L					1	Toukoto	I1
08/10/1907 00:00	08/10/1907 12:00	suppression	207	L	207	L			2	Toukoto	I1
23/11/1907 12:00		suppression	118	L					1	Toukoto	I1
05/06/1908 00:00	08/06/1908 00:00	suppression	59	L	52	L			5	Toukoto	I1
11/06/1908 00:00	12/06/1908 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Toukoto	I1
13/06/1908 00:00	14/06/1908 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Toukoto	I1
15/06/1908 00:00	21/06/1908 00:00	suppression	70	L	90	L			8	Toukoto	I1
22/06/1908 00:00	23/06/1908 00:00	suppression	158	L	158	L			2	Toukoto	I1
24/06/1908 00:00	30/06/1908 00:00	suppression	170	L	150	L			8	Toukoto	I1
02/07/1908 00:00	03/07/1908 12:00	suppression	50	L	108	L			3	Toukoto	I1
13/08/1908 12:00		suppression	580	L					1	Toukoto	I1
01/10/1909 12:00		suppression	222	L					1	Toukoto	I1
04/12/1909 00:00	04/12/1909 12:00	suppression	127	L	127	L			2	Toukoto	I1
22/07/1910 00:00	22/07/1910 12:00	suppression	140	L	140	L			2	Toukoto	I1
18/10/1910 00:00	18/10/1910 12:00	suppression	294	L	294	L			2	Toukoto	I1
24/08/1911 12:00		suppression	210	L					1	Toukoto	I1
02/06/1912 00:00	04/06/1912 00:00	suppression	55	L	53	L			4	Toukoto	I1
05/06/1912 00:00	08/06/1912 00:00	suppression	20	L	23	L			4	Toukoto	I1
10/06/1912 00:00	14/06/1912 00:00	suppression	23	L	17	L			5	Toukoto	I1
15/06/1912 00:00	16/06/1912 00:00	suppression	15	L	15	L			2	Toukoto	I1
17/06/1912 00:00	19/06/1912 00:00	suppression	25	L	24	L			4	Toukoto	I1
22/06/1912 00:00	23/06/1912 12:00	suppression	19	L	17	L			3	Toukoto	I1
31/10/1913 12:00	01/11/1913 00:00	suppression	80	L	80	L			2	Toukoto	I1
11/11/1913 00:00	13/11/1913 00:00	suppression	50	L	62	L			4	Toukoto	I1
30/09/1914 12:00		suppression	37	L					1	Toukoto	I1
01/06/1915 00:00	04/06/1915 00:00	suppression	15	L	12	L			4	Toukoto	I1
18/06/1915 12:00		suppression	93	L					1	Toukoto	I1
19/07/1915 12:00		suppression	112	L					1	Toukoto	I1
16/09/1915 00:00	16/09/1915 12:00	suppression	120	L	120	L			2	Toukoto	I1
22/09/1915 12:00	23/09/1915 00:00	suppression	278	L	278	L			2	Toukoto	I1
30/08/1916 12:00		suppression	106	L					1	Toukoto	I1
01/10/1916 12:00	02/10/1916 12:00	suppression	110	L	130	L			2	Toukoto	I1
01/11/1916 12:00	02/11/1916 12:00	suppression	120	L	120	L			2	Toukoto	I1
01/06/1917 00:00	22/06/1917 00:00	suppression	35	L	15	L			22	Toukoto	I1
30/06/1917 12:00		suppression	100	L					1	Toukoto	I1
16/11/1918 12:00	17/11/1918 00:00	suppression	125	L	125	L			2	Toukoto	I1
18/11/1918 00:00	27/11/1918 00:00	suppression	110	L	80	L			5	Toukoto	I1
28/11/1918 00:00	29/11/1918 00:00	suppression	65	L	65	L			2	Toukoto	I1
01/12/1918 00:00	02/12/1918 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Toukoto	I1
05/12/1918 00:00	07/12/1918 00:00	suppression	45	L	45	L			2	Toukoto	I1
08/12/1918 00:00	12/12/1918 12:00	suppression	38	L	35	L			5	Toukoto	I1
02/07/1919 00:00	02/07/1919 12:00	suppression	100	L	100	L			2	Toukoto	I1
25/08/1919 12:00		suppression	400	L					1	Toukoto	I1
01/09/1919 00:00	02/09/1919 00:00	suppression	500	L	500	L			2	Toukoto	I1
01/05/1931 00:00	02/05/1931 00:00	suppression	50	L	50	L			2	Toukoto	I1
17/05/1931 00:00	18/05/1931 00:00	suppression	50	L	50	L			2	Toukoto	I1
01/06/1931 00:00		suppression	50	L					1	Toukoto	I1
01/07/1932 00:00		suppression	50	L					1	Toukoto	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
04/06/1933 12:00		suppression	50	L					1	Toukoto	I1
26/08/1936 12:00		suppression	140	L					1	Toukoto	I1
15/06/1944 00:00	20/06/1944 00:00	suppression	85	L	20	L			7	Toukoto	I1
03/08/1945 00:00	03/08/1945 12:00	suppression	235	L	235	L			2	Toukoto	I1
10/09/1946 12:00	11/09/1946 00:00	suppression	320	L	320	L			2	Toukoto	I1
24/09/1946 12:00		suppression	330	L					1	Toukoto	I1
11/10/1946 00:00	13/10/1946 00:00	suppression	360	L	290	L			4	Toukoto	I1
14/10/1946 00:00	15/10/1946 00:00	suppression	280	L	280	L			2	Toukoto	I1
26/07/1947 00:00	27/07/1947 00:00	suppression	160	L	160	L			2	Toukoto	I1
22/07/1950 00:00	23/07/1950 00:00	suppression	20	L	20	L			2	Toukoto	I1
28/07/1950 00:00	29/07/1950 00:00	suppression	30	L	30	L			2	Toukoto	I1
07/08/1950 00:00	08/08/1950 00:00	suppression	45	L	45	L			2	Toukoto	I1
13/11/1950 00:00	14/11/1950 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Toukoto	I1
15/11/1950 00:00	16/11/1950 00:00	suppression	70	L	70	L			2	Toukoto	I1
17/11/1950 00:00	18/11/1950 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Toukoto	I1
01/12/1969 12:00	31/12/1969 12:00	suppression	72	L	59	L			25	Toukoto	I1
01/07/1904 00:00	05/10/1911 00:00	- 144	253	L	290	L	109	146	1027	Toukoto	I1
24/06/1912 12:00	14/12/1914 12:00	+ 40	17	L	14	L	57	54	290	Toukoto	I1
15/06/1915 00:00	17/11/1920 00:00	- 64	90	L	103	L	26	39	685	Toukoto	I1
06/07/1922 00:00	17/12/1936 12:00	+ 29	30	L	5	L	59	34	1087	Toukoto	I1
05/06/1937 00:00	01/11/1953 00:00	- 30	10	L	168	L	-20	138	1372	Toukoto	I1
05/01/1963 12:00	10/05/1972 12:00	- 10	59	L	0	L	49	-10	3087	Toukoto	I1
15/10/1958 12:00	17/11/1958 12:00	suppression	394	R	206	R			34	Oualia	I1
22/09/1967 06:00		+ 70	613	L			683		1	Oualia	I1
29/09/1967 18:00		+ 100	552	L			652		1	Oualia	I1
25/08/1968 18:00		+ 60	221	L			281		1	Oualia	I1
08/09/1968 18:00		+ 100	292	L			392		1	Oualia	I1
23/09/1968 06:00		+ 70	329	L			399		1	Oualia	I1
01/10/2004 18:00	02/10/2004 12:00	- 100	259	L	257	L	159	157	3	Oualia	I1
02/10/2004 18:00		- 102	256	L			154		1	Oualia	I1
03/10/2004 08:00	04/10/2004 08:00	- 100	254	L	249	L	154	149	4	Oualia	I1
25/10/2009 12:00		+ 100	108	L			208		1	Oualia	I1
03/06/1951 00:00	28/04/1953 12:00	+ 16	66	L	49	L	82	65	574	Kale	I1

Tableau A-5 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations du Sénégal moyen entre Bafoulabé et Ambidedi

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
06/10/1907 12:00	07/10/1907 00:00	+ 50	245	L	245	L	295	295	2	Bafoulabe	I1
29/11/1908 12:00	30/11/1908 00:00	suppression	90	L	90	L			2	Bafoulabe	I1
25/06/1909 12:00		+ 70	125	L			195		1	Bafoulabe	I1
04/11/1909 12:00		+ 60	210	L			270		1	Bafoulabe	I1
30/12/1909 00:00	30/12/1909 12:00	+ 100	45	L	45	L	145	145	2	Bafoulabe	I1
18/11/1910 12:00	19/11/1910 00:00	+ 60	125	L	125	L	185	185	2	Bafoulabe	I1
08/12/1910 00:00	09/12/1910 00:00	suppression	89	L	89	L			2	Bafoulabe	I1
12/12/1910 00:00	12/12/1910 12:00	suppression	83	L	83	L			2	Bafoulabe	I1
17/08/1911 12:00		- 100	393	L			293		1	Bafoulabe	I1
11/09/1912 12:00	12/09/1912 00:00	+ 100	235	L	235	L	335	335	2	Bafoulabe	I1
13/09/1912 00:00	16/09/1912 00:00	+ 100	275	L	282	L	375	382	5	Bafoulabe	I1
07/08/1913 12:00	08/08/1913 00:00	suppression	185	L	185	L			2	Bafoulabe	I1
09/08/1913 00:00	12/08/1913 00:00	suppression	250	L	206	L			5	Bafoulabe	I1
14/08/1913 00:00	15/08/1913 00:00	suppression	191	L	191	L			2	Bafoulabe	I1
05/12/1914 00:00	06/12/1914 00:00	suppression	45	L	45	L			2	Bafoulabe	I1
07/12/1914 00:00	10/12/1914 00:00	suppression	45	L	44	L			4	Bafoulabe	I1
11/12/1914 00:00	13/12/1914 00:00	suppression	44	L	43	L			4	Bafoulabe	I1
14/12/1914 00:00	14/12/1914 12:00	suppression	40	L	40	L			2	Bafoulabe	I1
17/06/1915 12:00		- 100	202	L			102		1	Bafoulabe	I1
01/09/1915 12:00		+ 100	228	L			328		1	Bafoulabe	I1
29/10/1915 12:00	31/10/1915 00:00	suppression	268	L	267	L			3	Bafoulabe	I1
03/11/1915 12:00		+ 50	140	L			190		1	Bafoulabe	I1
06/08/1916 12:00		+ 100	212	L			312		1	Bafoulabe	I1
12/08/1916 12:00		- 60	385	L			325		1	Bafoulabe	I1
27/10/1916 00:00	27/10/1916 12:00	- 60	284	L	284	L	224	224	2	Bafoulabe	I1
16/07/1918 00:00	19/07/1918 00:00	+ 100	110	L	175	L	210	275	4	Bafoulabe	I1
20/07/1918 00:00	22/07/1918 00:00	+ 100	170	L	170	L	270	270	2	Bafoulabe	I1
30/07/1918 00:00	31/07/1918 12:00	- 200	495	L	480	L	295	280	3	Bafoulabe	I1
30/06/1919 12:00		suppression	90	L					1	Bafoulabe	I1
23/08/1919 00:00	23/08/1919 12:00	suppression	368	L	368	L			2	Bafoulabe	I1
08/09/1919 12:00		suppression	390	L					1	Bafoulabe	I1
29/09/1919 12:00		- 100	398	L			298		1	Bafoulabe	I1
15/08/1921 00:00	15/08/1921 12:00	- 100	330	L	330	L	230	230	2	Bafoulabe	I1
09/08/1926 00:00	09/08/1926 12:00	- 100	360	L	360	L	260	260	2	Bafoulabe	I1
11/10/1926 00:00	11/10/1926 12:00	suppression	268	L	268	L			2	Bafoulabe	I1
04/08/1934 12:00		+ 50	145	L			195		1	Bafoulabe	I1
05/11/1934 12:00		+ 50	140	L			190		1	Bafoulabe	I1
04/08/1935 12:00		+ 100	200	L			300		1	Bafoulabe	I1
01/09/1939 12:00	10/11/1939 12:00	suppression	305	L	97	L			70	Bafoulabe	I1
07/10/1941 12:00		suppression	105	L					1	Bafoulabe	I1
14/09/1942 12:00	06/10/1942 00:00	suppression	235	L	105	L			21	Bafoulabe	I1
25/07/1944 12:00	25/08/1944 12:00	suppression	180	L	230	L			31	Bafoulabe	I1
15/10/1945 12:00	27/10/1945 00:00	suppression	160	L	35	L			13	Bafoulabe	I1
29/10/1945 00:00	30/10/1945 00:00	suppression	40	L	40	L			2	Bafoulabe	I1
01/11/1945 00:00	04/11/1945 00:00	suppression	20	L	10	L			4	Bafoulabe	I1
01/07/1946 00:00	10/07/1946 00:00	suppression	200	L	300	L			8	Bafoulabe	I1
11/07/1946 00:00	12/07/1946 00:00	suppression	200	L	200	L			2	Bafoulabe	I1
13/07/1946 00:00	14/07/1946 00:00	suppression	200	L	200	L			2	Bafoulabe	I1
15/07/1946 00:00	18/07/1946 00:00	suppression	200	L	190	L			4	Bafoulabe	I1
19/07/1946 00:00	20/07/1946 00:00	suppression	180	L	180	L			2	Bafoulabe	I1
22/07/1946 00:00	23/07/1946 00:00	suppression	180	L	180	L			2	Bafoulabe	I1
14/08/1946 00:00	15/08/1946 00:00	suppression	310	L	310	L			2	Bafoulabe	I1
16/08/1946 00:00	20/08/1946 00:00	suppression	290	L	240	L			6	Bafoulabe	I1
21/08/1946 00:00	23/08/1946 00:00	suppression	210	L	240	L			4	Bafoulabe	I1
24/08/1946 00:00	26/08/1946 00:00	suppression	270	L	240	L			4	Bafoulabe	I1
29/08/1946 00:00	03/09/1946 00:00	suppression	270	L	280	L			6	Bafoulabe	I1
04/09/1946 00:00	15/09/1946 00:00	suppression	360	L	330	L			13	Bafoulabe	I1
17/09/1946 00:00	18/09/1946 00:00	suppression	330	L	330	L			2	Bafoulabe	I1
19/09/1946 00:00	20/09/1946 00:00	suppression	260	L	260	L			2	Bafoulabe	I1
21/09/1946 00:00	22/09/1946 00:00	suppression	250	L	250	L			2	Bafoulabe	I1
23/09/1946 00:00	26/09/1946 00:00	suppression	230	L	250	L			5	Bafoulabe	I1
27/09/1946 00:00	01/10/1946 00:00	suppression	240	L	220	L			6	Bafoulabe	I1
11/11/1946 00:00	12/11/1946 00:00	suppression	140	L	140	L			2	Bafoulabe	I1
10/07/1947 00:00	16/07/1947 00:00	suppression	-45	L	40	L			6	Bafoulabe	I1
18/07/1947 00:00	19/07/1947 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bafoulabe	I1
08/08/1947 00:00	27/08/1947 00:00	suppression	465	L	340	L			21	Bafoulabe	I1
01/09/1947 00:00	07/09/1947 00:00	suppression	364	L	560	L			8	Bafoulabe	I1
16/09/1948 00:00	17/09/1948 00:00	suppression	240	L	240	L			2	Bafoulabe	I1
28/07/1950 00:00	29/07/1950 00:00	suppression	290	L	290	L			2	Bafoulabe	I1
20/10/1950 00:00	20/10/1950 12:00	+ 60	229	L	229	L	289	289	2	Bafoulabe	I1
17/12/1954 12:00	31/12/1954 12:00	suppression	229	L	196	L			15	Bafoulabe	I1
02/08/1955 12:00	06/08/1955 12:00	suppression	392	L	384	L			5	Bafoulabe	I1
17/06/1956 12:00	27/07/1956 12:00	suppression	128	L	235	L			41	Bafoulabe	I1
01/12/1959 00:00	31/01/1960 12:00	suppression	196	L	110	L			63	Bafoulabe	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
01/05/1960 12:00	31/05/1960 12:00	suppression	40	L	37	L			28	Bafoulabe	I1
01/08/1960 12:00	31/12/1960 12:00	suppression	282	L	196	L			153	Bafoulabe	I1
01/07/1961 00:00	01/12/1961 00:00	suppression	160	L	186	L			155	Bafoulabe	I1
01/06/1962 00:00	31/07/1963 18:00	suppression	72	L	250	L			595	Bafoulabe	I1
01/06/1964 00:00	31/08/1964 18:00	suppression	122	L	380	L			152	Bafoulabe	I1
01/12/1964 12:00	28/02/1965 12:00	suppression	235	L	124	L			75	Bafoulabe	I1
17/06/1965 00:00	31/07/1965 18:00	suppression	140	L	237	L			56	Bafoulabe	I1
01/10/1965 12:00	01/11/1965 00:00	suppression	373	L	362	L			21	Bafoulabe	I1
01/01/1966 12:00	01/05/1966 00:00	suppression	337	L	163	L			117	Bafoulabe	I1
01/09/1966 00:00	01/12/1966 00:00	suppression	275	L	272	L			133	Bafoulabe	I1
05/04/1967 00:00	16/04/1967 12:00	suppression	97	L	88	L			13	Bafoulabe	I1
18/06/1904 00:00	14/10/1919 00:00	+10	40	L	230	L	50	240	2423	Bafoulabe	I1
27/07/1921 00:00	01/12/1951 00:00	+61	125	L	152	L	186	213	3689	Bafoulabe	I1
15/09/1972 08:00		- 100	497	L			397		1	Galougo	I1
09/09/1991 08:00		+ 100	214	L			314		1	Galougo	I1
13/04/1994 08:00		+ 100	45	L			145		1	Galougo	I1
10/10/1994 08:00		+ 100	216	L			316		1	Galougo	I1
15/08/1995 08:00		+ 100	237	L			337		1	Galougo	I1
01/01/1997 00:00	31/01/1997 08:00	suppression	142	L	107	L			31	Galougo	I1
13/09/1998 08:00		- 200	553	L			353		1	Galougo	I1
01/08/2005 08:00	18/08/2005 18:00	suppression	218	L	289	L			36	Galougo	I1
20/08/2005 08:00	31/08/2005 18:00	suppression	349	L	410	L			24	Galougo	I1
05/09/2005 18:00	06/09/2005 18:00	- 100	482	L	478	L	382	378	3	Galougo	I1
15/09/2005 08:00		- 100	370	L			270		1	Galougo	I1
01/10/2005 08:00	05/10/2005 18:00	- 100	390	L	354	L	290	254	10	Galougo	I1
16/10/2005 08:00	26/10/2005 18:00	suppression	260	L	298	L			22	Galougo	I1
01/12/2005 08:00	31/01/2006 18:00	suppression	390	L	160	L			124	Galougo	I1
31/05/2006 18:01		ajout de lacune							1	Galougo	I1
15/02/2007 07:00		- 300	462	L			162		1	Galougo	I1
26/02/2007 18:00	27/02/2007 18:00	- 100	269	L	266	L	169	166	3	Galougo	I1
02/03/2007 18:00		+ 100	70	L			170		1	Galougo	I1
01/04/2007 07:00	31/05/2007 18:00	suppression	156	L	174	L			121	Galougo	I1
05/07/2007 07:00		+ 70	120	L			190		1	Galougo	I1
27/07/2007 18:00		+ 234	26	L			260		1	Galougo	I1
28/07/2007 07:00	24/08/2007 18:00	suppression	240	L	462	L			55	Galougo	I1
17/09/2007 07:00	25/09/2007 18:00	suppression	598	L	385	L			18	Galougo	I1
01/12/2007 07:00	31/12/2007 18:00	suppression	180	L	152	L			62	Galougo	I1
02/07/2008 07:00	23/07/2008 18:00	suppression	182	L	278	L			44	Galougo	I1
14/08/2008 18:00		+ 50	236	L			286		1	Galougo	I1
01/09/2008 07:00	01/09/2008 18:00	suppression	318	L	312	L			2	Galougo	I1
27/10/2008 18:00		+ 100	100	L			200		1	Galougo	I1
30/10/2008 18:00	31/10/2008 18:00	+ 100	100	L	100	L	200	200	3	Galougo	I1
01/01/2009 07:01		ajout de lacune							1	Galougo	I1
31/05/2009 18:01		ajout de lacune							1	Galougo	I1
04/10/2009 07:00	07/10/2009 07:00	+ 100	210	L	210	L	310	310	7	Galougo	I1
28/10/2009 18:00		- 100	332	L			232		1	Galougo	I1
24/09/1969 08:00	07/10/1969 08:00	suppression	574	L	514	L			14	Gouina	I1
14/09/1974 08:00	22/09/1974 08:00	suppression	491	L	526	L			9	Gouina	I1
21/07/1976 08:00	05/03/1977 08:00	suppression	297	L	76	L			228	Gouina	I1
21/05/1977 08:00	19/12/1977 08:00	suppression	7	L	101	L			213	Gouina	I1
23/06/1978 08:00	31/07/1978 08:00	suppression	97	L	372	L			39	Gouina	I1
11/10/1978 08:00	17/11/1978 08:00	suppression	417	L	242	L			38	Gouina	I1
18/06/1979 08:00	19/07/1979 08:00	suppression	163	L	188	L			32	Gouina	I1
01/08/1979 08:00	31/10/1979 08:00	suppression	419	L	239	L			92	Gouina	I1
01/12/1979 08:00	31/01/1980 08:00	suppression	178	L	60	L			62	Gouina	I1
08/08/1981 08:00	07/10/1981 08:00	suppression	507	L	446	L			61	Gouina	I1
07/07/1983 08:00	03/08/1983 08:00	suppression	223	L	269	L			28	Gouina	I1
31/08/1983 08:00	11/11/1983 08:00	suppression	328	L	185	L			73	Gouina	I1
01/07/1985 08:00	15/07/1985 08:00	suppression	128	L	207	L			15	Gouina	I1
01/07/1986 08:00	23/11/1986 08:00	suppression	-44	L	177	L			145	Gouina	I1
29/07/1988 08:00		- 100	313	L			213		1	Gouina	I1
10/11/1988 08:00	06/01/1989 08:00	suppression	105	R	17	R			58	Gouina	I1
29/07/1995 08:00		+ 40	252	L			292		1	Gouina	I1
29/07/2006 07:00	29/07/2006 18:00	+ 90	205	L	203	L	295	293	2	Gouina	I1
05/12/2006 07:00	06/12/2006 18:00	- 100	299	L	297	L	199	197	4	Gouina	I1
31/01/2007 18:01		ajout de lacune							1	Gouina	I1
01/08/2007 07:00	30/11/2007 18:00	suppression	542	L	199	L			244	Gouina	I1
08/01/2008 18:00	09/01/2008 18:00	- 100	298	L	296	L	198	196	3	Gouina	I1
05/04/2008 07:00	30/04/2008 18:00	suppression	205	L	232	L			52	Gouina	I1
15/05/2008 07:00	09/06/2008 07:00	suppression	261	L	230	L			51	Gouina	I1
03/07/2008 07:00		+ 60	234	L			294		1	Gouina	I1
19/07/2008 07:00	19/07/2008 18:00	- 100	397	L	396	L	297	296	2	Gouina	I1
27/07/2008 07:00	30/09/2008 18:00	suppression	284	L	335	L			132	Gouina	I1
03/10/2008 18:00		suppression	42	L					1	Gouina	I1
13/10/2008 07:00	13/10/2008 18:00	suppression	39	L	38	L			2	Gouina	I1
17/10/2008 07:00	18/10/2008 18:00	suppression	38	L	33	L			4	Gouina	I1
20/10/2008 07:00	30/10/2008 18:00	- 100	385	L	379	L	285	279	22	Gouina	I1
01/11/2008 07:00	01/11/2008 18:00	- 100	372	L	369	L	272	269	2	Gouina	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
18/11/2008 07:00		- 30	255	L			225	1	Gouina	I1	
27/11/2008 18:00		+ 40	156	L			196	1	Gouina	I1	
30/12/2008 18:00		suppression	166	L				1	Gouina	I1	
01/01/2009 07:00	13/05/2009 18:00	suppression	232	L	219	L		266	Gouina	I1	
02/08/1956 18:00	30/08/1956 18:00	suppression	280	L	900	L		53	Felou	I1	
24/10/1956 18:00		- 20	350	L			330	1	Felou	I1	
29/11/1956 06:00		+ 10	180	L			190	1	Felou	I1	
17/10/1957 06:00	26/10/1957 18:00	suppression	535	L	425	L		20	Felou	I1	
16/02/1958 06:00	16/02/1958 18:00	suppression	81	L	87	L		2	Felou	I1	
01/06/1958 06:00	31/07/1958 18:00	suppression	24	L	260	L		121	Felou	I1	
04/09/1958 06:00	26/09/1958 00:00	suppression	709	L	526	L		44	Felou	I1	
19/09/1960 06:00	30/11/1960 12:00	suppression	572	L	185	L		114	Felou	I1	
20/09/1967 06:00	28/09/1967 18:00	suppression	729	L	600	L		18	Felou	I1	
18/10/1969 12:00	27/10/1969 12:00	suppression	413	L	460	L		10	Felou	I1	
19/09/1971 06:00	28/09/1971 18:00	suppression	522	L	382	L		20	Felou	I1	
04/07/1975 12:00	15/07/1975 12:00	suppression	115	L	149	L		12	Felou	I1	
01/09/1952 00:00	31/10/1952 00:00	-100	420	L	385	L	320	285	Felou	I1	
30/07/1963 00:00	22/10/1967 12:00	+ 100 si H >200	323	L	293	L	423	393	Felou	I1	
01/07/1903 00:00		suppression	180	L				1	Kayes	I1	
07/08/1903 00:00	08/08/1903 00:00	suppression	370	L	535	L		2	Kayes	I1	
10/08/1903 00:00		suppression	450	L				1	Kayes	I1	
30/10/1903 00:00	31/10/1903 00:00	suppression	283	L	275	L		2	Kayes	I1	
06/11/1903 00:00	07/11/1903 00:00	suppression	260	L	260	L		2	Kayes	I1	
17/06/1904 00:00	26/06/1904 12:00	suppression	150	L	150	L		2	Kayes	I1	
30/07/1904 00:00	05/08/1904 00:00	suppression	600	L	755	L		4	Kayes	I1	
20/08/1904 00:00	05/09/1904 00:00	suppression	660	L	905	L		4	Kayes	I1	
15/09/1904 00:00		suppression	690	L				1	Kayes	I1	
21/09/1904 00:00	22/09/1904 00:00	suppression	545	L	580	L		2	Kayes	I1	
05/10/1904 00:00	06/10/1904 00:00	suppression	445	L	450	L		2	Kayes	I1	
08/10/1904 00:00	09/10/1904 00:00	suppression	440	L	410	L		2	Kayes	I1	
17/10/1904 00:00		suppression	350	L				1	Kayes	I1	
10/11/1904 00:00	11/11/1904 00:00	suppression	290	L	290	L		2	Kayes	I1	
24/11/1904 00:00	01/12/1904 00:00	suppression	220	L	200	L		2	Kayes	I1	
16/12/1904 00:00	14/06/1905 00:00	suppression	165	L	200	L		10	Kayes	I1	
24/07/1905 00:00		suppression	450	L				1	Kayes	I1	
30/07/1905 00:00	31/07/1905 00:00	suppression	570	L	680	L		2	Kayes	I1	
06/08/1905 00:00	07/08/1905 00:00	suppression	500	L	710	L		2	Kayes	I1	
14/08/1905 00:00		suppression	590	L				1	Kayes	I1	
20/08/1905 00:00	21/08/1905 00:00	suppression	770	L	770	L		2	Kayes	I1	
26/08/1905 00:00	28/08/1905 00:00	suppression	795	L	690	L		2	Kayes	I1	
08/09/1905 00:00	11/09/1905 00:00	suppression	600	L	550	L		2	Kayes	I1	
17/09/1905 00:00		suppression	640	L				1	Kayes	I1	
03/10/1905 00:00	09/10/1905 12:00	suppression	705	L	460	L		3	Kayes	I1	
15/10/1905 00:00	16/10/1905 00:00	suppression	630	L	640	L		2	Kayes	I1	
21/10/1905 00:00	23/10/1905 00:00	suppression	600	L	520	L		2	Kayes	I1	
28/10/1905 00:00	30/10/1905 00:00	suppression	550	L	560	L		2	Kayes	I1	
05/11/1905 00:00		suppression	430	L				1	Kayes	I1	
17/11/1905 00:00		suppression	330	L				1	Kayes	I1	
26/11/1905 00:00	27/11/1905 00:00	suppression	285	L	275	L		2	Kayes	I1	
25/06/1906 00:00		suppression	195	L				1	Kayes	I1	
28/06/1906 00:00	29/06/1906 00:00	suppression	240	L	240	L		2	Kayes	I1	
02/07/1906 00:00	16/07/1906 00:00	suppression	210	L	390	L		2	Kayes	I1	
21/07/1906 00:00	22/07/1906 00:00	suppression	590	L	580	L		2	Kayes	I1	
02/08/1906 00:00		suppression	720	L				1	Kayes	I1	
04/08/1906 00:00		suppression	710	L				1	Kayes	I1	
11/08/1906 00:00	19/08/1906 00:00	suppression	1000	L	930	L		4	Kayes	I1	
21/08/1906 00:00	26/08/1906 00:00	suppression	920	L	1010	L		2	Kayes	I1	
06/09/1906 00:00	10/09/1906 00:00	suppression	850	L	800	L		4	Kayes	I1	
15/09/1906 00:00	24/09/1906 00:00	suppression	940	L	670	L		6	Kayes	I1	
30/09/1906 00:00	01/10/1906 00:00	suppression	600	L	570	L		2	Kayes	I1	
05/10/1906 00:00	09/10/1906 00:00	suppression	520	L	520	L		2	Kayes	I1	
16/10/1906 00:00	22/10/1906 00:00	suppression	490	L	450	L		2	Kayes	I1	
27/10/1906 00:00	29/10/1906 00:00	suppression	400	L	345	L		2	Kayes	I1	
01/11/1906 00:00	13/11/1906 00:00	suppression	335	L	300	L		4	Kayes	I1	
16/11/1906 00:00	04/07/1907 00:00	suppression	300	L	160	L		2	Kayes	I1	
13/07/1907 00:00	15/07/1907 00:00	suppression	210	L	230	L		2	Kayes	I1	
17/07/1907 00:00	20/07/1907 00:00	suppression	220	L	240	L		2	Kayes	I1	
27/07/1907 00:00	30/07/1907 00:00	suppression	250	L	220	L		2	Kayes	I1	
19/08/1907 00:00	20/08/1907 00:00	suppression	440	L	430	L		2	Kayes	I1	
26/08/1907 00:00	27/08/1907 00:00	suppression	425	L	485	L		2	Kayes	I1	
09/09/1907 00:00	10/09/1907 00:00	suppression	620	L	624	L		2	Kayes	I1	
16/09/1907 00:00	17/09/1907 00:00	suppression	630	L	610	L		2	Kayes	I1	
30/09/1907 00:00	01/10/1907 00:00	suppression	478	L	460	L		2	Kayes	I1	
07/10/1907 00:00	08/10/1907 00:00	suppression	480	L	495	L		2	Kayes	I1	
12/10/1907 00:00	15/10/1907 00:00	suppression	450	L	415	L		2	Kayes	I1	
20/10/1907 00:00	22/10/1907 00:00	suppression	370	L	360	L		2	Kayes	I1	
20/11/1907 00:00	21/11/1907 00:00	suppression	220	L	230	L		2	Kayes	I1	
25/11/1907 00:00	04/06/1908 00:00	suppression	260	L	100	L		4	Kayes	I1	

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
08/06/1908 00:00	13/06/1908 00:00	suppression	90	L	100	L			4	Kayes	I1
23/06/1908 00:00	24/06/1908 00:00	suppression	140	L	150	L			2	Kayes	I1
30/06/1908 00:00	07/07/1908 00:00	suppression	282	L	272	L			4	Kayes	I1
21/07/1908 00:00		suppression	405	L					1	Kayes	I1
04/08/1908 00:00	05/08/1908 00:00	suppression	470	L	470	L			2	Kayes	I1
11/08/1908 00:00	12/08/1908 00:00	suppression	510	L	690	L			2	Kayes	I1
24/08/1908 00:00	27/08/1908 00:00	suppression	650	L	815	L			2	Kayes	I1
31/08/1908 00:00	01/09/1908 12:00	suppression	950	L	830	L			3	Kayes	I1
16/09/1908 00:00		suppression	818	L					1	Kayes	I1
23/09/1908 00:00		suppression	790	L					1	Kayes	I1
27/09/1908 12:00	02/10/1908 00:00	suppression	550	L	605	L			5	Kayes	I1
04/10/1908 00:00	05/10/1908 00:00	suppression	620	L	580	L			2	Kayes	I1
13/10/1908 00:00	14/10/1908 00:00	suppression	480	L	450	L			2	Kayes	I1
18/10/1908 00:00	21/10/1908 00:00	suppression	430	L	410	L			2	Kayes	I1
28/10/1908 00:00		suppression	385	L					1	Kayes	I1
03/11/1908 00:00	04/11/1908 00:00	suppression	345	L	345	L			2	Kayes	I1
10/11/1908 00:00	11/11/1908 00:00	suppression	295	L	288	L			2	Kayes	I1
22/11/1908 00:00	23/11/1908 00:00	suppression	250	L	250	L			2	Kayes	I1
02/12/1908 00:00		suppression	240	L					1	Kayes	I1
02/06/1909 00:00		suppression	200	L					1	Kayes	I1
07/06/1909 00:00	09/06/1909 00:00	suppression	225	L	217	L			2	Kayes	I1
31/08/1909 00:00	07/09/1909 00:00	suppression	940	L	882	L			2	Kayes	I1
15/09/1909 00:00	16/09/1909 00:00	suppression	950	L	826	L			2	Kayes	I1
01/11/1909 00:00	02/11/1909 00:00	suppression	490	L	510	L			2	Kayes	I1
08/11/1909 00:00	09/11/1909 00:00	suppression	410	L	380	L			2	Kayes	I1
15/11/1909 00:00	16/11/1909 00:00	suppression	335	L	330	L			2	Kayes	I1
30/11/1909 00:00		suppression	255	L					1	Kayes	I1
19/12/1909 00:00	21/12/1909 00:00	suppression	214	L	214	L			2	Kayes	I1
25/12/1909 00:00	28/12/1909 00:00	suppression	205	L	198	L			2	Kayes	I1
22/06/1910 00:00	28/06/1910 00:00	suppression	161	L	170	L			5	Kayes	I1
14/07/1910 00:00	15/07/1910 00:00	suppression	267	L	228	L			2	Kayes	I1
02/08/1910 00:00	10/08/1910 00:00	suppression	362	L	535	L			2	Kayes	I1
14/08/1910 00:00	16/08/1910 00:00	suppression	490	L	576	L			2	Kayes	I1
21/08/1910 00:00	22/08/1910 00:00	suppression	625	L	680	L			2	Kayes	I1
28/08/1910 00:00	29/08/1910 00:00	suppression	795	L	854	L			2	Kayes	I1
04/09/1910 00:00	06/09/1910 00:00	suppression	741	L	745	L			2	Kayes	I1
18/09/1910 00:00	20/09/1910 00:00	suppression	731	L	742	L			2	Kayes	I1
25/09/1910 00:00	27/09/1910 00:00	suppression	757	L	686	L			2	Kayes	I1
30/09/1910 00:00	11/10/1910 00:00	suppression	599	L	468	L			4	Kayes	I1
18/10/1910 00:00		suppression	392	L					1	Kayes	I1
23/10/1910 00:00		suppression	360	L					1	Kayes	I1
31/10/1910 00:00		suppression	327	L					1	Kayes	I1
03/11/1910 00:00	08/11/1910 00:00	suppression	322	L	300	L			4	Kayes	I1
10/11/1910 00:00	16/11/1910 00:00	suppression	290	L	248	L			2	Kayes	I1
19/11/1910 00:00	21/11/1910 00:00	suppression	235	L	225	L			2	Kayes	I1
28/11/1910 00:00	01/12/1910 00:00	suppression	205	L	195	L			3	Kayes	I1
04/12/1910 00:00	05/12/1910 00:00	suppression	191	L	189	L			2	Kayes	I1
12/12/1910 00:00		suppression	173	L					1	Kayes	I1
14/12/1910 00:00	18/06/1911 00:00	suppression	170	L	154	L			4	Kayes	I1
27/06/1911 00:00	18/07/1911 00:00	suppression	160	L	285	L			2	Kayes	I1
27/07/1911 00:00	28/07/1911 00:00	suppression	242	L	288	L			2	Kayes	I1
30/08/1911 00:00	04/09/1911 00:00	suppression	645	L	700	L			4	Kayes	I1
10/09/1911 00:00	11/09/1911 00:00	suppression	708	L	689	L			2	Kayes	I1
17/09/1911 00:00	20/09/1911 00:00	suppression	680	L	600	L			2	Kayes	I1
02/10/1911 00:00	03/10/1911 00:00	suppression	480	L	440	L			2	Kayes	I1
12/10/1911 00:00	17/10/1911 00:00	suppression	373	L	330	L			4	Kayes	I1
19/10/1911 00:00	24/10/1911 00:00	suppression	340	L	345	L			4	Kayes	I1
27/10/1911 00:00	31/10/1911 00:00	suppression	320	L	295	L			4	Kayes	I1
05/11/1911 00:00	06/11/1911 00:00	suppression	290	L	270	L			2	Kayes	I1
19/11/1911 00:00	24/11/1911 00:00	suppression	215	L	198	L			6	Kayes	I1
26/11/1911 00:00	23/06/1912 12:00	suppression	200	L	110	L			22	Kayes	I1
01/07/1912 00:00	04/07/1912 00:00	suppression	130	L	175	L			4	Kayes	I1
06/07/1912 00:00	09/07/1912 00:00	suppression	178	L	215	L			2	Kayes	I1
12/07/1912 00:00	13/07/1912 00:00	suppression	225	L	230	L			2	Kayes	I1
16/07/1912 00:00	17/07/1912 00:00	suppression	260	L	275	L			2	Kayes	I1
12/08/1912 00:00	13/08/1912 00:00	suppression	380	L	451	L			2	Kayes	I1
02/09/1912 00:00	03/09/1912 00:00	suppression	590	L	600	L			2	Kayes	I1
09/09/1912 00:00	10/09/1912 00:00	suppression	575	L	529	L			2	Kayes	I1
12/09/1912 00:00	13/09/1912 00:00	suppression	530	L	550	L			2	Kayes	I1
15/09/1912 00:00	17/09/1912 00:00	suppression	795	L	680	L			2	Kayes	I1
10/10/1912 00:00	11/10/1912 00:00	suppression	468	L	470	L			2	Kayes	I1
16/10/1912 00:00	19/10/1912 00:00	suppression	400	L	368	L			4	Kayes	I1
24/10/1912 00:00	25/10/1912 00:00	suppression	338	L	330	L			2	Kayes	I1
28/10/1912 00:00	01/11/1912 00:00	suppression	318	L	278	L			4	Kayes	I1
03/11/1912 00:00	08/11/1912 00:00	suppression	270	L	245	L			5	Kayes	I1
18/11/1912 00:00	19/11/1912 00:00	suppression	205	L	200	L			2	Kayes	I1
24/11/1912 00:00	25/11/1912 00:00	suppression	192	L	192	L			2	Kayes	I1
01/12/1912 00:00	03/07/1913 00:00	suppression	179	L	160	L			4	Kayes	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
11/07/1913 00:00	15/07/1913 00:00	suppression	186	L	205	L			2	Kayes	I1
17/07/1913 00:00	18/07/1913 00:00	suppression	210	L	200	L			2	Kayes	I1
30/07/1913 00:00		suppression	173	L					1	Kayes	I1
25/08/1913 00:00		suppression	350	L					1	Kayes	I1
14/09/1913 00:00	15/09/1913 00:00	suppression	368	L	370	L			2	Kayes	I1
20/09/1913 00:00	24/09/1913 00:00	suppression	373	L	324	L			4	Kayes	I1
30/09/1913 00:00		suppression	327	L					1	Kayes	I1
02/10/1913 00:00	07/10/1913 00:00	suppression	323	L	339	L			4	Kayes	I1
10/10/1913 00:00	14/10/1913 00:00	suppression	320	L	283	L			4	Kayes	I1
19/10/1913 00:00	20/10/1913 00:00	suppression	247	L	232	L			2	Kayes	I1
25/10/1913 00:00	30/10/1913 00:00	suppression	250	L	240	L			4	Kayes	I1
01/11/1913 00:00	04/11/1913 00:00	suppression	237	L	217	L			2	Kayes	I1
06/11/1913 00:00	11/11/1913 00:00	suppression	207	L	177	L			4	Kayes	I1
13/11/1913 00:00	24/11/1913 00:00	suppression	187	L	160	L			6	Kayes	I1
26/11/1913 00:00	11/08/1914 00:00	suppression	157	L	440	L			4	Kayes	I1
14/08/1914 00:00	15/08/1914 00:00	suppression	470	L	590	L			2	Kayes	I1
17/08/1914 00:00	25/08/1914 00:00	suppression	530	L	405	L			2	Kayes	I1
27/08/1914 00:00	28/08/1914 00:00	suppression	420	L	428	L			2	Kayes	I1
04/09/1914 00:00	05/09/1914 00:00	suppression	418	L	440	L			2	Kayes	I1
07/09/1914 00:00		suppression	454	L					1	Kayes	I1
14/09/1914 00:00	15/09/1914 00:00	suppression	575	L	615	L			2	Kayes	I1
13/10/1914 00:00	20/10/1914 00:00	suppression	425	L	310	L			2	Kayes	I1
31/10/1914 00:00	01/11/1914 00:00	suppression	250	L	250	L			2	Kayes	I1
07/11/1914 00:00	17/11/1914 00:00	suppression	225	L	170	L			5	Kayes	I1
19/11/1914 00:00	23/11/1914 00:00	suppression	168	L	162	L			4	Kayes	I1
25/11/1914 00:00	29/11/1914 00:00	suppression	160	L	205	L			2	Kayes	I1
01/12/1914 00:00	23/06/1915 00:00	suppression	203	L	152	L			6	Kayes	I1
27/06/1915 00:00	28/06/1915 00:00	suppression	182	L	180	L			2	Kayes	I1
06/07/1915 00:00	13/07/1915 00:00	suppression	225	L	278	L			2	Kayes	I1
14/10/1915 00:00	15/10/1915 00:00	suppression	420	L	390	L			2	Kayes	I1
24/10/1915 00:00	25/10/1915 00:00	suppression	329	L	320	L			2	Kayes	I1
31/10/1915 00:00	02/11/1915 00:00	suppression	297	L	286	L			2	Kayes	I1
08/11/1915 00:00	09/11/1915 00:00	suppression	268	L	259	L			2	Kayes	I1
01/12/1915 00:00	08/12/1915 00:00	suppression	214	L	199	L			2	Kayes	I1
10/12/1916 00:00	11/12/1916 00:00	suppression	195	L	193	L			2	Kayes	I1
24/06/1917 00:00		suppression	120	L					1	Kayes	I1
08/07/1917 00:00	09/07/1917 00:00	suppression	132	L	138	L			2	Kayes	I1
12/08/1917 00:00	14/08/1917 00:00	suppression	567	L	710	L			2	Kayes	I1
20/08/1917 00:00	21/08/1917 00:00	suppression	650	L	670	L			2	Kayes	I1
26/08/1917 00:00	27/08/1917 00:00	suppression	790	L	830	L			2	Kayes	I1
29/08/1917 00:00	30/08/1917 00:00	suppression	690	L	655	L			2	Kayes	I1
30/09/1917 00:00	01/10/1917 00:00	suppression	650	L	602	L			2	Kayes	I1
28/10/1917 00:00	30/10/1917 00:00	suppression	278	L	264	L			2	Kayes	I1
06/11/1917 00:00	07/11/1917 00:00	suppression	237	L	227	L			2	Kayes	I1
13/11/1917 00:00	14/11/1917 00:00	suppression	211	L	215	L			2	Kayes	I1
18/11/1917 00:00	21/11/1917 00:00	suppression	212	L	220	L			3	Kayes	I1
28/11/1917 00:00	01/12/1917 00:00	suppression	192	L	190	L			3	Kayes	I1
12/06/1918 00:00		suppression	190	L					1	Kayes	I1
17/06/1918 00:00		suppression	180	L					1	Kayes	I1
02/07/1918 00:00		suppression	275	L					1	Kayes	I1
07/07/1918 00:00	14/07/1918 00:00	suppression	230	L	275	L			5	Kayes	I1
19/07/1918 00:00	23/07/1918 00:00	suppression	325	L	440	L			4	Kayes	I1
29/07/1918 00:00	30/07/1918 00:00	suppression	487	L	645	L			2	Kayes	I1
06/08/1918 12:00		- 200	740	L			540		1	Kayes	I1
14/08/1918 00:00	15/08/1918 00:00	suppression	470	L	500	L			2	Kayes	I1
22/08/1918 00:00	27/08/1918 00:00	suppression	900	L	977	L			4	Kayes	I1
31/08/1918 00:00	10/09/1918 12:00	suppression	950	L	1000	L			7	Kayes	I1
15/09/1918 00:00	17/09/1918 00:00	suppression	750	L	725	L			2	Kayes	I1
23/09/1918 00:00	24/09/1918 00:00	suppression	725	L	690	L			2	Kayes	I1
30/09/1918 00:00	01/10/1918 00:00	suppression	810	L	750	L			2	Kayes	I1
06/10/1918 00:00		suppression	765	L					1	Kayes	I1
10/10/1918 00:00	12/10/1918 00:00	suppression	713	L	640	L			3	Kayes	I1
18/10/1918 00:00	06/11/1918 00:00	suppression	470	L	320	L			12	Kayes	I1
09/11/1918 00:00	13/11/1918 00:00	suppression	305	L	290	L			2	Kayes	I1
28/11/1918 00:00	07/12/1918 00:00	suppression	296	L	190	L			4	Kayes	I1
21/06/1919 00:00	22/06/1919 00:00	suppression	210	L	210	L			2	Kayes	I1
27/06/1919 00:00		suppression	210	L					1	Kayes	I1
01/07/1919 00:00	02/07/1919 00:00	suppression	225	L	220	L			2	Kayes	I1
08/07/1919 00:00	09/07/1919 00:00	suppression	155	L	165	L			2	Kayes	I1
12/07/1919 00:00	19/07/1919 00:00	suppression	190	L	240	L			8	Kayes	I1
23/07/1919 00:00	26/07/1919 00:00	suppression	240	L	350	L			3	Kayes	I1
05/08/1919 00:00	06/08/1919 00:00	suppression	350	L	375	L			2	Kayes	I1
22/08/1919 00:00	23/08/1919 00:00	suppression	540	L	560	L			2	Kayes	I1
28/08/1919 00:00	30/08/1919 00:00	suppression	590	L	770	L			2	Kayes	I1
05/09/1919 00:00	06/09/1919 00:00	suppression	580	L	520	L			2	Kayes	I1
10/09/1919 00:00	11/09/1919 00:00	suppression	550	L	570	L			2	Kayes	I1
17/09/1919 00:00	18/09/1919 00:00	suppression	520	L	570	L			2	Kayes	I1
22/09/1919 00:00	23/09/1919 00:00	suppression	740	L	700	L			2	Kayes	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
26/09/1919 00:00	27/09/1919 00:00	suppression	535	L	600	L			2	Kayes	I1
07/10/1919 00:00	08/10/1919 00:00	suppression	440	L	430	L			2	Kayes	I1
14/10/1919 00:00	16/10/1919 00:00	suppression	425	L	405	L			2	Kayes	I1
24/10/1919 00:00	26/10/1919 00:00	suppression	310	L	300	L			3	Kayes	I1
27/06/1920 00:00	28/06/1920 00:00	suppression	170	L	250	L			2	Kayes	I1
03/07/1920 00:00	04/07/1920 00:00	suppression	250	L	230	L			2	Kayes	I1
08/07/1920 00:00	20/07/1920 00:00	suppression	220	L	275	L			4	Kayes	I1
22/07/1920 00:00	27/07/1920 00:00	suppression	260	L	225	L			4	Kayes	I1
01/08/1920 00:00	03/08/1920 00:00	suppression	350	L	310	L			2	Kayes	I1
07/08/1920 00:00	08/08/1920 00:00	suppression	510	L	470	L			2	Kayes	I1
11/08/1920 00:00	12/08/1920 00:00	suppression	535	L	500	L			2	Kayes	I1
15/08/1920 00:00	17/08/1920 00:00	suppression	590	L	610	L			2	Kayes	I1
19/08/1920 00:00	20/08/1920 00:00	suppression	670	L	750	L			2	Kayes	I1
24/09/1920 00:00	25/09/1920 00:00	suppression	760	L	660	L			2	Kayes	I1
27/09/1920 00:00	29/09/1920 00:00	suppression	665	L	665	L			2	Kayes	I1
02/10/1920 00:00	06/10/1920 00:00	suppression	590	L	515	L			2	Kayes	I1
10/10/1920 00:00	21/10/1920 00:00	suppression	470	L	360	L			6	Kayes	I1
24/10/1920 00:00	01/11/1920 00:00	suppression	350	L	280	L			3	Kayes	I1
07/11/1920 00:00	09/11/1920 00:00	suppression	255	L	252	L			2	Kayes	I1
13/11/1920 00:00	04/07/1921 00:00	suppression	230	L	250	L			6	Kayes	I1
10/07/1921 00:00	11/07/1921 00:00	suppression	265	L	210	L			2	Kayes	I1
17/07/1921 00:00	18/07/1921 00:00	suppression	295	L	265	L			2	Kayes	I1
27/07/1921 00:00	01/08/1921 00:00	suppression	180	L	220	L			5	Kayes	I1
06/08/1921 00:00	07/08/1921 00:00	suppression	245	L	280	L			2	Kayes	I1
14/09/1921 00:00		suppression	680	L					1	Kayes	I1
01/11/1921 00:00	02/11/1921 00:00	suppression	220	L	190	L			2	Kayes	I1
01/07/1922 00:00	09/07/1922 00:00	suppression	150	L	220	L			3	Kayes	I1
12/07/1922 00:00	16/07/1922 00:00	suppression	220	L	220	L			2	Kayes	I1
03/09/1922 00:00	04/09/1922 00:00	suppression	910	L	775	L			2	Kayes	I1
09/09/1922 00:00	10/09/1922 00:00	suppression	920	L	930	L			2	Kayes	I1
12/09/1922 00:00	13/09/1922 00:00	suppression	1000	L	1020	L			2	Kayes	I1
25/09/1922 00:00		suppression	1070	L					1	Kayes	I1
01/10/1922 00:00	02/10/1922 00:00	suppression	855	L	810	L			2	Kayes	I1
21/10/1922 12:00		- 100	670	L			570		1	Kayes	I1
29/10/1922 12:00		- 100	590	L			490		1	Kayes	I1
11/07/1923 00:00		suppression	180	L					1	Kayes	I1
13/07/1923 00:00		suppression	225	L					1	Kayes	I1
27/07/1923 00:00	31/07/1923 00:00	suppression	360	L	350	L			4	Kayes	I1
05/08/1923 00:00	06/08/1923 00:00	suppression	360	L	350	L			2	Kayes	I1
12/08/1923 00:00	16/08/1923 00:00	suppression	360	L	500	L			4	Kayes	I1
02/09/1923 00:00	03/09/1923 00:00	suppression	850	L	837	L			2	Kayes	I1
16/09/1923 00:00	17/09/1923 00:00	suppression	745	L	680	L			2	Kayes	I1
22/09/1923 00:00	23/09/1923 00:00	suppression	740	L	770	L			2	Kayes	I1
25/09/1923 00:00	26/09/1923 00:00	suppression	752	L	690	L			2	Kayes	I1
27/09/1923 12:00		- 100	777	L			677		1	Kayes	I1
30/09/1923 00:00	01/10/1923 12:00	suppression	675	L	530	L			3	Kayes	I1
07/10/1923 00:00	08/10/1923 00:00	suppression	560	L	525	L			2	Kayes	I1
14/10/1923 00:00	16/10/1923 00:00	suppression	430	L	400	L			2	Kayes	I1
21/10/1923 00:00	22/10/1923 00:00	suppression	360	L	350	L			2	Kayes	I1
31/10/1923 00:00	02/11/1923 00:00	suppression	325	L	340	L			2	Kayes	I1
07/11/1923 00:00	25/06/1924 00:00	suppression	334	L	230	L			10	Kayes	I1
02/11/1924 00:00	27/06/1925 00:00	suppression	395	L	230	L			5	Kayes	I1
01/07/1925 00:00	23/07/1925 00:00	suppression	230	L	215	L			3	Kayes	I1
30/07/1925 00:00	31/07/1925 00:00	suppression	255	L	520	L			2	Kayes	I1
02/08/1925 00:00	03/08/1925 00:00	suppression	490	L	500	L			2	Kayes	I1
09/08/1925 00:00	12/08/1925 00:00	suppression	570	L	475	L			4	Kayes	I1
16/08/1925 00:00		suppression	465	L					1	Kayes	I1
23/08/1925 00:00	24/08/1925 00:00	suppression	850	L	800	L			2	Kayes	I1
29/08/1925 00:00		suppression	690	L					1	Kayes	I1
01/12/1925 00:00	03/08/1926 00:00	suppression	240	L	490	L			2	Kayes	I1
05/08/1926 00:00	06/08/1926 00:00	suppression	500	L	650	L			2	Kayes	I1
08/08/1926 00:00	09/08/1926 00:00	suppression	570	L	580	L			2	Kayes	I1
15/08/1926 00:00	17/08/1926 00:00	suppression	540	L	520	L			2	Kayes	I1
22/08/1926 00:00	23/08/1926 00:00	suppression	428	L	460	L			2	Kayes	I1
29/08/1926 00:00	30/08/1926 00:00	suppression	580	L	580	L			2	Kayes	I1
05/09/1926 00:00	06/09/1926 00:00	suppression	520	L	540	L			2	Kayes	I1
13/09/1926 00:00	14/09/1926 00:00	suppression	500	L	540	L			2	Kayes	I1
16/09/1926 00:00	17/09/1926 00:00	suppression	550	L	600	L			2	Kayes	I1
26/09/1926 00:00		suppression	500	L					1	Kayes	I1
10/10/1926 00:00	15/10/1926 00:00	suppression	410	L	370	L			4	Kayes	I1
17/10/1926 00:00	18/10/1926 00:00	suppression	360	L	350	L			2	Kayes	I1
25/10/1926 00:00		suppression	310	L					1	Kayes	I1
30/10/1926 00:00	01/07/1927 00:00	suppression	290	L	190	L			9	Kayes	I1
03/07/1927 00:00	04/07/1927 00:00	suppression	195	L	170	L			2	Kayes	I1
10/07/1927 00:00	15/07/1927 00:00	suppression	290	L	370	L			6	Kayes	I1
17/07/1927 00:00	18/07/1927 00:00	suppression	360	L	320	L			2	Kayes	I1
24/07/1927 00:00	25/07/1927 00:00	suppression	370	L	400	L			2	Kayes	I1
30/07/1927 00:00	31/07/1927 00:00	suppression	380	L	380	L			2	Kayes	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
21/08/1927 00:00	22/08/1927 00:00	suppression	860	L	850	L			2	Kayes	I1
28/08/1927 00:00	29/08/1927 00:00	suppression	740	L	720	L			2	Kayes	I1
31/08/1927 00:00	01/09/1927 00:00	suppression	890	L	880	L			2	Kayes	I1
04/09/1927 00:00	05/09/1927 00:00	suppression	1000	L	940	L			2	Kayes	I1
11/09/1927 00:00	12/09/1927 00:00	suppression	890	L	820	L			2	Kayes	I1
17/09/1927 00:00		suppression	780	L					1	Kayes	I1
25/09/1927 00:00	26/09/1927 00:00	suppression	790	L	750	L			2	Kayes	I1
29/09/1927 00:00	30/09/1927 00:00	suppression	780	L	770	L			2	Kayes	I1
02/10/1927 00:00	03/10/1927 00:00	suppression	790	L	690	L			2	Kayes	I1
16/10/1927 00:00	17/10/1927 00:00	suppression	700	L	720	L			2	Kayes	I1
23/10/1927 00:00	24/10/1927 00:00	suppression	570	L	550	L			2	Kayes	I1
30/10/1927 00:00	02/11/1927 00:00	suppression	490	L	480	L			4	Kayes	I1
06/11/1927 00:00	07/11/1927 00:00	suppression	445	L	450	L			2	Kayes	I1
11/11/1927 00:00	14/11/1927 00:00	suppression	420	L	370	L			2	Kayes	I1
20/11/1927 00:00	21/11/1927 00:00	suppression	320	L	300	L			2	Kayes	I1
23/11/1927 00:00	24/11/1927 00:00	suppression	290	L	280	L			2	Kayes	I1
02/12/1927 00:00	04/12/1927 00:00	suppression	250	L	250	L			2	Kayes	I1
07/12/1927 00:00	12/12/1927 00:00	suppression	240	L	225	L			4	Kayes	I1
20/12/1927 00:00		suppression	195	L					1	Kayes	I1
01/07/1928 00:00		suppression	200	L					1	Kayes	I1
07/07/1928 00:00	08/07/1928 00:00	suppression	230	L	210	L			2	Kayes	I1
16/07/1928 00:00		suppression	240	L					1	Kayes	I1
22/07/1928 00:00	23/07/1928 00:00	suppression	230	L	250	L			2	Kayes	I1
28/07/1928 00:00		suppression	250	L					1	Kayes	I1
02/08/1928 00:00	06/08/1928 00:00	suppression	300	L	380	L			4	Kayes	I1
09/08/1928 00:00	10/08/1928 00:00	suppression	470	L	540	L			2	Kayes	I1
12/08/1928 00:00	15/08/1928 00:00	suppression	570	L	970	L			4	Kayes	I1
27/08/1928 00:00		suppression	965	L					1	Kayes	I1
03/09/1928 00:00		suppression	850	L					1	Kayes	I1
09/09/1928 00:00	10/09/1928 00:00	suppression	950	L	940	L			2	Kayes	I1
17/09/1928 00:00		suppression	920	L					1	Kayes	I1
23/09/1928 00:00	24/09/1928 00:00	suppression	800	L	750	L			2	Kayes	I1
30/09/1928 00:00	01/10/1928 00:00	suppression	630	L	590	L			2	Kayes	I1
05/10/1928 00:00	08/10/1928 00:00	suppression	540	L	570	L			4	Kayes	I1
11/10/1928 00:00	16/10/1928 00:00	suppression	540	L	580	L			6	Kayes	I1
21/10/1928 00:00	26/10/1928 00:00	suppression	500	L	440	L			4	Kayes	I1
28/10/1928 00:00	31/10/1928 00:00	suppression	430	L	450	L			2	Kayes	I1
01/12/1928 00:00	07/12/1928 00:00	suppression	240	L	220	L			4	Kayes	I1
09/12/1928 00:00		suppression	225	L					1	Kayes	I1
15/06/1929 00:00	17/06/1929 00:00	suppression	240	L	250	L			3	Kayes	I1
13/07/1929 00:00	14/07/1929 00:00	suppression	250	L	265	L			2	Kayes	I1
27/09/1929 00:00	28/09/1929 00:00	suppression	670	L	640	L			2	Kayes	I1
25/10/1929 00:00	26/10/1929 00:00	suppression	440	L	410	L			2	Kayes	I1
05/11/1929 00:00	08/11/1929 00:00	suppression	350	L	320	L			4	Kayes	I1
03/12/1929 00:00		suppression	210	L					1	Kayes	I1
17/06/1930 00:00		suppression	210	L					1	Kayes	I1
17/06/1931 00:00		suppression	170	L					1	Kayes	I1
15/06/1933 00:00		suppression	220	L					1	Kayes	I1
29/06/1934 00:00		suppression	140	L					1	Kayes	I1
21/06/1935 00:00		suppression	153	L					1	Kayes	I1
01/07/1937 00:00	14/07/1937 00:00	suppression	155	L	160	L			3	Kayes	I1
01/07/1938 00:00		suppression	160	L					1	Kayes	I1
17/06/1940 00:00		suppression	160	L					1	Kayes	I1
01/12/1940 00:00		suppression	164	L					1	Kayes	I1
09/07/1942 00:00		suppression	150	L					1	Kayes	I1
11/11/1942 00:00	01/07/1943 00:00	suppression	195	L	155	L			2	Kayes	I1
27/11/1943 00:00	16/06/1944 00:00	suppression	150	L	150	L			5	Kayes	I1
06/07/1944 00:00	29/07/1944 12:00	suppression	170	L	150	L			3	Kayes	I1
24/11/1944 00:00	20/07/1945 00:00	suppression	150	L	270	L			2	Kayes	I1
15/11/1945 00:00		suppression	240	L					1	Kayes	I1
12/07/1946 00:00		suppression	170	L					1	Kayes	I1
11/08/1947 12:00	12/08/1947 12:00	+ 100	510	L	470	L	610	570	2	Kayes	I1
01/07/1948 00:00		suppression	165	L					1	Kayes	I1
05/08/1949 00:00	07/08/1949 00:00	suppression	510	L	350	L			2	Kayes	I1
04/11/1949 00:00		suppression	230	L					1	Kayes	I1
26/11/1965 12:00	15/12/1965 12:00	suppression	245	R	182	R			20	Kayes	I1
19/05/1966 18:00		- 30	77	L			47		1	Kayes	I1
16/06/1966 12:00	03/08/1966 12:00	suppression	102	R	307	R			49	Kayes	I1
23/11/1972 12:01		ajout de lacune							1	Kayes	I1
08/09/1997 08:00		+ 70	423	L			493		1	Kayes	I1
26/11/2002 18:00		+ 80	114	L			194		1	Kayes	I1
25/07/2003 18:00		+ 100	258	L			358		1	Kayes	I1
30/09/2003 18:00		+ 200	324	L			524		1	Kayes	I1
30/04/2004 18:00		- 100	310	L			210		1	Kayes	I1
17/07/2007 12:00		+ 200	169	L			369		1	Kayes	I1
30/09/2010 12:00		+ 40	353	L			393		1	Kayes	I1
30/09/2010 18:00		+ 50	348	L			398		1	Kayes	I1
06/06/1911 08:00	10/06/1911 08:00	suppression	18	L	6	L			5	Ambidedi	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
13/06/1911 08:00	26/06/1911 08:00	suppression	37	L	54	L			11	Ambidedi	I1
26/07/1911 08:00		+ 100	100	L			200		1	Ambidedi	I1
08/07/1913 08:00		- 100	265	L			165		1	Ambidedi	I1
03/09/1920 08:00		suppression	870	L					1	Ambidedi	I1
17/10/1930 08:00		suppression	379	L					1	Ambidedi	I1
01/06/1924 08:00	19/06/1924 08:00	suppression	93	L	65	L			18	Ambidedi	I1
20/10/1940 08:00		suppression	260	L					1	Ambidedi	I1
05/09/1942 08:00		- 100	685	L			585		1	Ambidedi	I1
29/08/1956 08:00		+ 200	562	R			762		1	Ambidedi	I1
28/06/1957 08:00		- 100	283	R			183		1	Ambidedi	I1
03/06/1959 08:00		- 50	93	R			43		1	Ambidedi	I1
20/09/1959 08:00		+ 100	593	R			693		1	Ambidedi	I1
01/01/1960 00:00		+ 30	61	R			91		1	Ambidedi	I1
22/08/1969 08:00		+ 100	397	R			497		1	Ambidedi	I1
13/10/1971 08:00		+ 100	162	R			262		1	Ambidedi	I1
08/07/1976 08:00	27/07/1976 08:00	suppression	150	R	228	R			20	Ambidedi	I1
26/06/1978 08:00	24/07/1978 08:00	suppression	140	L	252	L			29	Ambidedi	I1
01/11/1982 08:00	30/11/1982 08:00	suppression	155	L	57	L			30	Ambidedi	I1
24/05/1995 08:00	29/06/1995 08:00	suppression	54	L	117	L			37	Ambidedi	I1
01/09/1995 08:00	30/09/1995 08:00	suppression	623	L	284	L			30	Ambidedi	I1
11/11/1995 08:00	11/12/1995 08:00	suppression	105	L	79	L			31	Ambidedi	I1
25/07/1997 08:00	11/08/1997 08:00	suppression	203	L	176	L			18	Ambidedi	I1
01/08/1999 08:00	31/10/1999 08:00	suppression	113	L	242	L			92	Ambidedi	I1
19/11/1999 08:00	03/12/1999 08:00	suppression	249	L	238	L			15	Ambidedi	I1
05/12/1999 08:00		- 60	279	L			219		1	Ambidedi	I1
30/09/2003 18:00		+ 100	412	L			512		1	Ambidedi	I1
06/08/2004 08:00	06/08/2004 18:00	- 100	390	L	394	L	290	294	2	Ambidedi	I1
01/02/2005 08:00	09/02/2005 18:00	suppression	86	L	77	L			18	Ambidedi	I1
01/06/2005 08:00	30/06/2005 18:00	suppression	122	L	294	L			60	Ambidedi	I1
13/09/2005 08:00	16/09/2005 18:00	suppression	335	L	333	L			8	Ambidedi	I1
01/01/2007 07:00	02/02/2007 08:00	suppression	64	L	69	L			33	Ambidedi	I1
01/03/2007 08:00	31/07/2007 08:00	suppression	44	L	116	L			153	Ambidedi	I1
21/08/2007 18:00		+ 60	338	L			398		1	Ambidedi	I1
23/04/2008 07:00		- 70	198	L			128		1	Ambidedi	I1
27/04/2008 18:00		- 300	450	L			150		1	Ambidedi	I1
26/06/2008 07:00	30/06/2008 18:00	suppression	180	L	160	L			10	Ambidedi	I1
31/07/2008 18:01		ajout de lacune							1	Ambidedi	I1
01/02/2009 07:00	28/02/2009 18:00	suppression	115	L	124	L			56	Ambidedi	I1
02/07/2009 07:00		+ 50	210	L			260		1	Ambidedi	I1
01/08/2009 07:00	31/08/2009 18:00	suppression	375	L	400	L			62	Ambidedi	I1
03/09/2009 18:00		+ 70	320	L			390		1	Ambidedi	I1
23/09/2009 07:00		- 70	596	L			526		1	Ambidedi	I1
01/11/2009 07:00	01/11/2009 18:00	+ 100	110	L	104	L	210	204	2	Ambidedi	I1
14/11/2009 18:00		- 30	175	L			145		1	Ambidedi	I1

Tableau A-6 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la vallée du Sénégal entre Bakel et la déflue du Doué

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
01/06/1906 00:00	02/06/1906 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
01/06/1907 00:00	02/06/1907 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
01/05/1908 00:00	02/06/1908 00:00	suppression	55	L	64	L			3	Bakel	I1
01/06/1909 00:00	02/06/1909 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1910 00:00	02/06/1910 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/04/1911 00:00	02/06/1911 00:00	suppression	60	L	60	L			4	Bakel	I1
01/06/1912 00:00	02/06/1912 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1913 00:00	02/06/1913 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1914 00:00	02/06/1914 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
24/10/1914 12:00		- 100	500	L			400		1	Bakel	I1
01/06/1915 00:00	02/06/1915 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1917 00:00	02/06/1917 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1918 00:00	02/06/1918 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
01/06/1919 00:00	02/06/1919 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1920 00:00	02/06/1920 00:00	suppression	53	L	53	L			2	Bakel	I1
01/06/1921 00:00	02/06/1921 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/04/1922 00:00	02/06/1922 00:00	suppression	60	L	60	L			4	Bakel	I1
01/06/1923 00:00	02/06/1923 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1924 00:00	02/06/1924 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
17/05/1925 00:00	18/05/1925 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
01/06/1926 00:00	02/06/1926 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1927 00:00	02/06/1927 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1928 00:00	02/06/1928 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1929 00:00	02/06/1929 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
01/04/1930 00:00	02/06/1930 00:00	suppression	75	L	60	L			4	Bakel	I1
01/06/1931 00:00	02/06/1931 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1932 00:00	02/06/1932 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/04/1933 00:00	02/06/1933 00:00	suppression	75	L	60	L			4	Bakel	I1
01/04/1934 00:00	02/06/1934 00:00	suppression	67	L	53	L			4	Bakel	I1
01/04/1935 00:00	02/06/1935 00:00	suppression	75	L	55	L			4	Bakel	I1
01/06/1936 00:00	02/06/1936 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
01/06/1937 00:00	02/06/1937 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
01/06/1938 00:00	02/06/1938 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/06/1940 00:00	02/06/1940 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/04/1941 00:00	02/06/1941 00:00	suppression	75	L	60	L			4	Bakel	I1
01/05/1943 00:00	02/06/1943 00:00	suppression	47	L	60	L			4	Bakel	I1
01/04/1944 00:00	02/06/1944 00:00	suppression	75	L	60	L			4	Bakel	I1
01/04/1945 00:00	02/06/1945 00:00	suppression	60	L	60	L			4	Bakel	I1
01/04/1946 00:00	02/06/1946 00:00	suppression	75	L	55	L			4	Bakel	I1
01/06/1947 00:00	02/06/1947 00:00	suppression	55	L	55	L			2	Bakel	I1
01/05/1948 00:00	02/05/1948 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Bakel	I1
02/01/1951 00:00		suppression	200	L					1	Ouaounde	I1
19/09/1951 12:00		+ 50	870	L			920		1	Ouaounde	I1
01/04/1953 12:00	02/04/1953 00:00	suppression	89	L	89	L			2	Ouaounde	I1
15/06/1953 00:00	02/08/1953 12:00	suppression	200	L	625	L			46	Ouaounde	I1
31/12/1953 00:00	02/01/1954 00:00	suppression	200	L	200	L			2	Ouaounde	I1
01/10/1954 00:00	01/11/1954 00:00	+ 100	869	L	440	L	969	540	33	Ouaounde	I1
19/12/1956 12:00		- 20	263	L			243		1	Ouaounde	I1
28/08/1958 12:00		+ 70	1025	L			1095		1	Ouaounde	I1
08/11/1963 12:00		- 50	560	L			510		1	Ouaounde	I1
16/11/1965 12:00		- 70	487	L			417		1	Ouaounde	I1
31/12/1966 00:00	02/01/1967 00:00	suppression	200	L	200	L			2	Ouaounde	I1
04/07/1968 00:00	01/10/1968 00:00	- 300	469	L	925	L	169	625	91	Ouaounde	I1
01/04/1969 12:00	27/04/1969 00:00	suppression	14	L	0	L			25	Ouaounde	I1
22/06/1972 00:00	30/06/1972 18:00	+ 100	0	L	23	L	100	123	14	Ouaounde	I1
16/07/1972 06:00		- 60	260	L			200		1	Ouaounde	I1
02/01/1903 00:00		suppression	150	L					1	Matam	I1
20/06/1933 12:00		- 100	380	L			280		1	Matam	I1
09/08/1949 12:00		- 100	545	L			445		1	Matam	I1
09/05/1978 18:01		ajout de lacune							1	Matam	I1
31/10/1980 08:01		ajout de lacune							1	Matam	I1
18/11/1988 08:01		ajout de lacune							1	Matam	I1
31/05/2002 18:01		ajout de lacune							1	Matam	I1
15/08/2002 08:00	28/02/2003 18:00	suppression	490	L	149	L			199	Matam	I1
02/08/2003 18:00		- 100	585	L			485		1	Matam	I1
22/04/2004 18:00		+ 90	109	L			199		1	Matam	I1
02/09/2005 18:00		- 100	741	L			641		1	Matam	I1
10/09/2008 18:00		+ 100	576	L			676		1	Matam	I1
02/01/1951 00:00		suppression	290	L					1	Nguiguilone	I1

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
02/07/1952 00:00	21/08/1952 12:00	suppression - 20	475	L	718	L	835	48	Nguiguilone	I1	
30/09/1953 12:00			855	L							
31/12/1957 00:00	02/01/1958 00:00	suppression	290	L	290	L		2	Nguiguilone	I1	
31/12/1958 00:00	02/01/1961 00:00	suppression	290	L	290	L		2	Nguiguilone	I1	
31/12/1962 00:00		suppression	270	L				1	Nguiguilone	I1	
02/01/1903 00:00		suppression	150	L				1	Kaedi	I1	
31/12/1903 00:00	02/01/1904 00:00	suppression	150	L	148	L		2	Kaedi	I1	
31/12/1910 00:00	02/01/1911 00:00	suppression	110	L	110	L		2	Kaedi	I1	
31/12/1911 00:00	02/01/1912 00:00	suppression	100	L	100	L		2	Kaedi	I1	
31/12/1912 00:00	02/01/1913 00:00	suppression	110	L	110	L		2	Kaedi	I1	
31/12/1913 00:00	02/01/1915 00:00	suppression	75	L	73	L		2	Kaedi	I1	
31/12/1916 00:01		ajout de lacune						1	Kaedi	I1	
02/01/1918 00:00		suppression	34	L				1	Kaedi	I1	
02/09/1920 12:00		+ 30	751	L			781	1	Kaedi	I1	
31/12/1920 00:00	02/01/1921 00:00	suppression	105	L	105	L		2	Kaedi	I1	
07/08/1921 12:00		+ 100	205	L			305	1	Kaedi	I1	
09/08/1921 12:00		- 100	420	L			320	1	Kaedi	I1	
01/08/1929 12:00		suppression	535	L				1	Kaedi	I1	
03/07/1930 12:00		suppression	155	L				1	Kaedi	I1	
10/10/1931 12:00		suppression	760	L				1	Kaedi	I1	
09/09/1932 12:01		ajout de lacune						1	Kaedi	I1	
31/12/1934 00:00	02/01/1935 00:00	suppression	120	L	118	L		2	Kaedi	I1	
01/06/1940 00:01		ajout de lacune						1	Kaedi	I1	
16/08/1947 12:00		- 60	690	L			630	1	Kaedi	I1	
23/11/1999 08:01		ajout de lacune						1	Kaedi	I1	
23/09/2001 08:00		suppression	625	L				1	Kaedi	I1	
31/10/2002 18:01		ajout de lacune						1	Kaedi	I1	
14/11/2003 08:00	25/11/2003 18:00	suppression	499	L	350	L		24	Kaedi	I1	
02/01/1938 00:00		suppression	250	L				1	Diorbivol	I1	
14/07/1938 12:00	15/07/1938 12:00	+ 100	220	L	245	L	320 345	2	Diorbivol	I1	
06/02/1939 00:00	31/03/1939 12:00	suppression	200	L	122	L		41	Diorbivol	I1	
10/07/1939 12:00	11/07/1939 12:00	suppression	182	L	162	L		2	Diorbivol	I1	
30/08/1941 12:00		- 40	757	L			717	1	Diorbivol	I1	
31/12/1961 00:00		suppression	250	L				1	Diorbivol	I1	

Tableau A-7 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la vallée du Sénégal au niveau de l'île à Morphil

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
02/01/1903 00:00		suppression	200	L				1	Salde	I1	
02/01/1951 00:00		suppression	290	L				1	Dioulde Diabe	I1	
22/06/1953 00:00	12/07/1953 12:00	- 100	260	L	555	L	160 455	22	Dioulde Diabe	I1	
13/07/1953 12:00		- 70	545	L			475	1	Dioulde Diabe	I1	
14/07/1953 12:00	26/07/1953 12:00	- 100	600	L	705	L	500 605	13	Dioulde Diabe	I1	
27/07/1953 12:00		suppression	750	L				1	Dioulde Diabe	I1	
02/08/1953 00:00		suppression	750	L				1	Dioulde Diabe	I1	
21/11/1957 12:00		- 20	849	L			829	1	Dioulde Diabe	I1	
25/12/1957 12:00		- 60	476	L			416	1	Dioulde Diabe	I1	
02/01/1903 00:00		suppression	190	L				1	Boghe	I1	
31/12/1903 00:00	02/01/1904 00:00	suppression	192	L	190	L		2	Boghe	I1	
31/12/1904 00:00	02/01/1905 00:00	suppression	204	L	200	L		2	Boghe	I1	
31/12/1905 00:00	02/01/1906 00:00	suppression	290	L	285	L		2	Boghe	I1	
31/12/1908 00:00	02/01/1909 00:00	suppression	150	L	150	L		2	Boghe	I1	
31/12/1911 00:00	02/01/1912 00:00	suppression	140	L	140	L		2	Boghe	I1	
31/12/1912 00:00	02/01/1913 00:00	suppression	198	L	196	L		2	Boghe	I1	
10/07/1913 12:00		+ 60	135	L			195	1	Boghe	I1	
31/12/1913 00:00	02/01/1914 00:00	suppression	136	L	135	L		2	Boghe	I1	
31/12/1914 00:00	02/01/1915 00:00	suppression	186	L	185	L		2	Boghe	I1	
31/12/1915 00:00	02/01/1916 00:00	suppression	178	L	176	L		2	Boghe	I1	
31/12/1916 00:00	02/01/1917 00:00	suppression	120	L	120	L		2	Boghe	I1	
31/12/1917 00:00	02/01/1918 00:00	suppression	140	L	140	L		2	Boghe	I1	
31/12/1918 00:00	02/01/1919 00:00	suppression	242	L	240	L		2	Boghe	I1	
31/12/1919 00:00	02/01/1920 00:00	suppression	160	L	158	L		2	Boghe	I1	
31/12/1920 00:00	02/01/1921 00:00	suppression	216	L	214	L		2	Boghe	I1	
31/12/1921 00:00	02/01/1922 00:00	suppression	150	L	150	L		2	Boghe	I1	
31/12/1922 00:00	02/01/1923 00:00	suppression	250	L	248	L		2	Boghe	I1	
26/06/1924 12:00		+ 10	97	L			107	1	Boghe	I1	
16/11/1926 12:01		ajout de lacune						1	Boghe	I1	
31/12/1926 00:00	02/01/1927 00:00	suppression	160	L	160	L		2	Boghe	I1	
31/12/1929 00:00	02/01/1930 00:00	suppression	180	L	180	L		2	Boghe	I1	
31/08/1930 12:00		suppression	822	L				1	Boghe	I1	
31/12/1930 00:00	02/01/1931 00:00	suppression	200	L	200	L		2	Boghe	I1	
31/12/1931 00:00	02/01/1932 00:00	suppression	230	L	230	L		2	Boghe	I1	
31/12/1932 00:00	02/01/1933 00:00	suppression	200	L	200	L		2	Boghe	I1	
31/12/1934 00:00	02/01/1935 00:00	suppression	200	L	198	L		2	Boghe	I1	
14/07/1935 12:00		suppression	332	L				1	Boghe	I1	
31/12/1942 00:00	02/01/1943 00:00	suppression	140	L	140	L		2	Boghe	I1	
07/11/1943 12:00	09/11/1943 12:00	suppression	766	L	730	L		3	Boghe	I1	
31/12/1944 00:00	02/01/1945 00:00	suppression	140	L	140	L		2	Boghe	I1	
31/12/1947 00:00	02/01/1948 00:00	suppression	140	L	140	L		2	Boghe	I1	
04/09/1949 12:00		suppression	736	L				1	Boghe	I1	
31/12/1949 00:00	02/01/1950 00:00	suppression	141	L	140	L		2	Boghe	I1	
01/01/1953 12:00		+ 20	178	L			198	1	Boghe	I1	
31/12/1953 00:00	02/01/1954 00:00	suppression	200	L	200	L		2	Boghe	I1	
01/11/1962 12:00	15/11/1962 12:00	suppression	796	L	608	L		15	Boghe	I1	
01/02/1963 12:00	08/02/1963 00:00	suppression	119	L	100	L		8	Boghe	I1	
02/01/1951 00:00		suppression	180	L				1	Sarepoli	I1	
17/12/1951 12:00		+ 100	336	L			436	1	Sarepoli	I1	
11/08/1953 12:00		+ 20	461	L			481	1	Sarepoli	I1	
28/10/1953 12:00		- 30	661	L			631	1	Sarepoli	I1	
14/09/1962 12:00		- 60	776	L			716	1	Sarepoli	I1	
09/12/1963 12:00	14/12/1963 00:00	- 100	290	L	268	L	190 168	6	Sarepoli	I1	
31/12/1963 00:00		suppression	150	L				1	Sarepoli	I1	
02/01/1903 00:00		suppression	100	L				1	Podor	I1	
31/12/1903 00:00	02/01/1904 00:00	suppression	80	L	80	L		2	Podor	I1	
06/01/1905 00:00		suppression	99	L				1	Podor	I1	
31/12/1905 00:00	02/01/1906 00:00	suppression	100	L	100	L		2	Podor	I1	
31/12/1906 00:00	02/01/1907 00:00	suppression	100	L	100	L		2	Podor	I1	
31/12/1907 00:00	02/01/1908 00:00	suppression	80	L	80	L		2	Podor	I1	
31/12/1908 00:00	02/01/1909 00:00	suppression	62	L	60	L		2	Podor	I1	
31/12/1909 00:00	02/01/1910 00:00	suppression	60	L	60	L		2	Podor	I1	
31/12/1910 00:00	02/01/1911 00:00	suppression	60	L	60	L		2	Podor	I1	
31/12/1911 00:00	02/01/1912 00:00	suppression	50	L	50	L		2	Podor	I1	
31/12/1912 00:00	02/01/1913 00:00	suppression	60	L	60	L		2	Podor	I1	
31/12/1913 00:00	02/01/1914 00:00	suppression	60	L	60	L		2	Podor	I1	
31/12/1914 00:00	02/01/1915 00:00	suppression	60	L	60	L		2	Podor	I1	
31/12/1915 00:00	02/01/1916 00:00	suppression	60	L	60	L		2	Podor	I1	
24/09/1916 00:00	25/09/1916 12:00	- 20	530	L	533	L	510 513	3	Podor	I1	
15/11/1916 12:00		suppression	300	L				1	Podor	I1	
31/12/1916 00:00	02/01/1917 00:00	suppression	90	L	90	L		2	Podor	I1	
31/12/1917 00:00	02/01/1918 00:00	suppression	80	L	80	L		2	Podor	I1	
31/12/1918 00:00	02/01/1919 00:00	suppression	90	L	90	L		2	Podor	I1	

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
31/12/1919 00:00	02/01/1920 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1920 00:00	02/01/1921 00:00	suppression	80	L	80	L			2	Podor	I1
31/12/1921 00:00	02/01/1922 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1922 00:00	02/01/1923 00:00	suppression	100	L	100	L			2	Podor	I1
03/07/1923 12:01		ajout de lacune							1	Podor	I1
31/12/1923 00:00	02/01/1924 00:00	suppression	90	L	90	L			2	Podor	I1
31/12/1924 00:00	02/01/1925 00:00	suppression	100	L	100	L			2	Podor	I1
31/12/1925 00:00	02/01/1926 00:00	suppression	100	L	100	L			2	Podor	I1
31/12/1926 00:00	02/01/1927 00:00	suppression	100	L	100	L			2	Podor	I1
31/12/1928 00:00	02/01/1929 00:00	suppression	100	L	100	L			2	Podor	I1
31/12/1929 00:00	02/01/1930 00:00	suppression	80	L	80	L			2	Podor	I1
08/09/1930 12:00		suppression	480	L					1	Podor	I1
31/12/1930 00:00	02/01/1931 00:00	suppression	100	L	100	L			2	Podor	I1
30/12/1931 12:00	02/01/1932 00:00	suppression	100	L	100	L			2	Podor	I1
31/12/1932 00:00	02/01/1933 00:00	suppression	90	L	90	L			2	Podor	I1
31/12/1933 00:00	02/01/1934 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1934 00:00	02/01/1935 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1935 00:00	02/01/1936 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1937 00:00	02/01/1938 00:00	suppression	80	L	80	L			2	Podor	I1
31/12/1939 00:00	02/01/1940 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1940 00:00	02/01/1941 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1941 00:00	02/01/1942 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1942 00:00	02/01/1943 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1943 00:00	02/01/1944 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1944 00:00	02/01/1945 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1945 00:00	02/01/1946 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1946 00:00	02/01/1947 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
31/12/1947 00:00	02/01/1948 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
08/08/1948 12:00		suppression	313	L					1	Podor	I1
31/12/1948 00:00	02/01/1949 00:00	suppression	60	L	60	L			2	Podor	I1
20/07/1949 00:00	22/07/1949 00:00	suppression	140	L	120	L			4	Podor	I1
31/12/1949 00:00		suppression	60	L					1	Podor	I1
31/12/1950 00:00	02/01/1951 00:00	suppression	90	L	90	L			2	Podor	I1
01/12/1969 12:00	02/12/1969 00:00	suppression	290	L	290	L			2	Podor	I1
30/04/1992 18:01		ajout de lacune							1	Podor	I1
09/08/2004 08:00		suppression	225	L					1	Podor	I1
13/07/2007 18:00		suppression	313	L					1	Podor	I1
19/04/2008 08:00		+ 100	179	L			279		1	Podor	I1
07/12/2008 18:00		+ 100	161	L			261		1	Podor	I1
01/06/1971 00:00	01/07/1971 00:00	suppression	200	L	200	L			3	Ngoui	I1
01/06/1973 00:00	14/06/1973 00:00	suppression	200	L	200	L			4	Ngoui	I1
31/10/2001 18:01		ajout de lacune							1	Ngoui	I1
02/01/1952 00:00		suppression	380	L					1	Madina	I1
06/06/1959 00:00	12/10/1959 00:00	suppression	252	L	630	L			91	Madina	I1
31/12/1964 00:00		suppression	380	L					1	Madina	I1

Tableau A-8 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la basse vallée et du delta du Sénégal

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée			station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)	effectif		
31/12/1903 00:00	02/01/1904 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1904 00:00	02/01/1905 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1906 00:00	02/01/1907 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1907 00:00	02/01/1908 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1908 00:00	02/01/1909 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1909 00:00	02/01/1910 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1910 00:00	02/01/1911 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1911 00:00	02/01/1912 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1912 00:00	02/01/1913 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
05/09/1913 12:00		suppression	199	L					1	Dagana	I1
31/12/1913 00:00	02/01/1914 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1914 00:00	02/01/1915 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1915 00:00	02/01/1916 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1916 00:00	02/01/1917 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1917 00:00	02/01/1918 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1918 00:00	02/01/1919 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1919 00:00	02/01/1920 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1920 00:00	02/01/1921 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1921 00:00	02/01/1922 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1922 00:00	02/01/1923 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1923 00:00	02/01/1924 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1924 00:00	02/01/1925 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1925 00:00	02/01/1926 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1926 00:00	02/01/1927 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1928 00:00	02/01/1929 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1929 00:00	02/01/1930 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1930 00:00	02/01/1931 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1931 00:00	02/01/1932 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1932 00:00	02/01/1933 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1933 00:00	02/01/1934 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1934 00:00	02/01/1935 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1935 00:00	02/01/1936 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1936 00:00	02/01/1937 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1937 00:00	02/01/1938 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1938 00:00	02/01/1939 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1939 00:00	02/01/1940 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1940 00:00	02/01/1941 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1941 00:00	02/01/1942 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1942 00:00	02/01/1943 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1943 00:00	02/01/1944 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1944 00:00	02/01/1945 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1945 00:00	02/01/1946 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1946 00:00	02/01/1947 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1947 00:00	02/01/1948 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1948 00:00	02/01/1949 00:00	suppression	85	L	85	L			2	Dagana	I1
31/12/1949 00:00		suppression	85	L					1	Dagana	I1
31/12/1952 00:00		suppression	85	L					1	Dagana	I1
31/12/1954 00:00		suppression	85	L					1	Dagana	I1
02/01/1955 00:00		suppression	85	L					1	Dagana	I1
02/01/1996 08:00	31/01/1996 18:00	suppression	200	L	229	L			59	Dagana	I1
15/12/1996 08:00	15/03/1997 18:00	suppression	235	L	231	L			181	Dagana	I1
01/01/1998 00:00		- 10	247	L			237		1	Dagana	I1
15/04/2000 08:00	30/04/2000 18:00	suppression	245	L	251	L			32	Dagana	I1
15/11/2000 18:00	25/12/2000 18:00	suppression	256	L	253	L			81	Dagana	I1
15/01/2002 08:00	25/01/2002 18:00	suppression	256	L	258	L			22	Dagana	I1
24/06/2002 08:00	10/07/2002 18:00	suppression	277	L	265	L			34	Dagana	I1
03/11/2002 08:00		+ 100	170	L			270		1	Dagana	I1
29/12/2003 08:00	19/01/2004 18:00	suppression	243	L	261	L			44	Dagana	I1
06/02/2004 18:00	12/02/2004 18:00	suppression	251	L	260	L			13	Dagana	I1
13/03/2004 08:00	29/03/2004 18:00	suppression	269	L	266	L			34	Dagana	I1
29/04/2004 08:00	31/05/2004 18:00	suppression	265	L	257	L			66	Dagana	I1
11/10/2004 08:00	18/11/2004 18:00	suppression	239	L	265	L			78	Dagana	I1
24/12/2004 08:00	13/01/2005 18:00	suppression	265	L	264	L			42	Dagana	I1
30/06/2005 18:01		ajout de lacune							1	Dagana	I1
16/09/2005 18:00		suppression	290	L					1	Dagana	I1
12/01/2006 08:00	29/01/2006 18:00	suppression	264	L	266	L			36	Dagana	I1
10/03/2006 08:00	31/10/2006 18:00	suppression	262	L	253	L			472	Dagana	I1
03/06/1996 18:01		ajout de lacune							1	Richard Toll	I1
30/11/2001 18:01		ajout de lacune							1	Richard Toll	I1
17/11/2007 08:00		- 100	355	L			255		1	Richard Toll	I1
18/06/2008 08:00		suppression	289	L					1	Richard Toll	I1
29/04/2010 18:00		- 20	282	L			262		1	Richard Toll	I1
12/09/2010 08:00	13/09/2010 08:00	- 100	393	L	395	L	293	295	3	Richard Toll	I1
01/01/2001 08:00	31/01/2001 18:00	suppression	230	L	210	L			62	Rosso	I1
15/04/2001 18:00	15/07/2001 08:00	- 5	228	L	242	L	223	237	182	Rosso	I1
15/07/2001 18:00	13/10/2001 18:00	- 10	246	L	227	L	236	217	181	Rosso	I1
14/10/2001 08:00	28/02/2002 18:00	- 14	227	L	258	L	213	244	276	Rosso	I1
28/02/2002 18:01		ajout de lacune							1	Rosso	I1

01/04/2002 08:00	11/05/2002 08:00	- 14	258	L	262	L	244	248	81	Rosso	I1
11/05/2002 18:00	08/10/2002 18:00	- 18	263	L	234	L	245	216	301	Rosso	I1
09/10/2002 08:00	26/02/2003 08:00	- 20	234	L	259	L	214	239	281	Rosso	I1
26/02/2003 18:00	13/12/2003 18:00	- 22	261	L	256	L	239	234	581	Rosso	I1
14/12/2003 08:00	12/05/2005 08:00	- 25	256	L	269	L	231	244	1031	Rosso	I1
12/05/2005 18:00	31/10/2006 18:00	- 28	272	L	257	L	244	229	1075	Rosso	I1
17/10/1989 11:50	17/10/1989 12:05	suppression	48	L	47	L			2	Diama aval	I3
27/06/1990 08:00	06/07/1990 15:57	suppression	0	L	0	L			14	Diama aval	I3
14/02/1991 17:45	21/02/1991 08:10	suppression	0	L	0	L			12	Diama aval	I3
26/02/1993 07:45	12/03/1993 07:55	suppression	0	L	0	L			22	Diama aval	I3
20/06/1993 08:00	02/07/1993 11:05	suppression	-65	L	-33	L			31	Diama aval	I3
20/09/1993 07:30	20/09/1993 08:00	+ 50	42	L	42	L	92	92	2	Diama aval	I3
21/09/1993 07:30	22/09/1993 08:00	+ 50	48	L	50	L	98	100	4	Diama aval	I3
23/09/1993 08:00		+ 50	52	L			102		1	Diama aval	I3
24/09/1993 08:00		+ 50	51	L			101		1	Diama aval	I3
09/03/1994 07:30	12/03/1994 07:30	suppression	0	L	0	L			4	Diama aval	I3
13/03/1994 07:40	17/05/1994 07:33	suppression	0	L	0	L			67	Diama aval	I3
14/07/1994 07:40	21/07/1994 07:51	suppression	0	L	0	L			13	Diama aval	I3
09/08/1994 15:55	18/08/1994 07:52	suppression	81	L	0	L			21	Diama aval	I3
04/09/1994 08:25		+ 30	56	L			86		1	Diama aval	I3
28/10/1995 13:49		+ 40	22	L			62		1	Diama aval	I3
12/02/1996 08:00	12/02/1996 08:10	suppression	90	L	90	L			2	Diama aval	I3
05/05/1996 07:50		+ 54	-60	L			-6		1	Diama aval	I3
09/09/1997 11:13		- 27	130	L			103		1	Diama aval	I3
01/10/1997 12:00	01/10/1997 14:00	- 10	129	L	129	L	119	119	2	Diama aval	I3
13/09/2000 22:09		+ 20	74	L			94		1	Diama aval	I3
03/07/2004 08:00		+ 40	-75	L			-35		1	Diama aval	SOGED
06/07/2004 10:32		+ 30	-60	L			-30		1	Diama aval	SOGED
25/07/2004 07:30		- 111	123	L			12		1	Diama aval	SOGED
26/07/2004 09:05		+ 90	-45	L			45		1	Diama aval	SOGED
13/08/2004 07:30		+ 92	-46	L			46		1	Diama aval	SOGED
06/09/2004 15:00		- 50	98	L			48		1	Diama aval	SOGED
02/10/2004 22:00		+ 30	-50	L			-20		1	Diama aval	SOGED
09/10/2004 11:30		+ 50	-25	L			25		1	Diama aval	SOGED
10/08/2005 21:00		+ 60	-30	L			30		1	Diama aval	SOGED
29/08/2005 13:45		- 30	96	L			66		1	Diama aval	SOGED
29/08/2005 20:00		+ 30	20	L			50		1	Diama aval	SOGED
01/09/2005 14:30		+ 130	-65	L			65		1	Diama aval	SOGED
05/09/2005 21:00		+ 30	30	L			60		1	Diama aval	SOGED
16/11/2005 13:45		+ 30	-56	L			-26		1	Diama aval	SOGED
22/07/2006 18:30		- 100	105	L			5		1	Diama aval	SOGED
03/08/2006 12:00		- 30	80	L			50		1	Diama aval	SOGED
20/08/2006 12:00		+ 104	-52	L			52	1	1	Diama aval	SOGED
20/08/2006 18:15		+ 36	-18	L			18		1	Diama aval	SOGED
27/08/2006 07:00		+ 46	-23	L			23		1	Diama aval	SOGED
10/09/2006 12:50		+ 190	-95	L			95		1	Diama aval	SOGED
04/08/2007 19:06		+ 86	-43	L			43		1	Diama aval	SOGED
28/08/2007 12:30		+ 100	10	L			110		1	Diama aval	SOGED
18/09/2007 10:03		+ 196	-98	L			98		1	Diama aval	SOGED
22/07/2008 12:15		+ 130	-65	L			65		1	Diama aval	SOGED
22/07/2008 14:40		+ 170	-85	L			85		1	Diama aval	SOGED
24/09/2008 08:10		+ 154	-77	L			77		1	Diama aval	SOGED
21/07/2009 22:00		+ 174	-87	L			87		1	Diama aval	SOGED
06/09/2009 12:00		+ 60	10	L			70		1	Diama aval	SOGED
07/07/2010 07:30		- 148	210	L			62		1	Diama aval	SOGED
06/10/2010 07:30		+ 70	21	L			91		1	Diama aval	SOGED
02/12/2010 08:35		+ 142	-71	L			71		1	Diama aval	SOGED
06/08/1964 00:00	31/10/1973 00:00	suppression	100	L	70	L			1451	Saint-Louis	I1
28/05/1985 12:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
13/06/1985 12:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
05/09/1992 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
03/10/1994 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
27/02/1995 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
10/06/1996 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
23/12/1996 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
14/02/1997 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
12/08/1997 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
20/09/1997 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
12/08/1998 21:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
31/07/1999 08:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
02/10/2001 01:31		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
27/04/2006 16:01		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I1
03/04/1979 09:16		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I2
29/05/1979 02:49		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I2
18/06/1979 16:28		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I2
29/08/1979 09:21		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I2
07/09/1979 05:03		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I2
06/10/1979 02:30		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I2
07/12/1979 11:51		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I2
25/12/1979 09:50		ajout de lacune							1	Saint-Louis	I2

Tableau A-8 (suite) : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la basse vallée et du delta du Sénégal

27/01/1980 02:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
19/04/1980 07:51	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
20/04/1980 20:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
28/04/1980 05:46	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
20/05/1980 16:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/06/1980 12:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
22/06/1980 01:25	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
05/07/1980 08:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
24/08/1980 10:49	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/09/1980 03:41	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
09/12/1980 08:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
18/12/1980 22:30	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
12/01/1981 06:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
25/01/1981 10:50	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
16/02/1981 05:59	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
11/04/1981 00:31	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
22/04/1981 22:43	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
27/04/1981 06:47	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
08/05/1981 23:33	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
25/06/1981 01:37	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
30/06/1981 06:37	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
03/07/1981 21:15	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
12/08/1981 08:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
16/09/1981 12:38	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
23/10/1981 22:53	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
28/10/1981 00:12	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
07/11/1981 05:58	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
24/11/1981 22:09	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
07/12/1981 15:20	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
29/07/1982 18:51	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
04/08/1982 05:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
05/09/1982 01:06	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
05/09/1982 14:06	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/09/1982 04:12	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/09/1982 15:42	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
18/09/1982 12:36	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
20/09/1982 16:06	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
23/09/1982 04:37	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/10/1982 13:06	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
18/10/1982 19:41	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
30/12/1982 21:02	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
21/02/1983 08:31	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
16/03/1983 08:28	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
22/03/1983 21:35	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
02/04/1983 08:54	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
30/04/1983 10:34	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
09/05/1983 03:03	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
09/05/1983 19:41	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
13/05/1983 11:32	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
24/05/1983 10:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
14/06/1983 19:03	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/08/1983 16:19	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
19/08/1983 03:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
12/09/1983 11:31	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
17/09/1983 08:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
17/10/1983 18:17	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
19/10/1983 09:42	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
24/10/1983 23:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
07/11/1983 12:24	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
15/11/1983 06:26	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
19/11/1983 01:45	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
23/11/1983 00:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
31/12/1983 14:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
02/01/1984 20:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
09/02/1984 09:47	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
25/02/1984 18:54	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/03/1984 13:25	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
13/03/1984 13:31	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
09/05/1984 05:33	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
23/05/1984 03:59	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
30/05/1984 08:31	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
02/06/1984 18:40	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/06/1984 15:08	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
19/07/1984 08:37	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
02/08/1984 07:46	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/08/1984 12:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
24/08/1984 18:16	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
06/09/1984 05:05	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
16/09/1984 22:01	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12
11/11/1984 07:36	ajout de lacune		1	Saint-Louis	12

Tableau A-8 (fin) : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la basse vallée et du delta du Sénégal

05/12/1984 08:52	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
08/12/1984 04:00	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
14/12/1984 15:04	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
30/12/1984 23:45	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
04/01/1985 16:01	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
20/01/1985 04:09	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
23/01/1985 06:28	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
12/03/1985 08:31	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
04/04/1985 04:23	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
05/05/1985 17:41	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
16/05/1985 15:19	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
27/07/1985 17:38	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
09/08/1985 21:39	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
09/09/1985 11:59	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
10/09/1985 13:27	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
22/09/1985 05:43	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
24/09/1985 02:29	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
27/09/1985 13:54	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
02/10/1985 08:22	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
05/10/1985 23:41	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
07/10/1985 13:20	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
08/10/1985 15:31	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
21/10/1985 08:28	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
28/10/1985 23:38	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
02/11/1985 01:00	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
02/11/1985 12:58	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
08/11/1985 13:29	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
09/11/1985 20:43	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
12/11/1985 20:18	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
13/11/1985 13:31	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
18/11/1985 10:25	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
03/12/1985 21:00	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
07/12/1985 10:11	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
09/12/1985 16:04	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
31/12/1985 20:37	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
07/01/1986 08:56	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
17/02/1986 08:36	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
21/04/1986 23:31	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
13/05/1986 04:03	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
20/06/1986 23:22	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
14/07/1986 10:16	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
05/08/1986 09:57	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
18/08/1986 21:52	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
19/08/1986 12:13	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
02/09/1986 04:43	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
09/09/1986 04:46	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
26/09/1986 21:56	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
27/09/1986 11:02	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
28/09/1986 07:08	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
14/10/1986 10:14	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
24/10/1986 15:55	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
12/11/1986 15:26	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
17/11/1986 00:11	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
19/11/1986 19:53	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
21/12/1986 07:12	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
20/01/1987 21:47	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
27/01/1987 13:47	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
16/03/1987 21:21	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
09/04/1987 08:49	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
19/04/1987 04:59	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
02/05/1987 00:16	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
16/06/1987 12:27	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
18/06/1987 00:21	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
10/07/1987 18:32	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
28/07/1987 18:19	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
30/08/1987 13:01	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
15/09/1987 05:06	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
21/09/1987 05:01	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
24/09/1987 07:38	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
01/11/1987 08:26	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
01/12/1987 15:03	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
07/12/1987 20:48	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
20/12/1987 13:46	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
21/12/1987 15:02	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
30/12/1987 03:02	ajout de lacune				1	Saint-Louis	I2
17/10/1991 15:00	- 50	166	E	116	1	Gandiol	I1

10/11/1991 03:00		- 50	156	E			106	1	Gandiol	I1
01/07/1994 08:00	30/04/1996 08:01	suppression	66	L				650	Gandiol	I1
01/02/1997 08:00	28/02/1997 08:00	suppression	53	L	68	L		28	Gandiol	I1

Tableau A-9 : corrections et suppressions effectuées sur les relevés de niveau des stations de la Tahouey et du lac de Guiers

date de début D1	date de fin D2	type	donnée originale				donnée corrigée		effectif	station	capteur
			H (D1)	code (D1)	H (D2)	code (D2)	H (D1)	H (D2)			
30/09/1976 18:01		ajout de lacune							1	Sanente	I1
26/01/1977 08:00	28/02/1977 18:00	suppression	114	L	90	L			50	Sanente	I1
15/04/1977 18:00	26/04/1977 18:00	suppression	52	L	50	L			5	Sanente	I1
02/09/1992 08:00		+ 10	180	E			190		1	Sanente	I1
06/09/1992 08:00		+ 10	180	E			190		1	Sanente	I1
10/09/1992 18:00		+ 10	190	E			200		1	Sanente	I1
14/09/1992 18:00		+ 10	200	E			210		1	Sanente	I1
19/09/1992 18:00		+ 10	210	E			220		1	Sanente	I1
27/09/1992 08:00	28/09/1992 08:00	+ 10	220	E	220	E	230	230	2	Sanente	I1
30/12/1992 08:01		ajout de lacune							1	Sanente	I1
03/01/1993 08:00	26/04/1994 08:00	suppression	169	L	139	L			348	Sanente	I1
03/06/1995 18:00	11/07/1995 18:00	suppression	176	L	160	L			45	Sanente	I1
01/04/1996 08:00	30/04/1996 08:00	suppression	190	L	204	L			27	Sanente	I1
25/02/1999 08:01		ajout de lacune							1	Sanente	I1
01/12/1999 08:00	31/12/1999 18:00	suppression	265	L	229	L			62	Sanente	I1
01/05/2001 08:00	31/05/2001 18:00	suppression	270	L	271	L			62	Sanente	I1
31/08/2001 18:01		ajout de lacune							1	Sanente	I1
01/11/2001 08:00	30/11/2001 18:00	autre					221	241	60	Sanente	I1
01/12/2001 08:00	30/12/2001 18:00	suppression	221	L	241	L			60	Sanente	I1
31/01/2003 18:01		ajout de lacune							1	Sanente	I1
01/08/2003 08:00	03/08/2003 18:00	- 10	236	L	235	L	226	225	6	Sanente	I1
30/09/2003 18:01		ajout de lacune							1	Sanente	I1
31/12/2003 18:01		ajout de lacune							1	Sanente	I1
06/05/1976 08:00	30/12/1992 08:00	+ 7	103	L	209	E	110	216	3678	Sanente	I1
01/05/1994 08:00	25/02/1999 08:00	+ 11	177	L	236	L	188	247	1713	Sanente	I1
04/03/1999 18:00	31/03/2004 18:00	+ 17	236	L	245	L	253	262	3111	Sanente	I1
01/09/1997 08:00	10/09/1997 08:00	+ 20	173	L	178	L	193	198	10	embouchure Tahouey	I1
01/01/1985 08:00	20/12/1998 08:00	+ 37	101	L	196	L	138	233	3962	embouchure Tahouey	I1
15/04/1987 12:00	01/05/1987 00:00	suppression	76	E	65	E			17	Richard Toll pont, fleuve	I1
21/11/1989 18:00	30/11/1989 18:00	suppression	161	L	112	L			19	Richard Toll pont, fleuve	I1
09/01/1991 12:01		ajout de lacune							1	Richard Toll pont, fleuve	I1
31/05/1995 18:01		ajout de lacune							1	Richard Toll pont, fleuve	I1
28/06/2003 19:00	17/08/2003 08:20	suppression	258	E	239	E			536	Richard Toll pont, fleuve	IE
07/08/2004 17:20	10/08/2004 20:20	suppression	224	E	215	E			25	Richard Toll pont, fleuve	IE
01/05/1992 00:00	01/10/1993 00:00	suppression	184	L	253	L			662	Richard Toll CSS	I1
30/04/1999 12:46		ajout de lacune							1	Richard Toll CSS	I1
08/03/2000 08:01		ajout de lacune							1	Richard Toll CSS	I2
01/06/1990 00:00	17/07/1991 10:35	+ 39	18	L	34	L	57	73	298	Richard Toll CSS	I3

Tableau A-10 : données journalières supprimées du fait des anomalies mises en évidence par l'analyse de propagation des écoulements (grisé : suppression seulement partielle des données de la période)

date de début D1	date de fin D2	valeur(D1)	valeur(D2)	effectif	série	nature
23/11/1972	08/12/1972	150	122	16	Kayes01	débit
08/08/1975	09/08/1975	699	710	2	Kayes01	
19/08/1975		724		1	Kayes01	
24/06/1976	30/06/1976	30	126	7	Kayes01	
27/07/1971	10/08/1971	684	1516	15	Gouina01	débit
01/08/1972	22/08/1972	530	778	22	Gouina01	
01/08/1973	30/08/1973	1112	1459	30	Gouina01	
25/07/1975	02/08/1975	705	1288	9	Gouina01	
01/09/1975	27/09/1975	3068	1935	27	Gouina01	
26/06/1981	23/07/1981	294	320	28	Gouina01	
23/06/1983	05/07/1983	79	104	13	Gouina01	
09/08/1983	18/08/1983	454	852	10	Gouina01	
02/05/2007	30/07/2007	193	173	90	Gouina01	
01/09/1985	30/09/1985	1122	669	30	Gouina02	
01/12/2009	29/12/2009	156	182	29	Gouina02	
15/08/1989	31/10/1989	367	154	78	Galougo01	débit
01/10/1990	15/10/1990	634	362	15	Galougo01	
13/08/1991		344		1	Galougo01	
01/12/2009	30/12/2009	148	156	30	Galougo02	
01/11/1957	30/11/1957	952	336	30	Dibia01	débit
15/10/1962	30/11/1962	1086	215	47	Dibia01	
10/07/1952	15/08/1952	107	260	37	Fadougo01	débit
25/07/1953	31/08/1953	190	502	38	Fadougo01	
19/08/1954	31/08/1954	1689	894	13	Fadougo01	
09/07/1959	31/07/1959	32	141	23	Kidira01	débit
21/11/1967	30/05/1968	127	0	192	Kidira01	
13/06/1910	23/06/1910	1	1	11	Bakel05	débit
08/06/1921	13/06/1921	2	2	6	Bakel05	
03/06/1929	04/06/1929	1	1	2	Bakel05	
06/06/1932	09/06/1932	2	2	4	Bakel05	
15/06/1940	16/06/1940	1	1	2	Bakel05	
20/06/1947	02/07/1947	1	0	13	Bakel05	
23/08/1960	24/08/1960	197	191	2	Oualia03	débit
12/08/1911	04/10/1911	450	268	41	Toukoto02	débit
01/06/1913	30/06/1913	29	40	24	Toukoto02	
15/06/1919	18/07/1919	79	95	29	Toukoto02	
24/06/1920	01/05/1921	167	0	229	Toukoto02	
01/10/1930	29/04/1931	407	0	211	Toukoto02	
20/10/1932	14/05/1933	232	0	207	Toukoto02	
06/06/1933	29/06/1933	114	201	24	Toukoto02	
15/10/1933	16/05/1934	209	0	209	Toukoto02	
05/07/1934	30/05/1936	63	0	475	Toukoto02	
01/10/1936	19/11/1936	430	106	50	Toukoto02	
24/06/1944	31/07/1944	313	63	38	Toukoto02	
11/11/1946	10/05/1947	148	0	181	Toukoto02	
25/10/1950	07/05/1951	390	0	195	Toukoto02	
27/07/1904	15/10/1980	377	65	806	Toukoto07	
09/07/1989	31/07/1989	97	405	23	Balabori01	débit
02/05/1978	30/05/1978	18	27	21	Salouma01	débit
26/09/1953	15/03/1954	575	9	171	Oualia07	débit
25/09/1953	14/03/1954	211	1	171	Siramakana04	débit
21/11/1916	26/12/1916	223	45	8	H Kaédi	cote
16/12/1931	29/04/1932	228	33	29	H Kaédi	
23/11/1916	23/12/1916	285	127	31	H Boghe	cote
01/07/1922		48		1	H Boghe	
06/11/1941	30/04/1942	307	111	176	H Boghe	
01/05/1996	13/12/1996	228	236	223	H Dagana	cote
01/08/1997	30/04/1998	249	239	262	H Dagana	
09/03/2006	30/12/2011	261	262	2123	H Dagana02	

ANNEXE 2B

Données numériques concernant les régimes d'écoulement

B-1 : Débits sur le bassin de la Falémé

Tableau B-1-1 Débits de la Falémé à Moussala, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)						écoulement annuel							
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km ³)	(% V)	(m ³ /s)
1903-04	1	8	55	177	193	69	26	12	7	3	1	1	1	1	1	1	11	51	194	247	261	276	1.46	0	46	
1904-05	1	6	73	204	195	73	31	16	9	4	2	1	1	1	1	1	14	69	189	256	306	327	1.63	0	52	
1905-06	1	20	94	193	174	157	61	20	12	6	3	1	1	1	1	3	21	140	177	233	245	260	1.96	0	62	
1906-07	1	16	109	622	262	109	51	26	15	8	4	1	1	1	1	6	23	121	333	778	904	1082	3.25	0	103	
1907-08	1	5	32	93	150	87	35	18	11	6	3	1	1	1	1	2	15	49	135	170	179	185	1.16	0	37	
1908-09	1	10	71	191	244	87	27	14	8	3	1	1	1	1	1	1	14	76	223	299	307	313	1.74	0	55	
1909-10	1	25	87	242	263	87	31	15	8	4	1	1	1	1	1	3	17	92	215	362	376	421	2.03	0	64	
1910-11	1	11	67	177	184	78	24	13	7	3	1	1	1	1	1	1	13	79	184	220	252	272	1.50	0	48	
1911-12	1	13	41	135	153	56	23	14	7	3	1	1	1	1	1	2	13	47	138	190	196	219	1.18	0	37	
1912-13	1	6	50	126	169	77	24	14	8	4	1	1	1	1	1	1	12	54	159	173	188	225	1.27	0	40	
1913-14	1	9	24	56	65	39	14	7	2	1	1	1	1	1	1	1	7	28	63	72	74	79	0.58	0	18	
1914-15	1	7	44	106	120	57	21	12	6	3	1	1	1	1	1	1	11	48	115	128	140	148	1.00	0	32	
1915-16	1	11	51	155	172	66	19	12	6	2	1	1	1	1	1	1	12	55	170	186	201	209	1.31	0	41	
1916-17	1	3	64	146	242	89	22	13	7	3	1	1	1	1	1	1	10	70	178	265	307	312	1.56	0	49	
1917-18	1	2	25	172	240	58	19	11	5	2	1	1	1	1	1	1	8	33	188	305	333	341	1.42	0	45	
1918-19	1	18	82	357	369	156	35	20	12	7	3	1	1	1	1	5	18	110	335	543	659	747	2.80	0	89	
1919-20	1	7	40	149	153	61	20	12	7	3	1	1	1	1	1	1	10	44	151	176	194	254	1.20	0	38	
1920-21	2	19	39	248	269	75	35	16	10	5	2	1	1	1	1	3	17	47	265	353	412	465	1.90	0	60	
1921-22	1	15	26	116	141	40	16	9	4	1	1	1	1	1	1	1	11	29	139	164	177	187	0.97	0	31	
1922-23	1	6	41	277	670	165	41	18	10	5	2	1	1	1	1	2	14	108	368	854	998	1058	3.25	0	103	
1923-24	1	8	55	165	254	89	44	15	8	4	1	1	1	1	1	2	14	68	205	296	323	328	1.70	0	54	
1924-25	1	25	119	327	433	139	46	21	13	7	3	1	1	1	1	3	20	132	388	491	565	605	3.00	0	95	
1925-26	1	11	42	176	240	152	43	19	11	6	3	1	1	1	1	3	17	105	221	273	282	297	1.86	0	59	
1926-27	1	14	47	129	134	59	44	14	8	3	1	1	1	1	1	1	15	55	136	155	159	162	1.20	0	38	
1927-28	1	10	68	268	349	165	51	21	12	7	3	1	1	1	1	3	18	96	300	405	562	618	2.52	0	80	
1928-29	1	8	28	260	315	117	36	14	8	3	1	1	1	1	1	1	12	77	320	393	426	436	2.09	0	66	
1929-30	1	31	68	256	295	79	23	13	7	3	1	1	1	1	1	2	15	70	288	370	423	441	2.05	0	65	
1930-31	1	13	55	279	290	122	20	8	3	1	1	1	1	1	1	1	10	73	309	332	346	408	2.10	0	67	

1931-32	1	13	127	147	253	155	29	10	4	2	1	1	1	1	1	11	110	253	323	351	384	1.96	0	62
1932-33	2	17	115	206	202	86	24	14	8	3	1	1	1	1	3	14	100	209	266	312	342	1.80	0	57
1933-34	4	58	168	362	200	88	24	9	4	1	1	1	1	1	1	15	104	298	377	478	606	2.44	0	77
1934-35	1	12	54	308	246	73	32	13	5	2	1	1	1	1	1	12	49	287	401	527	680	1.97	0	63
1935-36	1	10	129	437	384	177	33	11	4	2	1	1	1	1	1	9	147	418	519	635	660	3.15	0	100
1936-37	12	17	63	342	406	166	74	20	8	3	1	1	1	1	4	18	112	350	530	592	672	2.94	0	93
1937-38	1	2	60	187	270	104	51	13	5	2	1	2	1	1	1	8	87	245	312	322	340	1.84	0	58
1938-39	6	19	57	172	314	161	120	26	10	4	2	1	1	1	4	19	121	237	352	417	578	2.35	0	74
1939-40	1	7	51	232	190	98	18	8	3	1	1	1	1	1	1	7	60	219	279	284	296	1.62	0	51
1940-41	1	4	7	120	110	134	76	19	7	3	1	1	1	1	1	7	70	142	195	264	318	1.28	0	40
1941-42	1	1	37	122	196	63	14	8	3	1	1	1	1	1	1	4	25	186	259	292	317	1.18	0	38
1942-43	1	1	8	185	112	31	15	8	4	1	1	1	1	1	1	5	22	132	270	310	324	0.97	0	31
1943-44	1	8	28	159	196	103	22	12	6	3	1	1	1	1	1	11	46	190	207	215	231	1.42	0	45
1944-45	1	4	16	83	128	64	23	9	3	1	1	1	1	1	1	7	39	119	150	158	167	0.89	0	28
1945-46	1	3	40	333	322	104	23	12	6	3	1	1	1	1	1	10	71	327	491	522	597	2.24	0	71
1946-47	1	2	52	266	220	128	24	9	4	1	1	1	1	1	1	6	96	217	345	451	472	1.88	0	60
1947-48	1	6	32	155	238	97	20	11	6	2	1	1	1	1	1	10	43	172	298	313	318	1.50	0	47
1948-49	1	6	51	155	171	56	21	10	6	2	1	1	1	1	1	9	48	162	217	223	240	1.27	0	40
1949-50	1	3	35	163	134	37	13	7	3	1	1	1	1	1	1	6	31	149	220	250	268	1.06	0	34
1950-51	1	2	55	362	437	186	41	17	9	4	1	1	1	1	1	12	94	401	691	740	809	2.95	0	94
1951-52	1	4	30	117	199	372	84	25	13	7	3	1	0	1	3	15	111	221	358	778	869	2.27	0	72
1952-53	0	3	63	138	272	270	78	24	9	3	1	0	0	0	0	16	116	237	400	543	687	2.27	0	72
1953-54	0	15	72	124	192	99	35	11	5	2	2	0	0	0	2	12	79	154	229	292	312	1.47	0	47
1954-55	2	36	144	476	270	121	53	29	12	6	4	2	0	0	5	27	110	276	695	882	977	3.06	0	97
1955-56	3	7	99	397	261	132	61	31	18	9	4	2	1	1	4	20	101	315	436	583	668	2.71	0	86
1956-57	0	6	73	303	352	124	48	23	12	6	3	1	0	0	4	17	98	290	527	612	674	2.51	0	80
1957-58	0	15	67	253	178	150	57	26	13	7	4	2	0	0	4	22	110	210	297	354	517	2.04	0	65
1958-59	1	12	69	386	203	118	70	36	18	10	4	2	1	1	4	27	101	245	409	722	855	2.46	0	78
1959-60	1	8	74	266	297	101	40	20	11	6	3	1	0	0	4	15	86	218	512	613	813	2.19	0	69
1960-61	0	10	96	185	194	96	38	18	11	4	2	0	0	0	2	16	103	171	244	302	456	1.73	0	55
1961-62	0	19	83	248	451	73	24	14	9	3	1	0	0	0	1	15	81	222	618	913	1148	2.43	0	77
1962-63	0	14	53	213	303	103	32	14	7	4	2	0	0	0	2	14	75	287	342	362	431	1.96	0	62
1963-64	0	1	50	166	180	128	37	13	6	2	0	0	0	0	1	8	76	174	258	271	345	1.55	0	49
1964-65	1	22	71	214	558	104	63	27	10	5	2	0	0	0	3	25	91	264	786	972	1337	2.83	0	90
1965-66	0	12	50	360	311	145	47	18	11	6	3	1	0	0	3	16	84	275	566	648	836	2.55	0	81
1966-67	1	4	34	154	252	386	59	21	12	6	3	1	1	1	2	14	91	285	582	655	746	2.47	0	78
1967-68	0	10	75	184	383	211	64	29	15	10	4	1	0	0	4	21	125	273	464	588	609	2.60	0	82
1968-69	2	2	19	45	108	58	15	7	3	2	1	0	0	0	1	5	29	84	137	160	185	0.69	0	22
1969-70	0	6	48	119	172	155	49	16	7	3	1	0	0	0	2	12	74	178	207	218	245	1.53	0	48
1970-71	0	1	21	209	169	37	14	6	3	2	1	0	0	0	1	4	32	174	275	313	530	1.22	0	39
1971-72	0	1	28	256	168	42	14	5	2	1	0	0	0	0	0	4	37	162	325	498	651	1.37	1	43
1972-73	0	7	13	46	71	26	8	5	1	0	0	0	0	0	0	5	18	57	94	121	145	0.47	89	15
1973-74	0	2	7	131	83	19	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14	100	165	221	286	0.66	95	21
1974-75	0	1	61	266	158	74	9	2	1	0	0	0	0	0	0	2	69	165	311	619	690	1.52	93	48
1975-76	0	2	38	74	214	50	18	8	3	1	0	0	0	0	0	5	36	129	249	350	507	1.07	90	34
1976-77	0	6	45	99	65	68	46	13	5	2	0	0	0	0	0	11	49	98	127	143	205	0.92	98	29
1977-78	0	3	6	57	127	49	11	3	1	0	0	0	0	0	0	3	19	98	146	164	232	0.67	46	21

1978-79	0	2	17	175	171	95	25	10	4	1	0	0	0	0	0	6	57	154	234	351	425	1.33	93	42
1979-80	0	8	26	50	72	40	13	4	1	0	0	0	0	0	0	4	26	69	91	105	114	0.57	100	18
1980-81	0	4	39	144	131	22	8	3	1	0	0	0	0	0	0	4	23	128	224	260	328	0.93	100	30
1981-82	0	0	19	106	140	29	9	3	1	0	0	0	0	0	0	1	19	98	204	263	375	0.81	100	26
1982-83	0	1	9	96	71	37	10	3	0	0	0	0	0	0	0	1	21	61	149	224	245	0.60	100	19
1983-84	0	0	6	14	28	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	21	32	36	57	0.16	100	5
1984-85	0	0	17	38	20	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	30	60	70	105	0.27	100	9
1985-86	0	0	1	72	83	22	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	69	111	137	192	0.48	100	15
1986-87	0	0	10	27	139	51	9	3	1	0	0	0	0	0	0	1	17	73	129	219	461	0.63	100	20
1987-88	0	1	5	48	58	43	11	3	1	0	0	0	0	0	0	2	19	61	82	92	102	0.45	100	14
1988-89	0	0	40	107	205	33	10	4	1	0	0	0	0	0	0	2	29	119	266	368	434	1.06	100	33
1989-90	0	0	14	137	165	45	14	5	2	0	0	0	0	0	0	3	29	135	232	261	279	1.01	99	32
1990-91	0	1	44	79	74	30	8	3	1	0	0	0	0	0	0	2	36	80	106	119	128	0.64	0	20
1991-92	0	0	30	89	130	30	13	5	2	1	0	0	0	0	0	2	25	88	168	304	397	0.79	100	25
1992-93	0	0	16	40	103	19	9	2	0	0	0	0	0	0	0	1	14	50	113	206	346	0.50	73	16
1993-94	0	1	17	43	118	27	8	3	1	0	0	0	0	0	0	2	19	92	128	134	156	0.57	0	18
1994-95	0	5	31	121	158	106	41	12	5	3	1	0	0	0	1	9	75	149	176	195	229	1.28	0	41
1995-96	0	1	21	166	139	55	14	7	3	1	0	0	0	0	0	4	32	148	187	203	256	1.08	0	34
1996-97	0	2	24	92	129	38	11	4	2	1	0	0	0	0	0	3	30	112	165	180	201	0.80	0	25
1997-98	0	7	24	121	134	68	15	6	3	1	0	0	0	0	0	6	32	122	168	196	214	1.00	0	32
1998-99	0	1	24	126	213	55	15	6	3	1	0	0	0	0	0	4	36	157	254	359	485	1.17	0	37
1999-00	0	0	18	151	152	140	31	14	7	2	1	0	0	0	0	8	56	161	227	287	349	1.37	0	43
2000-01	0	0	28	124	84	40	17	7	3	1	0	0	0	0	0	5	34	103	143	154	202	0.80	0	26
2001-02	0	2	59	132	191	48	14	10	5	2	1	0	0	0	0	9	51	121	257	374	451	1.23	0	39
2002-03	0	0	23	99	84	26	8	3	1	1	0	0	0	0	0	2	24	93	129	136	152	0.65	0	21
2003-04	0	0	86	177	214	69	29	12	6	3	1	0	0	0	0	8	68	199	276	283	295	1.58	0	50
2004-05	0	0	55	90	128	35	13	6	3	1	0	0	0	0	0	4	37	110	150	193	273	0.87	0	28
2005-06	0	3	39	194	102	62	17	7	3	1	0	0	0	0	0	5	43	143	225	332	429	1.14	0	36
2006-07	0	0	12	52	86	58	13	5	2	1	0	0	0	0	0	3	22	78	113	128	135	0.60	0	19
2007-08	0	0	23	95	132	42	12	5	2	0	0	0	0	0	0	2	28	116	133	170	203	0.82	0	26
2008-09	0	1	33	129	116	90	18	8	4	2	0	0	0	0	0	6	51	120	173	307	479	1.06	0	34
2009-10	0	0	9	141	211	67	20	6	3	1	0	0	0	0	0	3	35	155	278	315	403	1.21	0	38
2010-11	0	0	27	123	296	101	46	17	3	0	0	0	0	0	0	8	65	162	345	403	438	1.61	0	51
2011-12	0	1	24	231	114	49	14	6	2	1	0	0	0	0	0	4	32	106	319	507	1059	1.18	0	37
moy.	1	7	47	178	202	89	29	12	6	3	1	1	0	0	1	10	61	182	286	351	419	1.52	17	48

Tableau B-1-2 Débits de la Falémé à Fadougou, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)					écoulement annuel								
	mois												étiage					médian Qm	crue			V observé (km ³)	Q (% V) (m ³ /s)			
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30		Qe90	Qc90	Qc30			Qc10	Qc5	Qc1
1903-04	2	14	97	340	385	120	46	22	14	7	3	2	2	2	2	2	3	21	84	400	484	507	538	2.78	0	88
1904-05	2	11	131	407	384	123	56	29	16	8	4	2	2	2	2	2	3	25	113	388	498	581	616	3.10	0	98
1905-06	2	35	168	388	341	310	104	37	21	12	5	2	2	2	2	2	6	38	261	366	465	482	505	3.77	0	120

1906-07	3	28	203	952	505	196	86	47	27	16	8	3	2	2	2	2	2	2	11	41	221	622	1146	1284	1507	5.50	0	174
1907-08	2	9	55	168	296	151	62	33	21	12	5	2	2	2	2	2	2	2	5	27	84	254	351	375	383	2.15	0	68
1908-09	2	18	120	373	474	153	48	26	14	7	3	2	2	2	2	2	2	2	3	25	126	441	568	584	593	3.28	0	104
1909-10	3	45	157	467	495	147	55	27	16	8	3	2	2	2	2	2	2	2	5	31	154	437	654	673	730	3.76	0	119
1910-11	2	19	115	341	374	133	44	24	13	6	3	2	2	2	2	2	2	2	3	23	129	382	443	491	524	2.84	0	90
1911-12	3	22	70	254	302	95	42	25	14	6	3	2	2	2	2	2	2	2	4	24	81	260	386	401	442	2.21	0	70
1912-13	2	10	86	235	338	135	43	26	15	7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	22	91	305	356	391	453	2.38	0	75
1913-14	2	16	42	93	107	68	25	13	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	14	49	105	119	122	130	1.00	0	32
1914-15	2	13	75	186	217	99	38	23	12	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	20	81	204	238	265	282	1.78	0	57
1915-16	2	19	85	303	348	115	35	21	11	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	21	93	349	383	412	427	2.51	0	79
1916-17	2	6	108	280	474	164	39	24	13	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	19	117	369	507	582	595	2.96	0	94
1917-18	2	4	44	335	468	102	34	20	10	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	15	59	393	581	622	632	2.71	0	86
1918-19	3	31	146	602	659	294	61	35	23	14	7	3	2	2	2	2	2	2	10	33	193	624	863	1003	1111	4.96	0	157
1919-20	2	13	67	284	299	104	36	23	12	6	3	2	2	2	2	2	2	2	3	19	77	283	370	392	500	2.25	0	71
1920-21	4	34	67	459	515	132	62	30	18	10	4	2	2	2	2	2	2	2	7	31	80	509	644	716	778	3.52	0	112
1921-22	2	26	45	217	272	69	29	17	8	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	19	51	260	333	370	389	1.83	0	58
1922-23	2	11	70	516	1015	320	70	32	18	10	4	2	2	2	2	2	2	2	4	25	188	661	1233	1398	1471	5.45	0	173
1923-24	2	15	91	316	494	157	76	27	16	7	3	2	2	2	2	2	2	2	4	25	110	412	565	609	616	3.18	0	101
1924-25	2	42	223	593	739	261	79	38	24	14	6	3	2	2	2	2	2	2	7	36	248	687	809	891	942	5.34	0	169
1925-26	2	20	74	345	472	296	73	34	21	12	5	2	2	2	2	2	2	2	6	30	175	444	527	543	572	3.59	0	114
1926-27	2	25	81	237	248	101	76	26	14	7	3	2	2	2	2	2	2	2	3	26	93	258	293	303	322	2.17	0	69
1927-28	2	18	113	490	628	325	87	38	23	13	6	3	2	2	2	2	2	2	7	32	162	573	705	892	958	4.60	0	146
1928-29	2	14	48	490	575	211	63	26	15	7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	22	127	604	692	730	743	3.84	0	122
1929-30	3	53	113	487	547	139	42	24	13	6	3	2	2	2	2	2	2	2	4	27	116	550	665	728	748	3.78	0	120
1930-31	2	24	95	519	554	224	37	15	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	19	120	586	621	638	724	3.92	0	124
1931-32	2	23	239	283	476	293	51	19	8	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	194	492	610	642	684	3.71	0	117
1932-33	4	30	208	394	405	151	43	25	14	7	3	2	2	2	2	2	2	2	5	25	171	424	514	590	635	3.40	0	108
1933-34	7	99	319	645	382	150	43	17	7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	26	178	568	669	789	952	4.45	0	141
1934-35	2	20	94	535	468	133	56	23	10	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22	77	549	693	846	1036	3.57	0	113
1935-36	2	18	233	738	680	343	58	21	9	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17	272	711	839	977	1006	5.59	0	177
1936-37	21	31	106	598	703	327	126	37	15	6	3	2	2	2	2	2	2	2	8	33	198	640	853	926	1032	5.21	0	165
1937-38	2	4	99	360	519	182	88	24	10	4	2	5	2	2	2	2	2	2	2	15	144	476	592	607	632	3.43	0	109
1938-39	12	34	95	333	575	307	228	47	18	8	4	2	2	2	2	2	2	2	8	34	220	469	628	711	919	4.38	0	139
1939-40	2	12	86	448	378	182	34	14	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	12	101	440	536	548	569	3.09	0	98
1940-41	2	7	12	227	195	257	131	34	14	6	3	2	2	2	2	2	2	2	3	13	110	268	403	512	605	2.36	0	75
1941-42	2	2	62	229	390	116	26	15	7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8	45	354	503	562	601	2.26	0	72
1942-43	2	2	15	352	206	55	27	16	7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	38	247	521	598	612	1.83	0	58
1943-44	2	14	49	311	401	190	40	22	11	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	79	389	421	434	461	2.78	0	88
1944-45	2	8	29	147	239	108	42	17	7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	13	65	213	283	308	345	1.60	0	51
1945-46	2	5	67	565	594	193	42	22	11	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	116	616	812	847	939	3.99	0	127
1946-47	2	4	91	493	438	242	44	18	7	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	12	163	437	634	763	788	3.57	0	113
1947-48	2	10	54	307	463	173	37	21	11	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	75	355	563	593	602	2.87	0	91
1948-49	2	10	85	298	338	95	38	19	11	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17	81	318	436	448	477	2.39	0	76
1949-50	2	5	59	318	250	65	23	13	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11	55	281	438	489	518	1.98	0	63
1950-51	2	5	92	587	742	362	71	31	17	8	3	2	2	2	2	2	2	2	2	22	157	701	1041	1094	1182	5.08	0	161
1951-52	2	8	52	214	393	635	148	46	24	14	7	3	2	2	2	2	2	2	7	28	195	440	644	1145	1251	4.09	0	129
1952-53	1	5	109	256	490	504	136	44	16	7	2	0	0	0	0	0	0	0	1	28	208	473	684	882	1051	4.15	67	132

1953-54	0	27	120	229	371	178	61	20	9	4	4	1	0	0	0	0	4	21	130	292	456	562	592	2.70	30	86
1954-55	4	63	266	765	511	228	90	51	22	12	8	4	0	1	2	4	10	48	207	530	1052	1264	1382	5.36	30	170
1955-56	5	13	175	689	505	243	103	55	32	17	8	3	2	2	3	4	8	36	172	590	729	915	1086	4.89	98	155
1956-57	1	11	127	542	617	229	82	42	22	11	6	3	1	1	1	2	7	31	168	548	865	955	1055	4.48	98	142
1957-58	2	26	113	480	348	285	95	47	24	13	7	4	0	0	1	2	7	38	192	419	558	644	890	3.82	95	121
1958-59	3	20	117	659	406	216	118	63	33	18	8	4	2	2	2	3	8	47	173	481	703	1111	1251	4.40	97	140
1959-60	2	15	126	460	534	180	70	36	20	11	7	3	1	1	1	2	7	27	142	438	833	971	1214	3.87	99	122
1960-61	1	18	176	347	383	167	66	33	20	8	4	1	1	1	1	1	5	29	176	353	478	596	801	3.24	94	103
1961-62	0	32	140	458	720	124	44	26	17	6	2	1	0	0	0	1	3	27	132	446	966	1310	1588	4.14	0	131
1962-63	1	25	90	402	571	186	56	26	13	7	3	1	1	1	1	1	4	25	126	555	625	656	759	3.64	0	116
1963-64	1	2	86	321	350	241	65	24	11	4	1	0	0	0	0	0	2	15	124	360	488	531	659	2.93	100	93
1964-65	2	39	129	394	874	185	106	48	19	9	4	1	0	0	0	1	6	46	153	518	1153	1429	1826	4.76	40	151
1965-66	0	21	84	608	564	276	80	33	21	12	6	3	0	0	0	1	6	30	137	527	908	1013	1230	4.51	0	143
1966-67	3	7	57	296	487	627	99	38	22	12	6	3	2	2	2	3	5	25	153	546	905	997	1108	4.39	0	139
1967-68	1	18	139	355	666	402	107	52	28	19	9	3	1	1	1	2	8	38	230	529	769	928	974	4.75	100	150
1968-69	4	5	33	78	199	103	27	13	7	4	2	1	0	0	0	1	3	9	52	142	266	307	396	1.25	96	40
1969-70	0	11	83	230	346	301	84	29	14	7	3	2	0	0	0	0	4	22	125	366	420	447	501	2.93	64	93
1970-71	0	2	36	395	323	65	27	12	6	4	2	1	0	0	0	1	2	8	59	357	539	596	953	2.31	99	73
1971-72	1	3	47	448	323	73	25	11	5	3	1	0	0	0	0	0	2	7	63	326	601	822	1010	2.49	99	79
1972-73	0	16	23	105	110	46	14	10	4	2	1	0	0	0	0	0	1	9	38	92	153	225	376	0.87	94	28
1973-74	0	4	16	192	132	33	10	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	26	161	232	278	383	1.04	99	33
1974-75	0	0	123	416	269	108	28	11	6	3	1	1	0	0	0	0	1	8	114	279	479	861	1207	2.56	71	81
1975-76	0	1	64	141	347	72	23	9	5	2	1	0	0	0	0	0	0	6	57	207	459	551	841	1.75	74	55
1976-77	0	6	74	151	110	110	58	14	7	3	1	1	0	0	0	0	1	11	74	159	234	263	305	1.42	99	45
1977-78	0	5	13	99	227	84	20	7	3	1	0	0	0	0	0	0	1	6	35	171	251	313	383	1.21	8	38
1978-79	0	3	46	269	306	154	40	16	7	3	1	0	0	0	0	0	1	9	83	291	455	577	690	2.23	100	71
1979-80	0	12	40	90	114	65	22	8	3	1	1	0	0	0	0	0	1	7	47	116	149	153	162	0.94	72	30
1980-81	0	6	79	284	225	44	14	6	3	1	1	0	0	0	0	0	1	7	46	248	400	538	626	1.75	94	56
1981-82	0	2	35	221	244	54	13	7	4	1	0	0	0	0	0	0	1	6	39	204	337	387	615	1.54	84	49
1982-83	0	3	18	167	129	68	20	6	3	2	2	2	0	0	0	0	2	4	40	111	287	363	420	1.11	0	35
1983-84	2	2	13	28	53	25	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	14	41	61	68	95	0.36	0	11
1984-85	2	2	31	71	34	43	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	24	51	88	122	246	0.51	97	16
1985-86	0	2	30	192	204	41	10	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	33	186	302	387	474	1.28	99	40
1986-87	0	2	22	62	238	80	16	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	35	134	210	346	718	1.13	99	36
1987-88	0	2	10	87	101	84	21	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	35	109	139	153	175	0.83	67	26
1988-89	0	2	79	186	338	58	21	9	4	2	1	0	0	0	0	0	1	4	55	214	514	559	650	1.84	59	58
1989-90	0	1	33	261	364	74	30	14	8	4	1	0	0	0	0	0	1	11	53	284	513	637	723	2.08	78	66
1990-91	0	3	75	134	126	53	19	10	6	3	1	0	0	0	0	0	2	8	64	133	182	215	248	1.14	1	36
1991-92	0	2	77	186	238	55	33	16	9	5	2	1	0	0	0	0	2	10	55	160	391	577	726	1.65	88	52
1992-93	0	3	52	83	157	42	20	10	5	2	0	0	0	0	0	0	0	7	44	92	181	313	478	0.98	97	31
1993-94	0	3	29	73	213	48	15	6	3	1	1	1	0	0	0	0	1	4	34	152	243	257	299	1.03	0	33
1994-95	1	9	52	232	308	189	71	23	11	6	3	1	1	1	1	1	3	16	120	281	367	406	458	2.39	0	76
1995-96	1	3	36	323	263	94	26	12	6	3	1	1	1	1	1	1	1	8	57	283	379	417	501	2.03	0	64
1996-97	1	3	40	162	246	66	21	9	4	2	1	1	1	1	1	1	1	6	54	195	312	376	413	1.47	0	46
1997-98	1	13	41	226	250	118	28	12	6	3	1	1	1	1	1	1	2	12	57	221	352	404	440	1.85	0	59
1998-99	1	2	42	237	394	94	27	12	6	3	2	1	1	1	1	1	1	9	60	303	499	652	806	2.16	0	69
1999-00	1	1	30	286	288	261	55	25	13	5	2	1	0	0	0	1	1	14	93	315	474	561	672	2.56	100	81

2000-01	0	1	47	230	145	69	31	14	6	2	1	0	0	0	0	0	9	61	180	269	330	432	1.44	100	46
2001-02	0	4	100	237	351	83	26	18	10	5	2	1	0	0	0	1	16	87	222	490	672	783	2.21	72	70
2002-03	1	1	39	176	147	47	16	7	3	2	1	1	1	1	1	1	4	44	157	243	259	288	1.16	0	37
2003-04	1	1	150	340	420	117	52	21	11	5	3	1	1	1	1	2	15	113	392	529	544	568	2.96	0	94
2004-05	1	1	94	158	235	61	23	12	5	2	1	0	0	0	0	1	8	62	193	286	403	531	1.57	3	50
2005-06	0	6	67	362	184	109	32	13	6	3	1	0	0	0	0	1	10	71	270	446	611	738	2.08	100	66
2006-07	0	1	21	93	148	100	23	10	4	2	1	0	0	0	0	0	6	39	128	204	242	259	1.06	84	34
2007-08	0	0	38	165	247	74	22	9	4	1	0	0	0	0	0	0	5	50	209	247	335	420	1.48	0	47
2008-09	0	2	56	228	208	165	32	15	8	4	1	0	0	0	0	1	12	78	214	352	587	825	1.91	96	60
2009-10	0	0	16	261	404	117	36	12	6	3	0	0	0	0	0	0	7	62	294	511	603	743	2.25	100	71
2010-11	0	1	46	228	548	179	79	31	7	2	0	0	0	0	0	0	15	108	316	628	707	756	2.94	14	93
2011-12	0	2	42	370	210	84	26	12	5	2	1	1	0	0	0	1	9	56	182	584	832	1526	2.00	99	63
moy.	2	13	84	324	373	161	51	22	11	6	3	2	1	1	1	3	18	105	347	510	600	701	2.78	33	88

Tableau B-1-3 Débits de la Falémé à Goubassy, régime naturel observé

régime observé année	débit moyen mensuel (m³/s)												débits caractéristiques (m³/s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km³)	(% V)	(m³/s)
1903-04	2	11	123	479	586	182	65	26	15	7	2	2	2	2	2	2	22	114	584	741	764	818	3.96	0	125	
1904-05	2	8	159	591	613	179	79	37	18	9	4	2	2	2	2	2	29	155	585	756	950	1030	4.49	0	142	
1905-06	2	39	219	571	498	466	158	50	26	13	6	2	2	2	2	6	47	371	545	698	724	763	5.42	0	172	
1906-07	2	28	263	1338	829	292	123	64	34	18	9	3	2	2	2	11	53	312	1033	1580	1727	1917	7.95	0	252	
1907-08	2	6	70	212	440	225	87	44	25	13	6	2	2	2	2	4	32	114	358	518	556	572	2.98	0	94	
1908-09	2	18	154	530	740	233	68	32	16	8	3	2	2	2	2	2	28	173	677	880	934	971	4.76	0	151	
1909-10	2	52	203	700	825	218	78	35	18	9	3	2	2	2	2	5	39	212	656	1110	1144	1223	5.66	0	179	
1910-11	2	17	143	489	571	197	61	29	15	7	2	2	2	2	2	2	26	182	568	667	743	785	4.05	0	128	
1911-12	2	21	86	341	464	138	58	31	15	7	2	2	2	2	2	3	27	109	373	585	601	675	3.08	0	97	
1912-13	2	7	112	319	499	208	58	32	17	8	3	2	2	2	2	2	25	124	451	534	563	697	3.34	0	106	
1913-14	2	14	52	122	148	98	32	15	6	2	2	2	2	2	2	2	14	66	144	164	170	181	1.30	0	41	
1914-15	2	10	92	257	301	152	50	27	14	7	2	2	2	2	2	2	22	109	287	341	384	414	2.42	0	77	
1915-16	2	18	109	429	513	181	47	26	13	5	2	2	2	2	2	2	23	126	519	574	608	641	3.55	0	112	
1916-17	2	3	140	393	716	258	53	29	15	7	2	2	2	2	2	2	21	156	557	761	925	968	4.27	0	135	
1917-18	2	2	50	479	731	163	45	24	12	5	2	2	2	2	2	2	16	76	581	912	1046	1068	3.99	0	127	
1918-19	2	32	186	855	1099	469	87	47	28	15	8	2	2	2	2	10	42	265	1047	1319	1443	1556	7.47	0	237	
1919-20	2	11	80	397	446	155	48	28	14	7	2	2	2	2	2	2	20	104	408	538	593	752	3.14	0	99	
1920-21	2	38	87	659	841	202	86	39	21	11	4	2	2	2	2	7	39	109	782	1077	1205	1260	5.24	0	166	
1921-22	2	25	58	286	414	101	37	20	9	3	2	2	2	2	2	2	21	67	373	493	545	586	2.52	0	80	
1922-23	2	9	76	793	1453	504	105	43	21	11	4	2	2	2	2	3	29	268	1131	1673	1810	1876	7.96	0	252	
1923-24	2	13	116	435	779	239	108	35	18	8	3	2	2	2	2	3	28	151	620	860	999	1026	4.63	0	146	
1924-25	2	38	310	927	1196	417	115	51	29	16	7	2	2	2	2	6	46	347	1165	1279	1351	1399	8.21	0	260	
1925-26	2	19	83	502	701	460	107	45	25	13	6	2	2	2	2	6	38	242	644	789	852	926	5.19	0	165	
1926-27	2	25	96	338	357	150	106	34	16	8	3	2	2	2	2	3	32	126	371	429	438	481	3.00	0	95	
1927-28	2	15	145	707	1013	502	127	51	28	14	6	2	2	2	2	6	40	226	893	1190	1354	1415	6.89	0	218	
1928-29	2	11	59	744	964	313	95	32	17	8	2	2	2	2	2	2	25	175	997	1174	1218	1230	5.92	0	188	

1978-79	0	0	26	457	413	246	57	22	10	3	1	0	0	0	0	0	12	131	415	620	772	1086	3.26	64	103
1979-80	0	13	50	133	183	110	29	9	3	1	0	0	0	0	0	0	8	72	168	218	232	246	1.40	84	44
1980-81	0	5	63	375	331	56	17	8	3	1	0	0	0	0	0	0	7	53	339	542	589	716	2.27	100	72
1981-82	0	2	21	319	426	83	17	9	4	1	0	0	0	0	0	0	6	46	329	571	666	738	2.32	95	74
1982-83	0	3	22	229	232	121	28	10	4	1	0	0	0	0	0	0	7	66	208	339	486	582	1.72	99	54
1983-84	0	4	20	56	100	38	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	88	113	134	150	0.60	99	19
1984-85	0	8	65	117	66	60	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	50	96	141	173	261	0.88	99	28
1985-86	0	1	36	202	253	59	13	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	45	219	333	378	463	1.50	100	48
1986-87	0	0	28	82	317	131	21	7	3	1	0	0	0	0	0	0	3	51	190	320	587	716	1.55	100	49
1987-88	0	0	8	77	123	112	26	6	2	1	0	0	0	0	0	0	3	32	132	155	169	224	0.94	98	30
1988-89	0	3	99	239	427	70	22	9	3	1	0	0	0	0	0	0	6	86	283	505	697	885	2.30	94	73
1989-90	0	1	36	320	431	107	28	10	4	1	0	0	0	0	0	0	6	67	365	545	617	787	2.47	93	78
1990-91	0	2	93	181	181	76	17	5	1	0	0	0	0	0	0	0	3	81	182	262	312	411	1.47	81	47
1991-92	0	0	68	216	311	94	25	8	3	1	0	0	0	0	0	0	3	75	228	448	538	726	1.92	94	61
1992-93	0	5	36	55	201	45	13	4	1	0	0	0	0	0	0	0	3	34	110	190	355	418	0.95	99	30
1993-94	0	2	30	92	300	77	19	6	2	1	0	0	0	0	0	0	3	43	203	350	379	452	1.39	99	44
1994-95	0	6	56	326	443	286	103	28	12	6	2	0	0	0	0	2	17	169	422	522	621	691	3.35	99	106
1995-96	0	2	28	465	382	147	35	14	7	2	1	0	0	0	0	1	8	77	394	597	647	756	2.86	100	90
1996-97	0	2	40	214	372	94	27	10	4	1	0	0	0	0	0	0	6	72	268	472	577	619	2.02	100	64
1997-98	0	11	42	311	363	181	38	14	7	3	1	0	0	0	0	1	12	74	314	534	581	666	2.56	100	81
1998-99	0	0	35	340	610	141	37	14	7	3	1	0	0	0	0	0	9	82	437	775	1022	1288	3.12	100	99
1999-00	0	2	53	458	643	412	78	25	11	4	2	0	0	0	0	2	14	152	619	937	1101	1214	4.46	100	141
2000-01	0	1	88	345	228	152	40	13	5	2	0	0	0	0	0	0	8	112	285	374	436	598	2.32	100	74
2001-02	0	1	116	255	449	124	34	20	11	5	2	0	0	0	0	1	16	124	305	560	673	809	2.69	100	85
2002-03	0	0	43	231	224	64	20	7	3	1	0	0	0	0	0	0	3	55	217	356	387	425	1.57	100	50
2003-04	0	0	191	492	639	172	73	26	12	6	2	0	0	0	0	1	15	161	622	799	854	897	4.26	100	135
2004-05	0	0	113	195	365	93	30	11	5	2	1	0	0	0	0	0	7	83	276	386	591	817	2.15	100	68
2005-06	0	8	58	345	290	205	36	14	6	3	1	0	0	0	0	1	10	88	390	546	607	701	2.55	100	81
2006-07	0	1	27	100	240	153	31	11	4	2	0	0	0	0	0	0	6	48	188	275	336	488	1.50	100	47
2007-08	0	0	41	218	358	115	28	10	4	2	0	0	0	0	0	0	4	67	291	359	480	658	2.05	100	65
2008-09	0	3	75	268	328	253	41	14	6	2	1	0	0	0	0	1	11	118	279	567	719	861	2.62	100	83
2009-10	0	4	15	296	675	180	44	15	6	2	1	0	0	0	0	0	9	67	549	766	895	1020	3.26	100	103
2010-11	0	0	41	302	890	261	74	24	12	6	2	0	0	0	0	1	13	127	466	1013	1197	1252	4.23	100	134
2011-12	0	0	42	495	314	137	34	12	5	2	0	0	0	0	0	0	6	71	263	680	1535	1799	2.76	99	87
moy.	1	13	103	457	582	245	68	26	13	6	2	1	1	1	1	2	20	143	531	771	890	995	4.01	51	127

Tableau B-1-4 Débits de la Falémé à Kidira, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)						écoulement annuel							
	mois												étiage					médian	crue			V observé (km ³)	Q (% V)	Q (m ³ /s)		
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30				Qc10	Qc5
1903-04	0	9	129	542	728	230	78	29	16	7	1	0	0	0	0	0	1	24	129	698	885	953	1079	4.67	0	148
1904-05	0	4	160	676	801	218	94	42	20	9	3	0	0	0	0	0	1	31	178	687	897	1194	1466	5.35	0	170
1905-06	0	40	227	682	583	570	201	58	29	14	5	0	0	0	0	0	5	53	433	650	838	888	962	6.38	0	202
1906-07	0	26	278	1978	1173	362	147	75	39	20	9	2	0	0	0	0	11	59	365	1476	2492	2831	3162	10.88	0	345
1907-08	0	3	76	216	533	276	102	52	27	14	5	0	0	0	0	0	3	35	129	430	617	664	679	3.44	0	109

1908-09	0	15	169	593	952	292	81	36	18	7	1	0	0	0	0	0	0	1	31	196	802	1126	1188	1258	5.71	0	181
1909-10	0	52	219	829	1196	269	94	40	20	9	2	0	0	0	0	0	4	43	240	772	1636	1682	1810	7.20	0	228	
1910-11	0	14	148	565	698	245	73	33	16	6	1	0	0	0	0	0	0	28	202	673	803	908	1002	4.75	0	151	
1911-12	0	19	91	372	575	169	68	35	17	7	1	0	0	0	0	0	2	29	125	440	687	719	821	3.56	0	113	
1912-13	0	4	124	353	590	266	68	37	19	8	1	0	0	0	0	0	0	27	142	527	622	687	845	3.88	0	123	
1913-14	0	12	56	133	172	116	38	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	15	74	165	188	197	209	1.45	0	46	
1914-15	0	7	98	294	341	197	58	31	15	6	1	0	0	0	0	0	0	23	124	334	399	449	496	2.77	0	88	
1915-16	0	15	120	483	607	239	55	29	13	5	0	0	0	0	0	0	0	25	145	612	683	733	785	4.14	0	131	
1916-17	0	0	154	446	865	341	62	33	16	6	1	0	0	0	0	0	0	22	182	661	933	1172	1248	5.07	0	161	
1917-18	0	1	52	553	942	219	51	27	12	4	0	0	0	0	0	0	0	16	88	700	1154	1503	1568	4.90	0	155	
1918-19	0	29	192	1092	1654	620	105	54	31	17	7	1	0	0	0	0	9	46	303	1480	2049	2184	2480	10.02	0	318	
1919-20	0	9	81	449	541	194	56	31	15	6	1	0	0	0	0	0	1	21	117	481	641	710	964	3.65	0	116	
1920-21	0	38	96	755	1192	260	100	45	24	11	3	0	0	0	0	0	6	43	122	946	1592	1792	1882	6.64	0	211	
1921-22	0	23	65	306	511	124	42	22	9	2	0	0	0	0	0	0	0	22	75	444	595	660	709	2.91	0	92	
1922-23	0	6	75	996	2284	672	132	49	23	11	3	0	0	0	0	0	2	31	313	1646	2724	2907	3083	11.18	0	354	
1923-24	0	11	126	479	1002	303	128	41	20	8	2	0	0	0	0	0	2	31	169	726	1129	1322	1450	5.58	0	176	
1924-25	0	30	344	1228	1762	579	139	60	32	17	7	1	0	0	0	0	5	51	420	1719	1908	2082	2174	11.07	0	351	
1925-26	0	17	76	592	846	584	131	52	28	14	5	0	0	0	0	0	5	42	266	786	1000	1110	1209	6.20	0	196	
1926-27	0	23	97	389	425	186	124	39	18	7	2	0	0	0	0	0	1	34	146	442	508	528	574	3.46	0	110	
1927-28	0	12	158	821	1461	632	157	60	32	16	6	1	0	0	0	0	6	44	261	1154	1699	2037	2204	8.84	0	280	
1928-29	0	7	63	915	1387	383	118	37	18	7	1	0	0	0	0	0	0	27	201	1324	1742	1786	1820	7.73	0	245	
1929-30	0	57	165	825	1310	273	68	34	16	6	1	0	0	0	0	0	2	36	180	1020	1659	1793	1827	7.25	0	230	
1930-31	0	22	133	997	1135	544	62	20	7	1	0	0	0	0	0	0	0	21	188	1199	1516	1623	1868	7.72	94	245	
1931-32	0	24	333	560	970	567	93	27	9	2	0	0	0	0	0	0	0	23	319	915	1364	1612	1750	6.83	83	216	
1932-33	0	29	316	729	744	287	71	35	18	7	2	0	0	0	0	0	4	32	276	746	973	1203	1616	5.92	46	188	
1933-34	2	143	484	1415	848	267	76	24	8	2	0	0	0	0	0	0	1	35	291	1138	1680	1939	2273	8.66	94	275	
1934-35	0	12	109	1050	1054	280	90	34	12	4	0	0	0	0	0	0	0	26	132	1109	1741	2039	2350	6.98	95	221	
1935-36	0	7	319	1586	1655	732	110	30	10	3	0	0	0	0	0	0	0	19	448	1754	2008	2227	2283	11.77	87	372	
1936-37	19	39	144	1220	1662	635	229	62	19	7	2	0	0	0	0	0	7	45	326	1574	2043	2144	2350	10.64	63	337	
1937-38	0	0	140	552	1101	333	160	36	12	4	0	0	0	0	0	0	0	17	236	834	1212	1312	1609	6.15	91	195	
1938-39	10	40	136	504	1251	562	453	83	25	9	2	0	0	0	0	0	8	48	359	858	1477	1858	2168	8.08	96	256	
1939-40	0	6	114	753	684	391	56	19	6	1	0	0	0	0	0	0	0	13	162	768	1039	1082	1171	5.37	72	170	
1940-41	0	5	14	403	276	479	220	56	19	6	1	0	0	0	0	0	1	14	173	463	767	1065	1344	3.92	80	124	
1941-42	0	0	71	388	695	247	38	18	7	2	0	0	0	0	0	0	0	7	62	614	942	1157	1287	3.86	79	122	
1942-43	0	0	13	613	403	93	40	20	8	2	0	0	0	0	0	0	0	9	54	408	1054	1234	1429	3.15	83	100	
1943-44	0	9	64	478	711	383	68	30	14	5	0	0	0	0	0	0	0	24	120	686	754	787	852	4.65	0	147	
1944-45	0	0	40	199	422	177	77	23	7	2	0	0	0	0	0	0	0	13	99	349	506	545	612	2.49	86	79	
1945-46	0	0	80	1066	1463	397	71	30	14	5	1	0	0	0	0	0	0	20	187	1461	1935	2016	2179	8.24	0	261	
1946-47	0	0	91	867	956	481	76	24	8	2	0	0	0	0	0	0	0	12	250	791	1509	1820	1985	6.62	83	210	
1947-48	0	5	69	472	902	331	60	28	13	4	0	0	0	0	0	0	0	21	115	622	1100	1221	1318	4.96	0	157	
1948-49	0	4	110	460	638	179	62	25	13	4	0	0	0	0	0	0	0	20	127	552	786	823	906	3.94	0	125	
1949-50	0	1	63	522	452	135	32	17	7	1	0	0	0	0	0	0	0	11	83	480	764	912	1000	3.25	0	103	
1950-51	0	1	115	956	1934	749	132	47	22	9	2	0	0	0	0	0	0	26	256	1738	2330	2419	2602	10.45	0	331	
1951-52	0	6	65	317	666	1328	294	75	34	17	7	1	0	0	0	0	5	36	315	783	1505	2506	2711	7.44	98	235	
1952-53	0	0	134	386	777	1084	132	50	24	10	4	1	0	0	0	0	2	32	253	857	1853	1951	1993	6.89	97	218	
1953-54	0	11	152	346	703	212	68	30	16	8	3	0	0	0	0	0	2	24	172	397	824	1075	1234	4.08	95	129	
1954-55	0	60	250	1104	1179	282	127	59	30	15	7	2	0	0	0	0	8	54	234	850	1992	2353	2712	8.22	98	261	

1955-56	1	25	174	1204	1011	564	126	56	29	15	8	2	0	0	0	1	8	39	228	1097	1576	1706	1863	8.51	96	269
1956-57	0	11	136	581	1781	357	97	43	16	10	4	1	0	0	0	0	3	28	217	867	2188	2255	2569	7.97	97	253
1957-58	0	49	123	714	1124	481	132	52	22	8	2	0	0	0	0	0	3	48	238	793	1357	2072	2176	7.13	96	226
1958-59	1	33	131	973	770	358	144	80	29	14	7	2	0	0	0	1	11	50	205	757	1378	1743	1973	6.72	98	213
1959-60	0	13	150	850	1104	239	70	33	17	8	3	1	0	0	0	0	2	27	173	1116	1713	1829	1914	6.56	91	207
1960-61	0	13	187	534	596	278	70	31	15	8	3	1	0	0	0	0	2	25	228	555	774	877	1038	4.59	82	146
1961-62	0	35	188	681	1715	206	61	26	12	6	2	0	0	0	0	0	1	23	194	856	2467	2942	3184	7.69	99	244
1962-63	0	22	122	729	1231	315	84	36	19	8	3	0	0	0	0	0	3	31	175	976	1677	1844	1971	6.76	100	214
1963-64	0	1	180	525	722	382	83	28	12	6	2	0	0	0	0	0	1	13	272	624	913	1075	1180	5.13	88	162
1964-65	0	45	177	697	1809	321	93	44	21	10	5	1	0	0	0	0	6	43	196	1130	2074	2634	2905	8.46	99	268
1965-66	0	19	93	1095	1303	424	122	50	19	7	2	0	0	0	0	0	1	40	191	1211	1932	2137	2272	8.27	79	262
1966-67	0	5	78	476	878	1617	187	53	16	5	2	1	0	0	0	0	2	20	259	1077	2309	2544	2673	8.79	93	279
1967-68	0	20	122	495	1542	750	158	68	38	24	12	4	0	0	0	0	9	48	306	1166	1698	1827	1959	8.51	91	269
1968-69	5	5	73	144	367	165	47	21	9	4	1	0	0	0	0	0	3	14	99	235	403	508	705	2.22	89	70
1969-70	0	14	147	471	634	463	163	43	20	11	5	1	0	0	0	0	4	33	285	641	724	792	881	5.21	98	165
1970-71	0	0	61	714	545	105	41	15	11	4	1	0	0	0	0	0	0	12	82	661	830	922	1271	3.96	94	126
1971-72	0	17	81	811	654	141	39	16	8	3	0	0	0	0	0	0	1	13	105	710	943	1316	1423	4.68	98	148
1972-73	0	4	41	190	169	71	25	14	6	2	1	1	0	0	0	0	1	10	54	161	282	359	390	1.38	77	44
1973-74	1	27	40	441	306	71	15	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	54	346	525	617	754	2.41	89	76
1974-75	0	1	245	964	644	241	49	18	11	5	1	0	0	0	0	0	1	13	250	601	1326	2079	2324	5.77	99	183
1975-76	0	1	109	325	971	190	46	18	8	3	0	0	0	0	0	0	0	9	131	609	1174	1539	1650	4.39	100	139
1976-77	0	4	107	256	165	178	117	23	7	1	0	0	0	0	0	0	0	12	122	274	338	357	419	2.27	98	72
1977-78	0	3	26	121	425	182	33	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	6	55	320	501	617	726	2.11	99	67
1978-79	0	1	44	597	451	288	71	22	7	1	0	0	0	0	0	0	0	7	165	512	777	900	1374	3.92	99	124
1979-80	0	2	50	187	311	118	37	11	4	1	0	0	0	0	0	0	0	8	76	210	373	490	857	1.90	98	60
1980-81	0	9	72	424	433	64	19	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	60	420	659	744	909	2.73	97	86
1981-82	0	3	75	476	476	96	27	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	74	449	662	816	875	3.08	98	98
1982-83	0	3	37	254	279	133	36	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	66	233	431	550	587	2.00	93	63
1983-84	0	26	31	66	113	42	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	39	92	136	145	159	0.76	90	24
1984-85	0	18	85	128	88	62	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	64	121	173	191	249	1.05	97	33
1985-86	0	0	76	253	398	81	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	82	325	489	597	847	2.18	97	69
1986-87	0	1	36	77	420	174	26	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	61	237	502	716	858	1.95	98	62
1987-88	0	0	6	109	137	125	30	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	143	203	240	557	1.09	97	35
1988-89	0	1	105	311	581	88	23	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	89	400	708	969	1033	2.94	98	93
1989-90	0	3	47	429	582	138	35	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	77	517	820	870	936	3.29	99	104
1990-91	0	0	91	203	206	89	23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	93	203	280	312	380	1.63	100	52
1991-92	0	0	52	382	411	133	35	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	102	376	588	716	850	2.71	97	86
1992-93	0	2	47	62	260	61	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	45	145	280	431	483	1.18	94	38
1993-94	0	1	42	123	350	115	23	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	58	257	417	448	550	1.74	95	55
1994-95	0	4	58	446	626	404	144	37	14	5	1	0	0	0	0	0	0	19	204	610	712	769	855	4.59	99	146
1995-96	0	1	27	471	486	176	37	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	77	431	680	771	812	3.21	100	102
1996-97	0	0	45	255	447	107	29	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	76	357	544	612	677	2.35	100	75
1997-98	0	16	47	327	428	215	42	13	5	1	0	0	0	0	0	0	0	11	85	351	623	634	672	2.89	99	92
1998-99	0	7	42	363	798	175	41	15	7	2	0	0	0	0	0	0	0	10	88	557	953	1138	1316	3.81	99	121
1999-00	0	1	80	513	820	458	94	32	11	5	1	0	0	0	0	0	0	19	165	742	1132	1253	1345	5.32	100	168
2000-01	0	1	85	375	271	170	48	18	7	1	0	0	0	0	0	0	0	10	126	339	413	520	607	2.58	100	82
2001-02	0	2	122	271	470	143	39	17	7	2	0	0	0	0	0	0	0	11	130	320	598	673	778	2.83	100	90

2002-03	0	0	41	281	260	66	23	7	1	0	0	0	0	0	0	2	53	276	416	444	523	1.80	100	57
2003-04	0	0	212	601	881	209	81	33	15	7	1	0	0	0	0	20	216	816	1003	1031	1150	5.38	100	170
2004-05	0	0	146	223	426	112	40	20	5	0	0	0	0	0	7	92	326	479	698	847	2.56	100	81	
2005-06	0	20	59	352	402	264	46	18	6	1	0	0	0	0	15	94	490	662	712	922	3.09	100	98	
2006-07	0	1	43	122	237	185	42	14	2	0	0	0	0	0	3	80	216	288	356	464	1.70	100	54	
2007-08	0	0	39	306	475	137	36	13	4	0	0	0	0	0	6	69	362	563	710	982	2.66	100	84	
2008-09	0	13	96	304	439	311	51	24	9	1	0	0	0	0	22	157	397	678	841	954	3.30	100	105	
2009-10	0	0	47	329	823	239	59	19	7	1	0	0	0	0	10	113	628	916	1053	1163	4.01	100	127	
2010-11	0	4	63	336	982	331	84	34	15	8	1	0	0	0	20	153	571	1109	1250	1342	4.88	100	155	
2011-12	0	0	45	490	394	166	48	18	6	1	0	0	0	0	9	84	321	852	1493	1664	3.09	99	98	
moy.	0	13	112	550	771	310	82	30	13	5	2	0	0	0	21	164	672	1047	1214	1359	4.98	65	158	

B-2 : Débits sur le bassin du Bafing

Tableau B-2-1 Débits du Téné à Bebele, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)							écoulement annuel					
	mois												étiage					médian	crue			V observé (km ³)	Q (% V)	Q (m ³ /s)	
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10				Qc5
1903-04	6	37	127	242	260	144	61	29	16	9	5	4	4	4	4	7	29	130	267	287	289	292	2.49	0	79
1904-05	5	28	143	277	252	157	81	36	19	11	6	4	3	4	4	7	34	156	260	305	326	340	2.70	0	86
1905-06	4	58	182	276	256	234	131	55	26	15	9	5	3	4	4	12	57	224	263	286	304	309	3.31	0	105
1906-07	10	61	202	372	302	188	96	40	20	12	7	4	4	4	4	11	44	212	341	394	414	481	3.48	0	110
1907-08	4	22	85	178	237	168	90	58	38	21	13	7	4	4	4	13	49	118	217	258	266	270	2.43	0	77
1908-09	9	45	172	286	305	185	101	54	26	15	9	5	4	4	5	13	50	178	297	338	355	361	3.20	0	102
1909-10	21	105	183	312	302	190	125	65	32	17	10	6	4	4	4	16	83	196	313	355	361	364	3.61	0	115
1910-11	4	42	131	261	278	168	79	36	18	11	6	4	4	4	4	8	38	156	279	298	309	319	2.75	0	87
1911-12	8	48	117	230	243	144	66	30	16	10	5	4	4	4	4	8	35	135	238	272	279	286	2.44	0	77
1912-13	4	23	126	215	255	155	61	30	16	9	5	4	4	4	4	6	26	138	246	268	271	283	2.39	0	76
1913-14	4	37	60	138	152	100	44	23	12	6	5	4	4	4	4	5	27	75	146	160	162	163	1.55	0	49
1914-15	4	34	124	195	224	141	51	25	14	8	5	4	4	4	4	6	26	132	211	240	249	252	2.19	0	69
1915-16	6	49	145	253	259	156	82	47	23	14	8	5	4	4	4	11	47	153	257	275	284	286	2.76	0	87
1916-17	4	26	169	253	286	178	81	43	21	13	7	5	4	4	4	7	39	174	269	292	312	317	2.88	0	91
1917-18	5	22	77	246	285	139	64	30	16	9	5	4	4	4	4	7	27	108	272	304	324	340	2.38	0	76
1918-19	11	63	159	299	303	210	85	36	19	11	6	4	4	4	4	10	44	181	297	376	386	397	3.19	0	101
1919-20	10	58	109	232	239	141	62	41	23	14	8	5	4	4	4	12	47	136	242	262	269	288	2.49	0	79
1920-21	14	61	102	272	292	157	65	30	16	10	6	4	4	4	4	9	42	127	285	324	377	409	2.71	0	86
1921-22	6	53	81	213	237	114	30	16	9	5	4	4	4	4	4	5	21	90	241	260	266	276	2.04	0	65
1922-23	4	33	127	302	391	240	115	46	21	13	7	5	4	4	4	8	41	193	340	429	453	462	3.44	0	109
1923-24	5	39	126	241	288	170	112	48	28	16	9	5	4	4	4	12	47	150	279	312	322	326	2.87	0	91

1924-25	4	80	220	323	342	219	105	42	21	13	7	5	4	4	4	4	9	45	223	340	361	367	369	3.65	0	116
1925-26	6	49	95	254	297	244	120	47	23	14	8	5	4	4	4	5	10	50	185	290	314	319	328	3.07	0	97
1926-27	4	56	122	225	230	148	110	47	26	15	9	5	4	4	4	4	11	50	144	231	250	252	257	2.63	0	83
1927-28	4	43	132	281	315	248	137	56	25	14	8	5	4	4	4	4	11	47	187	305	334	361	367	3.35	0	106
1928-29	5	42	99	300	313	217	121	51	24	14	8	5	4	4	4	5	10	45	184	327	350	356	361	3.16	0	100
1929-30	11	106	147	284	304	184	94	39	19	12	7	4	4	4	4	4	11	53	171	297	345	357	359	3.20	0	101
1930-31	8	53	131	258	277	198	94	37	19	12	6	4	4	4	4	4	10	47	169	271	284	300	319	2.90	0	92
1931-32	6	56	156	219	280	200	88	38	19	11	6	4	4	4	4	4	9	45	180	264	300	315	325	2.87	0	91
1932-33	7	58	186	294	286	180	103	46	23	13	8	5	4	4	4	4	11	53	185	295	325	344	358	3.19	0	101
1933-34	4	82	211	294	274	150	60	28	15	9	5	4	3	4	4	4	6	36	168	293	319	339	383	3.01	0	95
1934-35	4	14	90	269	272	173	71	30	16	10	6	4	4	4	4	4	5	24	148	261	328	346	354	2.53	0	80
1935-36	4	53	183	356	322	224	96	40	20	12	7	4	4	4	4	4	8	41	207	340	407	419	442	3.50	0	111
1936-37	5	35	132	363	353	220	106	51	24	14	8	5	4	4	4	5	11	43	179	373	396	423	454	3.48	0	110
1937-38	4	6	93	241	260	166	68	28	16	9	5	4	4	4	4	4	5	20	130	252	278	281	283	2.38	0	75
1938-39	4	19	127	255	304	199	106	44	22	13	8	5	3	4	4	4	7	37	167	267	333	351	364	2.92	0	93
1939-40	4	13	92	241	226	159	57	27	15	9	5	4	4	4	4	4	5	22	135	241	270	283	295	2.26	0	71
1940-41	7	34	58	190	195	163	63	26	14	8	5	4	4	4	4	4	7	32	125	197	216	235	249	2.03	0	64
1941-42	4	11	97	181	223	95	28	16	9	5	4	4	4	4	4	4	4	14	98	216	248	264	273	1.79	0	57
1942-43	4	13	114	241	174	103	45	22	13	7	5	4	4	4	4	4	5	19	112	219	271	281	285	1.97	0	63
1943-44	4	30	84	247	267	174	48	20	12	7	4	4	4	4	4	4	5	22	114	265	279	282	288	2.38	0	75
1944-45	4	17	52	172	200	104	41	19	11	6	4	4	3	4	4	4	4	18	83	193	219	220	225	1.67	0	53
1945-46	4	20	116	291	316	190	87	37	19	11	6	4	4	4	4	4	6	31	159	323	349	354	362	2.91	0	92
1946-47	4	16	115	267	267	203	86	32	17	10	6	4	4	4	4	4	6	26	181	269	292	301	316	2.72	0	86
1947-48	5	35	79	228	257	130	37	17	10	6	4	4	4	4	4	4	5	19	102	251	272	282	289	2.15	0	68
1948-49	4	33	137	240	256	150	63	35	20	12	7	4	4	4	4	4	8	35	141	251	293	300	319	2.54	0	81
1949-50	4	18	103	247	213	114	51	25	14	8	5	4	4	4	4	4	5	22	110	225	291	295	318	2.13	0	68
1950-51	4	15	130	291	336	262	136	56	26	14	8	5	4	4	4	4	8	37	182	339	363	387	421	3.39	0	108
1951-52	9	22	108	224	262	282	174	75	42	22	14	7	5	5	6	7	15	50	218	264	279	342	393	3.28	0	104
1952-53	4	22	113	220	286	201	96	40	16	9	5	3	2	2	2	3	6	36	147	277	305	346	379	2.68	0	85
1953-54	3	63	175	216	263	182	71	40	21	12	7	7	1	1	2	5	10	43	166	237	285	299	328	2.80	0	89
1954-55	15	77	185	370	299	174	122	68	34	20	14	14	10	11	12	13	17	69	173	333	421	438	459	3.68	0	117
1955-56	19	75	184	311	281	209	105	59	33	19	11	6	6	6	6	8	18	62	171	296	339	448	526	3.47	0	110
1956-57	6	31	104	367	267	190	85	40	21	12	7	4	3	3	4	5	9	37	144	286	387	545	657	3.00	0	95
1957-58	4	40	123	296	369	319	131	54	29	16	9	7	2	2	3	6	11	50	216	342	451	469	501	3.69	0	117
1958-59	13	42	135	364	289	178	123	66	33	19	11	6	5	5	5	7	16	53	162	296	401	502	642	3.38	0	107
1959-60	19	59	109	255	311	151	79	34	18	11	6	3	2	2	3	4	13	44	136	284	370	381	443	2.78	0	88
1960-61	8	29	135	227	247	172	83	35	18	12	7	3	2	2	3	4	11	30	160	239	262	274	289	2.58	0	82
1961-62	4	56	123	272	290	151	81	34	19	14	8	5	1	2	2	5	11	39	139	283	315	341	353	2.79	0	89
1962-63	6	26	119	243	290	200	101	42	18	10	5	2	1	1	2	3	7	35	170	261	352	370	389	2.81	0	89
1963-64	2	10	77	221	280	251	87	33	15	8	4	2	1	1	1	2	4	21	166	272	332	354	406	2.62	0	83
1964-65	5	40	123	276	350	170	79	39	18	10	5	2	1	1	1	2	7	41	150	296	367	417	433	2.95	0	93
1965-66	8	29	128	266	332	183	86	37	23	14	8	5	1	3	4	6	12	35	153	294	365	375	391	2.96	0	94
1966-67	8	16	87	193	257	272	95	42	23	14	8	5	4	4	4	5	12	31	136	297	315	337	426	2.69	0	85
1967-68	8	47	130	348	374	248	99	46	28	17	8	5	4	4	4	5	13	45	200	368	416	460	516	3.59	0	114
1968-69	9	32	77	157	210	125	51	27	14	7	4	3	2	2	2	3	7	25	94	189	214	235	276	1.89	0	60
1969-70	3	26	117	213	319	252	110	41	19	10	5	3	2	2	2	3	6	35	173	284	351	387	405	2.95	0	94
1970-71	6	14	63	254	263	83	37	19	10	6	3	3	2	2	2	2	5	15	77	284	339	365	390	2.01	71	64

1971-72	7	20	79	176	216	73	29	16	8	5	2	1	1	1	1	2	4	14	74	191	267	282	314	1.67	100	53
1972-73	1	28	107	193	242	118	43	23	11	6	3	1	0	0	1	1	4	25	110	237	288	296	305	2.05	92	65
1973-74	7	27	74	73	211	80	36	17	9	5	2	1	0	1	1	1	5	22	64	132	239	280	317	1.43	96	45
1974-75	1	23	80	242	254	155	49	19	10	6	3	1	0	0	0	1	4	20	115	260	314	331	338	2.23	42	71
1975-76	2	16	104	157	265	147	54	24	12	7	4	2	0	0	0	2	5	21	136	229	282	303	347	2.10	0	66
1976-77	3	29	105	216	193	196	133	42	22	11	5	4	2	3	3	4	6	39	166	214	241	319	379	2.54	0	80
1977-78	4	7	12	67	238	81	32	14	9	5	2	1	0	0	0	1	4	11	32	185	255	273	293	1.24	79	39
1978-79	2	13	29	259	225	164	60	25	12	6	3	1	0	0	0	1	4	17	120	241	270	294	326	2.11	40	67
1979-80	1	38	96	147	191	127	56	24	11	5	2	1	0	0	0	1	3	22	93	190	200	205	230	1.85	97	58
1980-81	3	17	81	223	191	70	36	16	9	5	3	4	1	2	2	2	5	15	70	208	254	286	347	1.74	0	55
1981-82	11	21	80	222	178	105	38	17	10	5	3	1	1	1	1	2	6	16	82	194	229	261	291	1.83	0	58
1982-83	4	10	41	102	243	85	44	15	9	4	2	1	0	0	1	1	4	13	62	195	267	284	313	1.47	94	47
1983-84	2	36	99	172	192	99	41	16	10	5	3	2	0	0	0	1	4	16	95	171	223	248	265	1.79	0	57
1984-85	1	18	100	94	105	94	25	9	5	3	1	0	0	0	0	0	2	12	88	118	132	140	158	1.20	0	38
1985-86	0	4	67	205	195	89	30	13	6	3	1	0	0	0	0	0	1	12	79	207	242	256	284	1.62	0	51
1986-87	1	9	48	192	212	109	42	16	10	5	2	0	0	0	0	0	3	13	73	211	251	272	292	1.71	0	54
1987-88	6	22	39	177	247	143	47	20	9	5	2	1	0	1	1	1	6	22	94	223	264	280	295	1.90	0	60
1988-89	1	6	72	236	237	100	44	17	9	6	3	1	1	1	1	1	3	12	89	238	268	296	382	1.93	0	61
1989-90	1	7	53	191	197	114	38	16	9	4	2	1	0	0	0	1	2	13	78	198	227	242	256	1.67	0	53
1990-91	1	11	102	198	184	92	40	16	8	4	2	0	0	0	0	0	2	15	101	193	233	242	246	1.74	0	55
1991-92	0	4	136	285	207	133	40	19	12	6	3	1	0	0	0	1	3	15	127	248	312	396	435	2.25	94	71
1992-93	1	6	104	170	191	103	44	18	9	5	2	1	0	1	1	1	3	13	110	174	230	276	299	1.73	0	55
1993-94	1	14	58	151	190	79	41	16	8	4	2	1	0	0	0	1	3	13	77	165	216	265	277	1.49	0	47
1994-95	0	13	62	168	262	185	108	34	16	9	5	3	0	0	0	0	5	21	131	237	279	284	301	2.28	0	72
1995-96	3	12	44	254	229	137	45	23	12	6	3	1	1	1	1	2	5	15	95	226	312	344	356	2.04	0	64
1996-97	2	20	76	205	226	127	42	18	10	5	3	2	0	1	1	2	4	17	94	220	244	251	260	1.95	0	62
1997-98	11	56	102	194	240	110	45	20	11	6	3	2	1	1	1	2	6	27	105	210	276	292	307	2.11	0	67
1998-99	2	13	59	236	225	146	46	20	11	6	3	1	1	1	1	1	3	18	107	228	274	291	294	2.03	0	64
1999-00	3	13	65	194	226	210	80	32	17	8	4	3	1	2	2	3	5	24	134	227	251	271	322	2.26	0	71
2000-01	3	9	83	175	229	155	63	24	13	7	3	2	1	1	1	2	4	16	132	219	249	275	287	2.02	0	64
2001-02	1	25	84	223	254	113	45	20	11	5	3	1	1	1	1	1	3	18	100	251	283	291	304	2.07	0	66
2002-03	0	11	90	259	214	130	52	20	11	6	2	1	0	0	0	0	2	17	129	232	282	311	324	2.11	0	67
2003-04	3	14	160	260	303	152	77	28	15	9	4	3	1	1	1	3	5	23	147	303	333	363	389	2.72	0	86
2004-05	3	12	128	172	227	111	61	21	13	7	9	3	2	2	2	3	6	18	104	219	242	252	269	2.02	0	64
2005-06	4	65	133	226	212	131	45	21	12	7	3	2	1	2	2	2	5	24	137	227	288	307	333	2.28	0	72
2006-07	6	24	81	183	192	145	63	24	12	7	3	1	1	1	1	2	6	24	108	192	238	253	277	1.96	0	62
2007-08	1	1	41	228	258	104	53	21	11	5	2	1	0	0	0	0	2	12	79	227	305	357	366	1.92	81	61
2008-09	3	19	109	246	199	141	60	23	12	7	3	2	0	0	0	2	6	20	131	219	260	284	305	2.18	0	69
2009-10	1	13	54	225	254	141	63	26	12	6	3	1	1	1	1	1	3	22	115	240	299	319	367	2.11	0	67
2010-11	2	17	59	218	256	175	84	27	15	8	4	2	1	1	1	2	5	24	150	228	277	309	371	2.29	0	73
2011-12	2	26	133	223	261	141	50	21	11	7	4	2		1	1	2	5	18	145	247	292	324	399	2.33	0	74
moy.	5	32	108	236	256	160	73	32	17	10	5	3	2	3	3	3	7	31	135	251	295	317	341	2.47	8	78

Tableau B-2-2 Débits du Kioma à Salouma, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)							écoulement annuel					
	année	mois												étiage					cru		V (km ³)	observé (% V)	Q (m ³ /s)		
5		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	médian	Qm	Qc90				Qc30	Qc10
1903-04	1	6	22	52	57	25	10	5	3	2	1	1	1	1	1	2	5	21	59	63	64	65	0.49	0	16
1904-05	1	5	27	62	55	28	13	6	4	3	1	1	1	1	1	1	5	28	58	69	74	78	0.54	0	17
1905-06	1	9	36	61	57	51	22	9	5	3	2	1	1	1	1	3	9	48	59	63	68	69	0.68	0	22
1906-07	2	10	41	86	68	37	15	6	4	3	2	1	1	1	1	2	7	45	78	92	97	115	0.73	0	23
1907-08	1	4	13	35	52	31	14	9	6	4	3	1	1	1	1	3	8	19	47	58	59	60	0.46	0	14
1908-09	2	7	33	64	68	36	16	9	5	3	2	1	1	1	1	3	8	34	67	77	81	83	0.65	0	21
1909-10	3	16	37	70	68	38	21	10	5	4	2	1	1	1	1	3	13	40	70	81	83	84	0.73	0	23
1910-11	1	7	23	58	62	31	13	6	4	3	1	1	1	1	1	2	6	27	61	67	69	72	0.55	0	17
1911-12	2	8	19	50	53	25	10	5	3	2	1	1	1	1	1	2	6	22	52	60	62	63	0.47	0	15
1912-13	1	4	21	45	56	29	10	5	3	2	1	1	1	1	1	1	5	23	54	59	60	62	0.47	0	15
1913-14	1	6	9	23	26	16	7	4	3	1	1	1	1	1	1	1	5	12	25	28	29	29	0.26	0	8
1914-15	1	6	20	39	48	25	8	4	3	2	1	1	1	1	1	1	5	22	44	53	55	56	0.42	0	13
1915-16	1	8	25	56	57	28	13	7	4	3	2	1	1	1	1	2	7	27	57	61	63	64	0.55	0	17
1916-17	1	4	32	56	64	35	13	7	4	3	2	1	1	1	1	1	6	33	60	65	70	71	0.58	0	19
1917-18	1	4	12	53	64	25	10	5	3	2	1	1	1	1	1	2	5	17	60	67	73	78	0.48	0	15
1918-19	2	10	30	67	68	43	14	6	4	3	1	1	1	1	1	2	7	35	66	87	90	92	0.66	0	21
1919-20	2	9	18	50	52	25	10	7	4	3	2	1	1	1	1	3	7	23	53	59	61	64	0.48	0	15
1920-21	2	10	16	60	65	29	10	5	3	2	1	1	1	1	1	2	7	21	63	73	87	96	0.54	0	17
1921-22	1	8	13	45	51	19	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1	4	14	52	58	59	61	0.40	0	13
1922-23	1	5	22	68	91	52	19	7	4	3	2	1	1	1	1	2	7	38	78	101	107	110	0.72	0	23
1923-24	1	6	21	52	64	32	19	8	5	3	2	1	1	1	1	3	8	26	61	70	73	74	0.56	0	18
1924-25	1	14	47	73	78	46	17	7	4	3	2	1	1	1	1	2	7	49	77	83	85	85	0.77	0	24
1925-26	1	8	16	56	66	52	20	8	4	3	2	1	1	1	1	2	8	37	65	70	72	74	0.63	0	20
1926-27	1	9	21	48	50	26	18	7	5	3	2	1	1	1	1	2	8	25	50	55	56	58	0.50	0	16
1927-28	1	7	22	62	71	54	24	9	4	3	2	1	1	1	1	2	7	37	68	76	83	85	0.69	0	22
1928-29	1	7	16	67	71	46	20	8	4	3	2	1	1	1	1	2	7	36	74	80	82	83	0.65	0	21
1929-30	2	17	26	63	68	36	15	6	4	3	1	1	1	1	1	2	8	32	67	79	82	82	0.64	0	20
1930-31	2	8	23	57	61	40	15	6	4	3	1	1	1	1	1	2	8	31	60	63	68	72	0.59	0	19
1931-32	1	9	31	47	63	40	14	6	4	3	1	1	1	1	1	2	7	35	59	67	71	73	0.58	0	18
1932-33	1	9	37	66	64	35	17	7	4	3	2	1	1	1	1	2	8	36	66	73	79	82	0.65	0	21
1933-34	1	13	44	66	61	27	10	5	3	2	1	1	1	1	1	1	6	30	66	72	77	89	0.62	0	20
1934-35	1	2	15	59	60	33	11	5	3	2	1	1	1	1	1	1	4	26	58	74	79	81	0.51	0	16
1935-36	1	8	36	82	73	47	15	6	4	3	1	1	1	1	1	2	6	43	77	95	98	104	0.73	0	23
1936-37	1	6	23	84	81	46	17	8	4	3	2	1	1	1	1	2	7	35	86	92	99	107	0.73	0	23
1937-38	1	1	15	53	57	31	11	5	3	2	1	1	1	1	1	1	4	21	56	61	62	62	0.48	0	15
1938-39	1	3	22	56	68	40	17	7	4	3	2	1	1	1	1	1	6	30	59	76	80	84	0.59	0	19
1939-40	1	2	15	52	49	29	9	5	3	2	1	1	1	1	1	1	4	23	53	60	63	66	0.45	0	14
1940-41	1	5	9	38	40	30	10	5	3	2	1	1	1	1	1	2	5	20	40	46	51	55	0.38	0	12
1941-42	1	2	16	36	47	16	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1	3	15	46	55	59	60	0.34	0	11
1942-43	1	2	19	52	34	16	7	4	3	2	1	1	1	1	1	1	4	18	47	60	62	63	0.37	0	12
1943-44	1	5	13	54	59	34	8	4	3	1	1	1	1	1	1	1	4	18	59	61	62	64	0.49	0	15

1944-45	1	3	8	33	41	17	7	4	3	1	1	1	1	1	1	4	13	38	47	47	49	0.31	0	10
1945-46	1	3	20	65	71	37	14	6	4	3	1	1	1	1	1	5	28	73	80	81	83	0.60	0	19
1946-47	1	3	21	59	59	41	14	5	4	2	1	1	1	1	1	5	36	60	65	68	71	0.56	0	18
1947-48	1	6	13	49	57	23	6	4	2	1	1	1	1	1	1	4	16	56	60	62	64	0.43	0	14
1948-49	1	5	23	52	56	27	10	6	4	3	1	1	1	1	2	6	24	55	65	68	72	0.50	0	16
1949-50	1	3	17	53	45	19	8	4	3	2	1	1	1	1	1	4	17	49	65	66	72	0.42	0	13
1950-51	1	3	23	65	76	57	23	9	5	3	2	1	1	1	1	6	36	77	83	90	99	0.71	0	22
1951-52	2	4	18	48	58	63	34	12	7	4	3	2	1	1	3	8	46	59	61	78	91	0.67	0	21
1952-53	1	4	20	47	64	40	16	6	3	2	1	1	0	0	1	6	25	60	68	79	88	0.54	0	17
1953-54	1	10	34	46	58	36	11	6	4	3	2	2	0	0	0	7	30	52	63	67	74	0.56	0	18
1954-55	3	12	37	85	67	33	20	11	6	4	3	3	1	2	3	4	32	76	99	103	109	0.75	0	24
1955-56	4	12	37	70	63	42	17	9	5	4	2	1	1	1	1	10	32	66	76	106	126	0.71	0	22
1956-57	1	5	19	85	59	37	13	6	4	3	2	1	1	1	1	6	25	63	90	131	161	0.62	0	20
1957-58	1	6	20	66	85	72	23	9	5	3	2	1	1	1	1	8	46	78	107	111	120	0.78	0	25
1958-59	3	7	24	84	65	34	20	10	5	4	3	1	1	1	2	8	29	67	94	120	157	0.69	0	22
1959-60	4	9	18	56	70	27	13	6	4	2	1	1	1	1	1	7	23	62	85	88	105	0.55	0	18
1960-61	2	5	25	49	54	32	13	6	4	3	1	1	0	1	1	5	29	52	58	60	64	0.51	0	16
1961-62	1	9	23	60	65	27	13	6	4	3	2	1	0	0	0	6	23	63	71	78	81	0.56	0	18
1962-63	1	4	21	52	65	41	16	7	4	2	1	0	0	0	0	6	32	58	81	85	90	0.57	0	18
1963-64	1	2	13	47	62	54	14	5	3	2	1	0	0	0	0	4	30	60	76	81	95	0.54	0	17
1964-65	1	7	22	61	80	32	13	6	4	2	1	1	0	0	0	7	26	67	85	98	102	0.61	0	19
1965-66	2	5	22	59	75	36	14	6	4	3	2	1	0	0	1	6	27	67	84	87	91	0.60	0	19
1966-67	2	3	14	39	56	59	15	7	4	3	2	1	1	1	1	5	23	65	71	76	100	0.54	0	17
1967-68	2	8	25	80	86	53	16	7	5	4	2	1	1	1	1	7	41	85	97	109	124	0.76	0	24
1968-69	2	6	13	28	44	22	8	5	3	2	1	1	0	0	1	4	15	37	45	51	60	0.35	0	11
1969-70	1	4	19	44	72	53	16	6	4	3	1	1	0	0	0	6	31	62	80	90	94	0.60	13	19
1970-71	1	6	18	65	66	18	7	4	3	2	1	1	0	0	0	5	18	64	87	107	134	0.51	99	16
1971-72	1	2	8	27	48	11	4	2	1	1	0	0	0	0	0	2	10	31	56	77	95	0.28	100	9
1972-73	0	13	26	37	49	19	8	4	3	1	1	0	0	0	0	5	21	41	59	69	78	0.43	100	13
1973-74	1	8	9	37	39	21	8	3	2	1	1	0	0	0	0	4	15	39	49	55	71	0.34	97	11
1974-75	0	9	22	63	60	24	9	5	2	1	1	1	0	0	0	5	21	61	78	99	111	0.52	95	17
1975-76	1	2	17	26	55	26	9	4	3	1	1	0	0	0	0	4	20	45	60	64	73	0.39	20	12
1976-77	0	3	30	65	39	27	19	6	4	3	1	1	0	0	0	5	30	54	75	86	113	0.53	99	17
1977-78	1	2	7	18	34	14	5	2	1	1	0	0	0	0	0	2	8	24	44	49	50	0.22	34	7
1978-79	0	5	15	52	63	34	10	5	3	2	1	0	0	0	0	5	22	64	76	101	139	0.50	95	16
1979-80	0	2	9	15	15	13	6	2	1	1	0	0	0	0	0	2	10	16	23	24	28	0.17	100	5
1980-81	0	3	20	78	41	12	6	3	2	1	1	1	0	0	0	3	14	61	82	91	147	0.45	100	14
1981-82	3	4	17	36	29	18	7	3	2	1	1	0	0	0	0	4	18	30	36	51	54	0.32	99	10
1982-83	1	12	20	21	23	10	6	3	2	1	0	0	0	0	0	4	16	24	27	28	28	0.26	94	8
1983-84	2	9	15	32	38	17	7	4	2	1	1	0	0	0	0	5	15	32	49	55	58	0.34	20	11
1984-85	0	5	23	15	15	16	4	2	1	1	0	0	0	0	0	3	12	23	29	31	33	0.22	72	7
1985-86	0	2	17	94	78	19	6	3	1	1	0	0	0	0	0	3	19	81	121	172	189	0.59	95	19
1986-87	0	2	8	39	44	18	7	4	2	1	1	0	0	0	0	3	12	44	56	59	65	0.33	4	11
1987-88	1	2	4	23	56	29	7	3	2	1	1	0	0	0	0	3	16	35	62	91	126	0.34	98	11
1988-89	0	1	17	62	42	21	7	3	2	1	1	0	0	0	0	2	21	44	68	76	118	0.41	97	13
1989-90	1	2	17	35	53	28	8	3	2	1	0	0	0	0	0	3	25	41	64	70	89	0.40	90	13
1990-91	1	2	16	40	36	15	6	3	2	1	0	0	0	0	0	3	15	39	51	53	54	0.33	2	10

1991-92	0	2	18	26	22	27	9	4	3	1	1	0	0	0	0	0	1	4	17	32	37	38	40	0.30	58	9
1992-93	0	1	18	32	38	17	7	4	2	1	1	0	0	0	0	0	1	3	17	33	51	61	67	0.32	0	10
1993-94	0	3	9	27	38	12	7	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	3	12	30	46	56	61	0.27	0	9
1994-95	0	3	10	33	58	36	19	6	3	2	1	1	0	0	0	0	1	4	22	53	62	63	67	0.45	0	14
1995-96	1	3	7	56	49	24	7	4	3	1	1	0	0	0	0	0	1	3	14	49	71	78	82	0.41	0	13
1996-97	0	4	13	42	49	22	7	4	2	1	1	1	0	0	0	0	1	4	15	47	53	56	58	0.38	0	12
1997-98	2	9	16	39	51	18	7	4	3	1	1	0	0	0	0	0	1	5	17	44	61	64	69	0.40	0	13
1998-99	0	2	9	51	48	27	7	4	3	1	1	0	0	0	0	0	1	4	17	50	59	64	66	0.41	0	13
1999-00	1	2	10	39	49	43	13	5	4	2	1	1	0	0	1	1	1	4	22	49	56	60	73	0.45	0	14
2000-01	1	2	14	34	49	28	10	4	3	2	1	0	0	0	0	1	1	3	22	47	55	60	63	0.39	0	12
2001-02	0	4	13	47	56	19	7	4	2	1	1	0	0	0	0	0	1	4	16	56	63	65	68	0.41	0	13
2002-03	0	2	14	57	45	21	8	4	3	1	1	0	0	0	0	0	1	4	21	50	62	69	73	0.41	0	13
2003-04	1	2	30	57	68	28	12	5	3	2	1	1	0	0	0	1	1	4	25	68	76	84	90	0.55	0	17
2004-05	1	2	25	33	49	18	10	4	3	2	2	1	0	0	0	1	1	4	17	47	53	57	60	0.39	0	12
2005-06	1	11	23	48	44	23	7	4	3	2	1	0	0	0	0	0	1	4	23	49	63	69	75	0.44	0	14
2006-07	1	4	13	37	38	26	10	4	3	1	1	0	0	0	0	0	1	4	17	39	51	55	62	0.37	0	12
2007-08	0	1	13	49	34	12	6	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	14	44	57	61	66	0.32	34	10
2008-09	1	4	20	54	40	25	10	4	3	1	1	0	0	0	0	0	1	4	22	47	58	62	68	0.43	0	14
2009-10	0	2	9	47	56	24	10	5	3	1	1	0	0	0	0	0	1	4	19	54	66	73	85	0.42	0	13
2010-11	0	3	9	46	56	33	14	5	3	2	1	0	0	0	0	0	1	4	26	50	61	71	86	0.46	0	14
2011-12	0	4	24	46	58	25	8	4	3	2	1	1	0	0	0	0	1	4	25	55	65	73	93	0.46	0	15
moy.	1	6	20	51	55	30	12	5	3	2	1	1	1	1	1	1	2	5	24	55	66	73	81	0.50	16	16

Tableau B-2-3 Débits du Bafing à Sokotoro, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km ³)	(% V)	(m ³ /s)
1903-04	3	20	65	119	128	72	34	15	8	4	2	2	2	2	2	3	15	64	130	138	141	143	1.25	0	39	
1904-05	2	15	73	138	126	77	43	19	10	6	3	2	1	2	2	2	3	18	77	128	149	169	179	1.36	0	43
1905-06	2	32	91	135	126	118	66	31	14	8	4	2	1	2	2	2	5	32	116	129	137	149	153	1.66	0	53
1906-07	5	33	100	206	153	96	50	22	11	6	3	2	2	2	2	2	5	23	109	181	225	252	292	1.81	0	58
1907-08	2	11	46	89	119	84	48	32	20	11	6	3	2	2	2	2	7	27	59	112	128	129	131	1.24	0	39
1908-09	4	24	86	146	152	93	53	30	14	8	4	2	2	2	2	2	6	28	90	147	176	193	197	1.63	0	52
1909-10	11	53	92	159	156	96	63	36	17	9	5	2	1	2	2	2	8	46	99	155	192	197	200	1.85	0	59
1910-11	2	23	66	131	136	84	42	19	10	5	3	2	2	2	2	2	3	20	77	134	147	152	161	1.38	0	44
1911-12	4	26	59	115	120	71	36	16	9	4	2	2	2	2	2	2	3	18	68	120	132	135	139	1.23	0	39
1912-13	2	12	63	107	126	79	34	16	9	4	2	2	2	2	2	2	3	14	69	123	130	132	137	1.20	0	38
1913-14	2	19	34	69	75	52	24	12	6	3	2	2	2	2	2	2	2	14	43	74	78	79	79	0.79	0	25
1914-15	2	18	62	98	113	72	28	13	7	4	2	2	2	2	2	2	2	14	66	107	121	124	125	1.11	0	35
1915-16	2	27	72	125	128	78	44	26	12	7	3	2	2	2	2	2	5	26	76	127	133	137	139	1.39	0	44
1916-17	2	14	85	125	140	89	44	23	11	7	3	2	2	2	2	2	3	20	84	130	143	154	159	1.44	0	46
1917-18	2	11	40	120	142	71	36	16	9	4	2	2	2	2	2	2	3	14	55	131	149	166	179	1.20	0	38
1918-19	5	34	80	159	151	104	45	19	10	5	3	2	2	2	2	2	4	24	91	146	208	217	226	1.63	0	52
1919-20	4	32	56	116	120	72	35	22	12	7	3	2	2	2	2	2	6	26	67	121	129	132	140	1.27	0	40

1920-21	7	34	52	139	145	79	35	16	9	4	2	2	2	2	2	2	22	62	138	168	211	234	1.38	0	44
1921-22	3	29	44	106	118	58	16	9	4	2	2	2	2	2	2	2	11	48	120	128	129	132	1.04	0	33
1922-23	2	18	64	156	220	119	59	25	11	6	3	2	2	2	2	2	22	99	181	248	268	275	1.81	0	57
1923-24	2	21	63	120	141	86	57	27	15	8	4	2	2	2	2	2	26	75	134	156	165	167	1.44	0	46
1924-25	2	41	110	168	180	109	54	23	11	6	3	2	2	2	2	2	24	115	178	198	202	203	1.87	0	59
1925-26	3	27	50	126	147	120	61	26	12	7	3	2	2	2	2	2	27	94	142	156	161	168	1.54	0	49
1926-27	2	31	62	113	116	73	57	25	14	8	4	2	2	2	2	2	28	72	118	124	125	127	1.34	0	42
1927-28	2	23	65	142	159	122	69	31	13	8	4	2	2	2	2	2	26	96	150	174	197	202	1.69	0	53
1928-29	2	23	51	155	161	110	61	28	13	7	4	2	2	2	2	2	24	94	168	189	192	198	1.63	0	52
1929-30	5	54	73	142	155	93	49	21	10	6	3	2	2	2	2	2	30	84	146	185	194	195	1.62	0	51
1930-31	4	30	66	127	135	99	49	20	10	6	3	2	2	2	2	2	26	82	131	137	148	161	1.45	0	46
1931-32	3	31	79	112	139	99	47	20	10	6	3	2	2	2	2	2	24	92	129	149	157	167	1.46	0	46
1932-33	3	32	92	150	140	91	53	25	12	7	3	2	2	2	2	2	29	95	144	166	183	194	1.62	0	51
1933-34	2	43	104	145	140	76	33	15	8	4	2	2	1	2	2	2	19	81	145	159	177	215	1.52	0	48
1934-35	2	7	47	136	135	86	38	16	9	4	2	2	2	2	2	2	13	74	129	168	184	191	1.28	0	41
1935-36	2	28	91	194	165	111	50	21	11	6	3	2	2	2	2	2	21	105	179	232	242	262	1.81	0	57
1936-37	2	19	67	201	190	110	55	28	13	8	4	2	2	2	2	2	23	91	207	226	252	271	1.84	0	58
1937-38	2	2	47	120	127	83	37	15	8	4	2	2	2	2	2	2	11	64	125	133	135	136	1.19	0	38
1938-39	2	10	64	128	154	100	55	24	12	7	3	2	1	2	2	2	20	81	130	172	186	200	1.48	0	47
1939-40	2	6	48	119	114	80	31	14	8	4	2	2	2	2	2	2	12	66	121	130	136	145	1.14	0	36
1940-41	3	17	32	95	99	82	34	14	8	4	2	2	2	2	2	2	17	61	99	111	119	124	1.03	0	33
1941-42	2	5	50	91	112	49	15	8	4	2	2	2	2	2	2	2	7	51	111	124	129	132	0.90	0	29
1942-43	2	6	57	118	88	53	25	12	7	3	2	2	2	2	2	2	10	56	113	131	135	138	0.99	0	31
1943-44	2	16	45	123	130	88	26	11	6	3	2	2	2	2	2	2	12	57	129	134	136	140	1.20	0	38
1944-45	2	9	29	86	102	54	22	10	6	3	2	2	1	2	2	2	9	45	99	113	113	116	0.86	0	27
1945-46	2	10	59	152	160	94	46	20	10	6	3	2	2	2	2	2	16	78	165	186	192	198	1.48	0	47
1946-47	2	8	60	132	130	102	45	17	9	5	2	2	2	2	2	2	14	90	130	142	148	158	1.36	0	43
1947-48	2	19	42	114	127	66	20	9	5	2	2	2	2	2	2	2	10	52	125	131	135	141	1.09	0	34
1948-49	2	18	68	119	127	75	35	18	11	6	3	2	2	2	2	2	18	71	124	143	149	160	1.28	0	41
1949-50	2	9	53	122	109	58	28	13	7	4	2	2	2	2	2	2	12	55	116	142	146	161	1.08	0	34
1950-51	2	8	65	156	176	129	68	31	14	8	4	2	2	2	2	2	19	93	179	199	216	245	1.74	0	55
1951-52	4	11	54	114	130	142	88	41	22	12	7	3	2	2	2	3	28	112	129	135	174	224	1.66	0	52
1952-53	2	12	58	112	145	101	50	21	9	4	2	1	1	1	1	1	19	74	133	152	191	211	1.36	0	43
1953-54	1	34	88	110	131	92	38	21	11	6	3	3	0	0	1	2	23	81	120	140	147	170	1.42	0	45
1954-55	7	41	93	205	153	87	61	37	18	11	7	7	4	5	6	7	39	83	177	235	262	273	1.92	0	61
1955-56	10	39	100	158	138	102	54	33	17	10	5	3	2	2	2	3	35	84	146	164	276	333	1.77	0	56
1956-57	3	17	54	204	131	94	45	22	11	6	3	2	1	1	2	2	19	72	140	226	314	427	1.56	0	50
1957-58	2	22	62	150	203	173	67	30	15	9	4	3	1	1	1	2	28	111	181	272	282	308	1.95	0	62
1958-59	6	23	68	205	146	89	61	36	17	10	5	3	2	2	2	3	30	79	145	227	302	428	1.77	0	56
1959-60	10	33	55	127	165	76	42	18	10	5	2	1	1	1	1	2	24	68	136	205	213	259	1.44	0	45
1960-61	4	15	69	114	123	86	44	18	10	6	3	1	1	1	1	2	15	79	121	127	132	140	1.30	0	41
1961-62	2	30	63	136	145	76	43	18	10	7	4	2	1	1	1	2	20	70	138	158	178	191	1.41	0	45
1962-63	3	13	61	126	146	101	52	23	9	4	2	1	0	1	1	1	18	84	128	189	206	219	1.43	0	45
1963-64	1	5	39	111	141	130	46	17	8	3	2	1	0	0	0	1	11	80	132	171	191	235	1.33	0	42
1964-65	2	21	63	137	188	85	42	21	10	5	2	1	0	0	1	1	22	75	146	203	236	251	1.52	0	48
1965-66	4	15	64	132	175	92	45	20	12	7	4	2	0	1	2	3	18	76	145	200	208	224	1.51	0	48
1966-67	3	8	45	95	128	139	50	23	12	7	3	2	2	2	2	2	16	68	144	157	183	251	1.37	0	43
1967-68	4	26	69	186	207	128	51	23	9	6	3	2	0	1	1	2	24	102	204	242	276	316	1.89	3	60
1968-69	7	27	43	111	132	70	25	13	4	1	0	0	0	0	0	2	13	71	118	147	163	174	1.15	91	36

1969-70	2	10	42	96	199	142	70	19	8	5	2	1	1	1	1	1	3	14	73	165	213	254	347	1.57	100	50
1970-71	1	7	33	126	129	52	24	11	4	1	1	1	0	0	0	0	1	7	49	132	157	174	190	1.03	3	33
1971-72	5	10	37	116	103	49	18	10	4	2	1	0	0	0	0	1	2	8	41	105	139	148	169	0.93	100	30
1972-73	0	11	41	64	90	54	25	13	6	3	1	0	0	0	0	0	2	12	47	82	95	98	107	0.82	92	26
1973-74	12	19	42	119	130	55	28	10	4	1	1	0	0	0	0	0	2	16	51	128	165	177	190	1.11	98	35
1974-75	0	8	45	102	119	93	46	11	5	2	2	1	0	0	0	1	2	11	71	118	137	144	155	1.15	100	36
1975-76	2	13	24	87	139	112	33	14	7	2	1	0	0	0	0	1	2	12	69	131	158	164	171	1.15	99	36
1976-77	1	15	49	85	129	97	86	31	10	4	2	2	0	0	1	1	2	26	85	118	141	148	153	1.35	86	43
1977-78	1	9	27	54	88	40	16	6	3	2	1	0	0	0	0	1	2	7	31	69	105	115	118	0.65	14	21
1978-79	3	10	43	91	103	70	26	10	5	2	1	0	0	0	0	1	2	11	63	96	112	121	138	0.96	100	30
1979-80	2	13	35	82	85	55	31	12	5	2	1	1	0	0	0	1	2	12	50	81	109	117	125	0.86	86	27
1980-81	2	7	24	52	69	26	15	6	2	1	1	2	1	1	1	1	2	6	23	58	74	91	109	0.54	100	17
1981-82	2	6	26	97	88	59	18	7	3	1	1	1	0	0	0	1	2	7	40	92	107	114	124	0.82	99	26
1982-83	1	4	21	54	87	49	24	8	3	1	1	0	0	0	0	0	1	6	34	72	101	105	108	0.67	100	21
1983-84	1	20	51	85	95	52	22	8	5	2	1	1	0	0	0	1	2	8	50	83	114	124	128	0.91	0	29
1984-85	1	10	44	54	66	67	17	7	3	1	1	0	0	0	0	0	1	8	46	70	86	98	105	0.72	100	23
1985-86	0	1	28	148	77	34	12	4	2	2	1	0	0	0	0	0	1	3	31	94	189	214	227	0.82	100	26
1986-87	0	2	26	92	80	38	18	7	3	1	1	0	0	0	0	0	1	4	35	92	117	120	128	0.71	62	23
1987-88	3	9	25	78	78	61	26	11	4	2	1	0	0	0	0	0	2	9	49	80	87	94	100	0.79	65	25
1988-89	0	3	37	118	120	52	24	9	4	1	1	0	0	0	0	0	1	6	48	120	131	145	215	0.98	1	31
1989-90	0	3	24	61	92	61	18	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	38	88	94	96	101	0.71	96	23
1990-91	0	5	52	100	93	48	22	8	4	2	1	0	0	0	0	0	1	8	52	98	119	121	123	0.89	0	28
1991-92	0	4	53	111	98	80	30	12	6	3	1	0	0	0	0	0	1	9	63	102	134	161	194	1.05	0	33
1992-93	0	3	53	84	95	53	24	9	4	1	1	0	0	0	0	0	1	6	55	86	117	134	147	0.87	2	27
1993-94	0	9	18	50	65	35	19	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7	30	64	70	72	88	0.54	85	17
1994-95	0	7	33	85	129	93	56	18	8	4	2	1	0	0	0	0	2	11	65	121	135	137	148	1.15	0	36
1995-96	1	6	23	132	115	69	25	12	6	3	1	0	0	0	0	1	2	8	50	115	154	182	191	1.04	0	33
1996-97	1	10	41	104	114	65	23	10	5	2	1	1	0	0	0	1	2	9	50	113	121	125	128	0.99	0	31
1997-98	6	31	52	97	119	57	25	11	5	2	1	1	1	1	1	1	2	14	53	107	132	142	152	1.07	0	34
1998-99	1	6	31	118	114	74	25	10	3	1	1	0	0	0	0	0	1	9	54	116	130	140	144	1.01	1	32
1999-00	0	9	33	87	135	94	31	11	5	2	1	1	0	0	0	0	1	10	54	126	139	143	171	1.08	100	34
2000-01	1	3	31	82	122	95	32	12	5	2	1	1	0	0	0	1	1	7	61	114	130	148	227	1.02	91	32
2001-02	0	9	38	98	127	69	24	10	4	1	1	0	0	0	0	0	1	9	51	121	136	144	154	1.01	89	32
2002-03	0	5	39	87	82	54	23	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	7	51	84	94	102	115	0.80	96	25
2003-04	0	4	46	122	138	56	29	11	5	2	1	1	0	0	0	1	1	8	50	138	163	186	199	1.10	87	35
2004-05	1	4	23	63	92	44	35	11	5	2	1	0	0	0	0	1	1	8	40	77	97	102	112	0.74	91	23
2005-06	1	13	37	85	100	66	24	11	6	3	1	1	0	0	0	1	2	11	43	105	117	120	126	0.92	37	29
2006-07	3	15	53	99	90	71	26	9	4	1	1	0	0	0	0	0	2	11	64	94	103	118	139	0.98	95	31
2007-08	0	0	20	112	86	39	21	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	38	98	127	150	173	0.77	94	24
2008-09	3	8	49	132	82	62	26	9	3	1	1	0	0	0	0	0	1	8	56	107	127	187	221	1.00	100	32
2009-10	0	4	31	145	140	79	36	12	5	3	1	0	0	0	0	0	1	9	62	137	192	225	260	1.21	98	38
2010-11	1	8	32	110	130	88	44	14	8	4	2	1	0	0	0	1	2	12	75	117	135	167	206	1.17	0	37
2011-12	1	14	68	114	129	72	27	11	5	2	1	0	0	0	0	0	1	10	72	124	143	156	223	1.17	0	37
moy.	2	16	53	118	127	81	38	17	8	4	2	1	1	1	1	1	3	16	68	124	149	164	182	1.24	25	39

Tableau B-2-4 Débits du Bafing à Balabori, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V observé (km ³)	Q (% V)	Q (m ³ /s)
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30		Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10			
1903-04	15	87	301	620	678	346	146	71	42	25	15	12	11	11	11	12	18	71	304	697	756	766	775	6.23	0	197
1904-05	14	64	346	728	660	375	191	88	49	31	17	12	10	11	11	12	18	82	373	683	817	902	947	6.81	0	216
1905-06	11	132	446	724	665	603	314	132	66	41	24	15	10	11	11	11	30	135	570	689	752	817	833	8.39	0	266
1906-07	23	141	504	1056	818	469	225	96	52	33	19	13	11	12	12	12	28	102	534	945	1133	1207	1463	9.12	0	289
1907-08	12	50	196	437	612	410	211	136	90	55	34	18	11	12	12	13	34	115	280	551	677	696	704	5.97	0	189
1908-09	23	103	418	761	823	460	237	128	64	40	23	14	12	13	13	15	33	119	440	793	937	995	1020	8.18	0	259
1909-10	48	242	451	846	822	469	298	154	78	46	28	16	11	12	12	15	41	194	481	850	998	1020	1033	9.24	0	293
1910-11	12	97	308	682	733	411	186	87	49	30	17	12	11	11	11	12	21	89	372	726	796	837	870	6.93	0	220
1911-12	20	110	272	587	629	342	156	74	43	26	15	12	11	11	11	11	21	84	321	608	709	724	754	6.04	0	191
1912-13	11	52	295	543	662	380	145	73	43	26	15	12	11	11	11	11	16	66	324	633	700	708	739	5.96	0	189
1913-14	11	84	140	326	360	237	106	59	33	18	14	12	11	11	11	11	15	66	179	349	382	385	387	3.69	0	117
1914-15	11	78	287	482	569	343	121	62	38	22	14	11	11	11	11	11	16	65	309	528	611	645	658	5.39	0	171
1915-16	14	114	341	656	674	380	192	111	59	37	21	14	11	11	11	13	28	111	367	673	715	742	756	6.90	0	218
1916-17	12	60	409	657	758	443	191	103	55	35	20	13	11	11	11	12	18	91	411	701	775	841	862	7.28	0	231
1917-18	13	54	176	630	756	337	151	73	43	26	15	12	11	11	11	12	19	66	255	708	819	881	950	6.03	0	191
1918-19	25	145	385	812	813	536	201	87	49	30	17	12	11	11	11	12	26	106	440	793	1073	1105	1150	8.23	0	261
1919-20	23	136	252	592	616	342	148	98	58	38	21	13	12	12	12	13	32	110	316	617	687	703	761	6.17	0	195
1920-21	31	142	236	717	779	383	153	73	43	26	15	12	11	11	11	12	23	98	292	746	878	1068	1198	6.89	0	219
1921-22	16	122	187	536	613	274	74	44	26	15	12	11	11	11	11	11	14	54	215	618	684	698	717	5.09	0	161
1922-23	11	75	295	817	1126	621	272	111	54	34	19	13	11	11	11	11	22	98	483	943	1255	1350	1387	9.11	0	289
1923-24	12	90	294	618	763	418	265	115	70	42	24	14	11	11	11	13	32	112	359	723	842	879	896	7.20	0	228
1924-25	12	184	561	884	950	557	248	101	54	34	19	13	11	11	11	13	23	107	568	939	1020	1042	1047	9.56	0	303
1925-26	16	113	223	660	792	633	286	113	59	37	21	14	12	12	13	14	26	116	455	767	849	874	906	7.83	0	248
1926-27	11	129	286	572	588	353	262	111	65	41	23	14	11	11	11	12	29	120	338	590	646	655	676	6.48	0	205
1927-28	12	97	306	746	857	641	329	134	63	39	22	14	11	11	11	12	28	111	465	820	926	1018	1042	8.61	0	272
1928-29	13	96	228	809	855	550	288	121	61	38	22	14	11	11	12	13	26	107	458	895	978	1001	1022	8.17	0	259
1929-30	26	245	349	752	825	456	224	93	51	32	18	13	11	11	12	12	28	127	414	787	959	1006	1012	8.13	0	258
1930-31	19	124	310	670	727	497	223	90	50	31	18	13	11	11	11	12	25	112	403	704	744	798	872	7.32	0	232
1931-32	16	131	382	555	741	507	206	92	50	31	17	12	11	11	11	12	24	106	442	689	800	852	892	7.24	0	229
1932-33	16	134	458	790	759	446	242	111	58	36	21	14	11	11	11	12	29	123	456	786	889	957	1009	8.15	0	258
1933-34	11	187	531	785	730	365	143	70	42	24	15	12	10	11	11	11	17	87	399	777	872	945	1107	7.71	0	244
1934-35	11	32	208	709	718	423	169	74	44	26	16	12	11	11	11	11	15	61	352	685	908	963	995	6.45	0	205
1935-36	11	119	449	1001	882	574	227	96	52	33	18	13	11	11	11	11	21	96	512	941	1181	1229	1318	9.19	0	291
1936-37	13	80	311	1027	994	562	250	123	62	39	22	14	11	11	11	13	27	102	446	1068	1147	1236	1357	9.24	0	293
1937-38	11	14	211	618	674	405	163	70	42	25	15	12	11	11	11	11	13	52	301	659	720	731	739	5.97	0	189
1938-39	11	42	297	663	822	499	253	104	57	36	21	13	10	11	11	11	18	90	401	698	917	980	1034	7.44	0	236
1939-40	11	30	211	620	576	388	137	68	41	24	15	12	11	11	11	11	14	56	314	615	702	737	792	5.64	0	178
1940-41	16	80	134	470	485	397	149	64	39	23	14	12	11	11	11	11	18	76	293	485	548	597	649	4.98	0	158
1941-42	11	26	222	446	570	228	69	42	24	15	12	11	11	11	11	11	12	38	231	546	635	691	712	4.43	0	140
1942-43	11	31	261	616	434	239	108	57	35	20	13	11	11	11	11	11	13	50	259	556	708	733	752	4.86	0	154
1943-44	11	69	194	637	698	434	116	53	32	18	13	11	11	11	11	11	14	55	265	693	723	735	764	6.04	0	191
1944-45	11	40	121	415	502	243	100	50	31	17	13	11	10	11	11	11	12	47	192	484	557	561	577	4.10	0	130

1945-46	11	45	271	785	860	473	205	89	49	31	17	13	11	11	11	11	16	74	378	880	980	994	1024	7.52	0	239	
1946-47	11	35	274	698	699	512	203	78	45	27	16	12	11	11	11	11	15	65	440	700	776	803	861	6.91	0	219	
1947-48	12	81	182	580	669	315	91	47	28	16	12	11	11	11	11	14	50	234	653	707	735	766	5.40	0	171		
1948-49	12	76	321	617	668	362	150	84	52	33	18	13	11	11	11	12	20	83	335	651	780	801	871	6.36	0	202	
1949-50	12	42	241	640	539	269	122	62	38	22	14	11	11	11	11	15	56	257	576	767	789	870	5.32	0	169		
1950-51	11	36	304	790	931	685	325	134	64	39	22	14	11	11	11	21	86	449	941	1025	1118	1242	8.87	0	281		
1951-52	22	54	249	567	683	755	432	177	99	57	37	20	13	15	15	18	41	119	558	691	725	959	1148	8.33	0	263	
1952-53	13	50	266	560	758	511	227	95	43	23	15	9	6	7	8	10	16	86	351	714	819	952	1083	6.79	0	215	
1953-54	8	142	427	545	690	452	169	94	55	33	19	18	5	5	6	10	27	101	404	609	751	805	906	7.00	0	222	
1954-55	37	176	461	1050	812	428	285	161	82	53	38	37	16	29	30	35	45	165	413	914	1265	1311	1385	9.57	0	303	
1955-56	47	172	472	848	744	528	249	138	79	49	29	17	15	15	15	21	48	146	416	787	935	1301	1647	8.92	0	282	
1956-57	16	73	246	1046	698	476	200	96	54	33	19	12	10	10	11	14	24	89	342	751	1107	1654	2104	7.86	0	249	
1957-58	12	92	284	792	1049	888	317	128	71	43	24	17	8	8	9	15	28	117	553	953	1349	1410	1531	9.82	0	311	
1958-59	32	98	319	1039	773	441	286	157	80	50	30	16	14	15	15	20	42	125	385	781	1165	1509	2098	8.78	0	278	
1959-60	46	140	252	666	853	365	186	82	47	29	16	10	8	8	9	14	33	105	320	747	1042	1103	1337	7.10	0	225	
1960-61	21	70	321	578	638	421	195	84	48	31	18	10	7	8	8	11	28	72	392	612	686	715	768	6.43	0	204	
1961-62	11	128	293	715	776	365	191	82	51	37	23	14	6	6	7	13	28	92	331	748	856	953	994	7.09	0	225	
1962-63	17	60	281	635	777	505	237	101	47	26	14	8	6	6	7	10	18	82	417	686	1000	1055	1134	7.15	0	227	
1963-64	8	24	180	558	744	663	207	80	40	22	12	7	4	5	5	7	12	53	391	707	929	1008	1194	6.73	0	213	
1964-65	12	93	290	725	982	418	187	93	48	27	14	8	5	5	6	8	19	97	362	804	1057	1207	1292	7.64	0	242	
1965-66	19	67	298	694	919	459	203	89	59	37	23	15	5	6	11	16	30	83	361	778	1035	1073	1144	7.60	0	241	
1966-67	19	40	200	482	671	728	226	100	59	37	21	14	11	12	12	14	30	74	320	792	858	944	1267	6.87	0	218	
1967-68	20	109	313	978	1065	656	234	109	68	46	23	13	11	11	11	14	33	105	499	1042	1244	1385	1598	9.61	0	304	
1968-69	23	78	178	375	530	302	122	69	37	19	12	9	7	7	8	10	19	61	215	470	538	607	730	4.62	0	147	
1969-70	8	59	271	542	874	654	264	98	49	27	16	9	6	6	7	9	17	84	422	753	991	1103	1192	7.58	95	240	
1970-71	14	39	149	652	685	238	104	51	27	17	10	9	5	6	6	7	14	41	209	727	872	909	1037	5.26	99	167	
1971-72	13	31	192	536	513	214	80	43	23	14	9	5	4	5	5	6	12	35	203	502	659	695	766	4.42	100	140	
1972-73	7	85	233	403	567	302	119	66	31	17	9	5	3	3	3	4	5	14	80	270	475	647	688	802	4.87	93	154
1973-74	28	76	181	434	554	257	101	46	24	14	8	4	3	3	3	5	14	64	202	495	598	712	825	4.56	75	145	
1974-75	4	65	282	634	691	383	118	51	28	15	8	4	2	2	2	4	11	54	345	617	957	1079	1233	6.04	56	191	
1975-76	5	39	246	375	694	357	130	62	34	18	12	8	2	2	2	7	13	53	319	581	728	794	1006	5.22	53	165	
1976-77	10	66	245	551	477	487	328	101	57	31	15	11	7	7	10	11	17	90	395	540	617	853	1088	6.29	0	199	
1977-78	10	43	115	252	431	200	78	38	22	13	8	5	5	5	5	6	11	39	136	349	514	569	594	3.20	0	102	
1978-79	7	52	163	449	528	402	142	62	33	16	8	5	4	4	4	6	11	59	295	527	596	631	699	4.93	0	156	
1979-80	6	58	145	335	358	241	153	58	29	16	7	4	3	4	4	4	9	52	234	344	424	451	518	3.72	99	118	
1980-81	9	42	189	568	480	166	87	43	24	14	9	12	4	5	7	8	13	41	164	516	664	759	995	4.35	2	138	
1981-82	28	48	186	566	436	250	93	45	26	14	9	6	4	5	5	8	15	42	189	479	589	676	777	4.52	0	143	
1982-83	5	34	162	381	424	214	93	42	23	13	7	4	3	4	4	5	9	37	188	420	545	563	596	3.70	0	117	
1983-84	7	84	227	416	475	236	98	43	26	14	9	7	3	3	4	6	11	42	225	408	560	651	705	4.34	0	137	
1984-85	4	43	230	219	240	224	63	26	14	9	5	3	3	3	3	3	7	32	206	275	308	337	379	2.86	0	91	
1985-86	2	8	154	515	488	210	74	36	18	10	6	3	2	2	2	2	5	30	183	511	622	675	751	4.03	0	128	
1986-87	4	22	111	477	537	258	101	42	27	15	7	3	3	3	3	3	10	34	177	533	652	712	782	4.24	3	134	
1987-88	15	54	91	432	639	346	113	52	25	15	8	5	3	4	4	5	15	55	213	569	692	724	790	4.73	100	150	
1988-89	5	15	163	605	616	238	105	45	24	16	9	6	4	4	5	5	8	32	208	610	699	802	1122	4.88	100	155	
1989-90	4	16	121	475	494	269	93	44	24	13	7	5	3	3	3	4	7	35	182	493	586	619	674	4.13	2	131	
1990-91	4	26	238	495	456	217	97	42	23	12	7	4	3	3	3	3	8	39	229	477	605	620	635	4.28	0	136	
1991-92	2	19	236	562	495	383	131	56	33	18	9	5	2	2	2	3	9	45	294	494	728	867	1037	5.17	0	163	

1992-93	4	15	242	414	478	243	106	47	26	14	8	5	4	4	4	4	4	35	254	425	592	718	810	4.23	0	134
1993-94	5	32	133	360	477	186	99	42	23	13	7	4	3	3	3	4	10	34	184	394	548	696	729	3.64	0	115
1994-95	3	32	142	410	680	462	260	83	43	25	14	9	3	3	3	3	14	54	307	610	726	742	817	5.70	0	181
1995-96	9	29	99	668	589	331	108	58	33	17	10	5	4	4	5	7	13	39	214	578	829	956	1016	5.17	0	164
1996-97	6	48	174	516	577	306	101	48	27	14	9	8	3	4	4	6	12	44	222	555	624	650	687	4.84	0	154
1997-98	27	130	236	481	619	263	108	51	30	16	9	6	6	6	6	7	16	66	244	527	716	774	834	5.21	0	165
1998-99	6	30	135	605	573	357	111	52	30	16	9	6	5	5	5	6	10	47	246	584	710	771	786	5.11	0	162
1999-00	8	30	147	479	578	535	188	78	45	22	13	9	5	6	8	9	15	60	302	577	652	712	906	5.64	0	178
2000-01	10	22	192	428	584	377	150	60	34	19	11	6	5	5	6	8	11	43	307	557	619	721	763	5.00	0	159
2001-02	5	56	194	567	660	271	108	53	29	15	9	5	4	4	4	4	10	47	235	646	740	775	828	5.20	0	165
2002-03	3	24	206	678	542	306	124	51	30	17	8	5	3	3	3	3	8	45	300	595	764	840	905	5.28	0	167
2003-04	8	30	386	687	821	371	182	69	41	23	13	10	4	4	4	9	14	58	341	813	920	1019	1130	6.98	0	221
2004-05	9	28	311	418	580	265	145	55	35	20	23	9	6	7	7	9	16	48	244	551	623	655	712	5.01	0	159
2005-06	10	150	316	581	538	315	108	55	33	19	10	7	6	6	6	7	14	61	324	570	761	827	933	5.66	0	179
2006-07	15	60	186	452	477	349	151	61	33	18	10	5	4	4	5	7	15	59	250	479	600	667	736	4.80	0	152
2007-08	6	8	134	583	595	256	127	55	29	15	8	4	3	3	5	7	7	35	214	589	720	797	914	4.81	98	152
2008-09	8	45	262	635	497	339	143	59	33	18	11	7	2	2	2	7	16	50	311	558	687	753	825	5.44	2	173
2009-10	4	31	125	575	665	335	150	66	32	17	9	5	4	4	4	5	10	56	276	616	797	877	1074	5.32	94	169
2010-11	6	40	136	548	672	428	202	67	41	22	12	7	4	4	4	7	14	59	359	580	724	817	1063	5.76	0	183
2011-12	7	59	316	576	679	344	119	53	31	17	9	4	4	3	4	5	12	49	338	639	778	885	1182	5.85	0	185
moy.	13	74	258	613	667	398	174	79	44	26	15	10	8	8	8	10	19	75	327	650	787	859	952	6.26	10	198

Tableau B-2-5 Débits du Bafing à Daka Saidou, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V (km ³)	observé (% V)	Q (m ³ /s)
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30		Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10			
1903-04	18	89	374	815	909	454	173	80	48	30	19	14	13	13	13	15	23	77	388	935	1021	1042	1058	7.99	0	253
1904-05	16	64	424	970	889	490	235	100	56	36	22	15	11	13	13	13	22	88	479	912	1120	1221	1283	8.77	0	278
1905-06	13	140	567	971	885	796	407	154	74	46	29	18	11	13	13	13	34	148	736	921	1005	1112	1136	10.85	0	344
1906-07	23	153	648	1400	1113	615	284	109	59	38	23	15	12	13	14	15	32	113	692	1281	1509	1645	1935	11.86	0	376
1907-08	15	50	229	554	811	536	261	155	101	62	40	23	12	13	13	15	38	127	348	719	902	927	944	7.48	0	237
1908-09	26	108	530	1006	1124	606	298	149	72	46	28	18	15	16	16	18	37	129	568	1079	1261	1342	1372	10.60	0	336
1909-10	45	296	573	1136	1117	608	386	182	88	52	33	20	11	13	14	18	46	230	629	1157	1333	1363	1396	11.98	0	380
1910-11	14	100	380	901	993	539	229	98	55	35	22	15	12	13	13	14	25	97	479	973	1084	1129	1189	8.93	0	283
1911-12	20	115	337	760	842	445	187	83	49	31	19	14	12	13	13	13	25	91	408	801	954	984	1024	7.67	0	243
1912-13	13	51	365	702	880	499	171	82	49	31	19	14	12	13	13	13	20	71	418	833	938	952	1007	7.60	0	241
1913-14	13	86	153	413	464	299	120	67	38	22	17	14	12	13	13	13	18	73	211	450	491	496	500	4.51	0	143
1914-15	13	79	356	622	738	450	140	70	43	27	17	13	12	13	13	13	19	71	395	685	806	849	874	6.79	0	215
1915-16	15	121	427	866	896	501	232	126	66	42	26	17	13	13	13	15	31	123	470	895	961	1012	1031	8.82	0	279
1916-17	13	59	517	865	1025	587	233	117	62	40	25	16	13	13	13	13	23	101	534	939	1058	1147	1178	9.41	0	298
1917-18	15	56	204	830	1018	442	178	82	49	31	19	14	13	13	13	13	24	73	306	944	1102	1207	1285	7.75	0	246
1918-19	24	158	486	1066	1109	720	250	99	55	35	22	15	12	13	13	14	30	115	575	1078	1423	1481	1530	10.68	0	339
1919-20	23	151	303	770	816	445	171	110	66	43	26	16	14	14	14	16	36	120	411	807	921	962	1039	7.77	0	246

1920-21	30	156	286	932	1066	503	183	82	49	31	19	14	12	13	13	14	27	108	376	1008	1206	1432	1594	8.85	0	280
1921-22	16	130	217	690	818	356	83	50	31	19	14	13	13	13	13	13	16	60	254	800	914	926	967	6.43	0	204
1922-23	13	77	359	1087	1499	833	350	129	61	40	24	16	12	13	13	13	26	106	618	1278	1662	1762	1818	11.84	0	376
1923-24	13	92	365	809	1036	550	339	131	78	48	29	18	12	13	13	15	36	123	461	968	1147	1208	1223	9.26	0	293
1924-25	14	207	731	1185	1286	743	317	115	61	39	24	16	13	13	13	15	27	116	745	1263	1373	1392	1402	12.52	0	397
1925-26	19	123	258	872	1068	856	369	130	66	42	26	17	14	15	15	17	30	129	596	1037	1160	1181	1233	10.15	0	322
1926-27	13	138	348	748	771	460	334	126	73	46	28	17	13	13	13	14	32	131	441	766	854	872	901	8.19	0	260
1927-28	13	98	384	988	1170	857	428	159	71	45	27	17	12	13	13	15	32	124	600	1113	1249	1360	1395	11.25	0	356
1928-29	14	101	274	1072	1159	721	371	141	68	44	27	17	13	13	13	15	30	116	590	1213	1321	1348	1373	10.59	0	336
1929-30	24	296	442	999	1120	596	282	105	58	37	23	15	12	13	13	14	31	138	530	1069	1300	1349	1360	10.55	0	334
1930-31	19	132	379	890	978	658	281	102	57	36	22	15	13	13	13	14	29	123	520	944	1004	1108	1194	9.42	0	299
1931-32	16	141	479	724	989	682	255	106	56	36	22	15	13	13	13	14	28	117	578	918	1093	1174	1226	9.30	0	294
1932-33	16	144	587	1057	1031	586	306	127	65	42	26	17	12	13	13	15	33	136	595	1061	1207	1295	1356	10.58	0	335
1933-34	13	212	690	1062	979	479	170	78	47	30	19	14	11	13	13	13	21	94	517	1072	1181	1262	1491	10.03	0	318
1934-35	13	30	242	933	970	557	208	83	50	31	20	14	12	13	13	13	18	66	454	914	1216	1297	1340	8.32	0	264
1935-36	13	125	573	1325	1198	771	287	109	59	38	23	15	12	13	13	13	26	105	668	1272	1545	1624	1744	12.00	0	380
1936-37	15	82	382	1352	1341	747	317	142	70	44	27	17	12	13	13	15	31	112	575	1418	1521	1674	1789	11.99	0	380
1937-38	13	14	248	805	904	530	198	79	48	30	19	14	12	13	13	13	16	57	390	872	969	989	1001	7.67	0	243
1938-39	13	38	363	868	1115	655	324	118	65	41	26	16	11	13	13	13	23	97	513	935	1243	1309	1387	9.62	0	305
1939-40	13	29	249	813	753	511	163	76	47	29	18	14	12	13	13	13	17	62	406	807	939	1003	1080	7.18	0	227
1940-41	17	84	145	603	624	520	182	72	45	28	18	13	12	13	13	13	23	82	373	628	714	773	859	6.21	0	197
1941-42	13	25	263	570	754	292	78	48	29	18	14	13	13	13	13	13	13	42	277	706	852	920	961	5.59	0	177
1942-43	13	30	316	809	575	299	124	64	40	25	16	13	12	13	13	13	15	55	321	726	944	996	1024	6.16	0	195
1943-44	13	69	223	834	935	575	139	60	38	23	15	13	12	13	13	13	17	61	330	924	980	993	1042	7.76	0	245
1944-45	13	40	129	524	657	306	117	57	36	22	15	13	11	13	13	13	14	52	228	623	722	729	753	5.09	0	161
1945-46	13	41	332	1033	1174	630	256	100	56	36	22	15	12	13	13	13	20	82	486	1197	1311	1349	1382	9.80	0	311
1946-47	13	33	326	929	939	678	254	89	51	33	20	14	12	13	13	13	19	71	577	937	1051	1097	1183	8.94	0	283
1947-48	14	85	206	751	894	412	105	53	33	20	14	13	13	13	13	13	17	55	290	864	950	982	1041	6.87	0	217
1948-49	13	77	406	806	897	473	178	94	59	38	23	15	13	13	13	14	25	90	433	849	1058	1108	1200	8.14	0	258
1949-50	13	41	286	848	705	346	141	70	44	27	17	13	13	13	13	13	18	62	317	744	1039	1075	1202	6.76	0	214
1950-51	13	36	372	1031	1265	927	423	158	72	45	27	17	13	13	13	13	26	93	585	1271	1373	1476	1650	11.59	0	367
1951-52	24	57	302	733	902	1017	570	213	111	65	42	25	15	17	18	23	45	129	718	923	965	1244	1551	10.73	0	339
1952-53	15	47	317	733	1003	692	288	107	50	29	19	10	6	7	8	12	20	94	453	956	1114	1364	1494	8.74	79	277
1953-54	8	150	550	697	928	594	207	103	63	38	23	22	4	4	5	11	31	110	506	795	1032	1092	1238	8.94	83	283
1954-55	39	199	582	1393	1102	563	361	195	92	60	43	41	16	31	33	39	50	187	528	1262	1684	1786	1852	12.34	100	391
1955-56	51	197	571	1158	999	708	318	159	89	55	34	21	18	19	19	26	53	165	539	1071	1222	1822	2242	11.53	96	365
1956-57	19	75	289	1382	934	636	248	109	61	38	24	14	11	12	13	16	28	95	432	1022	1440	2052	2727	10.13	100	321
1957-58	12	100	346	1052	1403	1183	414	149	79	49	30	21	8	8	9	18	32	130	703	1300	1780	1843	2025	12.78	100	405
1958-59	35	104	394	1358	1040	583	363	189	90	56	35	20	18	18	18	25	46	137	498	1095	1562	1941	2881	11.29	100	358
1959-60	45	159	305	879	1141	477	229	93	54	34	20	12	8	9	10	16	37	116	407	972	1398	1514	1768	9.09	100	288
1960-61	22	71	392	755	842	553	242	95	55	36	23	12	8	8	8	12	32	79	498	806	904	954	1044	8.18	99	260
1961-62	11	142	350	950	1058	477	234	93	57	42	28	17	5	6	7	15	33	100	422	1016	1154	1268	1338	9.13	0	289
1962-63	19	62	336	825	1049	669	298	116	54	31	17	8	5	6	7	11	23	89	540	891	1323	1422	1508	9.20	95	292
1963-64	8	23	211	723	998	881	260	91	46	27	14	7	3	3	4	7	13	58	509	952	1225	1439	1607	8.69	92	275
1964-65	11	100	349	959	1324	553	233	104	54	32	18	8	4	4	5	8	24	106	462	1091	1403	1626	1718	9.88	95	313
1965-66	20	67	364	922	1237	609	252	100	66	42	28	19	4	5	10	20	34	91	461	1048	1367	1420	1591	9.83	75	312
1966-67	21	41	234	630	888	984	287	114	66	42	26	17	13	14	14	16	34	82	412	1055	1179	1218	1717	8.85	89	281

1967-68	22	117	365	1305	1426	885	295	123	76	53	28	16	12	13	13	16	37	115	644	1407	1634	1829	2196	12.45	98	394
1968-69	26	85	198	484	692	389	138	78	42	24	14	10	7	8	9	11	24	68	263	606	699	774	1023	5.75	100	182
1969-70	8	58	332	709	1119	915	362	122	62	38	22	13	6	6	6	10	24	97	573	1027	1199	1382	1500	9.92	100	315
1970-71	14	47	186	896	925	331	120	66	40	26	15	11	8	8	8	10	21	54	274	969	1153	1317	1376	7.07	100	224
1971-72	18	33	221	809	739	290	105	60	34	20	11	5	4	4	4	7	17	49	251	759	931	1073	1204	6.20	100	196
1972-73	6	97	284	555	733	406	141	87	43	25	13	6	3	3	4	5	18	95	371	669	815	861	1156	6.33	100	201
1973-74	28	79	212	597	714	327	116	54	34	21	11	5	3	4	4	6	20	69	238	668	819	914	986	5.80	94	184
1974-75	4	68	338	776	819	503	139	68	44	28	16	8	2	2	3	6	19	70	440	791	1023	1082	1324	7.43	100	236
1975-76	6	44	296	476	869	490	155	70	39	23	14	8	4	5	5	6	17	61	410	750	907	976	1251	6.57	94	208
1976-77	11	67	298	717	619	627	431	115	64	37	19	13	6	6	9	12	21	100	510	711	812	1144	1455	7.98	97	253
1977-78	11	44	124	310	553	249	90	44	27	16	8	4	4	4	4	6	13	44	154	439	674	742	781	3.90	100	124
1978-79	6	54	182	581	683	525	172	70	38	20	9	4	3	3	3	5	13	65	374	681	771	846	941	6.20	99	197
1979-80	5	57	170	405	440	264	159	57	32	17	8	2	1	1	2	3	10	54	253	409	533	560	625	4.27	100	135
1980-81	4	43	213	740	641	200	99	49	29	17	10	13	1	1	1	7	15	46	186	669	869	1041	1404	5.44	100	172
1981-82	30	50	209	740	566	320	108	52	31	18	10	5	3	4	4	8	19	46	223	623	753	902	1088	5.66	70	179
1982-83	4	32	183	475	558	261	108	48	28	16	8	3	2	2	2	3	10	40	220	540	704	740	782	4.55	100	144
1983-84	5	88	274	535	619	299	113	49	31	17	10	6	2	2	2	5	13	46	269	529	751	852	982	5.41	80	171
1984-85	2	45	277	270	291	286	72	32	17	10	5	1	1	1	1	2	6	36	246	346	392	438	497	3.46	100	110
1985-86	0	3	173	667	639	266	84	42	22	11	5	2	0	0	0	0	3	34	216	666	804	902	1041	5.06	100	160
1986-87	1	24	120	607	709	327	116	48	29	18	8	3	0	0	1	2	10	37	206	681	858	950	1070	5.31	96	168
1987-88	7	53	87	517	722	426	122	53	31	17	8	2	1	1	1	1	13	56	237	635	787	827	923	5.39	100	171
1988-89	2	14	181	698	767	283	102	51	32	19	11	6	0	0	1	3	10	38	237	713	853	1049	1380	5.72	100	181
1989-90	2	18	125	612	647	345	107	50	30	17	7	3	1	1	1	2	6	40	212	637	752	844	910	5.18	9	164
1990-91	2	26	284	643	592	270	112	48	28	14	7	2	1	1	1	2	8	43	271	619	791	823	850	5.36	100	170
1991-92	0	16	277	732	662	493	157	64	38	23	11	5	0	0	0	1	9	49	361	640	976	1207	1398	6.56	100	207
1992-93	3	15	286	529	637	309	122	54	31	18	8	4	2	2	2	3	10	39	316	565	782	959	1133	5.32	100	169
1993-94	3	31	145	451	633	226	113	49	28	16	7	2	1	1	2	2	10	39	209	513	701	913	1023	4.49	100	142
1994-95	1	33	158	517	906	612	330	94	49	30	17	11	1	1	1	1	17	59	390	819	969	1014	1122	7.27	77	230
1995-96	8	33	101	868	786	431	127	65	38	22	11	4	2	3	4	6	16	43	259	752	1129	1279	1397	6.60	100	209
1996-97	4	50	188	671	754	400	117	55	32	18	9	8	2	2	2	6	14	49	267	727	819	869	922	6.09	100	193
1997-98	25	142	286	619	828	336	125	58	35	20	11	6	5	5	5	6	19	72	303	681	974	1051	1155	6.57	100	208
1998-99	6	29	148	794	747	467	130	59	35	21	11	5	4	4	4	5	11	52	304	768	929	1058	1074	6.48	100	206
1999-00	8	30	166	613	754	710	231	90	51	27	16	10	4	5	7	9	17	65	406	745	883	985	1273	7.15	100	226
2000-01	10	23	225	550	768	493	178	68	39	24	13	6	4	4	5	9	13	48	394	722	837	958	1097	6.33	100	201
2001-02	4	54	231	741	881	349	126	59	34	19	10	4	2	2	2	3	11	52	282	864	1021	1055	1170	6.63	100	210
2002-03	2	19	240	899	710	397	149	58	35	22	9	4	1	1	1	2	8	51	380	769	973	1166	1256	6.73	100	214
2003-04	8	28	488	905	1118	488	221	78	47	28	16	11	2	2	3	10	17	63	439	1090	1293	1383	1521	9.08	100	287
2004-05	9	29	378	539	759	339	174	62	40	25	27	10	6	7	7	9	19	52	302	714	822	879	959	6.31	100	200
2005-06	9	167	406	761	710	410	126	62	38	24	12	7	5	5	5	6	17	67	410	733	1008	1126	1326	7.22	100	229
2006-07	15	64	216	575	620	455	185	68	38	23	12	5	2	3	3	7	19	66	310	613	769	858	1057	6.02	100	191
2007-08	4	4	159	803	854	340	149	62	34	20	10	4	2	2	3	3	7	40	278	830	980	1173	1349	6.46	100	204
2008-09	10	41	308	839	650	439	172	66	38	23	13	7	3	4	5	7	18	53	388	722	926	1031	1133	6.90	100	219
2009-10	3	31	119	715	899	437	175	67	37	22	10	4	2	2	3	3	11	59	343	832	990	1127	1404	6.65	95	211
2010-11	4	41	149	705	893	557	255	76	47	27	15	7	2	2	2	6	17	64	460	767	986	1256	1447	7.32	100	232
2011-12	6	58	384	758	904	451	140	60	37	21	10	4		2	3	5	14	53	445	844	1054	1137	1567	7.49	98	237
moy.	14	79	312	802	887	522	215	90	50	31	19	12	8	9	9	11	22	83	416	863	1044	1149	1282	8.01	51	254

Tableau B-2-6 Débits du Bafing à Bafing Makana, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km ³)	(% V)
1903-04	24	104	398	964	1113	495	212	112	70	43	26	19	17	18	18	20	32	105	416	1136	1314	1349	1373	9.46	0	299
1904-05	21	70	452	1194	1078	520	274	134	81	52	31	21	14	17	17	18	31	120	504	1094	1444	1617	1709	10.38	0	329
1905-06	17	156	603	1202	1055	918	445	191	104	67	42	25	14	17	17	18	47	181	822	1110	1301	1441	1475	12.76	0	405
1906-07	27	170	718	1889	1441	674	323	145	85	55	33	21	16	18	18	20	45	144	754	1687	2055	2236	2759	14.77	0	468
1907-08	20	59	252	591	944	579	298	189	135	90	58	33	16	18	18	20	53	159	382	791	1072	1133	1174	8.56	0	271
1908-09	34	122	552	1250	1459	667	334	186	102	66	41	25	21	22	22	25	52	163	589	1384	1683	1808	1854	12.77	0	405
1909-10	45	318	622	1462	1448	645	426	217	121	76	48	29	14	18	18	25	65	259	659	1507	1796	1847	1894	14.40	0	457
1910-11	19	113	394	1078	1254	585	269	133	80	51	31	20	16	17	18	19	35	128	502	1232	1402	1479	1549	10.63	0	337
1911-12	24	135	356	858	1006	477	227	115	72	44	27	19	16	17	17	18	35	121	439	907	1187	1220	1313	8.87	0	281
1912-13	17	61	381	790	1052	553	208	114	71	44	27	19	16	17	17	17	27	98	447	973	1155	1194	1280	8.81	0	279
1913-14	17	103	180	433	489	338	156	96	56	32	23	20	16	17	17	17	24	100	239	477	514	517	522	5.12	0	162
1914-15	17	91	372	662	821	503	178	99	63	38	24	18	17	17	17	17	26	98	422	750	909	1004	1033	7.63	0	242
1915-16	19	137	441	1024	1070	555	267	162	95	61	37	23	17	17	17	20	44	155	493	1063	1193	1277	1323	10.28	0	325
1916-17	18	63	547	1017	1295	660	269	153	89	58	35	22	17	17	17	18	31	131	545	1153	1356	1489	1537	11.16	0	354
1917-18	19	72	222	991	1273	492	213	114	71	44	27	19	17	17	17	18	33	101	342	1158	1455	1562	1728	9.38	0	298
1918-19	27	179	519	1343	1447	849	291	133	80	51	31	20	15	17	17	19	42	149	598	1389	1951	1993	2109	13.13	0	416
1919-20	28	177	318	877	949	484	206	145	94	62	37	23	18	19	20	22	50	153	435	923	1104	1150	1339	8.98	0	284
1920-21	35	182	305	1122	1385	552	221	114	71	44	27	19	17	17	18	19	38	139	403	1276	1544	1906	2216	10.75	0	341
1921-22	19	152	240	765	962	398	115	72	44	27	19	17	17	17	17	17	22	85	285	916	1087	1143	1218	7.47	0	237
1922-23	17	87	369	1377	2051	995	389	166	89	57	35	22	16	17	17	17	36	139	636	1682	2272	2488	2572	14.91	0	473
1923-24	17	109	381	948	1317	605	376	167	109	69	43	25	16	17	17	19	50	157	487	1215	1487	1569	1616	10.99	0	347
1924-25	18	204	819	1544	1711	861	357	151	88	57	35	22	17	17	18	20	38	150	826	1684	1860	1890	1903	15.50	0	491
1925-26	26	140	272	1039	1360	1036	406	166	94	61	37	23	19	20	21	23	42	159	621	1324	1505	1556	1638	12.30	0	390
1926-27	18	150	362	841	875	494	372	161	103	67	41	24	17	17	17	19	45	164	467	873	998	1024	1070	9.26	0	293
1927-28	18	111	401	1222	1538	1033	465	196	101	65	39	24	16	17	17	19	45	155	625	1441	1654	1844	1892	13.77	0	435
1928-29	19	114	293	1356	1514	805	409	178	98	63	39	24	17	18	18	20	42	151	615	1587	1768	1825	1855	12.96	0	411
1929-30	28	310	463	1237	1454	644	322	140	83	54	33	21	16	17	18	19	44	171	548	1363	1725	1818	1834	12.63	0	400
1930-31	22	156	391	1065	1217	737	321	137	82	53	32	21	17	17	17	19	41	157	536	1165	1277	1389	1564	11.18	0	354
1931-32	20	159	522	808	1221	802	292	141	81	52	31	20	17	17	17	19	39	149	589	1097	1408	1517	1610	10.96	0	347
1932-33	19	162	652	1338	1312	639	343	164	93	61	37	23	16	17	17	20	46	169	616	1376	1579	1727	1835	12.80	0	406
1933-34	18	217	785	1352	1223	526	208	110	69	43	26	19	14	17	17	18	29	124	535	1355	1542	1688	2059	12.15	0	385
1934-35	17	35	256	1137	1200	605	251	116	72	45	28	19	15	17	17	17	25	92	475	1088	1622	1734	1811	9.99	0	317
1935-36	17	128	613	1763	1580	913	327	145	85	55	33	21	16	17	17	17	36	137	713	1680	2142	2255	2460	15.03	0	475
1936-37	19	97	394	1800	1809	865	354	179	99	64	39	24	16	17	17	21	43	144	594	1922	2101	2273	2516	15.17	0	481
1937-38	18	17	258	926	1103	569	240	111	69	43	27	19	17	17	17	17	21	80	418	1028	1213	1248	1269	8.98	0	285
1938-39	17	41	374	1020	1439	727	364	154	93	60	37	23	14	17	17	17	31	129	534	1142	1648	1767	1886	11.47	0	364
1939-40	18	31	265	957	848	565	203	107	68	41	26	18	16	17	17	17	23	87	432	922	1158	1251	1413	8.33	0	263
1940-41	20	109	171	644	658	556	225	103	65	40	25	18	16	17	17	17	32	111	392	665	787	874	1026	6.96	0	221
1941-42	17	29	276	612	866	334	110	69	42	26	19	17	17	17	17	17	18	60	310	782	957	1110	1209	6.38	0	202
1942-43	17	34	329	946	651	332	162	93	59	36	23	18	16	17	17	17	21	78	350	802	1172	1255	1314	7.14	0	226
1943-44	17	83	240	975	1138	652	179	86	54	33	21	17	16	17	17	17	23	86	361	1125	1227	1260	1347	9.24	0	292
1944-45	17	45	153	542	723	343	155	82	52	31	21	17	14	17	17	17	19	73	256	653	800	811	850	5.75	0	182

1945-46	17	43	347	1292	1541	721	296	135	81	52	32	21	16	17	17	17	28	110	510	1549	1769	1799	1880	12.08	0	383
1946-47	17	37	338	1130	1151	765	296	123	75	47	29	20	16	17	17	17	26	98	603	1145	1352	1405	1545	10.64	0	338
1947-48	18	99	225	839	1082	458	141	77	47	29	20	17	17	17	17	17	23	78	316	1014	1177	1254	1347	8.05	0	255
1948-49	18	86	423	935	1090	511	217	127	85	55	33	21	17	17	17	19	34	120	461	997	1358	1416	1572	9.51	0	302
1949-50	18	48	300	1024	786	386	179	100	63	39	24	18	17	17	17	18	24	87	349	834	1322	1398	1575	7.89	0	250
1950-51	17	44	380	1287	1680	1151	459	196	102	65	39	24	16	17	17	17	36	125	603	1684	1856	2055	2310	14.38	0	456
1951-52	32	75	314	812	1075	1276	638	250	146	93	61	36	19	20	25	31	64	163	795	1113	1214	1718	2172	12.71	0	402
1952-53	21	56	345	840	1169	794	329	143	72	41	27	15	10	11	13	17	28	124	479	1146	1322	1503	1715	10.17	0	322
1953-54	11	169	608	780	1088	669	249	135	90	54	34	31	7	7	9	15	42	143	548	915	1207	1292	1480	10.35	0	328
1954-55	53	225	649	1630	1307	627	399	235	125	84	60	56	23	30	46	54	68	223	574	1448	1879	1975	2034	14.41	0	457
1955-56	68	213	608	1366	1180	811	360	194	122	77	49	30	26	27	27	37	72	198	576	1263	1467	2010	2354	13.44	0	425
1956-57	27	90	321	1586	1099	732	287	145	86	54	34	20	17	18	19	24	40	129	484	1210	1749	2344	2836	11.86	0	376
1957-58	16	120	379	1230	1638	1378	471	185	111	70	42	30	12	13	14	25	44	165	809	1565	2004	2065	2207	14.97	0	475
1958-59	48	132	427	1538	1234	659	405	228	123	79	51	30	25	26	27	35	65	173	525	1267	1797	2171	2850	13.09	0	415
1959-60	58	191	337	1014	1351	531	268	127	75	48	30	18	13	14	15	24	51	150	449	1210	1669	1718	1980	10.68	0	338
1960-61	30	93	423	863	976	616	283	129	77	51	33	17	12	13	13	18	45	108	539	925	1075	1149	1235	9.49	0	301
1961-62	14	157	365	1160	1357	518	272	127	82	61	40	24	8	9	10	20	45	132	449	1303	1522	1710	1801	11.02	66	349
1962-63	25	80	364	926	1306	752	347	165	89	57	35	17	10	11	13	20	39	125	559	1160	1565	1660	1765	10.98	43	348
1963-64	11	25	272	785	1148	1075	317	142	77	50	28	12	5	6	7	10	22	91	571	1196	1337	1547	1843	10.42	65	330
1964-65	13	131	341	1215	1541	664	264	153	100	63	44	23	4	5	6	17	48	148	504	1374	1587	1834	1943	12.00	64	381
1965-66	26	84	395	1121	1478	700	291	135	92	51	32	26	8	10	12	25	42	123	506	1332	1661	1695	1787	11.69	5	371
1966-67	38	56	250	775	989	1232	332	150	93	60	37	22	15	17	18	25	48	115	429	1265	1411	1546	1928	10.67	56	338
1967-68	18	112	430	1626	1846	1109	375	166	86	54	32	15	7	9	10	15	37	151	813	1773	2010	2174	2353	15.51	94	490
1968-69	33	119	210	500	775	451	178	116	68	38	19	10	5	7	9	12	35	107	290	644	841	1012	1190	6.64	94	210
1969-70	5	76	352	795	1408	1047	460	179	101	65	37	17	2	2	3	11	38	147	591	1252	1507	1632	1920	11.98	90	380
1970-71	8	63	210	1128	1199	392	179	105	63	32	16	11	4	5	6	10	22	77	324	1186	1476	1615	1841	8.99	91	285
1971-72	17	32	266	1071	888	345	147	90	53	30	13	3	0	1	1	7	18	72	313	902	1216	1445	1924	7.81	90	247
1972-73	4	118	296	595	790	429	175	114	59	32	13	2	0	0	0	1	22	121	405	670	874	920	1416	6.93	94	220
1973-74	26	98	208	723	783	350	152	83	46	25	6	0	0	0	0	0	19	93	249	779	979	1039	1217	6.60	99	209
1974-75	0	87	386	1072	1035	573	184	97	60	37	19	6	0	0	0	0	24	98	477	1007	1395	1546	1889	9.40	92	298
1975-76	4	48	277	597	1116	543	209	105	66	38	17	2	0	0	0	2	18	84	442	956	1210	1353	1514	7.96	95	252
1976-77	8	66	303	702	593	586	465	157	85	50	30	18	0	0	0	15	29	130	498	681	849	1193	1491	8.09	94	257
1977-78	6	43	135	347	611	289	124	62	39	23	13	5	0	0	0	5	15	55	186	492	731	831	885	4.47	10	142
1978-79	0	59	207	640	764	536	212	96	57	34	15	3	0	0	0	0	18	84	413	699	871	954	1109	6.93	27	220
1979-80	1	73	199	444	482	303	196	81	46	25	12	5	0	1	1	3	15	75	280	447	568	592	675	4.93	4	156
1980-81	7	57	235	836	739	238	134	69	41	25	12	2	1	1	1	3	18	67	221	761	1044	1228	1583	6.33	0	201
1981-82	31	57	222	843	602	363	144	73	45	28	14	6	0	0	1	7	28	65	253	689	873	1013	1253	6.43	12	204
1982-83	4	39	213	517	629	295	144	68	40	23	11	3	0	1	1	3	14	58	249	585	795	826	887	5.25	1	166
1983-84	0	108	307	583	688	340	150	69	45	25	16	10	0	0	0	0	18	68	307	566	837	990	1115	6.18	1	195
1984-85	4	59	305	307	326	326	101	51	30	14	3	0	0	0	0	0	7	53	276	387	434	467	525	4.04	5	128
1985-86	0	8	192	678	671	296	107	53	29	13	3	0	0	0	0	0	2	42	241	674	889	993	1164	5.42	98	172
1986-87	0	22	154	521	805	363	153	74	44	25	9	1	0	0	0	0	9	54	254	677	895	967	1370	5.72	100	181
1987-88	1	70	110	527	710	439	153	74	45	25	8	0	0	0	0	0	14	76	254	616	775	820	895	5.71	100	180
1988-89	0	25	209	710	896	315	133	69	41	23	10	3	0	0	0	0	10	54	273	775	1021	1270	1664	6.42	100	204
1989-90	0	16	142	660	705	382	143	73	43	24	8	1	0	0	0	0	6	57	248	681	847	950	1117	5.80	100	184
1990-91	0	26	337	684	620	301	144	71	40	18	5	0	0	0	0	0	4	61	345	636	865	895	962	5.94	100	188
1991-92	0	9	280	804	763	501	190	93	57	35	15	3	0	0	0	0	10	71	396	704	1197	1356	1593	7.28	100	230

1992-93	0	25	273	559	734	338	155	80	48	28	11	1	0	0	0	0	11	60	323	560	836	1227	1811	5.94	98	188
1993-94	1	39	159	458	695	254	146	72	43	24	9	1	0	0	0	0	12	57	226	534	736	1000	1324	5.00	100	159
1994-95	0	47	241	735	1029	757	372	141	82	53	29	19	0	0	0	0	31	94	504	996	1206	1289	1464	9.25	100	293
1995-96	9	44	109	976	939	489	178	101	64	38	19	6	2	3	4	7	23	69	309	899	1328	1479	1739	7.85	100	248
1996-97	1	71	207	725	852	441	160	85	53	30	15	9	0	0	0	1	21	73	295	791	910	1056	1314	6.99	100	222
1997-98	24	149	295	666	911	405	164	86	57	33	16	5	3	3	3	8	26	99	325	758	1070	1134	1193	7.42	100	235
1998-99	4	33	189	890	940	568	175	97	61	35	17	4	1	2	2	3	15	83	354	907	1114	1253	1427	7.96	100	252
1999-00	5	33	182	718	807	774	279	137	81	47	26	12	2	2	3	9	25	100	434	845	943	1046	1161	8.20	100	259
2000-01	10	28	224	635	837	505	208	107	65	37	20	7	2	3	5	10	17	77	431	775	1011	1057	1280	7.09	100	225
2001-02	0	53	268	937	1080	407	175	94	58	33	15	3	0	0	0	0	15	81	307	1058	1314	1381	2010	8.24	96	261
2002-03	0	24	255	1027	762	414	181	89	51	30	14	3	0	0	0	0	11	75	385	846	1156	1224	1649	7.54	93	239
2003-04	0	38	480	1020	1319	541	277	114	72	47	24	14	0	0	0	1	25	90	462	1270	1539	1658	1919	10.42	96	330
2004-05	11	45	367	581	784	362	199	97	57	37	35	15	7	7	8	10	29	84	325	714	878	903	997	6.83	100	217
2005-06	6	160	407	861	755	448	155	91	59	39	18	7	4	4	4	6	25	92	409	818	1168	1328	1725	7.94	96	252
2006-07	16	82	218	568	650	488	213	94	59	37	20	9	4	5	6	9	30	85	301	629	866	941	1036	6.48	96	206
2007-08	3	4	196	893	1020	417	192	91	57	38	18	6	1	1	2	3	10	64	331	893	1236	1506	2028	7.75	100	245
2008-09	5	60	335	937	763	484	210	100	61	39	19	6	2	2	2	5	25	82	392	824	1083	1182	1432	7.98	95	253
2009-10	3	34	149	716	1177	552	231	108	65	40	18	6	1	1	2	3	16	89	414	977	1187	1425	2041	8.17	100	259
2010-11	1	54	150	752	1442	623	323	124	81	54	26	11	0	0	0	2	29	97	505	899	1782	2226	2560	9.58	100	304
2011-12	5	56	367	799	874	458	170	91	56	34	17	5		2	3	5	18	80	440	847	1129	1273	1639	7.75	96	245
moy.	16	90	336	940	1068	591	255	123	73	46	27	16	10	10	11	13	30	111	449	1026	1286	1417	1609	9.46	36	300

Tableau B-2-7 Débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime observé (naturel jusque juin 1987 et artificiel ensuite)

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km ³)	(% V)	(m ³ /s)
1903-04	14	92	449	1054	1241	583	241	110	58	32	18	11	9	9	10	12	22	99	478	1264	1426	1470	1502	10.31	0	326
1904-05	12	58	490	1295	1212	618	315	140	71	40	22	12	6	9	9	9	21	115	589	1206	1571	1715	1846	11.33	0	359
1905-06	9	159	674	1313	1165	1031	527	214	101	55	31	17	6	9	9	9	34	196	916	1230	1390	1562	1596	14.01	0	444
1906-07	15	172	789	2004	1582	777	373	154	77	43	24	13	8	10	10	12	32	150	846	1821	2191	2306	2976	15.94	0	505
1907-08	11	45	279	655	1061	678	342	210	139	82	46	23	8	10	10	11	40	168	441	882	1181	1242	1297	9.42	0	298
1908-09	22	115	632	1338	1597	786	385	207	98	54	30	16	12	13	14	16	39	174	709	1507	1806	1937	1991	13.95	0	442
1909-10	30	357	686	1566	1593	758	502	246	122	65	37	20	6	9	10	15	51	291	768	1613	1913	1971	2048	15.80	0	501
1910-11	11	104	450	1167	1384	689	308	138	70	39	22	12	8	9	9	11	24	128	592	1341	1519	1583	1676	11.61	0	368
1911-12	12	132	402	939	1135	564	258	115	60	33	18	11	8	9	9	10	24	118	507	1010	1305	1353	1440	9.71	0	307
1912-13	9	46	433	873	1164	648	234	113	59	33	18	11	8	9	9	9	18	91	516	1077	1269	1322	1419	9.62	0	305
1913-14	9	93	194	494	571	391	169	90	44	22	14	11	8	9	9	9	15	93	268	549	605	613	621	5.55	0	176
1914-15	9	80	420	765	916	594	197	94	51	28	16	10	9	9	9	9	17	90	488	848	1010	1105	1146	8.41	0	267
1915-16	10	132	509	1123	1176	657	305	176	88	49	27	15	8	9	9	11	32	163	578	1170	1310	1415	1459	11.28	0	357
1916-17	10	52	620	1116	1409	769	308	165	82	46	25	14	8	9	9	10	21	133	663	1269	1488	1606	1660	12.20	0	387
1917-18	10	58	238	1084	1385	585	242	114	60	33	18	11	9	9	9	10	23	93	379	1271	1553	1681	1860	10.12	0	321
1918-19	14	185	581	1430	1585	979	335	139	70	39	22	12	7	9	9	10	30	152	709	1509	2077	2139	2241	14.25	0	452
1919-20	16	187	356	965	1067	576	232	152	87	50	27	14	10	10	11	13	37	161	512	1018	1222	1304	1471	9.85	0	311

1920-21	22	193	341	1193	1534	652	251	114	60	33	18	11	8	9	10	10	27	143	458	1394	1680	2100	2380	11.66	0	370
1921-22	10	152	268	838	1087	471	116	61	33	18	11	9	9	9	9	9	13	73	318	1010	1206	1247	1345	8.11	0	257
1922-23	9	77	416	1467	2185	1124	456	183	81	45	25	14	8	9	9	9	25	140	750	1851	2415	2640	2720	16.04	0	509
1923-24	9	98	432	1029	1446	710	437	182	106	57	32	16	8	9	9	10	37	166	563	1336	1611	1696	1747	12.02	0	380
1924-25	10	205	918	1654	1839	996	416	162	80	45	25	14	9	9	9	11	27	158	939	1802	1992	2015	2041	16.82	0	533
1925-26	16	139	301	1138	1470	1174	475	183	88	49	27	15	11	12	12	14	30	169	736	1452	1621	1670	1776	13.40	0	425
1926-27	10	151	409	940	979	583	431	175	98	55	30	16	8	9	9	10	33	175	537	974	1094	1140	1184	10.23	0	324
1927-28	10	102	453	1309	1673	1159	551	221	96	52	29	16	8	9	9	11	32	163	744	1562	1765	1976	2024	14.98	0	474
1928-29	10	106	329	1442	1652	920	482	198	92	51	28	15	9	9	10	12	30	157	733	1699	1902	1962	1993	14.06	0	446
1929-30	15	341	538	1325	1596	759	373	148	74	42	23	13	8	9	10	11	31	185	671	1476	1861	1952	1971	13.84	0	439
1930-31	11	159	441	1166	1332	863	371	144	72	41	22	13	9	9	9	10	29	165	640	1293	1404	1555	1695	12.24	0	388
1931-32	11	161	572	917	1315	926	335	150	72	40	22	12	9	9	9	10	28	156	696	1205	1519	1654	1750	11.98	0	379
1932-33	9	165	715	1446	1439	751	394	179	87	48	27	15	8	9	9	11	34	183	731	1472	1693	1863	1967	13.94	0	442
1933-34	10	228	862	1469	1354	615	235	108	57	32	18	11	5	9	9	10	19	123	652	1469	1663	1767	2236	13.22	0	419
1934-35	9	22	276	1219	1331	722	288	115	61	34	19	11	6	9	9	9	15	84	555	1201	1710	1859	1946	10.85	0	344
1935-36	9	122	690	1864	1717	1047	378	154	77	43	23	13	8	9	9	9	25	140	814	1804	2280	2406	2605	16.23	0	513
1936-37	10	84	451	1897	1951	994	411	199	94	52	29	16	8	9	9	12	31	149	717	2050	2232	2438	2668	16.35	0	518
1937-38	10	9	275	1008	1229	672	274	110	58	32	18	11	8	9	9	9	12	68	475	1139	1334	1368	1395	9.78	0	310
1938-39	9	27	422	1101	1572	845	428	165	86	48	27	14	6	9	9	9	21	130	643	1260	1765	1887	2024	12.52	0	397
1939-40	10	17	290	1044	953	666	229	104	56	31	17	10	8	9	9	9	14	77	496	1025	1278	1384	1536	9.07	0	287
1940-41	10	101	179	734	765	658	257	99	53	29	16	10	8	9	9	9	22	105	466	785	878	968	1145	7.69	0	244
1941-42	9	16	300	686	984	391	109	57	31	17	11	9	9	9	9	9	10	45	340	866	1066	1219	1341	6.92	0	219
1942-43	9	20	362	1036	765	379	177	86	46	26	14	10	8	9	9	9	12	66	395	907	1274	1398	1447	7.75	0	246
1943-44	9	72	263	1062	1255	763	199	78	42	23	13	9	8	9	9	9	14	75	407	1241	1353	1376	1477	10.01	0	316
1944-45	9	34	158	620	829	395	168	73	40	22	13	9	6	9	9	9	10	60	293	778	894	916	957	6.25	0	198
1945-46	9	28	392	1376	1675	845	342	141	71	40	22	12	8	9	9	9	18	106	596	1669	1882	1952	2037	13.08	0	415
1946-47	9	23	372	1225	1275	888	342	125	64	36	20	11	8	9	9	9	16	90	711	1263	1471	1528	1681	11.60	0	368
1947-48	9	89	246	925	1199	542	151	66	36	20	11	9	9	9	9	9	14	65	358	1111	1306	1346	1470	8.72	0	276
1948-49	9	73	483	1022	1218	604	245	129	76	43	23	13	9	9	9	10	23	118	532	1090	1480	1571	1718	10.41	0	330
1949-50	10	33	331	1117	901	454	199	95	51	28	16	10	9	9	9	10	15	77	390	932	1446	1520	1723	8.58	0	272
1950-51	9	30	431	1373	1814	1285	544	220	98	53	29	16	8	9	9	9	25	122	718	1808	1984	2137	2472	15.59	0	494
1951-52	20	61	344	905	1172	1402	744	285	155	86	49	26	9	11	14	21	49	174	893	1224	1346	1754	2317	13.87	0	439
1952-53	13	43	379	952	1233	917	380	151	62	28	17	8	5	5	6	10	18	123	554	1242	1375	1661	1812	11.06	0	351
1953-54	5	178	698	868	1182	774	285	136	84	40	22	20	2	3	3	7	27	150	651	1015	1284	1344	1572	11.34	0	360
1954-55	38	247	707	1706	1433	741	472	270	128	75	46	40	14	17	31	38	54	245	691	1581	1930	2037	2084	15.60	0	495
1955-56	53	228	640	1480	1267	927	428	216	124	66	35	19	16	17	17	24	59	221	685	1334	1604	2086	2343	14.50	0	459
1956-57	17	78	350	1657	1199	849	335	153	78	40	23	12	10	10	11	15	26	132	568	1280	1867	2294	2749	12.68	0	402
1957-58	8	120	442	1295	1716	1492	561	206	109	57	29	19	6	6	8	9	30	174	911	1672	2074	2121	2234	15.99	0	507
1958-59	32	132	498	1587	1343	779	479	262	126	68	37	19	16	16	17	23	51	188	633	1340	1888	2213	2754	14.17	0	449
1959-60	44	207	389	1088	1464	632	311	131	64	34	19	10	7	7	8	15	36	156	536	1291	1784	1808	2017	11.59	0	367
1960-61	19	81	481	969	1077	731	331	133	65	37	22	10	6	6	6	10	30	103	631	1027	1191	1221	1301	10.45	0	331
1961-62	7	162	408	1233	1519	621	313	131	72	48	30	15	3	4	5	12	33	132	538	1348	1692	1935	2041	12.02	0	381
1962-63	14	70	406	1010	1412	873	410	180	82	43	23	10	4	5	7	12	26	127	665	1249	1670	1770	1840	11.97	0	379
1963-64	5	15	296	883	1231	1185	375	150	67	35	18	6	1	2	2	4	14	80	666	1264	1383	1620	1920	11.28	0	357
1964-65	5	131	379	1285	1641	785	306	162	95	50	30	14	0	1	2	9	32	153	600	1450	1710	1902	1995	12.89	0	409
1965-66	15	72	461	1213	1585	819	340	141	84	38	21	16	3	4	6	15	28	124	602	1432	1759	1800	1870	12.69	0	402
1966-67	25	40	272	845	1087	1338	394	161	85	46	25	13	9	10	11	16	33	114	507	1332	1501	1639	1987	11.46	0	363

1967-68	10	110	402	1555	1976	1189	421	201	116	76	36	13	2	4	6	12	38	180	839	1884	2080	2153	2306	16.12	100	510
1968-69	18	103	235	592	949	496	193	111	53	24	10	5	4	4	4	6	19	96	334	741	981	1215	1398	7.36	100	233
1969-70	3	55	397	903	1557	1190	524	190	100	53	22	10	2	2	2	4	21	142	687	1374	1700	1876	2016	13.20	100	419
1970-71	5	48	217	1151	1351	455	189	97	50	26	11	6	3	3	4	6	14	62	363	1240	1617	1739	1934	9.51	100	302
1971-72	5	23	295	1218	1047	417	161	82	40	19	8	3	2	2	2	4	9	63	359	1074	1460	1586	1982	8.77	100	277
1972-73	2	100	303	639	895	472	190	109	45	20	8	3	0	1	1	2	9	120	433	751	926	1067	1478	7.36	95	233
1973-74	16	93	228	812	884	423	150	63	30	14	7	2	0	1	1	1	11	77	280	867	1070	1114	1247	7.19	92	228
1974-75	0	58	499	1167	1090	675	207	93	42	22	9	4	0	0	0	0	9	86	606	1116	1502	1774	2470	10.24	79	325
1975-76	1	39	320	724	1223	652	245	112	51	24	10	4	0	0	0	1	10	79	547	1057	1317	1408	1682	8.99	77	284
1976-77	3	58	409	805	721	724	564	177	77	36	15	8	0	0	2	6	13	138	626	799	980	1292	1476	9.51	60	301
1977-78	4	23	169	436	704	338	127	49	26	14	7	2	0	0	0	3	7	39	230	574	846	926	975	5.01	12	159
1978-79	0	48	210	721	850	671	248	94	46	18	9	3	0	0	0	0	10	76	487	850	1024	1103	1243	7.71	87	245
1979-80	1	74	232	512	558	348	164	73	30	12	6	1	0	0	1	1	8	66	306	541	665	685	806	5.32	89	168
1980-81	0	41	229	819	974	283	139	62	26	13	7	3	0	0	0	0	7	55	250	809	1300	1473	1664	6.85	96	217
1981-82	23	42	256	884	680	418	147	61	29	15	7	2	2	2	2	4	16	47	331	767	903	1089	1354	6.79	97	215
1982-83	1	19	210	559	691	324	160	58	25	10	3	0	0	0	0	0	3	43	271	629	842	944	988	5.44	73	173
1983-84	0	121	383	649	746	395	161	77	40	17	6	3	0	0	0	0	7	79	394	647	897	1048	1106	6.87	96	217
1984-85	0	45	347	359	380	382	98	37	19	8	1	0	0	0	0	0	2	37	319	455	520	554	620	4.44	0	141
1985-86	0	4	203	776	781	347	105	39	19	7	1	0	0	0	0	0	4	28	275	787	991	1108	1214	6.03	0	191
1986-87	0	13	161	590	915	429	166	63	31	16	4	0	0	0	0	0	4	38	287	790	993	1103	1404	6.30	0	200
1987-88	0	57	61	206	636	370	39	64	85	60	21	4	0	0	0	0	10	60	100	476	834	852	1152	4.22	94	133
1988-89	98	35	23	9	825	209	5	6	6	47	32	57	0	0	3	5	7	23	52	445	996	1298	1360	3.53	100	112
1989-90	62	95	28	33	451	395	120	11	57	61	55	47	0	9	9	9	17	53	103	432	686	841	1184	3.71	100	118
1990-91	58	69	35	136	341	254	132	61	66	78	91	81	16	17	17	32	58	76	116	351	582	582	802	3.68	100	117
1991-92	74	65	39	228	288	441	175	86	66	121	186	170	4	6	9	18	57	83	173	420	737	1086	1634	5.11	100	162
1992-93	177	235	304	181	786	188	241	94	111	201	210	144	1	34	51	82	101	197	247	345	1285	1351	1417	7.52	100	239
1993-94	164	160	284	82	698	235	124	3	109	110	146	154	1	1	1	1	17	154	187	443	1110	1281	1434	5.95	100	189
1994-95	152	179	183	446	1000	308	1124	1103	441	134	122	76	1	1	6	9	120	155	886	1204	1618	1749	1764	13.87	100	440
1995-96	106	170	203	605	910	76	81	141	172	208	255	147	11	11	12	36	114	175	234	784	1413	1532	1736	8.08	100	256
1996-97	112	103	224	262	309	118	148	144	96	117	125	80	7	8	11	43	81	106	126	288	673	1027	1907	4.84	100	153
1997-98	80	182	232	124	834	37	20	52	97	110	143	146	9	11	11	12	50	105	149	391	981	1168	1904	5.38	100	171
1998-99	153	238	200	270	460	30	64	101	108	141	135	132	3	11	12	13	75	119	154	271	1525	1635	1927	5.33	100	169
1999-00	145	208	91	52	377	783	478	237	163	117	114	115	6	13	14	27	107	142	284	667	833	836	838	7.59	100	240
2000-01	134	344	230	37	1256	80	233	18	87	120	124	127	13	18	18	18	52	120	265	395	1757	2149	2528	7.27	100	231
2001-02	133	123	91	343	705	352	314	254	171	126	116	143	17	17	17	58	122	134	287	469	975	1409	2205	7.55	100	239
2002-03	144	162	196	176	916	226	196	224	192	209	190	197	59	79	104	140	163	199	232	351	919	1301	1651	7.93	100	252
2003-04	171	218	290	219	659	600	318	185	182	209	285	281	120	147	152	166	184	248	305	517	1046	1406	1620	9.52	100	301
2004-05	259	238	230	191	169	208	210	190	145	176	213	245	115	131	137	147	177	204	237	265	298	304	312	6.51	100	206
2005-06	215	257	327	235	229	244	252	227	167	186	247	260	59	146	159	174	205	238	268	290	375	400	434	7.48	100	237
2006-07	268	293	302	184	171	219	243	161	139	178	191	185	113	127	132	142	164	197	258	314	336	350	393	6.66	100	211
2007-08	186	181	223	168	163	139	161	138	152	181	206	241	53	96	105	122	149	176	205	239	260	274	293	5.63	100	178
2008-09	267	314	276	222	221	238	132	98	129	176	255	262	60	71	79	101	151	227	272	310	340	393	406	6.81	100	216
2009-10	280	331	339	310	253	224	166	76	124	225	234	276	41	54	62	94	176	250	301	348	374	384	395	7.46	100	236
2010-11	274	283	301	271	211	205	169	194	221	296	275	306	77	111	126	157	209	260	297	326	339	345	365	7.89	100	250
2011-12	339	343	295	262	175	179	136												271	345	411	427	446			
moy.	46	119	358	880	1075	618	288	142	85	63	53	45	12	16	17	22	42	128	482	1019	1314	1447	1624	9.99	36	317

Tableau B-2-8 Débits du Bafing à Soukoutali/Manantali, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)

régime naturel année	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médiann Qm	crue					V (km ³)	observé (% V)	Q (m ³ /s)
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90		Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1			
1987-88	0	57	103	606	824	527	166	64	31	16	4	0	0	0	0	7	63	292	724	878	922	979	6.33	0	200	
1988-89	0	16	224	806	1011	372	138	57	28	14	5	0	0	0	0	4	39	315	890	1171	1327	1754	7.05	0	224	
1989-90	0	10	144	754	814	453	153	62	30	15	3	0	0	0	0	1	42	279	784	952	1045	1195	6.44	0	204	
1990-91	0	17	382	785	723	353	153	59	27	11	2	0	0	0	0	0	47	417	741	962	985	1052	6.65	0	211	
1991-92	0	4	312	893	874	593	213	86	43	24	9	1	0	0	0	4	57	470	796	1256	1405	1627	8.07	0	255	
1992-93	0	15	304	629	857	399	167	70	34	18	5	0	0	0	0	5	45	389	674	944	1295	1762	6.59	0	209	
1993-94	0	23	165	525	817	293	155	61	29	15	4	0	0	0	0	6	42	252	629	858	1110	1355	5.50	0	175	
1994-95	0	36	264	819	1117	875	439	149	72	39	19	11	0	0	0	20	86	592	1113	1273	1337	1443	10.14	0	321	
1995-96	4	30	100	1057	1057	589	197	97	51	26	11	2	0	0	0	3	14	55	356	1001	1389	1573	1787	8.51	0	269
1996-97	0	54	226	819	961	528	174	76	39	20	8	3	0	0	0	0	13	59	347	896	998	1158	1275	7.68	0	244
1997-98	14	152	337	764	1019	485	179	77	44	22	9	1	0	0	0	3	16	91	383	861	1185	1227	1261	8.19	0	260
1998-99	1	23	199	988	1038	668	194	92	47	23	10	1	0	0	0	8	72	422	1028	1204	1289	1456	8.68	0	275	
1999-00	1	20	192	807	919	887	325	144	71	34	17	6	0	0	0	3	15	92	522	957	1051	1152	1216	9.05	0	286
2000-01	5	16	244	718	957	603	235	104	53	25	12	3	0	0	1	4	9	64	522	869	1110	1153	1297	7.86	0	249
2001-02	0	41	299	1004	1201	488	193	87	44	22	9	0	0	0	0	8	69	347	1152	1387	1435	1989	8.95	0	284	
2002-03	0	15	287	1115	883	494	201	82	37	19	8	1	0	0	0	5	62	455	950	1242	1371	1687	8.31	0	264	
2003-04	0	24	554	1097	1421	641	323	115	60	33	15	7	0	0	0	0	15	80	548	1341	1630	1750	1974	11.33	0	358
2004-05	5	34	397	689	893	430	222	92	43	25	23	8	2	2	3	5	18	73	378	826	981	1006	1094	7.56	0	240
2005-06	1	160	484	923	869	537	168	83	45	26	11	2	0	0	0	1	15	81	490	921	1253	1406	1770	8.75	0	278
2006-07	8	68	241	639	753	588	241	89	45	25	12	4	0	0	1	4	19	75	349	731	969	1047	1095	7.17	0	227
2007-08	0	0	209	981	1119	503	214	86	42	26	10	2	0	0	0	0	4	49	388	983	1315	1633	1939	8.43	0	267
2008-09	1	43	367	1032	888	575	238	95	48	26	11	1	0	0	0	1	15	69	481	918	1182	1253	1500	8.80	0	279
2009-10	0	25	152	801	1285	654	265	106	52	28	11	2	0	0	0	0	9	79	490	1107	1281	1574	2039	8.91	0	283
2010-11	0	41	155	832	1529	737	382	127	71	41	17	6	0	0	0	0	18	87	599	992	1810	2227	2511	10.36	0	329
2011-12	1	45	419	889	985	548	186	83	41	17	6	2	0	0	1	1	7	68	523	940	1234	1342	1686	8.52	0	270
moy.	2	39	270	839	992	553	221	90	45	24	10	2	0	0	0	1	10	66	424	913	1181	1321	1550	8.15	0	258

Tableau B-2-9 Débits du Bafing à Dibia, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

régime observé année	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médiann Qm	crue					V (km ³)	observé (% V)	Q (m ³ /s)
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90		Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1			
1903-04	9	66	416	1157	1405	594	223	92	47	24	12	6	4	5	5	6	15	79	441	1414	1645	1692	1737	10.70	0	338
1904-05	6	36	460	1455	1374	637	297	118	58	31	16	7	1	4	4	4	14	94	595	1337	1803	2027	2198	11.88	0	377
1905-06	4	126	676	1483	1294	1134	537	193	84	44	23	11	1	4	4	5	25	165	986	1375	1604	1782	1829	14.84	0	471
1906-07	7	134	811	2414	1846	831	356	132	63	34	17	8	3	5	5	6	24	120	907	2151	2684	2847	3834	17.61	0	558
1907-08	6	29	241	648	1172	707	323	184	116	67	36	17	3	5	5	6	30	138	406	949	1305	1419	1482	9.35	0	296
1908-09	14	87	626	1520	1855	844	366	185	81	43	23	11	7	8	8	10	29	141	739	1720	2150	2329	2409	14.93	0	473
1909-10	13	310	696	1802	1870	804	508	222	102	53	28	14	1	5	5	9	39	258	829	1860	2311	2378	2497	16.95	0	538

1910-11	6	75	414	1296	1581	724	291	117	57	31	16	7	3	4	4	6	17	104	592	1542	1743	1831	1957	12.18	0	386
1911-12	5	99	355	1008	1273	569	239	96	49	25	12	6	4	4	4	5	17	97	484	1116	1496	1548	1661	9.87	0	312
1912-13	4	30	397	925	1298	684	213	94	48	25	13	6	3	4	4	4	11	72	489	1163	1453	1519	1642	9.87	0	313
1913-14	4	68	160	455	565	377	146	74	35	16	9	6	3	4	4	4	9	73	236	536	609	620	631	5.06	0	160
1914-15	4	55	370	806	991	624	175	78	40	21	10	5	4	4	4	4	11	71	448	910	1124	1238	1272	8.41	0	267
1915-16	5	99	480	1243	1306	690	282	153	73	39	20	9	4	4	4	6	23	134	571	1301	1484	1633	1685	11.62	0	368
1916-17	5	31	618	1227	1604	823	289	142	67	36	19	9	3	4	4	5	14	109	670	1443	1686	1846	1940	12.86	0	408
1917-18	5	41	199	1188	1577	610	219	96	48	25	13	6	4	4	4	5	15	74	351	1442	1791	1956	2248	10.62	0	337
1918-19	6	144	563	1648	1852	1087	321	117	57	31	16	7	2	4	4	5	22	125	754	1723	2536	2589	2749	15.46	0	490
1919-20	8	153	313	1046	1176	599	208	128	71	40	20	9	5	5	6	7	28	130	475	1125	1359	1435	1698	9.96	0	315
1920-21	11	158	296	1322	1794	684	232	95	48	25	13	6	4	5	5	5	19	117	423	1592	1917	2510	2969	12.35	0	392
1921-22	5	117	233	871	1207	478	98	49	25	12	6	4	4	4	4	4	8	58	286	1115	1342	1427	1549	8.19	0	260
1922-23	4	55	367	1683	2664	1256	455	163	66	35	18	8	3	4	4	4	18	117	806	2168	2955	3332	3420	17.86	0	566
1923-24	5	72	390	1124	1661	748	427	158	87	46	24	11	3	4	4	5	28	133	555	1525	1857	1985	2081	12.53	0	396
1924-25	5	156	988	1929	2182	1104	413	140	65	35	18	8	4	4	5	6	19	126	1019	2142	2404	2439	2477	18.62	0	591
1925-26	9	109	255	1270	1682	1320	475	161	72	39	20	9	6	7	7	8	22	140	793	1660	1879	2000	2126	14.31	0	454
1926-27	5	116	370	1021	1069	590	415	151	81	44	23	10	4	4	4	5	24	145	514	1073	1199	1256	1305	10.29	0	326
1927-28	5	74	403	1468	1957	1307	564	202	80	42	22	10	3	4	4	6	23	134	795	1782	2084	2394	2447	16.19	0	512
1928-29	5	75	288	1642	1940	1005	486	176	76	41	21	10	4	5	5	7	21	129	778	1977	2280	2352	2405	15.21	0	482
1929-30	7	293	522	1492	1870	810	361	127	61	32	17	8	3	4	5	6	23	155	684	1677	2205	2332	2374	14.77	0	468
1930-31	5	124	404	1299	1510	944	359	122	59	32	16	7	4	4	4	5	21	134	659	1461	1597	1742	1999	12.90	0	409
1931-32	5	127	557	999	1484	1023	314	131	59	31	16	7	4	4	4	5	20	126	743	1324	1743	1905	2072	12.55	0	397
1932-33	4	128	726	1663	1643	802	373	157	71	38	20	9	3	4	4	5	25	150	783	1690	1978	2239	2374	14.90	0	472
1933-34	5	179	910	1678	1559	637	216	90	46	24	12	6	1	4	4	5	13	101	663	1683	1929	2097	2783	14.18	0	450
1934-35	4	12	223	1357	1516	766	276	96	49	26	13	6	2	4	4	4	9	66	533	1330	2024	2204	2353	11.47	0	364
1935-36	4	87	692	2216	2021	1166	366	132	63	33	17	8	3	4	4	4	17	113	874	2124	2772	2989	3270	18.01	0	570
1936-37	5	59	414	2267	2346	1103	402	176	78	41	22	10	4	4	4	5	22	122	760	2464	2723	2994	3343	18.29	0	580
1937-38	5	4	230	1079	1389	705	258	91	46	24	12	6	4	4	4	4	7	54	445	1269	1528	1568	1605	10.16	0	322
1938-39	4	14	373	1210	1831	911	427	142	71	38	20	9	1	4	4	4	14	104	658	1436	2094	2277	2457	13.32	0	422
1939-40	5	8	238	1138	1040	700	211	86	45	23	11	5	3	4	4	4	9	61	466	1140	1453	1575	1779	9.29	0	294
1940-41	5	77	146	752	812	684	247	82	42	22	11	5	4	4	4	4	15	85	417	835	954	1043	1284	7.62	0	242
1941-42	4	8	249	697	1083	391	92	46	24	11	6	4	4	4	4	4	5	35	311	936	1202	1369	1552	6.90	0	219
1942-43	4	10	309	1130	828	350	156	70	37	19	9	5	3	4	4	4	7	51	359	985	1462	1604	1670	7.75	0	246
1943-44	4	52	220	1156	1407	826	185	64	33	17	8	5	3	4	4	4	8	60	375	1396	1540	1586	1706	10.50	0	332
1944-45	4	18	129	610	895	377	150	60	31	16	7	4	1	4	4	4	5	47	259	827	955	996	1054	6.07	0	192
1945-46	4	13	350	1567	1962	924	326	120	58	31	16	7	3	4	4	4	12	84	603	1946	2224	2333	2495	14.20	0	450
1946-47	4	12	331	1371	1440	967	333	106	52	27	14	6	3	4	4	4	11	71	765	1429	1679	1762	1976	12.33	0	391
1947-48	4	63	203	986	1345	558	134	53	28	14	6	4	4	4	4	4	8	52	322	1220	1478	1543	1697	8.97	0	284
1948-49	4	48	442	1110	1374	626	225	107	62	34	17	8	4	4	4	5	16	96	513	1203	1686	1776	2039	10.71	0	340
1949-50	5	20	279	1240	983	451	177	79	41	21	10	5	4	4	4	5	9	60	362	1012	1631	1754	2050	8.76	0	278
1950-51	4	18	392	1580	2150	1458	554	200	81	42	21	11	3	4	4	4	18	100	761	2132	2386	2617	3099	17.20	0	545
1951-52	12	45	300	967	1298	1604	797	265	131	71	39	20	4	6	7	14	38	141	948	1373	1557	2083	2897	14.66	0	464
1952-53	8	35	353	1023	1361	995	368	128	53	23	14	6	1	4	4	7	14	99	540	1389	1583	1827	2071	11.54	0	366
1953-54	3	150	702	909	1303	809	268	110	72	33	18	16	0	2	2	3	22	118	648	1092	1441	1524	1783	11.61	0	368
1954-55	31	224	722	1938	1622	766	453	252	108	62	38	33	11	13	25	31	45	225	680	1807	2202	2284	2356	16.52	0	524
1955-56	38	188	629	1678	1418	997	416	194	104	55	29	16	13	13	14	20	45	191	677	1508	1684	2331	2591	15.24	0	482
1956-57	13	49	302	1675	1736	1007	375	166	85	48	26	10	5	6	7	12	28	134	585	1719	2039	2213	2619	14.51	98	460

2004-05	243	216	266	269	265	209	196	161	122	147	186	223	106	110	113	127	165	207	244	291	339	385	418	6.59	0	209
2005-06	207	255	386	421	287	283	272	225	165	170	239	257	89	138	154	164	203	249	295	425	454	489	715	8.35	0	265
2006-07	245	303	337	261	262	255	248	158	124	163	173	159	112	114	121	129	163	208	283	339	367	386	402	7.07	0	224
2007-08	162	169	318	518	433	113	145	129	141	164	190	194	0	16	35	111	137	169	214	533	673	795	1527	7.06	0	223
2008-09	255	326	281	362	324	299	160	87	120	150	242	252	68	80	81	98	156	247	298	376	437	495	538	7.53	0	239
2009-10	277	349	376	496	189	358	161	63	109	201	212	257	0	11	54	66	137	256	352	423	565	595	659	8.03	0	254
2010-11	255	271	374	504	592	334	173	173	211	276	255	290	97	114	120	154	233	275	364	536	670	717	758	9.75	0	309
2011-12	329	337	327	484	316	215	105												315	391	661	781	1010			
moy.	38	98	341	996	1244	668	280	126	72	53	45	38	10	13	15	20	37	111	491	1154	1519	1694	1916	10.59	24	336

B-3 : Débits sur les bassins du Baoulé et du Bakoye

Tableau B-3-1 Débits du Baoulé à Siramakana, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V (km ³)	observé (% V)	Q (m ³ /s)
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30		Qe90	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5			
1903-04	0	5	47	211	260	69	17	6	3	1	0	0	0	0	0	0	6	41	271	333	348	356	1.63	0	52	
1904-05	0	3	60	274	243	76	24	8	4	1	0	0	0	0	0	0	7	70	235	375	427	470	1.83	0	58	
1905-06	0	10	97	285	221	179	58	14	6	3	1	0	0	0	0	1	13	153	250	322	374	385	2.32	0	73	
1906-07	0	11	126	574	375	117	30	9	4	2	0	0	0	0	0	1	9	138	464	633	731	1094	3.31	0	105	
1907-08	0	2	20	90	192	91	26	14	8	4	2	0	0	0	0	1	10	35	148	221	257	283	1.19	0	38	
1908-09	0	7	82	302	385	116	31	14	5	2	1	0	0	0	0	1	11	96	360	461	506	534	2.50	0	79	
1909-10	1	26	97	376	381	113	54	17	7	3	1	0	0	0	0	2	20	119	395	499	525	556	2.84	0	90	
1910-11	0	6	45	240	312	94	23	8	4	1	0	0	0	0	0	0	8	69	304	363	381	413	1.93	0	61	
1911-12	0	8	32	164	224	62	18	7	3	1	0	0	0	0	0	0	7	46	171	287	309	338	1.37	0	43	
1912-13	0	2	42	145	224	86	16	7	3	1	0	0	0	0	0	0	5	48	181	272	292	331	1.39	0	44	
1913-14	0	5	12	46	64	33	11	5	2	0	0	0	0	0	0	0	5	19	57	74	75	77	0.47	0	15	
1914-15	0	4	35	116	152	74	13	5	2	1	0	0	0	0	0	0	5	43	137	171	192	202	1.06	0	34	
1915-16	0	8	54	218	227	86	22	11	5	2	1	0	0	0	0	1	10	65	216	289	330	344	1.67	0	53	
1916-17	0	3	83	212	322	110	23	10	4	2	0	0	0	0	0	0	8	87	273	355	390	408	2.03	0	64	
1917-18	0	3	17	219	311	71	16	7	3	1	0	0	0	0	0	0	5	28	271	371	414	478	1.71	0	54	
1918-19	0	12	70	339	391	182	27	8	4	1	0	0	0	0	0	1	9	101	360	566	611	661	2.73	0	87	
1919-20	0	12	30	174	187	70	16	9	5	2	1	0	0	0	0	1	10	47	172	246	288	347	1.34	0	42	
1920-21	1	13	25	254	374	86	17	7	3	1	0	0	0	0	0	1	9	38	326	420	591	738	2.05	0	65	
1921-22	0	9	18	132	201	48	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	23	170	234	258	304	1.11	0	35	
1922-23	0	4	37	344	657	216	44	12	4	2	0	0	0	0	0	0	8	119	469	780	910	954	3.48	0	110	
1923-24	0	6	39	203	335	96	41	12	6	3	1	0	0	0	0	1	10	62	300	390	418	432	1.95	0	62	
1924-25	0	18	154	409	474	181	39	10	4	2	0	0	0	0	0	1	10	156	453	537	549	557	3.41	0	108	
1925-26	0	9	26	233	344	236	48	12	5	2	1	0	0	0	0	1	10	112	342	395	411	444	2.41	0	77	
1926-27	0	10	39	155	166	68	38	11	5	3	1	0	0	0	0	1	11	55	163	183	199	220	1.31	0	41	

1927-28	0	6	38	295	416	234	63	15	5	2	1	0	0	0	0	0	1	10	112	375	449	529	553	2.84	0	90
1928-29	0	6	24	338	403	150	50	13	5	2	1	0	0	0	0	0	1	10	107	428	491	515	533	2.62	0	83
1929-30	0	28	59	297	383	111	31	9	4	2	0	0	0	0	0	0	1	12	85	352	476	510	521	2.43	0	77
1930-31	0	10	47	237	292	140	31	9	4	1	0	0	0	0	0	0	1	10	83	281	326	373	414	2.03	0	64
1931-32	0	10	75	151	293	165	25	9	4	1	0	0	0	0	0	0	1	9	99	235	365	406	429	1.94	0	61
1932-33	0	10	112	335	331	109	31	11	5	2	1	0	0	0	0	0	1	12	109	351	419	478	520	2.51	0	80
1933-34	0	16	151	341	304	77	16	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	7	81	359	404	491	648	2.42	0	77
1934-35	0	1	21	263	282	100	22	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	57	230	425	477	508	1.85	0	59
1935-36	0	8	93	518	432	198	31	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	8	133	466	685	762	878	3.43	0	108
1936-37	0	5	47	534	524	181	37	13	5	2	1	0	0	0	0	0	1	9	98	561	652	785	921	3.56	0	113
1937-38	0	0	20	180	250	91	20	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	3	41	204	300	315	326	1.50	0	48
1938-39	0	1	38	214	378	132	40	10	5	2	1	0	0	0	0	0	0	8	81	269	441	490	549	2.16	0	69
1939-40	0	0	21	202	160	87	16	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	44	173	275	324	365	1.31	0	41
1940-41	0	6	11	107	116	86	19	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	39	121	146	163	198	0.94	0	30
1941-42	0	0	22	94	173	37	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25	142	190	241	302	0.89	0	28
1942-43	0	1	29	197	115	29	11	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30	151	272	321	339	1.03	0	33
1943-44	0	4	18	206	260	116	13	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	32	259	308	318	349	1.65	0	52
1944-45	0	2	10	80	131	33	11	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20	121	149	153	161	0.72	0	23
1945-46	0	1	37	317	414	141	27	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	6	71	414	487	518	548	2.51	0	80
1946-47	0	1	40	261	269	147	28	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	104	268	349	366	412	2.00	0	64
1947-48	0	5	16	149	241	63	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	26	187	287	306	347	1.29	0	41
1948-49	0	4	44	192	246	76	17	8	4	2	0	0	0	0	0	0	0	7	52	188	349	376	418	1.56	0	50
1949-50	0	1	28	232	148	44	13	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	30	158	343	362	419	1.26	0	40
1950-51	0	1	45	328	465	278	61	15	5	2	1	0	0	0	0	0	0	7	103	465	531	602	796	3.17	0	101
1951-52	0	3	28	148	231	314	106	20	9	5	2	1	0	0	0	0	2	11	148	247	305	434	688	2.29	0	73
1952-53	0	3	49	114	260	212	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	244	290	324	418	1.70	0	54
1953-54	0	6	67	163	301	94	22	10	5	2	2	1	0	0	0	0	2	9	71	195	376	483	697	1.77	0	56
1954-55	2	10	108	444	408	141	38	17	9	4	1	0	0	0	0	0	3	14	122	390	604	643	680	3.13	0	99
1955-56	0	6	33	238	343	136	34	15	8	3	0	0	0	0	0	0	0	10	75	295	365	419	508	2.15	0	68
1956-57	0	5	51	186	453	221	38	15	8	3	1	0	0	0	0	0	1	11	78	376	499	560	685	2.58	0	82
1957-58	0	20	50	367	390	219	56	19	11	5	1	0	0	0	0	0	2	19	135	383	431	493	521	3.01	0	95
1958-59	0	11	29	524	399	179	53	24	14	8	3	0	0	0	0	0	4	19	84	413	689	912	1026	3.29	0	104
1959-60	0	5	30	270	349	102	23	11	6	2	0	0	0	0	0	0	0	9	45	339	462	479	566	2.10	0	67
1960-61	0	6	102	149	300	101	31	14	7	1	0	0	0	0	0	0	0	11	93	206	352	424	670	1.87	0	59
1961-62	0	4	85	369	336	107	25	11	5	2	0	0	0	0	0	0	0	8	80	362	410	424	456	2.50	0	79
1962-63	0	23	113	335	362	126	27	11	4	1	0	0	0	0	0	0	0	10	120	350	435	491	530	2.65	0	84
1963-64	0	3	31	121	218	163	33	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	7	78	178	282	315	404	1.54	0	49
1964-65	0	15	67	281	577	174	33	16	9	4	1	0	0	0	0	0	1	15	111	454	639	696	939	3.10	0	98
1965-66	0	1	34	321	416	150	36	14	8	3	0	0	0	0	0	0	0	10	84	422	503	517	533	2.60	0	82
1966-67	0	3	19	165	355	381	70	21	12	6	1	0	0	0	0	0	1	14	94	359	535	587	653	2.73	0	87
1967-68	0	3	56	209	494	215	53	22	13	7	2	0	0	0	0	0	2	16	116	405	541	565	664	2.83	0	89
1968-69	0	1	80	156	254	59	20	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	69	186	306	396	477	1.54	0	49
1969-70	0	5	81	151	418	190	67	20	10	4	1	0	0	0	0	0	1	15	106	283	466	529	587	2.49	0	79
1970-71	0	0	34	190	222	56	15	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	42	199	274	350	395	1.39	0	44
1971-72	0	4	68	285	349	81	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	77	313	457	497	565	2.13	0	67
1972-73	0	6	14	56	30	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	37	65	86	148	0.29	93	9
1973-74	0	20	73	199	84	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	161	258	281	358	1.02	96	32
1974-75	0	4	60	262	257	38	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40	222	419	449	554	1.65	100	52
1975-76	0	0	67	122	206	27	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	168	272	285	312	1.13	100	36

1976-77	0	3	28	111	116	107	41	4	0	0	0	0	0	0	0	2	70	127	158	181	240	1.08	1	34
1977-78	0	0	57	93	89	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	101	172	185	241	0.67	60	21
1978-79	0	9	39	115	126	28	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	23	113	206	225	368	0.85	99	27
1979-80	0	2	9	43	49	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	48	78	81	88	0.30	97	10
1980-81	0	14	16	73	72	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	66	121	126	152	0.47	100	15
1981-82	0	26	66	127	42	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	93	198	220	295	0.72	81	23
1982-83	0	2	27	57	32	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	41	79	124	170	0.37	0	12
1983-84	0	1	5	15	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	19	26	69	0.08	100	3
1984-85	0	0	23	60	24	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	42	79	140	198	0.34	100	11
1985-86	0	5	30	60	67	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	68	104	134	219	0.44	97	14
1986-87	0	0	33	27	85	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	49	114	124	209	0.41	100	13
1987-88	0	9	3	23	26	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	29	43	51	101	0.17	100	5
1988-89	0	0	52	216	288	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	285	366	414	440	1.55	100	49
1989-90	0	0	11	81	66	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	49	136	171	253	0.45	100	14
1990-91	0	1	63	47	21	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	52	97	104	123	0.39	0	12
1991-92	0	0	54	62	76	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	71	141	157	235	0.55	100	17
1992-93	0	2	7	46	79	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	62	95	107	122	0.37	100	12
1993-94	0	1	21	74	62	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	63	108	151	200	0.45	0	14
1994-95	0	4	49	212	203	112	17	4	1	0	0	0	0	0	0	4	57	216	258	323	370	1.59	0	50
1995-96	0	1	33	219	204	79	11	3	0	0	0	0	0	0	0	2	56	215	276	293	336	1.45	0	46
1996-97	0	9	23	101	156	40	8	1	0	0	0	0	0	0	0	2	27	135	171	186	203	0.89	0	28
1997-98	0	3	15	123	139	40	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	135	157	181	280	0.86	0	27
1998-99	0	6	33	80	149	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	102	177	215	255	0.81	0	26
1999-00	0	2	19	432	226	121	26	7	2	0	0	0	0	0	0	4	78	301	534	570	916	2.22	0	70
2000-01	0	2	22	126	81	30	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21	94	156	188	221	0.71	0	22
2001-02	0	3	29	91	140	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	98	191	230	264	0.76	0	24
2002-03	0	3	30	102	71	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	83	138	168	180	0.59	0	19
2003-04	0	2	73	263	270	63	13	3	0	0	0	0	0	0	0	2	66	254	341	416	454	1.82	0	57
2004-05	0	0	29	99	51	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	70	134	153	174	0.51	0	16
2005-06	0	6	72	146	156	32	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	151	253	294	372	1.10	0	35
2006-07	0	2	13	56	97	31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	81	111	123	134	0.53	0	17
2007-08	0	0	16	326	402	36	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	306	635	820	976	2.08	0	66
2008-09	0	11	75	145	198	45	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	59	172	279	306	325	1.27	0	40
2009-10	0	3	12	111	281	55	11	2	0	0	0	0	0	0	0	1	27	166	302	376	635	1.25	0	40
2010-11	0	2	15	101	266	70	14	3	0	0	0	0	0	0	0	2	31	160	298	354	379	1.24	0	39
2011-12	0	1	39	177	85	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	108	220	354	492	0.86	0	27
moy.	0	6	45	200	244	92	21	7	3	1	0	0	0	0	0	6	58	226	322	366	432	1.64	16	52

Tableau B-3-2 Débits du Bakoye à Toukoto, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)							écoulement annuel						
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km ³)	(% V)	(m ³ /s)
1903-04	4	16	80	258	314	107	41	19	11	7	5	4	4	4	4	5	17	81	342	376	387	392	2.29	0	72	
1904-05	4	16	122	361	420	128	33	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	115	374	446	626	705	2.87	64	91	
1905-06	0	28	164	374	363	284	119	18	5	2	0	0	0	0	0	0	21	251	342	500	515	604	3.59	76	114	
1906-07	0	26	170	689	414	155	64	25	14	9	6	4	0	0	0	0	7	24	172	499	744	977	1533	4.18	0	132
1907-08	4	5	15	172	307	219	59	17	6	2	0	0	0	0	0	0	3	7	80	297	361	403	457	2.13	82	67
1908-09	0	0	102	402	536	274	50	9	3	1	0	0	0	0	0	0	4	175	492	620	658	881	3.64	78	115	
1909-10	0	28	53	294	431	137	38	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	111	353	493	524	597	2.60	56	82	
1910-11	0	3	30	316	398	124	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	391	492	515	677	2.36	70	75
1911-12	0	3	22	242	277	101	44	19	11	7	5	4	0	0	0	0	4	11	81	249	354	361	381	1.94	7	61
1912-13	3	16	85	126	128	49	17	6	2	0	0	0	0	0	0	0	1	8	52	136	184	197	265	1.15	38	36
1913-14	3	24	71	52	42	42	20	7	2	0	0	0	0	0	0	0	1	8	44	60	77	86	114	0.70	46	22
1914-15	0	14	76	119	120	106	32	19	8	3	1	0	0	0	0	0	1	18	88	131	159	175	194	1.32	42	42
1915-16	0	53	103	193	191	122	58	32	13	5	2	0	0	0	0	0	2	30	120	198	236	265	334	2.04	60	64
1916-17	0	9	64	125	235	153	78	35	12	4	1	0	0	0	0	0	2	24	100	202	236	266	301	1.89	68	60
1917-18	0	27	87	284	295	189	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	305	361	402	465	2.43	98	77
1918-19	0	28	122	224	258	178	57	17	6	2	0	0	0	0	0	0	1	17	136	248	301	343	408	2.36	69	75
1919-20	2	32	98	257	272	164	41	25	15	10	6	4	0	0	0	4	8	27	131	249	340	451	475	2.45	49	77
1920-21	5	32	56	306	427	125	43	19	11	7	5	4	4	4	4	6	24	24	77	372	451	620	909	2.74	0	87
1921-22	4	26	45	174	251	84	19	11	7	5	4	3	3	3	3	4	4	13	54	219	294	330	358	1.67	0	53
1922-23	3	11	47	200	494	233	93	24	9	3	1	0	0	0	0	0	3	17	132	330	563	775	937	2.94	97	93
1923-24	0	16	74	243	382	137	77	30	18	11	7	5	0	0	0	0	8	27	101	357	429	448	468	2.64	0	83
1924-25	4	19	80	356	428	190	103	18	3	1	0	0	0	0	0	0	2	12	145	386	498	511	695	3.17	99	101
1925-26	0	22	33	235	269	179	25	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	9	52	277	416	465	489	2.05	85	65
1926-27	2	26	71	196	209	106	75	29	17	10	7	4	0	1	2	4	7	29	96	211	230	239	269	1.99	0	63
1927-28	4	18	76	333	451	287	101	37	16	10	6	4	3	3	4	4	7	26	146	406	481	562	602	3.55	0	112
1928-29	4	18	54	376	444	193	87	33	16	10	6	4	4	4	4	4	7	26	142	457	532	548	579	3.29	0	104
1929-30	4	57	96	337	427	150	65	25	13	8	6	4	4	4	4	4	7	30	122	391	511	545	562	3.14	0	100
1930-31	4	26	78	290	344	182	65	24	13	8	6	4	3	3	4	4	7	27	119	348	372	403	449	2.75	0	87
1931-32	4	27	134	257	282	332	100	26	9	3	1	0	0	0	0	0	4	28	213	303	388	485	518	3.11	86	98
1932-33	1	28	150	353	396	169	68	30	15	9	6	4	0	0	0	3	7	30	137	391	470	501	527	3.25	63	103
1933-34	4	37	194	382	354	116	40	18	11	7	5	4	3	3	4	4	5	21	118	393	435	513	760	3.09	0	98
1934-35	4	5	45	340	394	220	54	19	11	7	5	4	3	3	3	4	4	15	113	347	560	643	659	2.93	24	93
1935-36	3	6	33	791	679	241	62	25	14	9	6	4	0	0	0	3	5	17	98	774	1144	1302	1406	4.95	65	156
1936-37	4	14	25	378	545	258	65	9	3	1	0	0	0	0	0	0	2	8	113	532	588	622	673	3.43	69	109
1937-38	0	4	55	235	452	210	55	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	93	374	464	552	745	2.70	89	86
1938-39	0	0	46	132	498	174	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	66	293	607	643	700	2.30	100	73
1939-40	0	0	15	216	168	89	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	180	316	350	361	1.32	100	42
1940-41	0	3	11	102	163	51	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	149	212	221	226	0.87	41	28
1941-42	1	5	49	134	219	69	18	11	7	5	4	3	0	0	0	3	4	9	58	177	237	308	357	1.39	0	44
1942-43	3	8	60	265	133	99	31	11	4	1	0	0	0	0	0	0	2	9	70	177	331	355	478	1.63	46	52
1943-44	2	13	36	327	376	164	34	14	8	6	4	4	0	0	1	3	4	13	67	360	424	482	893	2.61	56	82

1944-45	3	7	26	262	265	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	291	327	347	407	1.59	94	50	
1945-46	2	6	37	397	676	245	59	23	13	8	5	4	0	1	2	3	15	122	507	779	852	954	3.89	44	123
1946-47	4	2	113	400	463	291	60	21	12	7	5	4	0	0	0	3	12	226	449	537	569	685	3.65	57	116
1947-48	4	10	26	294	262	100	25	12	8	5	4	3	0	3	3	3	10	60	280	361	390	527	1.99	54	63
1948-49	4	13	82	235	294	113	41	21	14	9	6	4	3	3	3	4	20	94	230	388	409	448	2.20	0	70
1949-50	4	7	55	273	191	81	33	16	10	6	4	4	3	3	4	4	14	66	202	382	396	449	1.81	0	57
1950-51	3	7	75	537	683	324	99	37	17	10	6	5	3	3	3	4	21	139	624	876	1123	1338	4.76	30	151
1951-52	5	11	12	145	385	481	153	49	25	15	9	6	0	0	0	4	21	152	429	585	612	674	3.42	60	108
1952-53	5	12	72	149	321	270	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	92	304	352	373	518	2.21	98	70
1953-54	0	17	103	207	351	134	50	26	15	10	7	6	0	0	0	0	24	108	238	387	513	838	2.44	1	77
1954-55	10	43	154	595	525	281	124	50	17	7	2	9	1	1	2	4	42	238	537	770	904	1028	4.80	98	152
1955-56	9	33	66	278	392	185	91	41	17	6	1	0	0	0	0	0	40	124	357	398	448	548	2.95	9	93
1956-57	3	27	71	236	443	347	80	55	38	21	13	6	2	2	2	4	47	115	421	512	583	638	3.54	72	112
1957-58	2	49	79	353	420	329	118	66	45	29	20	6	1	1	1	3	60	176	398	486	540	558	4.00	81	127
1958-59	3	30	57	480	409	273	109	36	12	4	1	0	0	0	0	0	29	161	412	530	675	964	3.74	83	119
1959-60	2	16	53	275	328	146	51	25	15	8	4	1	0	0	0	2	21	86	313	408	496	605	2.44	83	77
1960-61	1	9	100	125	341	142	63	25	13	8	3	1	0	0	0	1	20	95	228	392	447	841	2.18	22	69
1961-62	0	8	114	456	392	157	54	26	14	7	3	1	0	0	0	0	20	123	421	475	519	669	3.26	84	103
1962-63	1	9	35	187	291	127	56	25	15	7	2	0	0	0	0	0	18	89	246	327	394	410	1.99	46	63
1963-64	0	4	44	155	201	276	76	27	14	6	2	0	0	0	0	0	18	112	223	303	429	571	2.13	92	67
1964-65	1	32	99	295	675	293	62	37	23	13	6	2	0	0	0	1	35	159	531	758	920	954	4.05	86	128
1965-66	1	18	41	225	366	234	75	33	21	11	5	2	0	0	0	1	27	112	334	378	438	483	2.71	86	86
1966-67	1	7	44	216	414	456	96	48	25	15	7	3	0	0	1	2	30	98	424	553	698	900	3.52	89	112
1967-68	2	10	68	193	609	329	106	46	28	17	9	4	0	1	1	2	29	138	445	694	724	1025	3.74	100	118
1968-69	2	7	75	191	311	120	46	25	13	6	2	0	0	0	0	1	15	113	232	344	465	516	2.10	100	67
1969-70	0	16	79	160	611	312	130	46	25	14	6	3	0	0	0	0	37	141	390	734	776	840	3.69	95	117
1970-71	1	5	30	196	351	117	36	18	9	4	1	0	0	0	0	0	12	61	298	380	438	471	2.02	100	64
1971-72	0	5	79	322	382	116	34	16	7	3	1	0	0	0	0	0	12	105	338	519	570	639	2.55	100	81
1972-73	0	28	40	94	119	41	16	6	3	0	0	0	0	0	0	0	8	41	100	150	155	177	0.92	98	29
1973-74	0	10	49	212	131	43	16	4	1	0	0	0	0	0	0	0	4	45	169	225	305	372	1.23	98	39
1974-75	0	0	83	361	318	118	41	17	8	4	1	0	0	0	0	0	11	85	328	433	712	1304	2.52	100	80
1975-76	0	1	42	117	231	99	49	23	10	4	1	0	0	0	0	0	13	82	132	323	390	421	1.52	45	48
1976-77	0	1	38	104	131	143	72	13	5	3	1	0	0	0	0	0	6	96	140	170	197	217	1.35	28	43
1977-78	0	9	45	109	201	72	24	8	2	0	0	0	0	0	0	0	9	58	162	230	245	259	1.24	84	39
1978-79	0	15	36	74	93	78	27	6	3	1	0	0	0	0	0	0	5	60	90	108	143	167	0.88	74	28
1979-80	0	34	30	80	139	48	18	7	1	0	0	0	0	0	0	0	11	42	105	158	182	217	0.94	92	30
1980-81	0	26	45	119	191	69	21	7	3	1	0	0	0	0	0	0	8	58	139	227	276	304	1.27	63	40
1981-82	0	0	50	107	67	24	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	23	89	137	180	275	0.71	10	22
1982-83	0	6	41	89	60	37	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	68	121	162	233	0.65	100	20
1983-84	0	0	29	60	60	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	60	81	97	153	0.47	100	15
1984-85	0	5	40	70	40	44	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	60	82	100	147	0.55	100	17
1985-86	0	18	39	104	138	42	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	45	118	171	188	243	0.93	100	30
1986-87	0	1	31	56	124	49	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	39	104	128	157	179	0.72	100	23
1987-88	0	6	11	67	68	34	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20	61	92	112	181	0.52	99	17
1988-89	0	24	57	117	286	86	24	9	3	0	0	0	0	0	0	0	7	52	206	323	389	418	1.59	100	51
1989-90	0	0	40	113	111	52	18	6	2	0	0	0	0	0	0	0	3	43	110	165	200	221	0.90	99	29
1990-91	0	5	95	85	49	30	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	3	45	94	133	139	160	0.73	0	23

1991-92	0	0	66	121	184	100	32	10	4	1	0	0	0	0	0	6	90	151	202	248	264	1.37	100	43
1992-93	0	8	39	143	201	65	22	9	4	3	3	3	0	0	0	8	45	177	222	248	309	1.32	97	42
1993-94	3	6	46	112	100	26	7	4	3	3	3	3	3	3	3	4	34	102	146	184	247	0.84	0	27
1994-95	3	12	81	260	252	153	41	14	7	5	4	3	3	3	3	13	98	263	333	369	402	2.21	0	70
1995-96	3	7	53	269	253	116	28	11	6	4	3	3	3	3	3	9	96	272	341	354	379	2.00	0	63
1996-97	3	24	40	138	198	75	21	8	5	4	3	3	3	3	3	9	63	169	221	230	242	1.38	0	44
1997-98	3	11	35	161	178	77	19	6	4	3	3	3	3	3	3	6	60	169	203	221	337	1.33	0	42
1998-99	3	18	62	117	191	66	13	5	4	3	3	2	1	1	2	5	58	139	226	267	306	1.29	0	41
1999-00	0	3	52	282	207	167	81	33	22	16	10	5	0	0	0	24	127	221	373	447	486	2.33	0	74
2000-01	3	7	51	130	127	94	37	21	15	9	5	2	1	1	1	18	75	128	140	156	175	1.32	0	42
2001-02	0	20	59	143	212	79	29	19	15	10	5	3	0	0	0	19	60	162	249	288	458	1.57	0	50
2002-03	1	15	41	142	120	54	24	16	13	9	5	2	1	1	1	15	47	120	158	208	315	1.17	0	37
2003-04	1	21	87	188	272	136	57	27	19	14	10	6	0	1	1	25	111	239	309	326	340	2.21	0	70
2004-05	4	13	56	154	129	55	28	17	13	8	5	2	2	2	2	16	50	132	160	213	255	1.28	0	40
2005-06	1	32	72	138	148	112	35	20	15	11	6	3	1	1	1	23	92	138	181	195	257	1.57	0	50
2006-07	10	17	24	73	133	90	30	15	12	7	3	1	1	1	1	15	41	124	152	157	165	1.10	0	35
2007-08	0	0	38	146	333	89	37	20	15	11	6	3	0	0	0	17	57	210	379	531	638	1.84	0	58
2008-09	1	25	101	154	159	101	37	25	17	14	8	4	1	1	1	23	104	155	178	242	300	1.70	0	54
2009-10	1	27	36	140	229	124	55	28	20	15	11	6	1	1	1	25	86	203	251	284	306	1.82	0	58
2010-11	3	19	48	140	357	154	36	11	6	4	3	3	2	2	2	10	74	226	392	455	486	2.06	0	65
2011-12	3	5	68	218	126	43	12	5	2	0	0	0	0	0	0	4	50	146	271	391	531	1.28	0	41
moy.	2	15	63	227	292	147	47	18	10	6	3	2	1	1	1	15	92	267	364	422	511	2.20	50	70

Tableau B-3-3 Débits du Bakoye à Oualia, régime naturel observé

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)						écoulement annuel							
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km ³)	(% V)
1903-04	1	18	129	511	636	184	57	23	11	5	2	0	0	0	0	1	3	20	118	660	806	840	864	4.16	0	132
1904-05	1	10	152	664	600	197	77	30	14	7	3	1	0	0	0	0	3	24	176	587	908	1017	1132	4.64	0	147
1905-06	0	34	242	689	548	446	159	49	21	10	5	2	0	0	0	0	6	43	380	622	778	900	926	5.84	0	185
1906-07	1	36	310	1368	907	295	94	33	15	8	3	1	0	0	0	1	5	31	337	1116	1517	1675	2674	8.14	0	258
1907-08	1	7	63	225	477	234	84	47	29	16	8	3	0	0	0	1	7	35	106	362	548	653	692	3.15	0	100
1908-09	3	23	207	724	929	295	97	47	20	10	5	2	1	1	1	2	7	36	245	861	1105	1210	1282	6.23	0	198
1909-10	4	82	243	902	921	280	150	57	25	13	6	3	0	0	0	2	9	67	293	937	1194	1258	1341	7.09	0	225
1910-11	1	20	120	578	758	240	75	29	14	7	3	1	0	0	0	1	3	26	178	735	874	918	994	4.87	0	154
1911-12	1	27	95	398	553	168	61	24	12	6	2	1	0	0	0	0	4	24	133	425	701	745	819	3.55	0	112
1912-13	0	8	117	358	551	226	54	23	11	6	2	1	0	0	0	0	2	18	135	445	677	713	806	3.58	0	113
1913-14	0	18	42	128	166	101	37	18	8	3	1	1	0	0	0	0	1	18	61	153	185	188	194	1.38	0	44
1914-15	0	15	100	285	373	200	44	19	9	4	2	0	0	0	0	0	2	18	120	339	425	466	504	2.78	0	88
1915-16	0	27	140	533	556	227	73	39	18	9	4	1	0	0	0	1	5	34	170	538	699	799	833	4.30	0	136
1916-17	0	9	210	518	775	286	74	36	16	8	4	1	0	0	0	0	3	27	218	674	845	933	983	5.11	0	162
1917-18	0	10	54	532	753	192	56	24	11	6	2	1	0	0	0	0	3	19	89	673	899	987	1153	4.32	0	137
1918-19	1	39	182	811	941	452	84	29	14	7	3	1	0	0	0	0	5	32	246	865	1353	1447	1581	6.77	0	215

1919-20	1	40	86	424	465	188	53	32	17	9	4	1	0	0	1	1	6	33	127	433	609	669	842	3.49	0	110
1920-21	3	42	78	607	905	224	59	24	11	6	2	1	0	0	0	0	4	29	112	780	994	1412	1791	5.16	0	164
1921-22	0	31	61	325	500	136	24	12	6	2	1	0	0	0	0	0	1	14	73	426	571	654	738	2.89	0	92
1922-23	0	15	103	823	1567	533	128	41	16	8	4	1	0	0	0	0	4	30	278	1127	1833	2201	2289	8.53	0	270
1923-24	0	19	110	488	811	249	118	40	22	11	5	2	0	0	0	0	6	34	161	723	937	1002	1049	4.94	0	156
1924-25	0	47	379	978	1134	450	114	35	16	8	4	1	0	0	0	1	4	32	393	1090	1278	1310	1336	8.37	0	265
1925-26	2	29	72	564	827	582	134	40	18	9	4	1	1	1	1	1	5	36	271	827	946	988	1083	6.03	0	191
1926-27	0	31	107	382	411	180	112	38	20	10	5	2	0	0	0	0	5	38	145	407	456	498	547	3.43	0	109
1927-28	0	20	110	705	998	574	172	51	20	10	5	2	0	0	0	1	5	34	274	901	1063	1270	1322	7.03	0	222
1928-29	0	21	76	807	973	373	141	44	19	9	4	2	0	0	0	1	5	33	265	1027	1177	1232	1278	6.51	0	206
1929-30	1	81	155	709	926	281	97	32	15	7	3	1	0	0	0	1	5	39	217	844	1140	1215	1247	6.08	0	193
1930-31	0	33	121	577	707	352	95	31	14	7	3	1	0	0	0	0	5	34	206	685	790	898	1002	5.13	0	163
1931-32	0	34	192	374	703	415	81	32	14	7	3	1	0	0	0	0	4	32	235	583	873	982	1034	4.90	0	155
1932-33	0	35	278	805	802	277	98	39	17	9	4	1	0	0	0	0	6	39	262	838	1003	1157	1249	6.25	0	198
1933-34	0	49	367	821	739	205	54	22	11	5	2	0	0	0	0	0	2	26	209	849	975	1138	1584	6.02	0	191
1934-35	0	3	61	629	689	257	72	24	12	6	2	1	0	0	0	0	1	16	156	572	1011	1145	1225	4.63	0	147
1935-36	0	24	231	1234	1036	492	97	33	15	8	3	1	0	0	0	0	4	29	321	1109	1627	1832	2113	8.40	0	266
1936-37	0	16	123	1271	1254	450	110	45	19	10	5	2	0	0	0	1	5	31	253	1335	1564	1848	2207	8.72	0	277
1937-38	0	0	62	439	613	233	66	23	11	5	2	0	0	0	0	0	1	13	119	514	724	758	786	3.84	0	122
1938-39	0	4	106	518	914	331	119	36	17	9	4	1	0	0	0	0	3	27	204	668	1058	1186	1321	5.42	0	172
1939-40	0	2	64	490	396	229	53	21	11	5	2	0	0	0	0	0	1	15	125	429	674	771	888	3.37	0	107
1940-41	0	20	38	266	286	221	64	20	10	5	2	0	0	0	0	0	3	22	112	301	360	407	511	2.46	0	78
1941-42	0	1	67	236	430	108	23	11	5	2	0	0	0	0	0	0	0	8	80	350	452	610	739	2.33	0	74
1942-43	0	2	84	478	298	91	39	17	8	4	1	0	0	0	0	0	1	13	95	375	681	786	823	2.71	0	86
1943-44	0	14	58	499	639	300	46	15	8	3	1	0	0	0	0	0	1	15	98	647	737	767	847	4.18	0	132
1944-45	0	5	33	200	328	101	37	14	7	3	1	0	0	0	0	0	0	11	68	299	369	383	400	1.92	0	61
1945-46	0	4	100	756	995	355	85	30	14	7	3	1	0	0	0	0	2	21	181	982	1167	1230	1332	6.20	0	196
1946-47	0	3	104	629	661	368	88	26	12	6	3	1	0	0	0	0	2	18	247	662	837	880	998	5.02	0	159
1947-48	0	17	53	366	591	171	33	13	6	2	1	0	0	0	0	0	1	13	83	463	692	738	841	3.30	0	104
1948-49	0	13	123	465	605	198	57	27	15	8	3	1	0	0	0	0	3	24	144	452	850	903	1017	4.00	0	127
1949-50	0	5	79	559	370	128	45	19	10	4	2	0	0	0	0	0	1	15	94	387	809	876	1020	3.23	0	102
1950-51	0	4	118	784	1113	677	165	50	20	10	5	2	0	0	0	0	4	25	255	1112	1266	1444	1933	7.78	0	247
1951-52	2	11	83	362	566	769	273	68	33	17	9	4	0	1	1	3	9	36	369	619	746	1047	1678	5.81	0	184
1952-53	2	13	125	283	631	532	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	154	601	705	783	1014	4.23	0	134
1953-54	0	21	173	402	730	244	71	33	18	10	7	7	0	0	0	0	8	31	182	483	879	1159	1737	4.52	0	143
1954-55	8	33	265	1065	981	357	115	56	31	15	5	1	0	0	0	1	10	46	288	940	1441	1560	1627	7.75	100	246
1955-56	1	20	85	581	826	346	104	50	27	12	4	1	0	0	0	1	3	33	182	721	895	1039	1263	5.42	100	172
1956-57	0	15	136	447	1087	544	114	52	27	13	4	1	0	0	0	0	4	37	201	908	1163	1307	1670	6.42	100	204
1957-58	0	60	130	882	938	541	155	65	37	19	7	2	0	0	0	0	7	62	317	918	1042	1178	1258	7.49	100	238
1958-59	0	35	86	1246	959	446	147	78	48	27	13	4	0	0	0	1	15	62	212	991	1643	2154	2493	8.17	91	259
1959-60	2	18	88	645	845	262	76	38	21	9	3	1	0	0	1	1	4	30	130	813	1111	1163	1368	5.30	100	167
1960-61	0	20	250	370	725	262	96	46	23	7	1	0	0	0	0	0	1	36	234	513	801	1027	1757	4.75	98	151
1961-62	0	13	206	889	809	278	83	39	20	9	2	0	0	0	0	0	2	29	208	872	993	1030	1116	6.21	2	197
1962-63	1	62	277	807	872	317	87	37	16	6	1	0	0	0	0	0	2	34	277	838	1032	1203	1316	6.56	83	208
1963-64	0	9	90	299	536	405	100	31	12	5	1	0	0	0	0	0	1	23	189	455	693	784	1009	3.93	85	124
1964-65	0	46	171	684	1379	437	101	54	33	16	5	1	0	0	0	0	4	50	273	1090	1521	1573	2381	7.70	100	244
1965-66	0	3	95	769	1001	377	108	49	28	12	4	1	0	0	0	0	2	35	217	1026	1207	1239	1287	6.46	65	205

1966-67	1	11	63	402	854	924	186	71	39	22	7	2	0	0	0	1	6	47	233	858	1281	1403	1573	6.82	64	216
1967-68	1	10	145	503	1182	532	149	72	45	25	8	3	0	0	0	1	7	53	287	974	1284	1384	1637	7.04	100	223
1968-69	1	6	198	384	620	160	66	33	14	5	1	0	0	0	0	0	2	19	176	463	755	949	1163	3.93	100	124
1969-70	0	16	206	369	1002	475	181	65	34	15	5	1	0	0	0	0	4	51	257	690	1122	1275	1440	6.24	98	198
1970-71	0	3	91	464	548	157	50	21	7	2	1	0	0	0	0	0	1	10	121	479	695	849	999	3.55	88	113
1971-72	0	12	170	688	844	213	49	18	4	1	0	0	0	0	0	0	0	13	201	755	1099	1185	1385	5.28	60	167
1972-73	0	28	49	151	152	36	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	44	157	182	212	249	1.14	62	36
1973-74	0	33	154	469	219	43	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	63	342	614	749	913	2.46	100	78
1974-75	0	5	140	602	685	161	38	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	6	126	638	978	1020	1703	4.34	12	138
1975-76	0	0	124	260	487	149	46	14	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	119	313	621	846	954	2.86	55	90
1976-77	0	2	80	277	287	266	118	15	3	1	0	0	0	0	0	0	0	7	175	303	395	472	623	2.77	100	88
1977-78	0	3	125	248	305	73	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	69	281	394	446	550	2.04	60	65
1978-79	0	24	93	274	295	107	37	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	94	261	467	526	595	2.20	100	70
1979-80	7	25	49	150	184	47	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	54	165	240	259	296	1.24	100	39
1980-81	0	35	59	172	270	68	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	73	178	339	437	511	1.62	79	51
1981-82	0	33	104	236	118	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	166	228	459	679	1.40	100	44
1982-83	0	8	67	158	100	58	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	118	224	303	433	1.07	0	34
1983-84	0	12	26	60	52	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	58	76	86	146	0.46	100	14
1984-85	0	28	91	109	62	52	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	100	130	181	280	0.92	100	29
1985-86	0	18	87	176	186	39	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44	191	268	304	474	1.35	100	43
1986-87	0	0	73	71	203	60	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	124	224	302	370	1.08	100	34
1987-88	0	13	14	85	84	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	84	130	150	178	0.60	100	19
1988-89	0	12	119	389	662	111	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	87	540	814	896	977	3.45	99	109
1989-90	0	1	42	314	200	58	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	52	194	455	673	1005	1.66	100	53
1990-91	0	4	160	136	68	40	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	143	242	261	344	1.10	100	35
1991-92	0	0	143	180	251	95	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	97	211	335	430	590	1.83	100	58
1992-93	0	5	32	155	250	54	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	36	189	301	359	409	1.34	100	43
1993-94	0	3	64	191	168	35	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	45	157	268	340	529	1.23	100	39
1994-95	0	13	130	517	505	287	57	16	5	2	0	0	0	0	0	0	0	14	161	537	649	798	913	4.05	100	129
1995-96	0	5	82	534	505	208	38	12	4	1	0	0	0	0	0	0	0	8	153	529	702	730	860	3.67	100	116
1996-97	0	31	60	253	389	117	27	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	90	332	435	468	505	2.33	100	74
1997-98	0	10	47	301	344	117	24	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	88	331	410	437	726	2.24	100	71
1998-99	0	21	94	203	369	102	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	81	259	457	542	743	2.13	100	67
1999-00	0	6	62	1028	557	304	83	25	8	2	1	0	0	0	0	0	0	15	192	767	1300	1397	2315	5.50	100	174
2000-01	0	6	59	309	212	91	23	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	72	231	390	431	566	1.87	100	59
2001-02	0	8	81	225	354	69	13	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	59	249	469	600	662	1.99	100	63
2002-03	0	10	88	254	189	49	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	65	214	343	394	473	1.59	100	50
2003-04	0	5	184	637	660	172	45	13	4	1	0	0	0	0	0	0	0	9	165	620	822	1016	1162	4.55	100	144
2004-05	0	1	79	249	145	37	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	39	189	352	389	435	1.39	100	44
2005-06	0	21	189	354	395	98	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	106	378	590	732	961	2.85	100	90
2006-07	0	7	42	149	241	92	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	65	203	270	304	336	1.44	100	46
2007-08	0	0	43	778	974	107	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	733	1662	1994	2435	5.09	100	161
2008-09	0	32	193	354	491	129	23	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	157	424	644	751	801	3.24	100	103
2009-10	0	7	40	277	683	155	40	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	6	86	404	730	864	1668	3.19	100	101
2010-11	0	8	48	251	650	184	49	11	3	1	0	0	0	0	0	0	0	7	99	400	728	844	922	3.17	100	101
2011-12	0	2	106	430	227	61	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	67	275	544	875	1192	2.23	100	71
moy.	0	18	118	486	599	242	66	24	11	6	2	1	0	0	0	0	2	20	155	552	776	885	1063	4.15	48	132

B-4 : Débits du Sénégal, de Galougo à Bakel

Tableau B-4-1 Débits du Sénégal à Galougo, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage				médian Qm	crue					V observé (km ³)	Q (m ³ /s)		
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10		Qe30	Qe90	Qc90	Qc30	Qc10			Qc5	Qc1
1903-04	9	78	535	1769	2200	793	281	115	58	30	14	6	4	5	5	7	17	98	556	2229	2691	2760	2891	15.54	0	491
1904-05	6	41	602	2284	2128	848	374	148	72	38	19	8	4	4	4	4	16	114	762	2041	2971	3390	3643	17.36	0	550
1905-06	4	151	928	2353	1973	1671	709	241	104	55	28	13	4	4	4	4	31	206	1383	2154	2622	2929	3047	21.78	0	691
1906-07	7	161	1142	4063	3020	1162	450	166	78	41	21	9	4	5	5	7	28	150	1279	3538	4486	4836	6907	27.31	0	866
1907-08	6	32	296	876	1755	961	406	230	144	83	44	20	4	5	5	6	37	169	512	1352	1996	2227	2347	12.79	0	405
1908-09	16	102	836	2403	3061	1186	462	231	101	53	27	12	8	9	9	12	35	176	1001	2856	3580	3872	4024	22.41	0	711
1909-10	12	377	953	2943	3052	1113	670	277	128	65	34	16	4	5	5	11	47	319	1160	3119	3818	3968	4157	25.45	0	807
1910-11	7	87	520	1996	2546	990	367	146	71	37	18	8	4	4	5	6	20	128	768	2482	2879	3033	3259	17.93	0	568
1911-12	5	118	434	1458	1957	745	301	120	60	31	14	6	4	4	4	5	20	118	597	1609	2373	2446	2709	13.85	0	438
1912-13	4	33	504	1325	1976	939	266	118	59	31	15	6	4	4	4	4	13	89	617	1723	2309	2430	2673	13.93	0	442
1913-14	4	80	197	568	731	477	183	92	43	19	10	7	4	4	4	4	10	90	293	685	793	813	832	6.36	0	202
1914-15	4	64	454	1114	1419	850	220	97	50	25	12	5	4	4	4	4	12	89	569	1265	1618	1846	1917	11.40	0	362
1915-16	4	115	610	1889	1995	950	352	191	90	47	24	10	4	4	4	5	28	164	731	1992	2372	2659	2759	16.59	0	525
1916-17	5	33	830	1858	2589	1161	362	177	83	44	22	10	4	4	4	5	16	132	898	2274	2787	3068	3245	18.95	0	601
1917-18	5	49	243	1827	2529	829	272	120	59	31	15	6	4	4	4	5	18	89	417	2296	2949	3223	3763	15.77	0	500
1918-19	6	172	743	2624	3045	1646	408	147	71	37	18	8	4	4	4	5	26	153	1035	2830	4223	4313	4647	23.58	0	748
1919-20	9	185	386	1537	1747	807	260	159	88	49	24	10	5	5	6	8	33	161	607	1637	2119	2285	2792	13.89	0	439
1920-21	12	192	361	2044	2940	934	291	118	59	31	15	6	4	4	5	6	22	143	525	2568	3231	4158	5110	18.45	0	585
1921-22	5	139	286	1230	1822	625	123	61	31	14	6	4	4	4	4	4	8	71	349	1610	2057	2229	2482	11.46	0	363
1922-23	4	64	454	2698	4545	1925	590	204	82	43	22	9	4	4	4	4	21	142	1124	3591	5068	5851	6030	28.04	0	889
1923-24	5	85	485	1693	2703	1032	545	197	109	57	29	12	4	4	4	5	33	166	712	2417	3056	3305	3472	18.32	0	579
1924-25	6	182	1430	3162	3629	1658	533	175	81	43	22	9	4	4	5	7	22	158	1426	3517	4030	4074	4138	28.89	0	916
1925-26	10	130	313	1953	2729	2059	615	202	90	48	24	11	7	7	8	9	26	170	1104	2683	3116	3309	3541	21.60	0	685
1926-27	5	137	463	1467	1551	783	526	189	100	54	28	12	4	4	4	5	29	180	665	1529	1765	1886	1992	14.03	0	445
1927-28	5	87	496	2341	3242	2016	751	253	99	51	26	12	4	4	4	6	28	164	1102	2952	3461	3979	4092	24.76	0	783
1928-29	5	86	354	2644	3192	1440	638	220	95	50	26	11	4	4	5	7	26	157	1077	3289	3802	3899	4009	23.11	0	733
1929-30	7	356	673	2373	3058	1124	460	159	75	40	20	8	4	4	5	6	27	190	926	2790	3653	3873	3960	22.03	0	698
1930-31	5	149	510	2005	2398	1362	456	153	73	39	19	8	4	4	4	5	25	167	863	2306	2585	2838	3334	18.95	0	601
1931-32	5	152	756	1430	2359	1536	393	164	73	38	18	8	4	4	4	5	23	155	1019	2025	2886	3178	3425	18.31	0	579
1932-33	4	153	1028	2674	2674	1115	468	197	89	47	24	10	4	4	4	5	29	188	1085	2789	3299	3706	3956	22.42	0	711
1933-34	5	211	1322	2732	2479	861	271	112	56	29	14	6	4	4	4	5	15	123	892	2767	3197	3512	4731	21.42	0	679
1934-35	4	13	267	2120	2394	1059	352	120	60	32	15	6	4	4	4	4	10	82	677	2055	3381	3656	3921	17.01	0	539
1935-36	4	101	929	3700	3351	1777	466	165	78	41	20	9	4	4	4	4	20	139	1232	3535	4735	5109	5708	28.15	0	890
1936-37	4	69	524	3781	3916	1648	514	221	97	51	26	12	4	4	4	5	27	150	1038	4105	4588	5100	5861	28.69	0	910
1937-38	5	4	278	1593	2160	961	326	114	57	30	14	6	4	4	4	4	8	65	551	1911	2442	2516	2596	14.64	0	464
1938-39	4	14	460	1823	3001	1294	554	178	88	46	24	10	4	4	4	4	16	130	867	2277	3507	3762	4106	19.76	0	626

1939-40	5	8	284	1721	1506	961	266	108	55	28	13	6	4	4	4	4	10	75	581	1650	2294	2520	2958	13.13	0	415
1940-41	4	93	178	1038	1124	922	316	102	52	27	12	5	4	4	4	4	17	105	535	1165	1352	1488	1965	10.23	0	325
1941-42	4	8	299	938	1598	506	116	57	29	13	6	4	4	4	4	4	5	41	379	1306	1759	2132	2504	9.43	0	299
1942-43	4	10	374	1695	1184	435	196	88	45	23	10	5	4	4	4	4	7	63	444	1399	2270	2573	2712	10.77	0	341
1943-44	4	61	269	1739	2206	1181	233	79	40	20	9	4	4	4	4	4	9	73	459	2192	2492	2564	2822	15.44	0	488
1944-45	4	16	159	807	1262	476	189	74	38	18	8	4	4	4	4	4	6	58	323	1153	1362	1417	1518	8.05	0	255
1945-46	4	13	435	2495	3248	1352	411	150	72	38	19	8	4	4	4	4	13	102	784	3247	3707	3850	4164	21.75	0	690
1946-47	4	12	421	2140	2274	1399	425	133	64	33	16	7	4	4	4	4	12	88	1058	2241	2743	2937	3290	18.31	0	581
1947-48	4	74	247	1408	2074	745	170	66	34	16	7	4	4	4	4	4	9	63	396	1799	2332	2485	2789	12.78	0	404
1948-49	4	55	550	1658	2137	842	282	133	77	41	20	8	4	4	4	5	19	117	651	1763	2730	2979	3384	15.33	0	486
1949-50	5	21	341	1921	1406	587	222	98	50	25	12	5	4	4	4	5	10	75	439	1458	2642	2908	3406	12.42	0	394
1950-51	4	21	494	2511	3579	2318	732	251	101	52	26	12	4	4	4	4	21	122	1046	3551	3961	4418	5396	26.66	0	846
1951-52	12	54	370	1369	1989	2566	1114	331	163	88	47	23	3	6	7	16	46	173	1344	2151	2463	3479	5006	21.48	100	679
1952-53	9	38	509	1267	2153	1817	398	160	82	44	29	15	6	7	7	11	29	123	845	2037	2797	3463	4397	17.23	100	546
1953-54	5	162	835	1381	2200	982	346	163	93	53	30	16	2	2	2	5	33	165	836	1814	2424	2991	3456	16.53	100	524
1954-55	27	226	1036	3478	2957	1273	564	319	146	80	45	35	12	13	15	33	55	258	1030	2869	4194	4426	5488	26.94	100	854
1955-56	37	189	685	2907	3154	1694	617	282	148	84	47	25	17	19	22	29	64	265	1015	3085	3559	3845	4150	26.07	100	825
1956-57	15	65	449	2291	3168	1666	495	215	112	64	38	19	13	14	14	15	38	167	877	2882	3480	3687	4426	22.69	100	719
1957-58	9	209	551	2577	3093	2390	746	284	144	78	43	23	6	6	7	10	43	261	1300	2967	3567	3718	3939	26.81	100	850
1958-59	20	154	513	3913	2850	1507	663	348	172	91	53	27	13	14	16	24	63	245	847	3010	4783	6137	7571	27.27	93	865
1959-60	27	170	457	2100	2780	899	372	158	85	51	27	14	9	10	12	16	43	161	649	2469	3442	3945	4489	18.82	100	595
1960-61	6	78	838	1420	2085	1020	388	150	77	49	27	13	4	4	5	8	33	120	953	1706	2153	2491	3405	16.24	100	515
1961-62	5	71	713	2682	3549	1000	375	150	78	46	24	10	4	4	4	7	24	119	798	3075	4055	4400	4528	22.96	94	728
1962-63	8	91	514	1906	2461	1300	480	198	95	56	28	13	6	6	6	9	30	151	954	2397	2801	2919	3094	18.87	100	599
1963-64	5	7	382	1269	2140	1760	494	168	84	46	24	10	3	3	3	4	16	108	856	2002	2412	2637	3203	16.88	100	534
1964-65	5	162	572	2070	3984	1356	438	208	110	61	32	16	3	4	4	6	33	199	875	3168	4314	4723	5479	23.73	100	752
1965-66	7	97	481	2398	3090	1404	479	189	102	58	32	18	3	3	4	6	30	154	764	2876	3429	3730	4336	22.04	100	699
1966-67	13	56	276	1369	2331	2629	631	234	114	66	37	19	8	8	9	15	38	158	908	2441	3364	3584	4116	20.54	100	651
1967-68	12	86	532	2317	3767	1935	582	256	142	85	46	23	8	9	11	16	42	199	1178	3468	3898	4106	4303	25.80	97	816
1968-69	17	84	389	1050	1784	710	241	126	62	36	18	7	4	4	5	11	24	101	635	1261	2054	2617	2864	11.92	100	378
1969-70	3	39	599	1397	2824	1781	707	234	109	61	31	16	2	2	3	3	28	162	944	2211	3318	3492	3600	20.57	100	652
1970-71	7	33	283	1914	2228	647	222	100	54	33	17	7	4	4	4	6	19	64	503	2029	2577	2856	3373	14.63	100	464
1971-72	5	24	450	2294	2089	604	185	86	46	27	13	4	2	3	3	4	11	67	560	2129	2902	3556	3842	15.40	100	487
1972-73	1	81	301	769	1011	469	177	89	44	25	12	4	1	1	1	2	12	84	419	871	1083	1212	1588	7.88	100	250
1973-74	1	124	352	1602	1178	424	141	59	33	20	9	3	0	1	1	2	13	66	402	1332	1744	2217	2734	10.44	100	331
1974-75	1	38	582	2255	2005	886	230	87	46	28	14	5	0	0	0	1	11	75	745	1923	3396	4012	5562	16.34	100	518
1975-76	2	16	423	1066	2184	801	259	98	52	29	15	5	0	0	0	1	11	68	600	1549	2372	3064	3604	13.04	100	412
1976-77	2	19	389	1118	893	846	673	153	70	39	20	9	1	1	1	2	16	105	706	1051	1506	1705	1935	11.19	100	355
1977-78	5	11	197	671	1119	409	124	45	23	12	6	2	1	1	1	3	5	36	297	894	1397	1441	1541	6.91	32	219
1978-79	0	44	250	976	1233	819	271	86	46	24	13	5	0	0	0	1	13	71	570	1082	1370	1608	2174	9.95	100	315
1979-80	7	70	249	715	803	400	200	67	36	19	8	2	1	1	1	2	11	67	357	787	951	1012	1190	6.80	100	215
1980-81	0	45	281	1038	1396	313	128	60	31	18	9	3	0	0	0	0	9	54	285	1071	1775	2363	2549	8.75	100	278
1981-82	12	77	335	1263	920	435	132	56	33	20	9	3	1	1	1	3	17	48	337	1064	1292	1547	1959	8.72	100	277
1982-83	1	4	202	896	866	353	132	53	32	16	7	2	0	0	0	0	5	42	300	807	1339	1546	1686	6.77	99	215
1983-84	0	28	273	578	666	313	93	43	24	14	5	1	0	0	0	0	3	37	280	585	817	970	1098	5.39	100	170
1984-85	0	26	367	517	393	400	85	37	19	10	3	0	0	0	0	0	3	29	322	554	640	667	678	4.93	93	156
1985-86	0	0	251	1003	1043	327	88	37	21	12	5	1	0	0	0	0	1	26	324	1097	1363	1422	1739	7.37	53	234

1986-87	0	0	222	573	1319	499	167	56	31	17	8	2	0	0	0	0	3	35	303	1025	1481	1683	1942	7.62	100	242
1987-88	0	28	75	283	753	423	53	50	67	51	33	3	0	0	0	0	16	54	116	608	871	1011	1080	4.79	94	151
1988-89	70	52	195	468	1878	382	26	10	4	24	32	39	0	0	1	3	15	47	209	989	2475	2588	2641	8.34	100	264
1989-90	44	85	104	594	997	523	126	17	29	44	45	36	2	2	3	9	37	55	159	833	1438	1479	1507	6.96	22	221
1990-91	42	56	207	321	431	304	133	44	53	59	71	62	26	29	30	36	56	64	254	379	615	649	677	4.71	89	149
1991-92	60	52	186	445	673	646	220	105	73	118	184	176	49	50	50	53	68	167	230	687	1218	1612	1966	7.75	96	245
1992-93	170	212	317	278	1177	268	301	94	77	163	176	115	68	69	73	82	132	179	288	372	1622	1692	1881	8.77	100	278
1993-94	132	123	344	313	947	231	162	4	68	86	110	117	1	1	1	4	82	121	248	493	1307	1745	1941	6.93	100	220
1994-95	115	158	295	1052	1746	640	1135	1063	434	122	104	53	45	45	45	61	115	285	978	1324	2368	2471	2567	18.23	100	578
1995-96	77	153	317	1259	1506	344	104	131	146	175	221	126	55	56	59	71	109	179	338	1262	2206	2295	2640	12.02	100	380
1996-97	86	103	322	511	872	238	170	126	77	86	95	64	56	59	60	62	77	95	279	525	1023	1502	2457	7.24	97	230
1997-98	61	167	287	433	1406	251	42	42	74	79	112	112	31	32	33	43	62	110	271	806	1520	1874	2464	8.04	100	255
1998-99	117	228	312	663	1121	186	62	79	80	105	109	105	33	38	44	73	85	113	275	720	1912	2124	2304	8.32	100	264
1999-00	115	177	163	1411	1290	1342	585	266	160	100	98	105	78	81	81	86	112	198	713	1477	1996	2226	2952	15.36	100	486
2000-01	125	298	301	440	1592	195	247	27	58	94	94	97	18	19	19	25	93	135	317	569	2064	2576	2961	9.34	100	296
2001-02	100	107	194	548	1226	478	342	275	174	118	114	113	78	84	89	99	110	187	333	702	1496	2258	2955	9.96	100	316
2002-03	111	144	312	502	1167	281	175	185	165	173	160	165	87	106	108	112	145	182	289	720	1257	1733	2163	9.30	100	295
2003-04	146	186	520	1027	1535	819	383	184	167	181	250	272	111	122	133	149	173	264	605	1238	1746	2258	2526	14.95	100	473
2004-05	239	211	338	509	407	241	203	158	121	142	180	218	101	107	110	126	163	217	271	474	600	637	768	7.82	99	248
2005-06	202	267	563	773	671	377	281	223	164	166	232	249	130	140	152	162	207	260	401	711	982	1093	1304	11.00	66	349
2006-07	238	300	371	403	495	343	256	157	122	158	170	157	105	110	117	126	160	238	355	469	534	546	560	8.35	84	265
2007-08	156	166	349	1294	1440	212	171	129	137	160	186	188	74	102	117	128	152	178	237	1226	1901	2792	3594	12.10	62	383
2008-09	248	352	463	705	811	421	184	87	120	145	236	244	69	81	83	102	158	259	446	702	1058	1144	1209	10.58	78	336
2009-10	270	343	407	772	780	507	202	71	107	194	206	250	57	62	67	78	178	268	431	840	928	961	1000	10.83	71	343
2010-11	248	272	409	748	1249	515	222	176	211	269	248	283	117	126	134	173	234	276	464	930	1358	1537	1640	12.74	0	404
2011-12	318	332	424	914	539	275	117	104											381	585	1128	1658	2244			
moy.	37	109	454	1573	1981	946	350	151	85	59	48	38	16	17	18	22	42	135	654	1808	2442	2734	3120	15.46	51	490

Tableau B-4-2 Débits du Sénégal à Gouina, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

régime observé	débit moyen mensuel (m³/s)												débits caractéristiques (m³/s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km³)	(% V)
1903-04	11	86	534	1745	2211	775	297	134	68	35	17	8	6	6	7	9	21	112	521	2245	2698	2749	2944	15.63	0	494
1904-05	8	44	597	2281	2165	820	377	170	84	45	23	10	5	5	6	6	20	134	725	2095	2930	3372	3682	17.50	0	555
1905-06	6	160	912	2358	1996	1705	692	261	122	64	34	16	5	5	5	6	36	226	1412	2163	2648	2939	3068	22.03	0	699
1906-07	8	172	1122	4071	3046	1160	442	188	91	49	25	11	6	6	7	9	33	170	1268	3580	4468	4960	7273	27.49	0	872
1907-08	8	35	304	859	1775	942	405	250	166	97	52	24	5	6	7	8	43	193	489	1374	2021	2219	2355	12.96	0	410
1908-09	18	109	820	2381	3076	1188	453	251	119	63	33	15	10	11	11	15	42	196	987	2838	3550	3885	4052	22.50	0	714
1909-10	12	373	941	2925	3084	1101	655	293	149	77	41	20	6	6	7	13	55	330	1121	3108	3824	3983	4205	25.53	0	809
1910-11	9	95	503	1995	2545	977	372	168	83	44	22	10	5	5	6	8	24	148	733	2485	2862	2994	3273	18.00	0	571
1911-12	6	130	423	1454	1973	716	314	140	70	37	18	8	5	6	6	6	24	136	567	1659	2360	2421	2700	13.95	0	441
1912-13	6	37	491	1319	1995	931	283	137	70	37	18	8	5	5	5	5	16	102	582	1720	2322	2411	2665	14.07	0	446
1913-14	6	89	218	538	696	467	206	108	51	23	12	8	5	5	5	6	13	104	311	644	756	781	806	6.39	0	203
1914-15	6	70	438	1097	1427	846	241	114	59	30	14	7	5	5	5	6	15	102	537	1264	1642	1887	1966	11.49	0	364

1992-93	197	241	361	305	1290	316	346	129	96	195	204	142	82	85	89	105	163	213	332	468	1690	1799	1890	10.01	93	317
1993-94	157	150	409	402	1107	283	214	6	70	103	130	141	0	0	0	7	108	147	311	605	1418	1953	2110	8.33	95	264
1994-95	138	190	415	1109	1919	751	1143	1068	491	148	121	62	49	53	59	68	138	343	1027	1477	2478	2560	2600	19.91	91	631
1995-96	79	158	355	1297	1754	437	163	154	157	184	233	139	58	61	62	100	146	192	364	1531	2311	2366	2665	13.47	96	426
1996-97	98	109	336	510	992	276	192	140	86	98	105	70	63	63	64	67	89	106	305	573	1171	1622	2255	7.92	100	251
1997-98	63	161	325	516	1378	285	55	46	80	92	137	135	35	37	38	47	64	132	283	935	1452	1619	2244	8.59	100	272
1998-99	142	232	346	710	1495	270	88	98	97	123	128	119	53	59	77	94	106	136	295	1062	1954	2163	2646	10.11	100	320
1999-00	129	196	245	1475	1620	1405	671	317	204	140	135	141	107	113	114	123	139	243	786	1645	2177	2349	2671	17.64	100	558
2000-01	155	334	352	569	1603	292	295	53	77	131	120	120	24	26	28	36	119	210	368	731	2080	2387	2680	10.75	100	341
2001-02	122	135	253	535	1326	537	379	320	234	161	152	154	82	114	119	124	152	255	373	822	1420	2067	2714	11.33	100	359
2002-03	157	181	336	662	1288	357	227	230	206	208	208	201	141	153	156	158	189	230	333	836	1311	1679	2169	11.20	100	355
2003-04	173	208	614	1350	1698	966	458	232	210	219	283	284	143	152	155	175	213	294	724	1479	1903	2345	2481	17.67	100	559
2004-05	266	246	407	618	540	296	252	204	160	177	216	263	137	142	148	160	209	253	327	585	752	794	872	9.61	100	305
2005-06	240	313	606	821	941	589	321	251	193	202	246	272	151	157	178	199	232	287	543	870	1152	1357	1558	13.17	100	418
2006-07	298	325	384	507	594	417	298	178	154	181	169	170	140	144	146	155	172	288	392	584	620	653	695	9.68	100	307
2007-08	171	177	386	1303	1641	333	194	138	136	166	198	232	81	109	117	131	162	199	326	1328	2249	2629	2981	13.36	100	423
2008-09	255	372	569	840	1042	567	208	96	125	168	243	253	56	75	84	108	169	265	538	934	1330	1377	1485	12.49	100	396
2009-10	267	359	445	886	1429	613	259	94	117	215	232	280	62	68	73	93	210	288	484	1127	1488	1723	2247	13.66	100	433
2010-11	279	304	436	783	1273	570	262	190	242	299	278	316	128	140	149	197	264	311	500	999	1369	1543	1664	13.75	99	436
2011-12	350	371	454	924	599	321	136	117											428	619	1143	1698	2285			
moy.	39	109	469	1574	2043	1005	395	177	99	68	53	41	16	18	19	23	46	155	696	1841	2497	2793	3222	16.08	86	510

Tableau B-4-4 Débits du Sénégal à Kayes, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusqu'en juin 1987, puis reconstitué)

régime naturel année	débit moyen mensuel (m³/s)												débits caractéristiques (m³/s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian Qm	crue					V (km³)	observé (% V)	Q (m³/s)
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90		Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1			
1987-88	3	10	118	690	938	589	185	69	32	13	3	0	0	0	0	0	3	53	315	884	1004	1054	1142	7.00	0	221
1988-89	0	17	372	1324	2072	615	166	65	30	12	3	0	0	0	0	0	2	49	492	1642	2475	2588	3037	12.32	0	391
1989-90	0	5	182	1504	1502	665	178	69	32	13	3	0	0	0	0	0	2	46	337	1394	2323	2743	3035	10.97	0	348
1990-91	0	15	552	1004	802	438	165	65	30	12	3	0	0	0	0	0	1	49	464	963	1125	1179	1193	8.18	0	259
1991-92	0	4	453	1246	1388	811	248	79	37	15	4	0	0	0	0	0	3	50	730	1237	1784	2074	2424	11.34	0	358
1992-93	2	25	312	760	1315	492	155	59	27	10	2	0	0	0	0	0	6	39	453	969	1441	1737	2179	8.33	0	264
1993-94	0	25	257	863	1183	379	164	58	27	10	2	0	0	0	0	0	3	42	318	919	1239	1638	1962	7.83	0	248
1994-95	0	39	457	1555	1985	1393	528	197	85	41	18	5	0	0	0	0	17	119	791	1989	2198	2389	2471	16.65	0	528
1995-96	1	26	212	1796	1901	951	260	110	62	30	11	2	0	0	0	1	13	74	621	1823	2354	2494	2666	14.17	0	448
1996-97	4	76	309	1120	1541	704	217	84	42	18	6	3	0	1	1	2	10	85	501	1359	1640	1772	1941	10.88	0	345
1997-98	12	154	418	1163	1507	732	219	84	39	17	5	1	0	0	0	2	12	95	477	1395	1687	1709	1877	11.48	0	364
1998-99	2	43	304	1502	1982	872	223	90	47	21	7	1	0	0	0	0	10	75	581	1745	2389	2550	2730	13.44	0	426
1999-00	0	18	271	2234	2193	1500	488	168	82	44	20	6	0	0	0	0	16	100	885	2395	3119	3312	3508	18.57	0	587
2000-01	1	24	307	1210	1309	799	278	106	55	26	9	2	0	0	0	1	11	70	683	1149	1592	1733	2214	10.91	0	346
2001-02	0	28	411	1200	1731	645	197	68	32	13	3	0	0	0	0	0	2	55	454	1433	2069	2208	2554	11.42	0	362
2002-03	0	13	423	1538	1292	594	223	84	40	17	5	1	0	0	0	0	3	60	539	1368	1857	1934	2119	11.19	0	355
2003-04	1	25	819	2187	2449	984	434	133	65	32	12	3	0	0	0	1	14	86	926	2441	2799	3007	3523	18.88	0	597

2004-05	0	26	507	1102	1202	508	237	90	45	20	7	1	0	0	0	0	7	74	419	1229	1389	1464	1603	9.90	0	314
2005-06	0	139	729	1438	1566	862	198	78	37	16	4	0	0	0	0	6	79	699	1486	2124	2318	2491	13.40	0	425	
2006-07	7	61	284	914	1125	761	260	80	38	16	5	1	0	0	0	12	71	488	1112	1309	1397	1460	9.38	0	297	
2007-08	0	0	336	2036	2585	680	246	84	40	17	5	1	0	0	0	1	46	520	2155	3294	3620	4086	15.90	0	503	
2008-09	0	62	597	1594	1696	876	280	89	44	19	6	1	0	0	0	8	82	666	1516	2186	2341	2559	13.91	0	441	
2009-10	0	15	188	1342	2409	1003	327	111	56	26	10	2	0	0	0	7	84	617	1870	2574	2797	3124	14.46	0	458	
2010-11	0	35	240	1266	2461	1060	442	136	61	30	12	2	0	0	0	13	87	670	1684	2697	3409	3735	15.12	0	480	
2011-12	0	28	520	1478	1363	674	204	78	38	16	4	0	0	0	0	4	62	595	1250	2054	2662	3165	11.66	0	369	
moy.	1	36	383	1363	1660	783	261	93	45	20	7	1	0	0	0	7	69	570	1496	2029	2245	2512	12.29	0	389	

Tableau B-4-5 Débits du Sénégal à Bakel, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V observé (km ³)	(% V)	Q (m ³ /s)
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90		Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1			
1903-04	7	63	652	2284	3038	1190	492	198	124	67	31	11	4	4	5	8	30	162	770	2950	3574	3684	4026	21.52	0	681
1904-05	3	29	792	2803	3192	1166	580	276	146	81	42	17	2	2	2	5	28	207	1010	2938	3672	4264	5027	24.10	99	764
1905-06	6	241	1080	2844	2463	2467	1080	372	198	111	57	25	3	3	4	9	56	331	1923	2784	3366	3521	3829	28.95	99	918
1906-07	8	157	1294	6533	4306	1700	852	464	255	144	78	37	4	5	6	13	88	368	1690	4945	8253	9011	10400	41.89	97	1328
1907-08	14	23	450	1051	2323	1379	618	336	188	108	57	25	3	3	4	10	43	223	766	1906	2614	2857	2940	17.32	94	548
1908-09	8	85	879	2437	3653	1438	508	240	132	70	33	12	3	3	4	8	30	205	1085	3298	4093	4220	4381	25.05	94	794
1909-10	3	298	1077	3188	4304	1366	581	262	145	77	38	15	2	2	2	6	48	276	1283	3307	5426	5536	6058	29.94	97	950
1910-11	4	84	764	2364	2983	1273	463	224	120	63	29	10	1	1	2	4	28	189	1091	2896	3313	3580	3830	22.13	88	702
1911-12	3	118	522	1689	2501	954	428	232	127	65	30	11	1	1	2	4	37	194	724	1946	3002	3078	3413	17.62	91	557
1912-13	3	24	678	1598	2510	1336	431	241	136	73	34	13	1	1	1	2	26	181	815	2287	2698	2852	3499	18.68	90	592
1913-14	4	70	342	757	974	691	254	122	57	23	9	5	1	1	1	3	9	108	453	937	1049	1076	1134	8.74	87	277
1914-15	2	45	563	1426	1597	1051	372	210	115	63	30	11	1	1	1	2	26	161	716	1585	1825	2049	2213	14.50	71	460
1915-16	3	94	685	2109	2582	1229	354	197	107	54	24	9	1	1	2	4	25	169	844	2588	2963	3074	3284	19.67	92	622
1916-17	4	3	783	1975	3332	1620	397	220	120	63	30	11	1	1	2	4	17	152	1046	2862	3670	4186	4378	22.58	91	716
1917-18	3	7	306	2279	3544	1141	326	189	98	52	22	6	0	1	1	2	13	120	527	2994	4298	5137	5257	21.01	93	666
1918-19	2	172	965	3818	5643	2555	641	340	210	124	70	32	1	1	1	3	79	298	1503	4923	6628	7354	8182	38.44	95	1219
1919-20	11	67	449	1958	2352	1046	359	209	116	63	30	11	4	5	6	9	30	152	680	2110	2691	3063	3780	17.61	89	557
1920-21	4	227	566	2792	4374	1306	602	291	166	92	46	18	2	2	2	5	59	274	716	3720	5218	5946	6293	27.60	92	875
1921-22	6	138	401	1395	2247	739	277	154	81	40	16	5	2	2	3	4	18	152	465	1968	2496	2809	3051	14.49	84	459
1922-23	1	28	428	3535	7532	2795	774	317	164	93	47	21	0	0	0	1	38	206	1465	5445	8827	9519	10060	41.40	98	1313
1923-24	7	74	691	2057	3785	1477	761	274	142	75	37	13	2	3	3	7	37	204	972	3095	4068	4552	4908	24.75	93	783
1924-25	4	158	1580	4313	5821	2491	812	381	217	126	66	29	1	2	2	5	55	316	1882	5609	6387	6854	7190	42.23	98	1339
1925-26	10	107	425	2479	3339	2508	770	334	194	109	58	26	5	6	8	16	53	264	1289	3232	3785	3971	4514	27.35	95	867
1926-27	9	127	548	1770	1908	1011	737	262	132	71	35	13	3	3	4	8	32	224	832	1958	2206	2270	2453	17.48	90	554
1927-28	4	72	846	3021	5052	2723	897	381	212	119	62	29	1	1	2	4	57	283	1334	4067	5818	6801	7324	35.39	91	1119
1928-29	10	45	371	3255	4799	1768	703	244	133	71	32	11	3	3	4	7	27	180	1099	4502	5634	5920	6063	30.15	98	956
1929-30	3	312	923	3138	4606	1359	429	224	124	65	31	11	1	2	2	5	38	234	1020	3892	5452	5923	6091	29.59	96	938
1930-31	3	135	720	2791	3443	1952	601	299	174	95	50	23	1	1	2	4	54	251	1234	3359	3830	4243	4833	27.16	90	861
1931-32	7	152	1076	1875	2847	2151	543	277	159	85	44	17	2	3	3	8	41	251	1353	2663	3780	4140	4352	24.41	95	772
1932-33	5	104	940	2949	3146	1422	451	235	132	69	35	14	2	2	3	7	41	184	1177	3116	3783	4545	5165	25.11	92	796

1982-83	0	0	242	1166	1362	560	219	81	38	17	4	1	0	0	0	0	1	49	434	1291	1995	2123	2211	9.74	100	309
1983-84	0	80	378	691	827	435	138	55	26	10	2	0	0	0	0	0	2	49	404	757	1001	1135	1218	6.98	100	221
1984-85	0	39	478	764	576	545	136	51	19	8	1	0	0	0	0	0	1	43	483	763	854	881	903	6.94	100	220
1985-86	0	0	399	1433	1649	563	155	57	22	10	3	1	0	0	0	0	1	31	557	1603	1974	2088	2447	11.34	100	359
1986-87	0	0	255	696	1888	848	254	87	41	20	8	3	0	0	0	0	3	48	439	1401	2196	2432	2729	10.79	100	342
1987-88	1	0	117	482	937	641	126	62	78	55	51	4	0	0	0	0	7	75	220	841	1130	1232	1262	6.74	100	213
1988-89	56	100	314	934	2797	701	88	25	9	10	37	37	0	0	0	5	17	59	442	1877	3319	3895	4045	13.42	100	426
1989-90	42	99	260	1294	1798	787	234	39	28	49	51	34	9	10	12	22	39	64	386	1645	2541	2715	2956	12.43	100	394
1990-91	37	60	352	638	673	509	203	46	57	61	71	63	30	32	33	35	56	67	442	689	878	924	997	7.32	98	232
1991-92	58	48	295	1154	1401	956	337	163	88	127	221	211	42	42	45	52	87	213	527	1328	2062	2365	2764	13.36	100	422
1992-93	201	251	483	399	1732	393	379	142	88	184	203	140	74	78	80	96	166	225	391	713	2207	2283	2402	12.04	100	382
1993-94	148	145	489	601	1682	421	279	11	58	88	116	128	2	3	4	9	96	138	468	862	1967	2594	2715	10.94	100	347
1994-95	123	196	544	1803	2938	1200	1184	1043	547	197	156	85	72	74	82	95	155	470	1169	2325	3473	3607	3754	26.40	100	837
1995-96	100	188	371	1726	2380	709	303	250	231	261	304	222	82	83	84	129	222	273	465	2100	3021	3113	3336	18.56	100	587
1996-97	164	166	396	555	1484	430	247	161	102	113	119	86	76	77	77	95	114	159	368	943	1608	2097	2544	10.57	100	335
1997-98	75	167	385	796	1807	546	118	70	92	99	131	133	62	63	65	72	84	133	382	1274	2019	2170	2542	11.62	100	368
1998-99	138	226	406	1087	2512	496	140	120	108	126	133	118	93	96	102	108	122	140	393	1735	2764	3102	3592	14.73	100	467
1999-00	131	185	407	2117	2755	1883	771	353	217	140	131	129	105	110	112	123	136	268	915	2539	3410	4220	4362	24.34	100	770
2000-01	132	316	434	969	1946	477	331	75	66	114	112	113	30	32	36	50	110	256	460	1160	2360	2673	2816	13.36	100	424
2001-02	113	121	384	719	1955	679	387	320	220	140	132	123	83	101	106	115	126	251	435	1113	2261	2685	3038	13.92	100	441
2002-03	126	156	340	915	1568	447	219	208	189	179	175	171	121	124	125	127	162	204	354	1227	1738	2018	2411	12.34	100	391
2003-04	149	175	800	2309	2807	1217	528	245	201	195	254	265	123	131	137	149	201	272	949	2735	3015	3418	3680	24.14	100	763
2004-05	242	229	640	899	1018	389	263	191	151	155	189	236	131	136	139	147	189	234	384	1031	1464	1587	1776	12.14	100	385
2005-06	201	306	638	1186	1481	909	349	250	191	179	207	248	152	159	171	179	200	273	608	1616	1901	2017	2146	16.21	100	514
2006-07	248	267	398	708	876	571	309	177	138	133	162	161	120	123	124	134	159	246	439	888	954	989	1018	10.94	100	347
2007-08	176	177	454	1583	2409	594	237	165	147	173	178	212	119	126	133	150	171	193	532	1699	3223	3682	3803	17.13	100	542
2008-09	199	307	765	1100	1714	931	275	133	105	134	202	240	88	91	93	106	167	237	730	1390	2175	2372	2502	16.09	100	510
2009-10	278	328	532	1332	2365	907	349	127	114	197	212	219	65	70	74	86	205	282	549	1846	2651	2866	2992	18.31	99	581
2010-11	241	291	491	1106	2320	888	340	199	220	254	240	260	155	165	172	204	234	271	622	1639	2639	2812	2952	18.00	100	571
2011-12	297	327	422	1449	1232	501	209	143											443	838	2671	3506	3717			
moy.	37	103	564	2066	2932	1353	476	221	130	84	61	44	19	20	21	25	53	186	857	2570	3607	3984	4311	21.37	96	677

Tableau B-4-6 Débits du Sénégal à Bakel, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)

régime naturel année	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)							écoulement annuel						
	mois												étiage				médian Qm	crue			V (km ³)	observé (% V)	Q (m ³ /s)			
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30		Qe90	Qc90	Qc30				Qc10	Qc5	Qc1
1987-88	1	0	123	811	1140	761	235	81	37	14	4	1	0	0	0	0	2	56	385	1088	1235	1266	1374	8.47	0	268
1988-89	0	15	470	1675	3023	807	203	79	37	14	4	1	0	0	0	0	3	57	568	2152	3502	3997	4473	16.67	0	529
1989-90	0	3	217	1970	2252	825	225	84	39	15	5	1	0	0	0	0	3	58	410	2091	3360	3794	3905	14.88	0	472
1990-91	0	11	639	1273	1067	569	197	76	35	13	4	1	0	0	0	0	2	56	569	1236	1402	1463	1548	10.29	0	326
1991-92	0	3	489	1776	2001	1040	307	94	45	18	6	2	0	0	0	0	4	59	875	1634	2552	2865	3271	15.28	0	483
1992-93	2	28	363	851	1746	601	183	70	32	12	4	1	0	0	0	1	7	46	531	1162	1842	2316	2725	10.25	0	325
1993-94	0	23	280	1053	1754	538	196	75	34	13	4	1	0	0	0	0	4	50	385	1391	1778	2252	2633	10.47	0	332
1994-95	0	40	525	2277	2951	1895	633	241	102	48	20	7	0	0	0	0	18	139	990	2900	3171	3356	3464	23.08	0	732
1995-96	2	24	216	2229	2511	1228	321	131	72	34	13	4	0	1	1	2	12	82	739	2297	3093	3216	3310	17.92	0	567
1996-97	4	74	328	1216	1961	898	267	100	49	21	7	2	0	1	2	2	10	92	625	1646	2180	2321	2397	12.99	0	412
1997-98	8	157	470	1434	1926	1007	280	104	49	21	7	2	1	1	1	3	12	104	581	1713	2148	2321	2444	14.42	0	457
1998-99	1	37	321	1914	2948	1122	286	108	52	22	8	2	0	0	0	1	9	83	659	2461	3577	3708	4470	17.98	0	570
1999-00	1	15	325	2822	3385	1996	617	212	97	51	21	7	0	0	0	1	16	120	1096	3204	4457	4984	5193	25.22	0	798
2000-01	2	18	370	1586	1671	1005	348	127	64	29	11	3	0	1	1	2	11	81	807	1521	2048	2257	2768	13.83	0	439
2001-02	1	20	516	1429	2312	822	253	93	46	19	6	2	0	0	0	1	5	71	545	1755	2909	3077	3120	14.55	0	461
2002-03	0	7	460	1776	1604	707	267	97	45	19	6	2	0	0	0	0	4	68	623	1779	2185	2275	2505	13.20	0	418
2003-04	1	19	981	3104	3603	1252	548	173	80	39	15	5	0	0	0	2	15	106	1139	3618	3962	4060	4645	25.93	0	820
2004-05	1	20	721	1396	1674	652	287	108	54	23	8	2	0	0	1	1	7	84	552	1573	2122	2284	2324	13.08	0	415
2005-06	1	127	792	1781	2126	1200	260	98	46	19	6	2	0	0	0	1	8	92	759	2102	2838	3020	3405	17.08	0	541
2006-07	5	59	311	1094	1396	932	320	98	45	19	6	2	0	0	1	1	12	81	563	1408	1676	1721	1818	11.32	0	359
2007-08	0	0	387	2264	3388	958	300	102	49	20	7	2	0	0	0	0	2	55	730	2496	4291	4560	5024	19.70	0	623
2008-09	0	58	743	1842	2383	1253	353	110	53	23	8	2	0	0	0	1	9	93	933	2007	2999	3300	3451	18.04	0	572
2009-10	1	12	204	1760	3339	1318	420	134	67	31	12	3	0	0	0	0	7	98	760	2636	3654	3870	4474	19.22	0	609
2010-11	1	31	276	1561	3516	1387	549	172	76	37	14	4	0	0	1	1	14	98	780	2272	3909	4826	4922	20.06	0	636
2011-12	1	21	516	1972	2003	887	261	99	48	20	6	2	0	0	0	1	5	73	695	1583	3500	4614	5290	15.43	0	488
moy.	1	33	442	1715	2307	1026	325	115	54	24	9	2	0	0	0	1	8	80	692	1989	2816	3109	3398	15.97	0	506

B-5 : Cotes du Sénégal, de Matam à Podor

Tableau B-5-1 Cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)				
	mois												étiage						médiane					crue			
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	Hm	Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1	
1903-04	2	27	292	593	803	552	364	188	128	79	41	10	-1	0	0	4	37	73	156	347	450	774	810	822	825	56	
1904-05	-4	14	260	793	821	545	390	233	148	92	54	22	-7	-7	-6	-1	36	65	173	366	519	794	851	868	875	55	
1905-06	-1	25	363	766	767	778	555	290	182	120	68	33	-5	-4	-3	5	61	111	234	528	699	793	828	839	844	54	
1906-07	5	70	433	893	949	697	498	350	219	146	93	48	-10	-4	0	11	77	115	255	490	639	941	985	1003	1013	55	
1907-08	14	-1	221	360	745	590	386	264	172	113	69	32	-4	-4	-2	6	50	86	183	328	395	663	758	768	779	52	
1908-09	4	8	248	680	856	658	357	216	139	82	43	11	-5	-4	-3	3	36	62	162	361	515	832	868	877	880	54	
1909-10	-4	157	334	747	898	613	423	229	150	92	51	16	-7	-7	-6	0	58	95	225	409	544	851	908	920	925	46	
1910-11	-2	-5	223	610	818	598	355	202	126	76	38	8	-8	-7	-7	-3	24	51	148	341	488	798	822	827	834	56	
1911-12	-5	79	310	601	785	485	303	206	131	74	39	9	-8	-7	-7	-3	44	76	173	318	413	684	787	793	799	49	
1912-13	-5	-10	338	603	748	624	316	215	140	82	45	13	-20	-17	-13	-6	30	62	160	332	448	729	774	783	800	52	
1913-14	-4	5	276	441	516	457	208	128	67	34	9	-1	-6	-6	-5	-3	7	30	109	237	312	498	525	537	541	54	
1914-15	-6	-7	309	610	619	526	296	190	120	75	40	9	-9	-9	-8	-7	32	61	147	309	393	623	666	671	685	46	
1915-16	-5	27	352	673	779	603	276	182	114	66	30	6	-21	-18	-13	-4	28	58	149	304	449	772	800	802	814	57	
1916-17	-2	-3	324	622	795	714	311	198	131	75	40	9	-5	-4	-4	-2	20	51	146	327	497	765	843	855	860	51	
1917-18	-5	-11	115	669	861	607	246	176	108	65	28	1	-22	-19	-15	-7	10	36	112	238	356	810	880	891	898	51	
1918-19	-7	107	347	751	951	851	438	268	188	127	88	42	-13	-12	-10	-5	88	121	231	408	625	918	963	980	985	58	
1919-20	10	92	218	639	760	594	298	196	122	76	41	9	0	1	2	8	47	79	156	295	451	728	772	788	799	58	
1920-21	-2	175	312	705	908	686	481	241	162	105	57	23	-5	-5	-4	5	69	113	229	350	498	873	913	923	928	58	
1921-22	0	55	312	511	732	484	238	155	93	52	19	-2	-18	-13	-8	-3	20	51	135	268	330	676	746	761	773	52	
1922-23	-8	0	267	786	955	911	529	271	161	105	59	27	-9	-8	-8	-6	49	79	193	410	672	949	1000	1007	1011	56	
1923-24	2	21	299	621	867	698	440	222	143	85	50	11	-14	-11	-8	2	45	70	162	439	503	817	874	881	889	56	
1924-25	-3	12	510	813	925	863	515	305	198	135	77	39	-10	-9	-8	-2	64	110	256	530	700	923	956	961	970	58	
1925-26	8	12	225	632	823	781	465	269	179	118	70	35	-4	0	1	9	55	95	209	353	591	816	840	842	845	56	
1926-27	6	0	290	663	661	524	448	218	131	83	46	13	-5	-5	-3	3	38	69	180	427	473	663	681	686	689	57	
1927-28	-3	1	348	726	920	868	529	292	192	121	72	39	-8	-8	-7	-3	61	91	221	493	599	905	926	939	940	57	
1928-29	8	-2	271	754	936	766	453	213	138	83	43	16	-5	-5	-3	5	35	69	167	325	589	914	945	955	955	56	
1929-30	-1	167	415	790	922	706	339	203	126	76	42	11	-6	-5	-4	2	47	80	203	408	502	874	935	945	945	60	
1930-31	-4	18	265	779	870	761	425	250	165	105	62	29	-8	-7	-7	-3	55	95	213	401	550	865	879	896	900	59	
1931-32	3	3	255	675	815	814	382	238	156	99	56	20	-6	-5	-4	2	47	81	200	352	606	820	860	865	872	58	
1932-33	-1	125	389	746	884	651	338	206	138	86	46	14	-7	-6	-5	1	52	89	174	373	559	871	889	890	890	67	
1933-34	-3	63	446	801	904	616	331	190	120	73	38	8	-8	-7	-7	-2	38	69	183	407	564	873	915	923	925	58	
1934-35	-5	-7	184	641	877	606	341	210	131	81	45	12	-7	-7	-7	-6	32	61	155	286	465	825	895	904	909	54	
1935-36	-4	-5	495	798	966	868	454	248	156	97	56	17	-11	-10	-9	-4	48	82	201	491	668	921	975	984	986	59	
1936-37	-1	66	320	824	1015	862	478	273	171	110	76	36	-6	-5	-4	3	73	101	207	445	612	1007	1016	1018	1022	59	
1937-38	1	-7	89	635	827	650	350	212	136	83	43	11	-8	-8	-7	-4	25	46	136	332	432	789	835	845	851	54	
1938-39	-4	-8	347	625	896	775	519	233	156	98	52	12	-9	-9	-9	-7	26	66	174	404	603	862	905	920	925	53	

1988-89	-71	30	126	385	746	437	68	-10	-44	-58	-5	-34	-80	-76	-73	-60	-35	-18	27	123	300	635	775	796	799	88
1989-90	-6	35	159	318	599	421	197	23	-35	7	7	-14	-45	-41	-37	-25	-2	6	34	161	222	578	661	683	705	82
1990-91	-14	18	121	305	351	314	160	-11	6	17	20	21	-20	-17	-15	-14	12	17	25	158	274	362	397	402	406	49
1991-92	17	-2	140	395	542	416	206	147	54	83	147	146	-8	-7	-4	4	54	77	146	197	307	514	602	643	660	76
1992-93	144	161	262	227	608	238	220	96	65	140	144	98	49	49	51	68	128	142	156	219	234	350	610	622	631	60
1993-94	100	99	285	324	598	240	224	-25	-34	41	67	92	-35	-35	-35	-27	61	89	98	224	292	423	609	643	666	71
1994-95	90	99	292	622	776	533	525	-11	302	115	108	73	64	65	69	88	107	117	302	493	517	694	782	785	792	67
1995-96	78	149	206	569	766	425	202	153	123	146	165	121	67	77	77	91	137	145	165	205	328	723	793	797	802	65
1996-97	67	61	200	357	581	300	234	81	63	63	69	47	36	46	46	57	64	66	75	234	251	517	605	632	673	52
1997-98	44	50	229	414	641	359	75	39	51	62	88	90	31	34	36	40	46	61	88	198	258	556	685	692	696	14
1998-99	99	126	238	453	759	361	106	82	67	79	84	74	55	60	62	69	80	85	100	222	278	649	791	798	805	98
1999-00	90	92	296	581	827	703	447	252	179	98	78	95	65	66	71	85	94	101	205	351	474	776	841	847	850	96
2000-01	75	190	300	437	671	362	286	27	4	70	71	75	-6	-4	0	14	71	73	180	295	328	527	713	731	738	89
2001-02	77	76	248	368	654	420	274	256	184	103	103	91	61	70	71	76	94	103	186	273	328	542	702	736	755	100
2002-03	90	107	234	489	624	317	173	165	171	137	152	138	89	89	90	90	133	142	168	203	263	541	660	686	697	36
2003-04	120	118	435	762	802	600	377	190	156	150	196	204	100	102	105	118	154	168	201	411	476	795	807	831	836	96
2004-05	182	173	274	474	491	268	248	149	108	105	141	173	90	97	99	107	147	153	178	253	285	496	568	581	605	100
2005-06	152	229	384	435	600	493	291	183	136	131	166	178	122	125	128	133	163	175	213	335	392	613	648	661	674	88
2006-07	192	209	259	371	463	368	267	132	98	116	133	128	89	94	95	106	130	133	196	263	308	458	482	493	499	100
2007-08	127	129	223	585	806	372	204	122	106	125	140	165	87	94	101	113	125	130	145	210	342	656	837	851	853	100
2008-09	185	217	396	467	644	486	211	104	91	91	175	181	77	77	80	91	136	171	196	346	439	580	685	704	711	77
2009-10	200	232	309	546	762	516	258	100	79	151	163	193	59	64	71	82	161	175	205	304	377	668	774	787	792	99
2010-11	192	209	405	494	750	550	279	162	189	207	207	209	139	146	153	173	192	202	214	324	425	636	768	784	790	100
2011-12	210	246	265	400	499	340	164	109												261	308	470	720	783	795	68
médiane	-2	10	267	617	776	590	333	190	128	82	45	13	-8	-7	-7	-3	38	69	162	325	450	748	807	818	821	63

Tableau B-5-2 Cotes du Sénégal à l'échelle de Matam, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage						médian Hm	crue						
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120		Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1987-88	-73	-67	107	405	520	397	202	85	31	-5	-24	-30	-83	-82	-81	-72	-29	-19	57	149	281	502	534	540	544	17
1988-89	-31	-28	175	540	796	453	198	83	30	-7	-25	-30	-31	-31	-31	-31	-27	-15	56	199	368	701	818	826	828	0
1989-90	-31	-31	160	527	731	488	202	89	34	-4	-24	-30	-31	-31	-31	-31	-28	-18	56	202	296	698	778	799	804	0
1990-91	-31	-28	240	548	502	381	181	80	26	-8	-25	-30	-31	-31	-31	-31	-28	-18	52	213	377	529	574	581	587	0
1991-92	-31	-29	275	561	704	482	246	97	40	1	-21	-30	-31	-31	-31	-31	-26	-16	54	275	468	602	740	742	742	0
1992-93	-31	-3	171	421	594	375	174	73	21	-11	-26	-30	-31	-31	-31	-31	-22	-9	39	178	328	537	639	673	686	0
1993-94	-31	-23	166	469	600	307	182	73	21	-11	-27	-31	-31	-31	-31	-31	-26	-13	41	180	268	553	642	654	655	0
1994-95	-31	-29	273	622	743	735	408	187	87	40	-2	-25	-31	-31	-31	-31	-9	28	117	342	474	743	771	777	781	0
1995-96	-32	-17	72	677	780	548	247	102	65	20	-15	-29	-34	-34	-33	-32	-16	5	69	192	409	725	799	812	815	0
1996-97	-31	52	158	524	670	470	210	83	41	-2	-24	-31	-34	-33	-32	-31	-20	4	78	197	370	609	691	710	719	0
1997-98	-25	80	299	568	669	525	227	87	40	-2	-24	-32	-33	-33	-32	-30	-17	12	84	288	351	637	683	712	726	0
1998-99	-34	-12	137	654	793	550	223	90	44	1	-23	-32	-34	-34	-34	-33	-21	-6	69	181	387	723	834	852	860	0
1999-00	-34	-32	156	676	883	682	379	157	83	43	-1	-24	-35	-34	-34	-34	-11	20	89	290	522	828	892	894	895	0
2000-01	-32	-19	78	572	608	523	242	98	58	12	-18	-30	-34	-33	-33	-32	-19	-1	67	232	447	599	667	721	732	0

2001-02	-34	-34	295	544	690	443	221	81	36	-5	-25	-32	-35	-34	-34	-34	-28	-13	60	256	348	636	765	794	810	0
2002-03	-34	-34	235	645	627	405	219	84	36	-5	-25	-32	-35	-35	-35	-34	-28	-15	57	235	370	642	682	700	722	0
2003-04	-34	-13	488	781	862	583	388	133	73	28	-11	-28	-34	-34	-34	-32	-13	5	86	398	528	853	864	867	870	0
2004-05	-33	-32	187	575	612	377	227	87	46	3	-22	-31	-34	-34	-34	-33	-25	-7	70	231	355	607	679	695	716	0
2005-06	-34	53	418	492	762	552	195	84	37	-5	-25	-32	-34	-34	-34	-34	-23	1	77	364	424	682	785	797	801	0
2006-07	-34	42	131	460	575	469	272	84	36	-6	-25	-32	-34	-34	-34	-33	-16	2	68	231	356	575	612	629	636	0
2007-08	-34	-35	43	689	857	487	241	84	40	-3	-24	-32	-35	-35	-35	-35	-32	-24	43	227	416	756	874	888	892	0
2008-09	-34	-14	345	586	769	595	274	90	46	3	-22	-31	-34	-34	-34	-34	-21	-2	78	340	475	668	803	816	819	0
2009-10	-34	-34	117	596	822	554	306	102	61	15	-17	-30	-35	-35	-34	-34	-24	-4	81	197	430	764	847	854	855	0
2010-11	-33	-15	141	585	839	594	367	141	69	25	-12	-28	-34	-34	-34	-33	-14	7	81	285	423	709	868	882	885	0
2011-12	-33	-34	240	504	648	461	209	84	39	-4	-25	-32	-34	-34	-34	-33	-28	-14	62	237	400	612	839	854	878	0
médiane	-33	-28	171	568	704	487	227	87	40	-2	-24	-30	-34	-34	-34	-33	-23	-6	68	231	387	642	771	794	801	0

Tableau B-5-3 Cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime observé (naturel jusque juin 1987, puis influencé par Manantali)

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médiane	crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hm	Hc120	Hc90		Hc30	Hc10	Hc5
1903-04	-30	-33	246	569	768	631	290	192	132	74	16	-23	-34	-34	-34	-33	-4	45	151	292	456	755	789	790	790	48
1904-05	-37	-21	195	725	785	601	347	206	125	75	27	-10	-40	-39	-38	-34	-2	37	142	331	530	760	803	811	815	65
1905-06	-33	-9	234	658	748	735	604	266	153	81	35	2	-38	-37	-35	-27	29	69	196	466	641	745	770	778	780	47
1906-07	-27	22	310	767	886	757	470	280	184	110	55	16	-42	-37	-32	-21	38	72	210	441	610	869	900	913	920	50
1907-08	-17	-33	160	355	700	638	356	230	129	74	35	1	-40	-36	-35	-26	18	48	136	281	377	679	705	711	715	48
1908-09	-28	-15	276	648	826	741	402	165	93	47	11	-21	-36	-36	-34	-29	4	34	115	395	548	803	832	833	835	51
1909-10	-36	78	331	718	844	696	505	195	96	55	19	-16	-45	-39	-39	-35	19	54	187	478	604	812	854	860	862	58
1910-11	-40	-62	187	566	799	684	340	150	87	42	6	-25	-73	-70	-66	-51	-11	19	109	313	495	777	800	800	800	46
1911-12	-37	45	311	530	745	585	279	137	88	41	8	-24	-40	-40	-39	-35	12	42	116	307	424	689	752	760	769	33
1912-13	-37	-43	184	444	691	667	306	135	86	47	14	-20	-60	-52	-47	-39	-3	23	96	276	419	692	734	737	740	45
1913-14	-36	-29	221	411	518	435	199	104	34	2	-23	-34	-39	-38	-37	-35	-25	-6	55	221	287	489	528	534	539	45
1914-15	-39	-40	262	569	640	605	289	167	81	42	9	-24	-41	-41	-41	-39	-1	28	109	296	395	642	658	663	668	0
1915-16	-37	-21	233	581	760	675	263	160	79	33	-2	-27	-58	-53	-46	-37	-6	22	103	272	399	758	764	770	770	52
1916-17	-35	-37	261	553	707	750	297	176	94	41	9	-24	-49	-43	-39	-36	-15	19	102	303	513	728	794	799	801	7
1917-18	-37	-43	74	524	776	711	236	146	68	32	-4	-31	-55	-51	-47	-39	-22	3	74	214	352	774	831	838	840	0
1918-19	-39	66	341	649	903	859	532	286	169	88	51	10	-45	-44	-43	-38	51	81	220	429	641	887	908	909	910	48
1919-20	-22	53	175	555	735	652	270	140	71	42	9	-24	-32	-31	-30	-24	16	44	94	253	432	720	739	743	750	10
1920-21	-35	99	280	646	840	745	437	177	120	66	25	-9	-38	-37	-36	-30	34	68	167	309	487	815	845	851	851	46
1921-22	-32	22	301	484	708	539	224	120	59	21	-13	-34	-50	-46	-40	-35	-12	19	99	268	330	671	720	728	733	40
1922-23	-40	-33	233	717	868	890	616	268	141	65	27	-5	-41	-41	-40	-39	9	41	178	427	696	880	920	925	925	49
1923-24	-30	-16	293	610	807	771	460	235	130	55	18	-21	-46	-43	-40	-30	14	38	155	438	545	795	828	830	831	41
1924-25	-34	-36	525	780	890	897	587	313	175	97	43	7	-40	-39	-37	-34	30	71	233	570	720	891	905	905	905	55
1925-26	-24	-20	230	614	784	799	551	250	142	101	61	25	-36	-32	-29	-22	47	81	179	383	609	791	805	809	810	61
1926-27	-20	-28	290	620	652	585	331	148	77	47	15	-19	-38	-37	-36	-27	8	36	117	321	431	633	660	665	668	48
1927-28	-36	35	359	697	868	858	665	317	155	75	38	8	-40	-39	-39	-34	35	56	191	517	690	863	870	872	873	60
1928-29	-24	-35	280	672	870	815	580	286	147	71	15	-17	-38	-37	-36	-31	-2	45	196	406	635	858	880	886	887	58
1929-30	-33	103	393	695	860	795	458	202	103	61	11	-22	-39	-38	-37	-31	18	60	194	428	561	833	865	869	870	48

1979-80	-78	-62	134	442	552	349	221	76	11	-16	-46	-68	-80	-80	-79	-77	-51	-30	50	168	313	479	567	579	586	71
1980-81	-80	-68	93	579	637	351	160	62	6	-27	-48	-69	-85	-82	-80	-79	-55	-38	22	151	277	604	673	698	707	53
1981-82	-92	-50	277	614	648	433	170	59	13	-20	-47	-67	-98	-97	-97	-89	-49	-34	34	243	333	638	662	666	674	92
1982-83	-87	-97	85	407	550	397	164	48	-1	-29	-53	-74	-100	-100	-100	-97	-74	-54	8	159	278	496	593	604	613	98
1983-84	-92	-98	213	306	393	315	111	31	-19	-42	-65	-91	-100	-100	-100	-96	-68	-48	27	148	260	392	440	451	455	100
1984-85	-89	-22	156	380	318	302	101	29	-25	-51	-63	-89	-102	-98	-96	-90	-60	-45	13	136	288	365	391	395	401	83
1985-86	-117	-127	-22	508	601	386	117	19	-27	-50	-71	-89	-136	-132	-131	-122	-83	-66	-24	116	331	579	623	639	641	62
1986-87	-100	-108	81	287	615	448	244	59	6	-29	-64	-88	-120	-119	-114	-105	-82	-59	12	188	269	582	645	649	657	71
1987-88	-97	-96	48	247	443	390	161	22	22	21	23	-70	-117	-114	-110	-97	-64	-9	37	123	217	421	474	484	497	86
1988-89	-99	17	117	349	732	524	82	-6	-44	-67	-23	-43	-110	-107	-103	-77	-42	-29	18	117	312	657	746	752	756	98
1989-90	-5	33	192	322	623	479	192	21	-41	3	7	-9	-53	-51	-48	-20	-1	3	28	187	221	598	642	658	667	92
1990-91	-14	17	115	315	352	333	162	4	16	20	23	26	-16	-16	-15	-11	18	20	31	160	278	362	402	407	411	100
1991-92	21	11	121	398	551	430	220	137	48	73	132	134	3	4	5	16	49	64	132	196	328	518	601	609	622	100
1992-93	135	157	262	236	591	279	232	98	70	120	130	113	53	56	61	76	122	129	147	226	253	374	610	616	628	95
1993-94	101	98	295	359	614	292	263	-56	-54	42	64	86	-60	-59	-59	-55	60	83	98	265	304	444	620	631	636	80
1994-95	83	97	281	590	756	575	552	513	319	132	96	51	43	47	49	82	96	106	300	513	545	693	762	765	766	35
1995-96	34	101	161	573	756	532	200	141	110	134	153	106	30	30	33	68	110	132	153	199	353	724	760	766	771	37
1996-97	70	67	200	363	583	358	227	85	64	60	68	62	30	30	50	58	66	68	76	225	274	531	602	620	638	97
1997-98	30	42	222	415	654	386	100	30	39	55	82	85	18	19	21	28	38	52	83	210	301	560	668	680	683	96
1998-99	87	115	229	442	738	434	119	83	71	78	84	87	63	64	65	72	82	86	96	226	305	675	748	756	759	79
1999-00	88	92	284	539	795	734	518	255	172	101	85	88	70	72	73	84	92	98	201	348	539	762	796	803	807	89
2000-01	77	186	306	470	688	451	306	53	15	75	73	71	2	3	10	34	72	74	174	309	393	591	707	711	712	78
2001-02	75	80	251	378	666	468	306	255	183	102	100	85	63	67	72	76	86	101	186	289	350	576	678	689	699	99
2002-03	87	101	244	471	596	371	199	154	161	138	148	125	84	85	86	87	127	140	157	228	296	524	621	641	647	91
2003-04	132	116	440	728	791	695	422	199	156	147	182	198	106	112	114	131	155	165	197	440	522	778	799	809	812	73
2004-05	173	162	262	500	523	290	252	137	98	92	129	161	81	87	89	95	135	141	168	256	290	525	583	592	613	0
2005-06	140	222	399	434	635	561	305	181	124	119	153	166	110	113	116	121	150	164	209	345	409	631	653	661	664	0
2006-07	182	202	260	386	494	395	272	122	90	102	121	117	81	85	85	94	118	122	187	264	319	488	509	521	525	0
2007-08	113	119	201	594	768	411	200	111	95	113	128	151	79	84	91	101	113	119	132	203	355	654	791	807	810	0
2008-09	171	207	412	496	662	562	230	94	84	76	161	171	70	70	73	82	124	159	185	363	471	598	681	694	696	0
2009-10	190	226	309	557	722	580	273	97	67	136	152	180	49	57	63	75	148	165	199	309	402	673	753	760	763	0
2010-11	182	201	355	483	713	589	290	152	181	199	204	200	128	134	141	162	182	192	208	340	450	652	753	759	763	0
2011-12	205	247	266	401	569	371	162	97												262	316	499	704	746	759	0
médiane	-34	-26	244	581	751	647	337	165	93	55	17	-17	-41	-40	-39	-35	8	42	134	309	466	731	769	772	776	55

Tableau B-5-4 Cotes du Sénégal à l'échelle de Kaédi, régime naturel de 1987 à 2012 (observé jusque juin 1987, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médian Hm	crue							
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hc120	Hc90	Hc30	Hc10	Hc5	Hc1	
1987-88	-97	-96	94	408	549	436	210	81	14	-25	-39	-44	-117	-114	-110	-97	-43	-35	43	136	292	535	560	567	568	3
1988-89	-45	-43	128	556	766	521	190	79	13	-26	-39	-44	-45	-45	-45	-45	-42	-33	42	189	384	698	780	792	794	0
1989-90	-45	-45	127	518	730	528	209	83	19	-24	-38	-44	-45	-45	-45	-45	-42	-34	42	195	296	698	754	767	771	0
1990-91	-45	-43	214	575	542	407	179	76	8	-28	-39	-44	-45	-45	-45	-45	-43	-35	39	207	395	554	592	600	603	0
1991-92	-45	-44	255	579	698	523	262	92	28	-21	-37	-44	-45	-45	-45	-45	-40	-34	43	277	500	623	721	731	733	0
1992-93	-45	-29	145	442	609	406	171	70	2	-30	-40	-44	-45	-45	-45	-45	-38	-29	20	168	335	567	650	670	677	0

1993-94	-45	-40	154	498	620	330	177	70	2	-30	-41	-44	-45	-45	-45	-45	-41	-32	23	169	269	578	645	655	660	0
1994-95	-45	-44	195	576	734	736	436	186	82	26	-23	-39	-45	-45	-45	-45	-30	6	105	360	506	734	752	757	758	0
1995-96	-46	-37	58	654	760	593	263	94	61	1	-32	-43	-48	-47	-47	-45	-34	-18	61	180	435	715	772	780	782	0
1996-97	-45	22	142	545	679	536	217	77	28	-23	-38	-45	-47	-46	-46	-45	-36	-20	70	188	392	629	686	692	697	0
1997-98	-41	71	304	574	673	579	239	82	27	-23	-38	-46	-47	-46	-46	-44	-34	-13	77	295	365	641	684	698	704	0
1998-99	-47	-32	119	583	731	590	239	83	32	-21	-37	-45	-48	-48	-48	-47	-37	-28	63	171	405	712	790	807	811	0
1999-00	-47	-47	138	610	832	706	414	159	77	30	-22	-38	-48	-48	-48	-47	-31	-3	80	295	548	793	840	844	845	0
2000-01	-45	-37	67	587	628	555	259	94	52	-9	-34	-44	-48	-47	-47	-46	-36	-22	60	232	486	621	672	698	709	0
2001-02	-47	-48	284	566	704	508	228	74	21	-25	-39	-46	-48	-48	-48	-47	-42	-32	51	257	360	647	738	762	769	0
2002-03	-48	-48	217	652	656	429	229	79	21	-25	-39	-46	-48	-48	-48	-48	-43	-33	48	239	389	655	674	682	692	0
2003-04	-47	-34	493	688	824	614	411	128	69	11	-29	-42	-48	-48	-48	-46	-32	-18	78	417	558	814	826	826	826	0
2004-05	-46	-47	125	596	634	416	232	80	35	-20	-37	-45	-48	-48	-47	-47	-40	-28	63	232	370	624	672	685	693	0
2005-06	-47	10	425	492	759	602	202	79	22	-25	-39	-46	-48	-48	-48	-47	-38	-22	70	383	451	676	767	770	771	0
2006-07	-47	4	97	467	594	533	285	78	21	-25	-39	-46	-48	-48	-47	-47	-34	-20	61	234	374	595	620	638	643	0
2007-08	-48	-48	-27	658	810	553	257	80	27	-23	-39	-46	-48	-48	-48	-48	-46	-39	26	234	436	734	828	836	838	0
2008-09	-48	-33	359	600	751	642	300	83	34	-20	-37	-45	-48	-48	-48	-47	-37	-23	71	354	506	670	771	781	785	0
2009-10	-47	-48	95	580	756	658	330	98	56	-5	-33	-43	-48	-48	-48	-48	-39	-25	74	188	457	747	808	814	816	0
2010-11	-47	-34	122	546	755	620	405	135	65	7	-30	-42	-48	-47	-47	-46	-33	-16	73	293	450	712	820	831	834	0
2011-12	-47	-47	238	519	730	550	214	79	25	-24	-39	-46	-48	-48	-48	-47	-42	-32	53	238	420	631	784	801	812	0
médiane	-47	-43	142	575	730	550	239	81	27	-23	-38	-44	-48	-48	-47	-46	-38	-28	61	234	405	655	752	762	769	0

Tableau B-5-5 Cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime observé (naturel jusque novembre 1986, puis influencé par ouvrage local (?, dec. 1986) et par Manantali (07/1987))

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage						médiane Hm	crue						
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120		Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1903-04	55	50	312	623	873	726	427	267	192	144	104	76	48	49	49	51	93	128	207	391	547	842	889	893	898	39
1904-05	66	101	252	793	899	748	510	321	221	168	119	83	64	66	66	67	104	129	232	444	617	863	906	908	911	33
1905-06	50	80	309	711	855	836	736	343	235	175	126	95	43	44	46	57	119	159	275	549	740	847	873	880	883	0
1906-07	59	110	375	833	1011	898	563	358	265	198	144	109	38	45	50	66	128	162	286	517	705	988	1025	1038	1046	0
1907-08	73	50	227	408	801	767	449	312	213	166	127	94	40	44	47	59	108	136	217	355	450	778	808	814	818	0
1908-09	58	66	317	699	915	889	492	249	185	137	105	69	45	46	48	56	95	123	200	472	631	907	934	936	938	0
1909-10	46	124	392	795	935	840	604	279	187	144	112	75	35	41	41	47	110	141	266	550	695	914	967	975	978	0
1910-11	41	12	262	651	891	810	429	231	181	133	99	64	-1	2	7	24	79	109	196	390	579	881	903	903	903	0
1911-12	44	131	376	592	846	692	364	220	181	132	101	66	40	40	41	47	103	130	200	385	498	791	854	863	870	0
1912-13	45	36	244	519	786	790	393	220	179	137	106	71	15	23	30	41	87	113	187	351	493	790	836	839	842	0
1913-14	46	56	282	471	604	522	283	195	126	95	64	49	42	43	44	47	61	85	143	295	363	573	612	619	623	0
1914-15	42	40	314	638	737	721	370	251	175	133	102	66	38	38	39	41	90	118	195	372	470	735	754	759	764	0
1915-16	45	51	287	624	862	813	343	241	174	124	91	61	17	22	30	45	84	112	191	346	473	859	866	872	872	0
1916-17	48	45	299	614	806	889	388	258	186	132	102	66	28	36	41	46	74	108	189	381	600	829	898	903	904	0
1917-18	45	37	162	552	875	878	321	230	160	123	89	54	21	24	29	41	65	94	163	291	431	876	933	941	944	0
1918-19	41	145	416	738	1026	989	641	366	251	182	140	104	33	34	36	43	140	172	296	506	734	1011	1033	1034	1035	0
1919-20	67	145	253	614	831	769	358	224	162	132	103	66	51	53	54	63	106	132	184	326	503	822	841	844	851	0
1920-21	47	174	353	681	937	885	524	257	205	157	117	84	43	44	45	54	123	157	247	386	566	918	954	960	961	0

Tableau B-5-6 Cotes du Sénégal à l'échelle de Salde, régime naturel de 1986 à 2012 (observé jusque novembre 1986, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage						crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	médian Hm	Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1986-87	-40	-45	-47	349	705	567	329	144	100	58	10	-17	-48	-48	-48	-46	-23	6	99	260	349	674	730	745	748	60
1987-88	-29	-27	183	460	633	535	299	174	109	62	42	34	-52	-49	-44	-29	35	47	133	215	362	619	646	654	655	0
1988-89	33	36	184	639	848	628	269	172	107	62	42	34	33	33	33	33	37	50	130	267	462	798	884	895	898	0
1989-90	33	33	204	577	832	614	295	176	113	65	43	34	33	33	33	33	37	47	133	272	374	799	854	869	873	0
1990-91	33	36	281	649	635	493	266	169	103	60	41	34	33	33	33	33	36	47	127	282	470	640	681	690	694	0
1991-92	33	35	305	664	798	610	346	186	121	68	45	34	33	33	33	33	39	49	133	351	581	712	822	834	836	0
1992-93	33	55	166	510	702	488	252	161	97	57	40	33	33	33	33	33	43	55	110	247	413	657	742	768	775	0
1993-94	33	40	233	568	713	426	261	162	96	57	39	33	33	33	33	33	39	52	114	248	342	667	739	751	756	0
1994-95	33	33	240	628	836	845	516	272	175	120	66	42	33	33	33	33	55	97	192	438	586	836	852	858	860	0
1995-96	32	40	139	720	862	744	345	186	152	96	52	36	29	29	30	32	48	71	149	260	507	820	875	883	885	0
1996-97	32	104	213	621	755	642	303	170	121	67	43	33	29	31	31	32	45	69	159	264	462	717	786	792	797	0
1997-98	37	160	379	657	771	687	320	175	120	67	43	32	30	30	31	34	48	77	167	368	443	734	783	798	805	0
1998-99	29	51	199	639	821	700	323	177	125	70	44	33	29	29	29	30	44	57	151	248	481	810	895	910	913	0
1999-00	29	30	213	679	935	822	503	252	168	124	68	43	28	28	28	29	53	88	171	369	636	898	944	951	953	0
2000-01	32	41	153	673	730	644	345	188	142	85	49	35	29	30	30	32	46	64	149	308	565	713	770	801	810	0
2001-02	30	29	349	653	805	623	310	164	115	63	41	32	28	28	28	29	37	52	139	331	440	740	842	864	871	0
2002-03	29	28	291	708	755	503	312	172	115	63	41	32	28	28	28	29	36	49	136	315	464	751	772	781	791	0
2003-04	29	47	555	751	924	761	488	216	160	105	56	38	29	29	29	31	51	70	168	493	642	916	928	928	928	0
2004-05	31	29	179	668	726	511	308	173	128	71	45	33	29	29	29	30	40	57	151	307	448	718	770	786	793	0
2005-06	29	93	491	579	861	692	291	173	116	64	42	32	28	28	29	29	43	65	159	455	527	774	869	873	874	0
2006-07	29	76	181	494	682	641	368	172	114	63	41	32	29	29	29	30	49	67	149	310	451	685	713	728	737	0
2007-08	29	28	39	723	894	664	338	174	120	65	42	32	28	28	28	28	32	41	115	301	516	836	929	939	941	0
2008-09	29	47	432	690	854	739	389	176	128	71	44	33	28	28	28	29	45	63	159	431	586	768	873	883	888	0
2009-10	29	28	180	621	847	851	426	191	146	89	50	35	28	28	28	29	42	61	163	265	535	849	910	916	917	0
2010-11	30	48	189	590	823	714	492	220	156	102	54	37	29	29	29	31	50	72	163	364	528	809	922	933	936	0
2011-12	30	29	314	592	830	660	299	171	118	65	42	32	29	29	29	30	37	51	142	314	494	726	886	905	913	0
médiane	30	36	209	639	813	643	321	174	120	66	43	33	29	29	29	31	43	57	149	308	476	746	847	861	866	0

Tableau B-5-7 Cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987))

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage						crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	médiane Hm	Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1903-04	87	87	265	526	790	769	369	226	161	125	101	92	87	87	87	87	97	114	174	353	493	783	827	832	834	28
1904-05	90	102	236	719	841	797	407	261	186	142	109	94	89	89	89	90	103	115	200	351	572	830	862	864	865	40
1905-06	87	93	296	707	820	819	756	378	197	147	113	98	86	86	87	88	109	135	235	569	735	820	825	830	830	41
1906-07	88	104	378	780	953	905	568	297	221	166	124	104	86	87	87	90	114	136	235	514	708	930	957	959	960	44
1907-08	91	87	203	355	743	723	385	292	183	141	114	97	86	87	87	88	103	119	191	313	378	735	773	777	780	44

2006-07	295	297	302	410	543	481	311	283	278	279	283	284	274	275	276	278	282	284	296	307	347	535	561	571	576	0
2007-08	281	283	297	587	790	537	297	281	281	282	285	291	276	277	277	279	282	284	287	302	381	716	846	857	861	0
2008-09	297	304	428	543	721	622	305	276	279	280	290	297	271	273	273	276	283	291	299	388	514	648	741	753	757	0
2009-10	300	307	337	589	724	778	318	281	280	283	289	297	272	274	276	279	285	291	300	337	429	738	813	818	819	0
2010-11	298	299	332	518	704	738	348	288	295	299	298	300	283	285	286	292	296	297	300	355	483	719	808	818	819	0
2011-12	302	307	309	411	705	471	297	283												311	340	544	756	791	803	0
médiane	87	90	262	587	783	782	385	242	167	127	104	91	86	86	86	87	99	115	189	337	518	788	823	825	825	40

Tableau B-5-8 Cotes du Sénégal à l'échelle de Boghe, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médian Hm	crue							
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30		He90	He120	Hc120	Hc90		Hc30	Hc10	Hc5
1983-84	86	86	240	318	428	356	154	99	88	86	86	86	86	86	86	86	86	86	96	179	281	429	473	485	490	0
1984-85	86	87	171	406	348	339	163	100	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	93	180	317	391	422	424	429	0
1985-86	86	86	86	526	658	431	165	98	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	87	160	352	629	678	689	693	0
1986-87	86	86	86	296	674	576	287	125	100	88	86	86	86	86	86	86	86	86	99	216	296	633	693	707	711	0
1987-88	86	86	152	372	599	570	262	147	104	89	86	86	86	86	86	86	86	87	117	178	311	586	610	617	619	0
1988-89	86	86	152	602	773	659	227	146	103	89	86	86	86	86	86	86	86	87	115	221	409	761	838	846	849	0
1989-90	86	86	166	476	791	630	258	148	106	89	86	86	86	86	86	86	86	87	117	225	325	764	811	821	825	0
1990-91	86	86	203	596	608	458	229	143	101	88	86	86	86	86	86	86	86	87	114	237	423	605	647	657	659	0
1991-92	86	86	245	623	753	583	308	156	111	90	87	86	86	86	86	86	86	87	117	299	545	690	777	791	794	0
1992-93	86	87	133	471	669	478	210	137	98	88	86	86	86	86	86	86	86	87	105	205	359	611	704	723	731	0
1993-94	86	86	192	498	672	436	220	137	98	88	86	86	86	86	86	86	86	87	107	205	295	633	704	715	718	0
1994-95	86	86	197	575	797	805	492	234	147	110	90	86	86	86	86	86	87	99	160	384	553	798	811	815	817	0
1995-96	86	86	121	619	819	758	302	156	130	98	87	86	86	86	86	86	87	90	129	215	467	782	830	837	838	0
1996-97	86	102	173	589	676	676	264	144	110	90	86	86	86	86	86	86	87	90	135	220	408	679	750	755	757	0
1997-98	86	136	326	616	729	692	274	147	110	90	86	86	86	86	86	86	87	92	141	318	396	702	749	758	761	0
1998-99	86	87	163	593	771	818	283	149	113	90	86	86	86	86	86	86	86	88	129	205	438	777	844	858	861	0
1999-00	86	86	177	606	873	800	537	220	142	112	90	86	86	86	86	86	87	95	145	316	599	849	891	895	897	0
2000-01	86	86	131	624	704	628	304	158	123	95	87	86	86	86	86	86	87	89	128	259	527	680	733	753	761	0
2001-02	86	86	294	607	718	655	266	139	107	89	86	86	86	86	86	86	86	87	121	284	382	701	798	814	820	0
2002-03	86	86	240	593	726	486	269	145	107	89	86	86	86	86	86	86	86	87	119	267	415	712	736	739	744	0
2003-04	86	87	413	684	868	852	446	183	136	102	88	86	86	86	86	86	87	90	142	451	609	865	878	879	879	0
2004-05	86	86	148	643	704	567	262	146	114	91	87	86	86	86	86	86	86	88	129	259	395	686	725	740	748	0
2005-06	86	97	442	539	814	691	256	146	107	89	86	86	86	86	86	86	86	89	135	400	488	730	825	829	830	0
2006-07	86	92	151	417	652	653	322	145	107	89	86	86	86	86	86	86	87	90	128	263	400	655	667	676	693	0
2007-08	86	86	86	617	805	703	294	147	110	89	86	86	86	86	86	86	86	86	108	255	481	790	876	884	887	0
2008-09	86	87	375	658	802	714	352	148	114	91	86	86	86	86	86	86	87	89	135	377	558	735	825	836	839	0
2009-10	86	86	150	545	799	849	417	160	126	96	87	86	86	86	86	86	86	88	138	220	493	810	861	866	868	0
2010-11	86	87	155	481	759	841	471	185	133	100	87	86	86	86	86	86	87	91	138	311	486	777	867	879	882	0
2011-12	86	86	255	542	779	666	260	144	109	89	86	86	86	86	86	86	86	87	123	266	450	695	820	849	856	0
médiane	86	86	171	589	729	655	269	146	109	89	86	86	86	86	86	86	87	123	255	415	701	777	791	794	794	0

Tableau B-5-9 Cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987))

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médiane	crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1903-04	66	91	155	300	495	529	187	108	83	76	73	68	66	66	66	66	73	76	106	166	251	510	539	543	545	40
1904-05	67	73	152	427	549	544	239	109	89	77	74	69	67	67	67	67	73	75	96	186	359	548	564	564	565	45
1905-06	66	69	137	396	495	528	517	199	96	79	75	71	65	65	65	66	74	77	112	329	440	526	537	538	540	41
1906-07	66	73	200	454	619	654	439	149	107	84	76	73	65	65	66	67	75	77	110	319	454	644	669	673	675	42
1907-08	68	66	117	185	445	468	207	161	88	77	75	71	65	65	65	66	73	76	97	170	207	459	490	494	495	39
1908-09	66	70	114	339	502	564	307	94	78	76	73	67	65	65	65	66	72	75	82	198	339	543	568	573	575	50
1909-10	65	73	169	412	555	609	422	99	82	76	73	68	65	65	65	65	73	76	98	289	424	584	616	619	620	46
1910-11	65	85	152	367	516	564	243	86	77	76	72	67	65	65	65	65	72	76	86	190	341	547	567	569	570	41
1911-12	65	76	146	286	482	467	177	91	80	76	72	67	65	65	65	65	72	75	84	158	225	479	527	529	530	33
1912-13	65	65	114	278	455	501	191	87	79	76	73	67	65	65	65	65	70	74	82	163	260	481	506	511	514	39
1913-14	65	66	106	184	306	270	117	83	75	71	67	66	65	65	65	65	66	70	77	114	152	285	314	319	320	7
1914-15	65	65	110	313	404	405	128	104	79	76	72	67	65	65	65	65	70	74	83	133	233	404	415	418	420	26
1915-16	65	66	131	319	512	536	163	99	79	75	70	66	65	65	65	65	69	73	83	159	255	522	538	540	540	30
1916-17	65	65	134	363	487	560	343	107	81	76	72	67	65	65	65	65	69	74	85	215	370	536	565	569	570	36
1917-18	65	65	80	269	507	564	200	99	77	75	70	66	65	65	65	65	67	71	77	135	249	543	568	571	572	31
1918-19	65	85	191	400	575	645	570	140	104	80	76	73	65	65	65	65	76	80	128	312	470	632	649	650	650	44
1919-20	67	82	125	325	472	497	177	96	76	76	72	67	65	65	66	66	73	76	89	155	264	481	504	506	508	38
1920-21	65	75	158	358	527	601	345	107	85	77	74	69	65	65	65	66	74	77	99	171	360	577	610	614	615	38
1921-22	66	69	148	216	448	441	131	86	77	74	68	66	65	65	65	65	68	73	78	136	174	449	477	480	482	30
1922-23	65	66	120	374	541	660	586	184	91	77	74	70	65	65	65	65	72	75	109	308	468	633	671	676	677	42
1923-24	66	71	141	336	493	570	386	115	89	76	73	67	65	65	65	66	73	76	106	267	360	547	577	582	584	43
1924-25	66	74	274	466	590	653	576	183	105	82	76	72	66	66	66	69	75	77	130	408	507	644	658	659	660	50
1925-26	69	74	144	356	503	571	520	128	96	80	76	74	67	67	68	73	76	77	109	235	420	562	575	578	578	42
1926-27	68	65	145	369	425	411	180	91	78	76	73	68	60	62	64	66	71	75	85	159	222	421	440	442	442	38
1927-28	65	72	137	343	546	632	593	209	101	77	75	72	65	65	65	65	74	76	105	296	466	622	634	634	634	21
1928-29	67	65	133	350	549	632	550	149	90	77	73	68	65	65	65	66	70	75	105	229	454	612	636	640	640	43
1929-30	66	95	193	371	541	617	470	105	81	76	73	67	65	65	65	66	74	77	104	247	417	595	621	625	625	48
1930-31	65	65	159	382	532	588	476	120	81	77	74	70	64	65	65	65	73	76	100	258	416	569	593	595	595	45
1931-32	66	66	150	410	432	540	413	130	86	77	74	69	65	66	66	66	73	76	108	258	415	515	547	550	550	46
1932-33	66	78	152	395	536	582	343	112	85	77	73	68	65	65	65	66	74	76	100	221	390	565	582	582	584	41
1933-34	65	61	214	464	576	607	300	95	81	75	72	67	53	54	56	65	70	74	86	224	436	592	611	613	614	48
1934-35	65	65	70	294	512	582	388	95	81	76	73	67	65	65	65	65	68	72	80	151	353	562	587	588	590	39
1935-36	65	69	190	405	555	646	569	128	86	76	74	69	65	65	65	65	73	76	87	342	473	633	657	661	664	49
1936-37	66	73	116	381	585	663	582	174	87	82	76	72	65	65	65	67	75	78	99	309	471	652	674	677	679	53
1937-38	66	65	67	295	491	549	351	92	82	76	74	71	59	59	63	65	70	73	81	181	330	532	553	555	555	40
1938-39	68	66	118	341	495	584	536	137	80	76	74	69	65	65	65	66	70	75	81	248	413	568	589	589	589	48
1939-40	66	66	122	308	488	522	253	87	77	72	70	68	65	66	66	66	69	71	82	152	307	509	524	526	527	39
1940-41	66	65	79	246	413	397	268	84	77	74	69	67	65	65	65	65	68	71	77	121	274	400	415	415	415	35
1941-42	65	65	79	224	423	429	115	78	75	71	68	66	65	65	65	65	66	68	76	109	187	429	462	472	474	35

1989-90	66	70	122	195	396	303	160	104	102	105	107	103	57	59	61	67	97	103	107	129	168	383	398	399	400	94
1990-91	74	78	119	190	225	222	188	179	175	116	107	88	68	69	71	76	90	105	171	185	189	225	236	242	248	100
1991-92	90	89	97	247	344	272	200	104	101	149	191	203	83	85	85	88	99	103	169	203	232	318	363	372	373	100
1992-93	206	208	218	218	350	229	229	224	222	202	207	201	193	197	198	200	206	209	217	224	226	266	366	373	380	92
1993-94	201	212	227	249	372	239	236	200	185	192	196	201	178	179	182	189	196	199	208	231	238	301	380	388	393	98
1994-95	204	214	225	326	460	454	340	331	269	225	229	222	200	201	202	209	220	226	237	330	350	462	497	502	504	95
1995-96	205	208	232	324	484	469	230	226	233	230	234	233	198	201	203	206	225	228	233	236	267	483	514	518	519	100
1996-97	226	231	242	262	353	255	243	240	239	240	240	241	219	222	224	227	237	239	241	245	250	345	362	366	370	100
1997-98	225	222	256	277	410	309	240	236	233	239	238	243	214	219	220	224	235	237	240	248	262	378	423	427	429	100
1998-99	244	249	274	279	455	409	246	250	257	258	261	261	238	240	241	244	250	256	259	265	274	448	497	502	504	100
1999-00	263	270	276	302	508	556	462	258	251	250	250	251	233	236	241	247	252	256	266	285	386	550	560	562	563	98
2000-01	254	264	266	284	400	302	275	255	243	244	252	251	237	238	240	244	251	252	256	268	279	366	435	444	445	100
2001-02	251	257	275	275	419	340	282	269	264	260	264	268	247	249	250	253	261	264	268	275	280	386	431	434	434	100
2002-03	271	277	278	298	384	290	268	267	267	262	264	268	257	258	259	261	266	267	270	277	282	333	399	403	407	100
2003-04	271	274	299	405	522	562	323	261	261	263	267	269	248	252	255	259	266	268	275	305	382	546	569	570	570	100
2004-05	267	272	272	303	332	273	275	264	262	263	263	269	258	259	259	261	264	265	269	273	276	316	345	355	357	100
2005-06	270	276	284	299	403	394	286	268	263	261	266	266	258	259	259	262	266	268	273	284	297	399	414	419	421	100
2006-07	274	278	277	286	323	308	275	265	266	266	266	272	257	261	261	263	267	269	274	278	280	318	328	330	334	100
2007-08	268	274	280	351	486	417	278	265	264	267	269	274	259	260	261	264	267	268	273	280	297	472	515	520	522	99
2008-09	280	286	300	335	426	392	278	263	266	270	273	275	257	258	259	263	269	273	279	296	328	401	435	440	441	97
2009-10	278	283	288	341	450	493	288	261	265	269	270	281	254	256	258	261	269	272	281	288	329	469	503	507	509	98
2010-11	276	276	291	328	449	486	297	269	269	271	272	276	258	264	266	267	271	274	278	299	322	468	496	500	503	100
2011-12	277	285	284	302	411	317	266	263												284	288	350	425	436	439	68
médiane	66	73	130	320	475	522	275	110	85	76	73	68	65	65	65	65	73	76	98	215	318	504	529	531	532	62

Tableau B-5-10 Cotes du Sénégal à l'échelle de Podor, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage						médian Hm	crue						
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hc120	Hc90		Hc30	Hc10	Hc5
1983-84	63	82	107	141	200	155	77	57	55	54	53	52	47	52	52	53	55	55	68	102	123	197	217	224	233	56
1984-85	52	55	87	187	151	142	82	58	55	54	53	52	51	52	52	52	53	54	56	87	134	178	196	196	200	0
1985-86	52	51	54	261	372	208	83	57	55	54	53	52	51	51	51	51	52	53	55	82	153	357	396	404	406	0
1986-87	52	51	51	126	352	356	125	67	57	55	54	53	51	51	51	51	52	53	57	99	128	356	412	419	423	0
1987-88	52	52	81	153	331	297	114	80	57	51	49	49	47	49	49	49	51	52	65	91	127	316	339	343	345	0
1988-89	49	49	86	343	451	399	107	80	57	51	49	49	49	49	49	49	49	50	67	105	187	450	503	513	516	0
1989-90	49	49	84	229	480	369	112	81	59	51	49	49	49	49	49	49	49	50	65	104	135	470	490	496	499	0
1990-91	49	49	98	333	340	219	106	79	55	50	49	49	49	49	49	49	49	50	64	107	188	340	373	380	383	0
1991-92	49	49	99	361	440	316	128	83	62	51	49	49	49	49	49	49	49	50	68	123	280	396	466	480	484	0
1992-93	49	51	78	231	360	246	102	77	54	50	49	49	49	49	49	49	49	50	57	100	153	337	392	414	422	0
1993-94	49	49	93	246	374	212	104	77	54	50	49	49	49	49	49	49	49	50	60	99	123	363	394	406	414	0
1994-95	49	49	101	301	471	476	242	107	80	62	51	49	49	49	49	49	50	54	85	178	294	472	484	489	492	0
1995-96	48	49	71	372	497	463	125	83	73	53	50	49	48	48	48	48	50	51	72	103	218	475	516	524	528	0
1996-97	48	55	90	322	384	386	114	79	62	51	49	49	48	48	48	48	49	51	75	105	180	386	436	439	440	0

1997-98	49	72	132	325	421	405	117	80	62	51	49	48	48	48	48	49	50	52	78	130	187	411	432	437	439	0
1998-99	48	50	86	340	471	497	120	80	64	51	49	49	48	48	48	48	49	50	72	102	206	474	526	544	548	0
1999-00	48	48	90	339	556	554	277	104	78	63	51	49	48	48	48	48	50	53	79	130	326	556	579	586	589	0
2000-01	48	49	73	346	378	343	125	84	70	53	50	49	48	48	48	48	49	51	72	114	267	362	402	421	427	0
2001-02	48	48	122	347	425	380	115	78	60	51	49	48	48	48	48	48	49	50	70	121	179	419	477	485	490	0
2002-03	48	48	110	337	433	256	116	79	60	51	49	48	48	48	48	48	49	50	68	117	191	423	435	437	439	0
2003-04	48	50	164	416	558	572	213	94	76	56	50	49	48	48	48	48	50	51	78	215	344	567	574	574	574	0
2004-05	48	48	87	367	393	290	113	80	65	51	49	49	48	48	48	48	49	50	72	111	174	382	412	429	435	0
2005-06	48	54	213	274	502	416	114	79	60	51	49	48	48	48	48	48	49	51	76	175	248	439	513	515	517	0
2006-07	48	53	83	217	366	365	128	79	59	51	49	48	48	48	48	48	50	51	71	114	182	367	369	370	389	0
2007-08	48	48	50	386	487	457	122	80	62	51	49	48	48	48	48	48	48	49	60	113	233	486	529	534	535	0
2008-09	48	49	164	377	483	443	148	81	65	51	49	49	48	48	48	48	49	51	75	164	288	462	505	513	516	0
2009-10	48	48	81	292	496	533	186	84	71	53	50	49	48	48	48	48	49	51	76	105	236	514	546	553	556	0
2010-11	48	49	82	245	495	538	228	93	75	54	50	49	48	48	48	48	50	52	77	127	245	502	550	556	560	0
2011-12	48	48	110	301	452	390	114	79	61	51	49	48	48	48	48	48	49	50	70	116	217	412	470	486	492	0
médiane	48	49	87	322	433	380	116	80	61	51	49	49	48	48	48	48	49	51	70	111	188	412	466	480	484	0

B-6 : Cotes du Doué à Ngoui et Guede

Tableau B-6-1 Cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime observé (naturel jusque novembre 1986, puis influencé par ouvrage local (?, dec. 1986) et par Manantali (07/1987))

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)											observé (%)		
	mois												étiage					médiane Hm	crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hc120	Hc90	Hc30	Hc10		Hc5	Hc1
1903-04	243	239	488	796	1037	897	601	444	372	326	288	263	238	238	238	240	278	311	386	565	720	1008	1051	1055	1060	0
1904-05	254	286	429	961	1061	918	684	497	399	349	303	269	252	253	253	255	289	312	410	618	790	1027	1067	1069	1072	0
1905-06	239	267	485	882	1020	1002	906	519	413	355	309	280	233	234	236	246	303	340	451	723	910	1012	1036	1043	1046	0
1906-07	247	294	550	999	1161	1060	737	533	442	377	326	293	228	235	239	254	311	343	463	691	876	1141	1174	1186	1192	0
1907-08	260	239	405	582	968	937	623	488	392	347	310	279	230	234	236	247	292	319	395	530	624	946	975	981	985	0
1908-09	247	254	492	870	1075	1051	666	426	365	319	289	256	234	235	237	244	281	306	379	646	803	1068	1093	1095	1096	0
1909-10	235	307	567	963	1094	1006	776	455	366	326	296	262	226	230	231	236	294	323	443	723	867	1074	1122	1130	1133	0
1910-11	231	205	439	824	1053	977	604	409	361	315	284	252	193	196	200	216	265	293	375	565	752	1044	1065	1065	1065	0
1911-12	234	314	551	765	1011	863	539	398	361	315	286	253	230	230	231	236	287	313	379	559	672	959	1019	1027	1034	0
1912-13	234	227	421	692	954	958	568	398	359	320	291	258	207	215	221	231	273	297	367	526	667	958	1002	1005	1007	0
1913-14	236	244	458	645	777	696	460	374	309	281	252	238	232	232	233	236	249	271	326	471	538	746	784	792	796	0
1914-15	231	230	490	811	907	891	545	428	356	315	287	253	228	228	229	231	276	301	375	547	644	905	924	928	934	0
1915-16	234	241	463	797	1026	980	518	419	355	308	277	249	210	214	221	234	270	296	371	521	647	1024	1030	1036	1036	0
1916-17	237	234	475	787	973	1052	562	435	366	315	287	253	219	226	231	235	261	293	369	556	773	996	1060	1064	1066	0
1917-18	234	227	343	726	1038	1042	496	408	341	307	275	242	213	216	220	230	252	279	344	467	605	1039	1092	1099	1102	0
1918-19	231	327	590	908	1175	1142	813	541	429	362	323	288	223	224	226	233	322	353	472	680	905	1161	1181	1182	1183	0
1919-20	255	327	431	787	997	938	533	402	343	315	288	253	240	241	243	251	291	315	364	502	677	989	1006	1010	1016	0

Tableau B-6-2 Cotes du Doué à l'échelle de Ngoui, régime naturel de 1986 à 2012 (observé jusque novembre 1986, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médiane	crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hm	Hc120	Hc90		Hc30	Hc10	Hc5
1986-87	155	127	114	525	875	736	497	326	285	246	203	179	106	108	109	125	173	199	284	439	524	844	896	910	911	63
1987-88	168	170	363	634	806	709	475	355	293	250	232	224	148	151	155	168	225	236	316	393	537	792	818	826	828	0
1988-89	223	226	364	812	1013	801	446	353	292	250	232	224	223	223	223	224	227	239	313	444	636	966	1046	1057	1060	0
1989-90	223	223	383	750	998	786	472	356	297	253	233	224	223	223	223	223	227	236	315	449	549	967	1019	1032	1036	0
1990-91	223	226	458	821	807	667	443	350	288	248	231	224	223	223	223	223	226	236	310	458	644	812	853	862	865	0
1991-92	223	225	481	836	965	783	521	366	305	256	235	225	223	223	223	223	229	238	316	526	755	883	988	1000	1001	0
1992-93	224	244	346	684	874	662	429	342	282	245	230	224	223	223	223	224	233	244	294	425	588	829	912	937	944	0
1993-94	223	230	410	742	884	600	438	343	282	245	229	224	223	223	223	223	229	241	298	425	518	839	909	921	926	0
1994-95	223	224	417	801	1002	1010	690	448	355	303	254	232	223	223	223	223	243	282	372	612	759	1002	1017	1023	1024	0
1995-96	222	230	321	890	1026	914	520	366	333	281	241	226	220	220	220	223	237	258	331	437	681	987	1039	1046	1048	0
1996-97	223	289	392	794	924	814	479	351	305	255	233	223	220	222	222	223	235	256	340	441	636	888	954	960	965	0
1997-98	227	341	554	829	940	859	495	355	304	254	232	223	221	221	222	225	237	264	348	543	617	905	951	966	972	0
1998-99	220	240	378	812	987	872	499	358	308	257	233	223	220	220	220	221	234	245	333	426	655	977	1057	1071	1074	0
1999-00	220	221	392	850	1093	989	677	429	349	307	255	233	219	219	219	220	242	273	352	544	809	1060	1102	1108	1110	0
2000-01	223	231	335	844	900	816	520	368	324	271	238	225	220	220	221	222	235	252	331	484	739	884	939	969	978	0
2001-02	220	220	524	825	972	796	485	345	299	251	231	222	219	219	219	220	227	240	322	506	614	910	1008	1028	1035	0
2002-03	220	219	467	879	925	677	488	353	299	251	231	222	219	219	219	220	226	238	318	491	638	920	941	949	960	0
2003-04	220	237	728	921	1084	930	661	394	341	290	244	228	220	220	220	222	240	257	349	667	814	1076	1087	1087	1087	0
2004-05	221	220	359	840	897	685	484	353	312	259	234	223	220	220	220	221	230	246	332	483	622	888	939	954	961	0
2005-06	220	279	665	752	1025	864	468	353	299	252	231	222	219	220	220	220	233	253	340	629	701	943	1033	1036	1037	0
2006-07	220	263	361	668	853	814	543	352	298	251	231	222	220	220	220	221	238	254	331	486	626	856	884	898	907	0
2007-08	220	219	229	894	1056	836	514	354	303	253	232	222	219	219	219	219	222	230	299	477	690	1002	1088	1098	1099	0
2008-09	220	237	606	861	1018	909	564	356	311	258	234	223	219	219	220	220	234	250	340	605	759	937	1036	1046	1050	0
2009-10	220	219	360	794	1012	1016	600	370	328	275	239	226	219	219	219	220	232	249	344	442	708	1014	1071	1076	1078	0
2010-11	221	238	369	763	989	885	665	399	337	287	243	228	220	220	220	222	239	259	344	539	701	977	1082	1092	1095	0
2011-12	221	220	489	765	996	832	475	352	302	252	232	222	220	220	220	221	227	240	324	490	668	896	1048	1066	1074	0
médiane	221	226	388	812	980	815	496	355	304	253	233	224	220	220	220	222	233	246	331	484	650	915	1013	1026	1030	0

Tableau B-6-3 Cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987))

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médiane	crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hm	Hc120	Hc90		Hc30	Hc10	Hc5
1903-04	72	72	248	499	665	659	372	215	143	109	86	75	72	72	72	72	81	99	155	329	465	666	683	686	686	0
1904-05	73	85	184	603	677	657	451	268	171	125	94	77	73	73	73	73	86	99	179	376	524	671	691	694	695	0
1905-06	72	76	250	561	670	662	653	286	185	130	98	82	72	72	72	72	94	117	213	475	600	667	674	679	680	0

2004-05	288	287	288	509	522	332	297	286	284	282	282	287	276	277	280	281	284	286	288	295	305	518	553	557	560	0
2005-06	285	293	373	443	605	545	335	291	284	280	287	286	279	279	279	282	286	288	291	359	432	585	613	619	621	0
2006-07	292	293	292	415	503	453	299	284	281	282	284	286	277	278	278	281	284	286	291	295	341	492	508	512	513	0
2007-08	284	286	291	544	668	480	293	284	283	284	286	291	278	279	280	282	284	285	288	296	370	617	685	691	694	0
2008-09	295	300	418	503	619	552	297	280	283	284	289	295	275	277	277	280	285	290	297	376	482	563	631	638	640	0
2009-10	297	300	331	532	624	646	320	282	285	285	289	295	277	278	279	281	286	290	297	332	428	630	673	675	675	0
2010-11	296	293	303	478	612	626	342	289	292	295	294	296	283	284	286	289	292	293	296	346	460	618	669	674	675	0
2011-12	297	298	297	406	608	435	293	287												300	334	500	643	660	665	0
médiane	73	85	250	518	646	657	378	225	151	112	90	75	72	72	72	72	87	101	176	332	475	657	674	675	676	50

Tableau B-6-4 Cotes du Doué à l'échelle de Guede, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage						médian Hm	crue						
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hc120	Hc90		Hc30	Hc10	Hc5
1983-84	66	92	234	307	396	341	151	87	73	72	73	79	43	54	62	72	73	75	90	171	275	396	429	434	442	56
1984-85	88	78	167	377	332	324	157	88	72	72	74	81	72	72	72	72	75	79	90	173	308	368	387	389	392	33
1985-86	87	89	89	480	570	407	153	86	72	73	73	79	72	72	72	72	75	80	88	146	350	546	584	591	595	27
1986-87	87	93	98	290	584	503	301	109	84	73	73	80	63	72	72	73	81	85	95	205	297	557	593	598	599	33
1987-88	83	82	117	348	536	498	260	113	78	70	68	68	67	68	68	68	71	80	88	158	306	524	543	547	548	0
1988-89	68	68	127	542	657	544	223	111	77	70	68	68	68	68	68	68	68	69	89	214	393	644	681	685	686	0
1989-90	68	68	120	466	661	526	250	116	80	70	68	68	68	68	68	68	68	69	87	210	322	648	670	676	676	0
1990-91	68	68	166	543	535	438	221	108	75	70	68	68	68	68	68	68	68	69	85	223	395	540	563	568	570	0
1991-92	68	68	164	553	642	519	319	126	84	70	68	68	68	68	68	68	68	69	90	287	500	596	654	660	661	0
1992-93	68	69	96	454	585	458	205	102	73	69	68	68	68	68	68	68	68	69	77	193	348	543	606	620	624	0
1993-94	68	68	152	481	588	420	213	102	73	69	68	68	68	68	68	68	68	69	81	190	286	555	606	615	617	0
1994-95	68	68	181	519	664	669	466	230	114	84	70	68	68	68	68	68	69	73	133	382	509	665	672	674	674	0
1995-96	67	68	93	564	675	640	304	127	98	73	69	68	67	67	67	67	69	70	96	208	436	658	678	681	681	0
1996-97	67	72	147	535	594	565	261	108	84	70	68	68	67	67	67	67	68	70	99	213	384	589	636	639	641	0
1997-98	68	94	317	550	624	593	272	113	84	70	68	68	67	67	67	68	69	71	104	315	393	607	636	641	643	0
1998-99	67	69	133	545	653	666	287	115	86	70	68	68	67	67	67	67	68	69	96	201	419	654	685	692	694	0
1999-00	67	67	151	549	702	659	482	219	105	85	70	68	67	67	67	67	69	72	106	314	532	687	714	716	717	0
2000-01	67	68	96	555	610	539	306	129	94	72	69	68	67	67	67	67	68	70	96	249	489	588	624	636	641	0
2001-02	67	67	286	545	621	544	258	104	81	70	68	67	67	67	67	67	68	69	93	282	384	606	663	673	675	0
2002-03	67	67	222	554	624	468	267	108	81	70	68	67	67	67	67	67	68	69	91	263	398	612	628	630	631	0
2003-04	67	68	364	600	700	685	430	175	101	76	69	68	67	67	67	67	69	70	105	432	544	698	707	707	707	0
2004-05	67	67	126	558	609	491	248	114	88	71	68	68	67	67	67	67	68	69	95	241	376	592	622	631	634	0
2005-06	67	72	430	495	673	590	260	109	81	70	68	67	67	67	67	67	68	70	100	378	473	624	677	678	678	0
2006-07	67	71	119	435	567	556	315	109	81	70	68	67	67	67	67	67	69	70	95	250	387	568	573	585	593	0
2007-08	67	67	69	564	672	584	291	112	83	70	68	67	67	67	67	67	67	68	80	246	463	663	705	710	711	0
2008-09	67	68	364	570	669	616	344	116	87	71	68	68	67	67	67	67	68	70	100	364	504	628	677	680	682	0
2009-10	67	67	114	521	668	687	391	132	96	72	69	68	67	67	67	67	68	70	101	213	460	671	694	698	700	0
2010-11	67	68	115	485	646	679	447	169	99	74	69	68	67	67	67	67	69	71	102	304	469	654	698	706	708	0
2011-12	67	67	224	508	657	573	256	108	82	70	68	67	67	67	67	67	68	69	92	260	435	600	677	686	690	0
médiane	67	68	147	535	624	544	267	112	83	70	68	68	67	67	67	67	68	70	95	241	395	606	654	660	661	0

B-7 : Cotes du Sénégal, de Dagana à Diama amont

Tableau B-7-1 Cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987))

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médiane	crue							
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	Hm	Hc120	Hc90	Hc30	Hc10	Hc5	Hc1	
1903-04	61	78	124	192	307	345	132	89	73	68	66	62	61	61	61	61	66	68	89	128	180	325	347	349	350	30
1904-05	62	69	118	268	337	359	183	85	76	69	67	63	62	62	62	62	67	69	79	139	243	349	364	364	365	39
1905-06	61	63	106	249	305	333	338	99	71	68	67	64	61	61	61	61	67	68	80	216	283	335	339	339	339	44
1906-07	61	66	116	284	402	461	340	119	89	74	68	66	57	58	60	62	67	68	92	214	307	449	468	472	475	39
1907-08	62	58	78	109	262	289	133	78	66	69	67	64	53	54	55	60	64	66	69	102	129	283	295	297	298	40
1908-09	61	65	103	226	325	372	211	71	69	68	66	62	60	61	61	62	64	66	70	138	230	361	374	375	375	38
1909-10	61	65	138	260	356	404	297	89	73	68	66	62	61	61	61	61	66	68	87	189	277	386	408	410	414	47
1910-11	61	61	116	228	325	364	170	74	68	68	65	62	59	60	61	61	65	67	73	130	223	352	366	368	370	42
1911-12	61	68	127	175	290	312	126	86	75	68	65	62	61	61	61	61	65	67	81	132	153	298	325	329	330	40
1912-13	61	54	71	165	270	301	124	72	70	68	66	62	50	51	53	56	62	66	71	104	162	290	305	309	310	34
1913-14	61	61	76	112	195	177	89	71	67	65	62	61	60	60	61	61	61	62	68	84	104	181	198	200	200	28
1914-15	61	61	89	186	247	246	92	84	70	68	65	62	61	61	61	61	64	66	73	94	152	247	250	250	251	16
1915-16	61	61	101	196	311	335	115	83	70	67	64	62	61	61	61	61	63	66	73	113	162	325	338	339	340	11
1916-17	61	52	100	220	304	354	233	70	65	67	65	62	48	48	49	55	62	64	67	139	229	344	359	360	360	45
1917-18	61	65	83	179	325	369	124	67	68	67	64	61	61	61	61	61	64	66	68	88	164	355	373	374	375	37
1918-19	61	71	125	257	352	443	402	121	91	71	68	66	60	60	61	61	68	70	105	199	303	427	452	454	455	41
1919-20	62	72	100	203	300	321	116	77	68	68	65	62	61	61	61	62	66	68	75	108	178	310	324	324	325	9
1920-21	62	77	135	235	347	409	263	95	75	68	66	63	61	61	61	63	67	69	89	136	251	396	412	415	415	42
1921-22	61	68	101	141	280	290	83	71	68	66	63	61	61	61	61	61	63	66	71	100	115	286	311	314	314	36
1922-23	61	68	96	221	338	476	436	126	65	68	67	64	61	61	61	62	66	67	74	197	297	456	483	487	489	47
1923-24	61	62	116	217	306	360	277	95	77	68	66	62	60	60	60	61	66	68	89	180	234	348	367	369	369	40
1924-25	60	56	164	277	367	454	410	130	88	72	68	65	52	54	54	59	67	68	94	246	317	438	460	463	465	47
1925-26	63	63	94	218	313	356	355	94	80	71	68	66	60	61	62	63	68	69	85	165	265	356	369	371	372	44
1926-27	62	61	100	222	263	272	107	70	69	68	66	62	56	57	58	61	65	67	70	103	151	268	285	287	287	32
1927-28	61	71	103	211	318	396	414	146	82	68	67	65	61	61	61	62	67	68	85	201	304	405	422	423	424	50
1928-29	62	64	106	218	337	420	394	112	78	68	66	62	61	61	62	62	65	68	89	150	292	408	432	433	434	43
1929-30	61	76	138	228	339	403	355	92	73	68	66	62	59	59	60	61	66	68	88	163	280	390	411	414	416	44
1930-31	61	61	119	205	333	381	340	91	71	68	66	64	61	61	61	61	66	68	84	160	258	372	384	386	388	35
1931-32	61	59	112	256	272	340	285	105	75	68	66	63	56	57	58	61	66	68	90	169	268	330	350	351	352	39
1932-33	61	74	122	268	341	395	240	102	74	68	66	62	61	61	61	62	66	68	92	150	268	378	398	400	401	41
1933-34	61	65	154	286	363	406	212	91	74	67	65	62	61	61	61	62	65	67	83	160	279	389	410	411	412	46
1934-35	61	61	68	211	334	397	300	90	73	68	66	62	61	61	61	61	62	66	73	123	252	382	401	402	402	38
1935-36	61	67	131	246	348	457	420	100	78	68	66	63	61	61	61	63	66	68	79	214	301	444	460	463	463	46
1936-37	62	71	105	238	368	486	435	131	78	72	68	65	61	62	62	63	68	71	91	214	316	470	490	493	494	47
1937-38	61	61	62	176	307	355	248	69	70	68	66	64	58	58	60	61	64	66	68	131	214	343	357	359	359	25
1938-39	62	61	145	210	305	366	361	109	72	68	67	63	61	61	61	61	64	67	73	162	268	365	378	381	383	43
1939-40	62	66	95	189	301	329	181	79	68	65	63	62	61	61	61	62	64	65	74	113	198	323	332	335	335	40
1940-41	61	61	88	145	268	255	182	74	68	66	63	62	61	61	61	61	62	66	69	100	176	262	271	272	272	45

1941-42	61	61	69	146	262	279	90	65	67	65	62	61	61	61	61	62	63	66	86	126	269	293	294	295	33
1942-43	61	60	63	184	289	219	71	69	68	65	62	61	59	59	59	61	61	62	67	72	118	279	301	302	28
1943-44	61	60	104	191	306	355	264	66	66	65	63	62	59	59	60	61	62	64	66	109	234	348	355	355	34
1944-45	61	61	78	129	230	219	96	67	67	66	63	61	60	60	61	61	62	64	67	85	113	227	251	255	16
1945-46	61	63	100	211	333	430	377	85	69	67	66	63	61	61	61	61	65	66	74	150	270	414	438	440	36
1946-47	61	60	68	210	315	363	321	85	72	68	66	62	54	55	56	61	62	66	72	135	246	358	366	368	36
1947-48	61	61	70	200	298	341	114	79	67	64	62	61	60	60	61	61	61	62	67	86	175	322	343	345	27
1948-49	61	74	107	179	301	325	157	98	70	67	64	62	61	61	61	61	66	68	86	126	175	317	327	329	37
1949-50	61	62	89	160	304	301	82	72	68	66	64	62	61	61	61	61	63	66	70	89	148	305	319	320	30
1950-51	61	61	88	201	331	464	427	143	64	67	66	62	61	61	61	61	63	65	70	199	303	449	472	476	50
1951-52	61	64	86	181	283	339	376	280	90	72	68	63	61	61	61	61	66	72	88	214	285	365	378	380	45
1952-53	62	69	86	180	267	331	363	95	72	57	57	59	50	53	54	57	62	65	74	175	248	348	366	368	42
1953-54	64	72	123	215	287	334	183	78	68	58	59	57	50	53	54	56	62	65	76	141	215	318	336	337	31
1954-55	64	86	123	266	344	424	348	109	88	74	67	63	58	61	63	63	68	76	97	212	295	409	429	431	39
1955-56	62	67	108	265	346	403	411	138	80	75	68	63	49	57	60	62	67	74	86	245	317	408	429	431	57
1956-57	59	72	98	197	316	432	404	110	64	63	65	62	41	49	57	60	63	65	78	182	280	416	445	448	67
1957-58	62	61	123	227	329	395	418	176	69	72	67	64	40	46	53	62	66	68	94	227	311	407	425	426	59
1958-59	67	75	117	236	348	441	392	131	86	75	68	66	56	63	64	65	70	75	94	195	311	427	444	446	59
1959-60	63	67	110	177	311	386	290	78	70	61	67	64	56	58	60	62	65	67	74	143	221	367	390	393	51
1960-61	62	65	107	218	295	334	200	83	74	68	66	63	61	61	61	62	66	68	75	158	219	321	336	337	46
1961-62	73	72	108	257	335	423	325	88	62	66	64	62	47	55	56	59	63	66	82	161	270	398	429	432	64
1962-63	55	67	105	219	312	370	326	102	77	69	66	63	41	49	53	57	66	68	82	146	249	360	377	378	59
1963-64	50	67	86	204	290	339	328	85	65	59	61	53	36	40	41	51	58	61	77	153	241	334	344	345	66
1964-65	58	66	105	245	326	419	403	96	70	67	59	57	43	46	48	55	62	66	87	191	295	414	448	451	58
1965-66	61	64	99	212	332	474	418	97	68	67	60	59	54	56	57	59	62	65	79	163	294	450	479	482	17
1966-67	55	65	96	173	278	351	397	188	84	71	68	61	42	47	52	57	67	69	90	187	270	378	401	404	58
1967-68	58	66	104	234	331	424	445	144	79	68	61	61	49	51	55	58	64	68	91	223	307	437	463	465	50
1968-69	63	64	85	173	222	265	102	75	65	62	60	61	45	49	56	59	62	63	72	99	149	246	276	279	48
1969-70	69	69	129	205	303	352	356	85	75	64	58	61	52	53	54	58	63	67	80	178	274	354	362	364	50
1970-71	57	70	83	226	311	338	108	75	49	52	53	52	44	44	45	49	53	56	71	93	165	327	341	342	59
1971-72	47	73	91	218	324	351	96	62	64	61	56	54	38	40	45	50	57	61	65	96	173	338	356	358	49
1972-73	60	61	82	128	195	119	81	61	55	54	56	56	42	47	48	52	55	57	63	82	101	172	196	198	58
1973-74	74	80	98	185	277	171	79	51	55	56	55	50	37	40	43	50	55	56	72	94	110	265	279	280	58
1974-75	59	69	97	201	314	354	117	74	59	56	62	47	27	30	32	40	58	64	75	113	194	338	357	360	100
1975-76	53	75	84	225	267	308	101	71	52	53	47	53	26	27	28	36	53	58	70	100	209	292	311	312	100
1976-77	44	71	90	162	207	197	158	76	56	42	59	53	25	31	35	41	52	60	76	131	161	205	228	229	92
1977-78	52	71	85	109	184	202	82	58	45	55	48	56	24	24	29	37	53	58	69	84	101	196	223	228	100
1978-79	57	70	78	201	219	248	132	75	58	52	47	48	25	32	33	41	53	60	73	105	169	223	250	251	100
1979-80	58	77	79	140	198	120	86	66	52	55	51	55	22	25	31	39	55	60	71	90	109	161	200	203	100
1980-81	52	65	84	184	250	137	84	55	49	47	58	51	22	28	30	36	51	56	66	87	102	227	260	264	100
1981-82	59	70	95	210	271	198	90	63	55	53	49	51	27	32	34	40	55	59	69	94	120	259	274	274	91
1982-83	48	72	80	105	216	138	82	48	46	49	57	54	26	30	32	40	50	53	65	85	97	182	219	220	100
1983-84	55	73	98	110	137	115	78	120	121	103	46	-4	-20	-15	-9	13	64	75	98	113	120	136	146	148	92
1984-85	-41	-55	106	130	118	114	123	144	144	122	75	11	-65	-61	-58	-42	22	75	113	129	135	145	147	179	100
1985-86	-25	-50	-68	218	248	152	95	144	140	122	91	44	-77	-75	-74	-62	23	71	116	140	148	241	260	271	100
1986-87	10	27	43	134	259	231	169	175	166	155	127	90	2	2	5	19	73	110	154	167	173	250	261	262	100
1987-88	54	34	63	112	213	208	176	104	140	151	152	124	27	28	32	39	92	104	135	152	158	209	218	219	100
1988-89	75	86	127	179	272	287	110	96	84	70	67	54	50	51	51	56	73	84	94	120	167	281	309	311	81
1989-90	61	62	106	175	256	217	135	101	99	96	103	101	56	57	57	61	91	99	103	111	154	252	259	259	97

1990-91	69	72	113	170	195	197	183	178	175	118	110	90	62	63	65	70	90	105	167	179	183	197	205	207	211	77
1991-92	85	80	84	215	256	223	185	92	97	148	187	200	72	75	76	80	89	94	162	200	208	243	264	267	268	94
1992-93	201	206	202	202	261	226	221	220	220	200	204	200	191	194	195	198	201	202	206	220	221	232	264	269	272	69
1993-94	199	206	210	221	276	228	225	200	182	187	199	200	173	176	178	187	197	200	205	217	222	246	277	283	283	94
1994-95	203	205	211	262	321	326	249	257	246	221	222	217	198	198	202	204	213	220	223	249	259	325	347	350	350	85
1995-96	201	198	223	248	323	310	222	223	232	227	233	229	191	195	198	199	221	224	228	233	236	322	347	349	349	34
1996-97	220	220	223	234	268	241	236	239	238	238	236	237	215	216	217	219	227	234	236	238	239	260	276	279	285	12
1997-98	228	223	243	247	282	247	238	234	230	236	235	240	221	221	222	225	232	234	236	240	243	262	296	300	301	25
1998-99	240	244	264	250	299	298	240	245	257	255	258	258	230	233	235	238	243	248	255	259	262	300	325	329	330	100
1999-00	260	261	262	268	330	376	339	241	248	247	249	248	215	228	230	241	248	250	259	263	286	368	377	378	380	95
2000-01	249	252	254	236	278	249	255	251	241	245	250	250	221	224	229	236	243	246	249	251	254	265	293	298	298	88
2001-02	248	250	261	246	289	262	262	261	262	259	268	266	222	231	237	247	251	256	260	265	267	278	294	296	298	96
2002-03	266	271	268	259	275	262	262	264	266	260	262	264	242	249	250	254	260	261	264	266	268	275	282	285	288	95
2003-04	266	267	268	279	340	375	260	252	259	259	263	262	224	231	243	250	258	260	264	269	278	363	378	380	380	85
2004-05	265	266	262	235	256	256	262	262	262	261	260	261	223	226	229	240	258	259	261	263	264	266	268	270	270	74
2005-06	264	269	266	261	297	285	260	265	261	260	264	261	241	247	250	255	260	261	265	268	270	289	302	305	306	70
2006-07	269	274	270	260	276	269	266	265	263	267	267	270	246	248	254	259	264	265	267	270	271	275	278	279	280	0
2007-08	267	269	267	282	320	309	263	262	262	262	263	268	255	255	256	258	262	263	266	269	272	320	339	342	345	0
2008-09	273	274	270	280	307	293	260	258	260	262	267	269	253	253	254	258	261	265	270	274	277	297	311	313	314	0
2009-10	273	274	274	282	314	342	259	257	262	261	262	263	246	250	253	256	261	262	268	274	279	326	345	347	347	0
2010-11	269	269	274	289	331	342	265	262	263	262	264	266	249	256	258	260	263	265	267	271	286	335	345	345	347	0
2011-12	270	270	269	274	304	282	267														273	291	308	313	315	0
médiane	61	68	105	215	304	334	240	95	73	68	66	62	60	61	61	61	65	68	82	153	239	325	343	345	345	46

Tableau B-7-2 Cotes du Sénégal à l'échelle de Dagana, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage						médian Hm	crue						
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120		Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1983-84	55	73	98	110	137	115	66	55	54	53	53	52	27	41	46	52	53	54	62	88	102	136	146	148	157	55
1984-85	52	54	75	128	111	106	72	56	54	53	53	52	52	52	52	52	53	53	54	76	102	124	132	133	134	0
1985-86	52	51	53	164	222	139	73	55	54	53	53	52	51	51	51	51	52	53	54	72	111	215	241	248	249	0
1986-87	52	52	52	98	206	221	98	62	56	54	53	52	52	52	52	52	53	55	55	83	99	217	254	259	261	0
1987-88	52	52	72	112	201	190	93	71	55	51	50	50	49	50	50	50	52	52	61	79	99	192	205	208	209	0
1988-89	50	50	74	203	272	300	88	71	55	51	50	50	50	50	50	50	50	51	62	87	127	276	306	314	316	0
1989-90	50	50	73	145	289	289	92	71	57	51	50	50	50	50	50	50	50	51	61	86	103	289	300	304	305	0
1990-91	50	50	82	198	205	143	88	70	54	51	50	50	50	50	50	50	50	51	60	89	129	203	224	229	231	0
1991-92	50	50	82	218	266	193	99	73	59	51	50	50	50	50	50	50	50	51	62	97	173	243	288	294	296	0
1992-93	50	51	67	148	216	160	86	69	53	51	50	50	50	50	50	50	50	51	55	84	111	204	238	255	260	0
1993-94	50	50	79	155	223	145	87	69	53	51	50	50	50	50	50	50	50	51	57	84	97	217	241	249	255	0
1994-95	50	50	84	184	289	292	155	89	71	59	51	50	50	50	50	50	51	53	74	123	182	290	296	300	301	0
1995-96	50	50	64	203	299	285	98	73	66	53	51	50	50	50	50	50	50	52	65	87	143	291	315	321	323	0
1996-97	50	53	77	189	229	250	93	70	59	51	50	50	50	50	50	50	50	51	67	87	125	234	269	271	271	0
1997-98	50	65	101	189	255	251	95	71	59	51	50	50	50	50	50	50	51	52	69	100	128	253	267	270	271	0
1998-99	50	51	75	198	288	305	96	71	60	52	50	50	50	50	50	50	50	51	65	86	139	291	321	332	335	0
1999-00	50	50	78	196	331	350	182	87	70	60	51	50	50	50	50	51	52	70	100	201	340	354	358	359	0	

2000-01	50	50	66	204	228	214	98	73	64	52	51	50	50	50	50	50	51	66	92	170	219	247	260	263	0
2001-02	50	50	97	203	259	252	93	69	57	51	50	50	50	50	50	50	51	64	96	124	259	291	298	301	0
2002-03	50	50	90	192	268	164	94	70	57	51	50	50	50	50	50	50	51	63	94	130	261	269	269	271	0
2003-04	50	50	118	252	330	350	140	81	68	54	51	50	50	50	50	51	52	70	141	208	347	350	351	351	0
2004-05	50	50	75	221	236	187	92	71	61	52	50	50	50	50	50	50	51	65	91	122	231	253	264	268	0
2005-06	50	53	139	173	295	261	93	70	57	51	50	50	50	50	50	50	51	68	122	156	272	314	315	316	0
2006-07	50	52	72	140	221	221	100	70	57	51	50	50	50	50	50	50	51	65	92	126	221	222	224	234	0
2007-08	50	50	51	209	298	318	97	71	59	51	50	50	50	50	50	50	50	57	92	151	299	323	326	327	0
2008-09	50	50	117	226	290	273	109	71	61	52	50	50	50	50	50	50	51	68	117	179	283	309	313	315	0
2009-10	50	50	72	179	293	325	128	74	65	53	51	50	50	50	50	50	51	68	87	152	313	334	338	339	0
2010-11	50	50	72	153	302	328	149	80	67	54	51	50	50	50	50	50	52	69	99	158	307	336	340	342	0
2011-12	50	50	90	185	273	238	93	70	58	51	50	50	50	50	50	50	51	64	94	142	253	288	298	301	0
médiane	50	50	75	189	266	250	94	71	58	51	50	50	50	50	50	50	51	64	91	129	253	288	294	296	0

Tableau B-7-3 Cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987))

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médiane	crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1903-04	52	64	107	159	258	294	114	77	61	57	55	53	52	52	52	52	55	57	76	110	152	276	296	298	299	0
1904-05	52	58	103	222	285	308	155	72	65	58	56	53	52	52	52	57	58	67	118	202	298	311	311	312	0	
1905-06	52	53	90	208	257	281	287	87	60	58	56	54	52	52	52	56	57	67	180	237	284	288	288	288	0	
1906-07	52	55	99	236	340	406	295	104	76	62	57	55	49	49	51	52	57	58	79	176	260	389	412	417	420	0
1907-08	53	50	65	94	219	243	117	66	55	58	57	54	46	47	48	51	54	55	58	89	111	237	248	250	251	0
1908-09	52	55	86	185	274	318	184	60	58	57	55	53	52	52	52	54	56	59	118	191	309	320	321	321	0	
1909-10	52	54	116	216	303	347	253	76	61	57	56	53	52	52	52	55	57	74	159	233	332	351	353	355	0	
1910-11	52	52	99	189	274	311	146	62	57	57	55	52	50	52	52	52	54	57	61	114	184	301	313	315	316	0
1911-12	52	57	109	145	241	265	111	76	64	57	55	52	52	52	52	55	57	69	114	130	251	275	279	280	0	
1912-13	52	47	59	138	226	253	110	61	59	57	55	53	44	45	46	49	53	55	59	89	136	243	257	260	262	0
1913-14	52	52	64	96	162	148	77	60	56	54	52	52	51	51	52	52	52	53	57	71	89	152	165	166	166	0
1914-15	52	52	75	153	207	208	79	71	59	57	55	52	52	52	52	52	54	56	61	82	129	207	209	210	211	0
1915-16	52	52	87	161	261	285	101	70	59	57	54	52	52	52	52	52	53	56	62	98	138	276	287	288	289	0
1916-17	52	45	86	183	254	301	207	59	55	57	55	52	43	43	44	47	52	54	56	116	191	292	306	308	308	0
1917-18	52	55	70	145	274	316	111	57	57	56	54	52	52	52	52	54	55	57	76	144	303	319	321	321	0	
1918-19	52	59	108	214	299	374	353	105	78	60	57	55	51	51	52	52	57	59	90	168	256	367	394	396	397	0
1919-20	53	60	86	168	252	272	101	66	57	57	55	52	52	52	52	55	57	63	95	150	261	274	275	276	0	
1920-21	52	64	113	188	293	352	231	82	63	58	56	53	52	52	52	53	57	59	76	116	211	340	355	356	357	0
1921-22	52	56	88	118	233	246	70	60	57	56	53	52	52	52	52	53	53	56	60	86	100	241	263	265	266	0
1922-23	52	57	83	182	285	422	383	111	54	57	56	54	52	52	52	53	55	56	62	165	250	398	430	435	436	0
1923-24	52	52	100	179	257	308	238	82	66	57	55	53	51	51	51	52	55	57	76	150	197	297	313	316	316	0
1924-25	51	49	138	230	312	389	358	113	75	61	57	55	45	46	47	50	56	58	80	207	268	378	403	406	408	0
1925-26	53	53	80	179	264	304	305	82	68	60	57	56	51	52	52	53	57	58	72	140	222	304	316	318	319	0
1926-27	53	52	85	183	220	230	95	59	58	57	55	53	48	49	50	52	54	56	59	89	131	225	239	241	241	0

1927-28	52	60	88	175	269	337	359	127	70	58	57	55	52	52	52	52	57	58	72	171	255	348	363	363	364	0
1928-29	52	54	94	174	284	357	342	98	66	58	55	53	52	52	52	53	54	57	75	129	246	351	371	372	373	0
1929-30	52	64	118	187	287	344	307	79	61	57	55	53	50	50	51	52	55	57	76	138	236	336	353	356	357	0
1930-31	52	52	102	168	281	326	294	78	60	57	56	54	52	52	52	52	55	57	71	134	216	319	330	331	333	0
1931-32	52	50	96	215	228	288	244	92	63	57	56	53	48	49	50	52	55	57	77	142	225	280	299	300	301	0
1932-33	52	62	105	222	288	340	213	89	63	57	55	53	52	52	52	52	56	57	78	129	225	324	343	345	345	0
1933-34	52	55	129	239	310	349	186	78	63	57	55	52	52	52	52	52	55	56	70	135	234	335	352	353	354	0
1934-35	52	52	55	174	281	342	258	77	62	57	55	53	52	52	52	52	53	55	62	105	212	327	345	346	346	0
1935-36	52	56	112	204	295	399	363	88	66	57	56	53	52	52	52	53	56	57	67	179	254	382	403	406	406	0
1936-37	53	60	90	194	311	433	381	115	66	61	57	55	52	52	52	53	57	60	78	179	269	414	438	441	442	0
1937-38	52	52	52	144	257	303	216	58	59	57	56	54	49	50	51	52	54	55	57	112	180	292	305	306	307	0
1938-39	53	52	123	172	256	312	310	96	61	57	56	53	52	52	52	52	54	56	62	136	226	312	324	327	329	0
1939-40	52	55	81	153	252	279	155	67	58	55	54	53	52	52	52	52	54	55	62	97	163	274	282	284	284	0
1940-41	52	52	75	120	226	214	155	62	58	56	53	52	52	52	52	52	53	55	58	87	144	220	228	229	229	0
1941-42	52	52	58	124	218	236	78	55	57	54	53	52	52	52	52	52	52	53	55	74	111	227	246	247	248	0
1942-43	52	51	53	151	242	190	60	58	57	55	53	52	50	50	51	52	52	53	57	61	102	233	253	254	254	0
1943-44	52	51	90	158	257	303	232	56	55	55	53	52	51	51	51	52	53	54	55	95	194	297	303	304	304	0
1944-45	52	52	66	108	190	185	83	56	56	55	53	52	51	51	52	52	53	54	56	72	97	189	211	214	215	0
1945-46	52	53	87	173	281	367	330	73	58	57	55	53	52	52	52	52	54	56	62	128	228	355	376	379	379	0
1946-47	52	51	57	172	265	310	275	73	61	57	55	53	47	47	48	52	53	55	61	118	207	306	313	315	315	0
1947-48	52	52	58	164	249	290	103	67	56	54	52	52	51	51	51	52	52	53	57	76	148	274	292	294	294	0
1948-49	52	62	93	149	251	276	134	85	59	56	54	52	52	52	52	52	55	57	72	110	146	268	278	279	280	0
1949-50	52	53	75	135	255	256	70	61	57	56	54	52	52	52	52	52	53	55	59	76	122	256	270	271	271	0
1950-51	52	52	75	166	279	408	372	126	54	56	55	53	52	52	52	52	53	54	59	166	256	390	417	422	422	0
1951-52	52	54	73	150	236	287	322	243	77	61	57	53	52	52	52	52	56	61	75	179	240	312	324	326	326	0
1952-53	53	63	82	152	219	280	306	82	61	49	49	50	44	46	46	49	53	56	67	148	206	294	310	312	312	42
1953-54	54	61	108	176	235	280	150	66	57	49	50	49	44	46	47	48	52	55	64	111	176	268	283	284	284	37
1954-55	54	61	102	226	299	364	306	87	71	56	41	49	22	26	30	37	54	59	76	183	255	351	367	368	370	86
1955-56	48	56	99	223	297	343	357	138	65	63	57	53	32	37	43	51	55	58	69	208	273	351	368	369	369	46
1956-57	51	62	83	164	269	362	354	97	54	53	55	53	39	44	49	51	53	55	67	160	242	358	381	383	384	36
1957-58	52	53	105	191	281	337	363	153	63	59	52	45	36	40	41	46	52	55	80	191	268	351	365	366	366	68
1958-59	48	70	101	200	299	382	346	109	74	48	49	54	37	39	40	44	54	63	86	170	265	369	384	386	387	97
1959-60	50	61	93	141	260	329	245	67	59	52	57	54	34	39	42	50	55	57	67	118	182	310	331	334	337	57
1960-61	52	57	99	177	244	280	170	72	57	57	55	51	26	37	42	50	53	55	62	131	177	268	283	284	284	51
1961-62	56	56	94	216	287	362	288	77	57	55	54	52	30	33	41	49	53	56	73	137	225	347	367	370	370	67
1962-63	46	55	90	180	263	315	285	88	65	58	55	53	29	31	35	48	55	57	70	136	209	306	322	324	324	53
1963-64	44	57	72	170	242	286	279	74	56	50	52	46	36	38	39	45	50	52	64	134	202	284	293	294	294	0
1964-65	52	59	88	207	280	352	349	84	60	57	50	49	41	42	45	48	54	56	75	159	254	352	386	390	391	50
1965-66	51	54	85	177	285	418	365	85	57	57	51	51	47	48	49	50	53	55	66	131	246	387	425	427	428	26
1966-67	48	53	78	150	236	296	340	164	71	60	57	52	39	43	45	49	56	58	76	156	232	321	345	347	347	35
1967-68	50	57	95	195	284	360	393	125	67	57	52	52	43	45	48	50	54	57	78	188	265	376	411	414	416	36
1968-69	53	49	78	142	184	225	89	64	55	52	51	52	41	43	46	50	52	53	60	86	129	208	231	234	235	25
1969-70	58	59	109	170	254	301	305	74	64	54	49	51	45	46	47	49	54	57	68	150	229	303	310	311	311	0
1970-71	49	59	72	176	254	289	96	63	43	45	46	46	40	41	42	44	46	48	60	82	139	270	290	292	293	25
1971-72	42	63	78	171	267	293	82	53	54	52	48	47	36	38	41	45	49	52	55	83	138	281	296	298	300	31
1972-73	51	52	69	110	162	106	69	52	47	47	48	48	39	42	43	45	47	48	53	70	89	145	163	164	166	0
1973-74	62	67	86	154	225	145	67	45	47	48	47	44	36	39	40	44	47	48	61	83	92	215	229	230	230	25

1974-75	49	60	95	167	267	303	104	69	51	48	53	42	30	32	33	38	50	54	65	99	160	287	305	307	308	45
1975-76	46	63	72	186	219	260	85	60	41	40	38	39	21	29	30	34	41	45	61	84	178	245	262	263	263	84
1976-77	36	61	72	136	166	160	127	56	50	44	45	44	20	30	32	36	44	47	61	109	134	166	187	188	189	79
1977-78	44	62	71	92	152	171	71	52	36	46	42	46	19	23	30	36	44	46	55	72	88	163	185	188	191	97
1978-79	49	58	70	162	184	208	113	64	48	47	36	37	26	30	31	36	46	50	61	95	145	187	211	212	214	92
1979-80	49	64	75	118	163	102	70	55	41	39	35	52	20	24	28	35	44	48	60	75	95	136	166	171	172	69
1980-81	44	54	72	152	207	117	71	44	38	35	44	38	23	29	30	33	40	44	53	72	91	186	218	224	225	98
1981-82	50	65	83	176	232	173	82	59	51	50	52	45	26	28	30	36	50	56	66	83	110	220	234	235	236	100
1982-83	42	61	73	97	185	120	73	44	46	48	58	56	26	30	32	36	46	52	62	76	86	155	186	186	188	80
1983-84	51	64	90	100	122	104	73	117	118	100	40	-11	-32	-26	-18	9	57	68	88	107	115	121	129	133	136	100
1984-85	-40	-60	101	114	107	100	118	140	139	118	75	10	-69	-67	-63	-49	17	75	104	118	129	140	142	168	195	100
1985-86	-29	-59	-74	198	218	142	93	142	138	120	89	38	-83	-81	-78	-65	21	66	106	138	146	217	242	265	277	100
1986-87	7	21	39	131	230	208	164	172	165	154	126	87	-8	-4	2	14	75	108	152	165	170	224	231	234	240	100
1987-88	51	33	58	106	202	198	169	100	136	148	150	120	25	27	30	37	87	99	130	148	152	199	206	208	211	99
1988-89	66	82	123	169	237	264	106	90	80	63	66	47	40	42	43	52	70	77	86	116	161	247	275	277	278	100
1989-90	57	61	101	165	221	193	123	98	97	94	101	96	50	55	55	57	87	95	99	107	143	218	224	226	228	0
1990-91	59	59	98	157	182	185	176	172	168	110	94	74	53	54	55	59	76	92	154	169	175	184	190	192	195	74
1991-92	77	73	77	195	241	219	181	96	104	149	183	189	67	68	70	73	93	99	157	187	193	229	244	246	247	99
1992-93	193	197	197	198	236	206	215	214	216	195	197	192	185	187	188	191	195	196	199	213	214	220	241	241	242	38
1993-94	191	200	202	211	251	219	220	195	179	185	191	195	170	172	175	183	190	193	198	209	215	234	252	256	257	13
1994-95	196	201	203	239	292	288	210	236	223	216	217	211	192	194	195	197	205	210	217	230	240	294	309	310	312	43
1995-96	192	195	216	226	284	287	215	217	224	221	224	221	190	190	191	194	214	216	221	224	226	286	300	302	303	75
1996-97	216	216	216	222	236	229	230	237	234	234	231	229	205	212	212	214	219	223	229	232	234	238	247	249	254	85
1997-98	217	211	231	233	254	237	229	230	227	232	230	234	208	209	210	212	226	228	230	232	234	250	257	257	258	99
1998-99	234	236	255	240	270	262	235	241	249	250	253	251	226	229	232	234	237	240	249	251	253	269	289	291	294	95
1999-00	253	257	257	253	288	337	305	232	240	234	238	240	212	221	227	232	239	241	252	257	259	331	339	341	342	98
2000-01	241	244	238	218	246	232	244	244	236	236	243	242	203	204	212	221	233	237	241	243	244	248	261	263	264	99
2001-02	240	243	250	236	256	245	254	250	254	253	257	260	211	220	228	238	243	246	250	255	257	260	261	262	264	100
2002-03	261	263	258	241	249	248	255	257	259	253	256	259	225	231	232	237	252	254	256	259	260	263	266	269	270	100
2003-04	261	259	259	251	296	328	245	246	251	252	259	255	207	218	229	236	250	253	257	261	264	317	330	332	333	100
2004-05	256	259	251	216	232	247	256	255	255	255	254	255	210	212	213	224	251	252	254	256	256	259	260	261	266	100
2005-06	257	261	249	243	265	260	247	253	252	251	257	254	232	236	238	245	250	252	254	257	259	264	268	270	272	100
2006-07	260	263	258	247	259	255	257	256	255	259	259	261	235	237	241	247	255	256	258	259	260	263	264	264	265	7
2007-08	259	260	258	262	285	277	255	256	256	256	256	261	242	243	246	250	255	256	258	260	262	285	300	302	304	75
2008-09	265	266	258	263	277	268	253	252	254	256	259	262	247	247	248	251	254	256	260	263	265	270	280	281	282	99
2009-10	264	265	262	263	281	302	246	251	256	255	256	257	240	243	245	249	254	256	260	264	266	290	304	306	306	96
2010-11	262	259	264	270	294	302	253	256	257	256	257	259	237	240	248	253	256	257	260	263	269	297	304	304	306	98
2011-12	262	262	259	261	274	269	260	257																		68
médiane	52	57	90	176	256	286	220	82	61	57	55	53	51	52	52	52	54	57	70	134	207	280	293	294	294	13

Tableau B-7-4 Cotes du Sénégal à l'échelle de Richard Toll, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médian Hm	crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90		He120	Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1983-84	51	64	90	100	122	104	56	48	47	46	46	45	24	38	44	46	46	47	54	78	92	119	129	133	136	55
1984-85	45	47	63	111	96	94	62	48	47	46	46	45	45	45	45	46	46	47	47	64	88	108	114	114	115	0
1985-86	45	45	46	138	184	119	62	48	47	46	46	45	45	45	45	45	46	47	47	61	98	180	202	208	209	0
1986-87	45	45	45	84	170	186	85	52	48	47	46	46	45	45	45	45	46	48	48	71	85	180	213	218	219	0
1987-88	45	45	60	96	167	158	80	60	48	45	44	44	44	44	44	45	45	52	52	66	85	160	171	173	174	0
1988-89	44	44	62	168	227	253	76	60	48	45	44	44	44	44	44	44	44	52	52	74	112	233	259	265	267	0
1989-90	44	44	61	122	241	242	79	60	49	45	44	44	44	44	44	44	44	52	52	74	88	242	253	256	257	0
1990-91	44	44	68	165	171	122	75	59	47	45	44	44	44	44	44	44	44	51	51	75	110	171	187	191	193	0
1991-92	44	44	68	180	221	160	87	62	51	45	44	44	44	44	44	44	44	53	53	83	147	202	240	247	249	0
1992-93	44	45	56	125	179	137	73	58	46	45	44	44	44	44	44	44	45	48	48	72	97	170	201	213	218	0
1993-94	44	44	66	130	186	128	74	58	46	45	44	44	44	44	44	44	45	49	49	72	83	182	200	210	213	0
1994-95	44	44	70	154	241	245	131	76	60	50	45	44	44	44	44	45	46	63	63	107	153	243	249	252	253	0
1995-96	44	44	54	165	250	239	85	62	56	46	45	44	44	44	44	44	45	55	55	73	121	245	267	272	274	0
1996-97	44	46	65	156	191	213	80	59	50	45	44	44	44	44	44	44	45	56	56	74	109	194	226	227	228	0
1997-98	44	55	87	156	213	211	82	60	50	45	44	44	44	44	44	44	45	59	59	86	110	212	225	227	228	0
1998-99	44	44	63	164	242	256	83	60	51	45	44	44	44	44	44	44	45	55	55	73	119	244	272	282	284	0
1999-00	44	44	65	161	280	299	156	75	59	51	45	44	44	44	44	45	46	59	59	87	166	289	302	306	307	0
2000-01	44	44	55	169	191	179	85	62	54	46	44	44	44	44	44	44	45	55	55	79	141	183	206	216	221	0
2001-02	44	44	83	167	217	215	80	58	49	45	44	44	44	44	44	44	44	54	54	82	109	217	245	251	253	0
2002-03	44	44	76	158	225	140	81	59	49	45	44	44	44	44	44	44	44	53	53	80	112	219	226	226	227	0
2003-04	44	44	100	211	278	299	120	69	57	47	45	44	44	44	44	44	45	59	59	120	173	296	299	299	300	0
2004-05	44	44	62	184	196	158	79	60	52	45	44	44	44	44	44	44	45	55	55	78	107	193	213	222	225	0
2005-06	44	46	118	145	246	220	80	59	49	45	44	44	44	44	44	44	45	57	57	105	133	227	265	267	267	0
2006-07	44	45	61	118	185	184	86	59	49	45	44	44	44	44	44	44	45	55	55	79	108	185	185	187	194	0
2007-08	44	44	44	170	250	270	84	60	50	45	44	44	44	44	44	44	44	49	49	79	126	252	275	277	278	0
2008-09	44	44	100	188	242	230	96	60	52	45	44	44	44	44	44	44	45	57	57	102	149	238	260	265	267	0
2009-10	44	44	60	149	245	276	112	62	55	46	44	44	44	44	44	44	45	57	57	75	129	265	283	287	288	0
2010-11	44	44	60	128	254	279	129	68	57	47	45	44	44	44	44	44	45	58	58	85	133	259	285	289	291	0
2011-12	44	44	76	153	228	203	80	59	50	45	44	44	44	44	44	44	44	54	54	80	121	212	242	250	253	0
médiane	44	44	63	156	221	211	81	60	50	45	44	44	44	44	44	44	45	54	54	78	112	212	240	247	249	0

Tableau B-7-5 Cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime observé (naturel jusque octobre 1983, puis influencé par ouvrage anti-sel à l'aval (novembre 1983) et par Manantali (juillet 1987))

régime observé année	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage						crue							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	médiane Hm	Hc120	Hc90	Hc30		Hc10	Hc5	Hc1
1903-04	41	45	92	138	232	267	102	64	50	46	44	42	40	40	40	41	44	46	63	95	133	250	269	271	272	0
1904-05	41	46	87	196	257	281	144	61	54	47	45	42	41	41	41	45	46	54	103	179	271	283	284	284	0	
1905-06	41	42	75	183	232	253	261	78	49	46	45	43	40	40	40	41	44	45	55	162	213	258	262	262	262	0
1906-07	41	44	79	210	301	371	276	91	64	50	46	44	38	38	40	41	45	46	66	157	234	352	376	380	383	0
1907-08	41	39	48	79	195	222	106	54	43	46	45	43	35	35	36	40	43	44	46	75	96	214	224	226	227	0
1908-09	41	42	63	161	246	288	174	49	46	45	44	41	40	41	41	41	43	44	48	103	169	280	290	291	291	0
1909-10	40	41	102	189	273	314	232	66	50	46	44	42	40	40	40	40	44	45	61	142	211	298	318	320	322	0
1910-11	40	40	83	167	245	283	134	51	46	45	44	41	39	40	40	40	43	45	50	98	165	273	285	286	287	0
1911-12	40	44	93	123	216	243	98	64	52	45	44	41	40	40	40	40	43	45	56	99	112	227	249	253	254	0
1912-13	40	36	43	119	203	229	100	49	48	45	44	41	33	33	34	37	41	44	48	74	118	219	233	235	237	0
1913-14	40	40	51	77	143	130	67	48	45	43	41	41	40	40	40	40	41	41	45	59	75	133	146	148	148	0
1914-15	40	40	60	131	184	184	68	59	48	45	44	41	40	40	40	40	42	44	49	69	112	184	186	187	187	0
1915-16	40	40	72	136	234	259	89	59	48	45	43	41	40	40	40	40	42	44	50	83	120	250	261	262	263	0
1916-17	40	34	62	159	229	272	195	47	43	45	44	41	31	31	32	36	41	43	45	103	171	265	279	280	280	0
1917-18	40	43	55	116	246	287	104	48	46	45	43	41	40	40	40	40	42	44	46	64	125	276	289	291	291	0
1918-19	40	44	93	190	268	332	327	91	66	48	46	44	40	40	40	40	45	48	76	149	232	331	358	359	361	0
1919-20	41	46	72	147	226	246	89	55	46	45	44	41	41	41	41	41	44	45	51	80	131	236	248	249	250	0
1920-21	41	51	99	158	264	318	218	69	51	46	44	42	40	40	41	42	45	47	63	101	185	308	321	323	323	0
1921-22	41	41	73	99	208	225	58	48	46	44	42	41	40	40	40	40	42	44	48	72	85	218	238	240	240	0
1922-23	40	45	68	159	256	383	352	99	43	45	44	43	40	40	40	41	44	45	51	145	227	363	393	398	400	0
1923-24	41	40	83	158	230	278	220	71	55	46	44	41	39	40	40	41	44	45	63	131	176	270	285	287	287	0
1924-25	40	37	120	205	280	348	331	101	62	49	45	44	34	34	35	39	44	46	67	184	242	341	367	370	372	0
1925-26	42	42	66	156	237	275	281	70	56	48	46	44	40	41	41	42	45	46	60	121	199	277	287	288	289	0
1926-27	42	40	71	162	196	208	83	48	47	46	44	41	37	37	38	41	43	45	47	74	113	202	216	218	218	0
1927-28	40	45	71	152	242	302	326	115	58	46	45	44	40	40	40	41	45	46	60	152	231	316	327	328	329	0
1928-29	41	42	78	141	257	319	312	86	55	46	44	42	41	41	41	41	43	45	63	112	223	317	335	336	337	0
1929-30	41	50	102	164	259	309	286	67	49	46	44	41	39	39	39	41	44	46	62	119	214	303	320	322	323	0
1930-31	40	41	83	145	254	293	274	65	48	46	44	43	40	40	40	41	44	45	58	116	192	289	298	299	301	0
1931-32	41	39	79	191	205	261	226	79	51	46	44	42	37	38	38	41	44	45	64	123	202	254	272	273	274	0
1932-33	41	50	89	197	260	308	201	75	51	46	44	41	40	41	41	41	44	46	65	112	203	293	310	311	312	0
1933-34	41	43	109	213	281	316	177	66	51	45	44	41	40	41	41	41	43	45	58	117	210	302	319	320	321	0
1934-35	40	40	43	151	253	309	240	64	50	45	44	41	40	40	40	40	41	44	50	91	187	296	312	313	313	0
1935-36	41	43	95	180	265	363	330	78	53	46	44	42	40	40	40	41	44	45	54	160	230	347	366	369	370	0
1936-37	41	46	75	169	278	395	352	104	54	50	45	44	41	41	41	42	45	48	65	160	243	377	401	404	406	0
1937-38	41	40	41	118	230	276	200	48	47	46	44	43	38	38	40	40	42	44	46	98	161	266	278	279	280	0
1938-39	41	41	107	148	230	283	286	82	49	46	45	42	40	40	40	41	42	45	49	118	204	284	293	295	297	0
1939-40	41	43	67	124	226	253	147	57	47	44	42	41	41	41	41	41	42	43	51	82	143	248	256	258	258	0
1940-41	41	40	62	99	202	191	143	51	46	44	42	41	40	40	40	40	41	44	46	73	125	197	205	206	206	0
1941-42	40	40	44	107	194	215	69	43	45	43	41	41	40	40	40	40	41	42	44	61	96	204	222	224	224	0
1942-43	40	40	42	126	218	175	48	46	45	44	41	40	39	39	39	40	41	41	45	49	87	211	229	230	230	0
1943-44	40	40	71	137	232	276	218	45	44	43	42	41	39	39	40	40	41	42	44	80	173	270	276	276	276	0
1944-45	40	40	53	88	169	168	72	45	45	44	42	41	39	40	40	40	41	43	44	59	82	169	188	191	192	0

1994-95	178	181	184	221	270	266	192	218	206	199	202	195	174	176	177	179	188	194	200	212	221	271	284	285	286	94
1995-96	177	179	198	210	256	260	197	200	210	204	206	203	175	175	175	178	196	199	204	208	210	257	273	275	275	91
1996-97	198	198	203	210	217	214	211	216	214	217	216	211	196	196	196	198	206	209	212	215	216	218	227	232	233	99
1997-98	200	194	217	214	235	215	214	212	209	214	213	216	193	193	193	196	209	211	213	215	217	231	235	236	240	100
1998-99	217	220	238	218	242	245	218	223	234	234	235	234	205	208	213	216	219	222	232	234	234	244	261	267	268	100
1999-00	234	238	235	234	267	306	272	216	224	225	224	225	193	204	211	217	224	226	233	237	242	299	307	309	309	100
2000-01	224	229	220	198	225	214	227	229	217	220	228	225	191	193	197	204	214	220	225	228	228	231	238	240	240	91
2001-02	223	227	231	216	235	224	236	235	238	238	242	245	194	200	208	217	225	229	233	239	241	244	246	246	249	91
2002-03	245	247	241	223	229	226	239	241	243	237	238	241	206	212	214	218	235	237	240	242	244	246	249	252	253	100
2003-04	244	242	242	227	269	301	224	227	231	233	239	235	183	191	209	217	230	233	238	243	245	288	304	305	307	100
2004-05	234	237	230	194	208	228	237	237	237	238	236	238	183	187	190	204	230	234	236	237	238	239	242	242	246	100
2005-06	239	242	229	223	242	238	230	238	238	237	240	237	209	215	217	224	233	236	238	240	241	244	245	245	248	100
2006-07	244	244	239	229	240	236	238	238	237	240	240	242	217	219	223	229	236	237	239	241	242	244	245	245	246	50
2007-08	240	241	239	243	263	256	236	237	237	237	237	242	224	225	228	232	236	237	239	241	243	263	276	278	279	0
2008-09	245	246	239	243	256	248	234	233	235	237	240	243	229	229	230	232	235	237	241	243	245	250	259	260	261	0
2009-10	244	246	243	243	260	278	228	232	237	236	237	238	222	225	227	230	235	237	241	244	246	267	279	281	281	0
2010-11	243	240	244	250	271	278	234	237	238	237	238	240	219	222	230	234	237	238	241	243	249	273	279	279	281	0
2011-12	243	243	240	242	253	249	241	238												243	243	253	256	260	261	0
médiane	41	44	78	156	232	260	201	70	49	46	44	41	40	40	40	40	43	45	58	116	185	254	266	267	268	0

Tableau B-7-6 Cotes du Sénégal à l'échelle de Rosso, régime naturel de 1983 à 2012 (observé jusque octobre 1983, puis reconstitué)

régime naturel	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médian Hm	crue							
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30		He90	He120	Hc120	Hc90		Hc30	Hc10	Hc5
1983-84	35	49	71	79	103	86	44	37	35	35	35	34	17	27	30	34	35	35	41	62	74	101	107	109	114	0
1984-85	34	35	50	96	81	79	51	37	35	35	35	34	34	34	34	34	35	35	36	52	74	93	99	99	100	0
1985-86	34	34	34	120	165	104	50	37	35	35	35	34	34	34	34	34	34	34	35	49	82	161	180	185	186	0
1986-87	34	34	34	70	151	166	72	41	37	35	35	34	34	34	34	34	34	35	36	58	71	161	190	195	196	0
1987-88	34	34	48	81	148	139	67	48	37	33	33	33	32	32	33	33	34	34	40	54	72	142	153	155	155	0
1988-89	32	33	49	149	205	229	63	48	37	33	33	33	32	32	32	32	33	33	41	62	96	210	234	240	241	0
1989-90	32	32	48	107	219	219	66	49	38	34	33	33	32	32	32	32	33	33	40	61	74	219	229	231	232	0
1990-91	32	33	55	146	153	106	63	47	36	33	33	33	32	32	32	32	33	33	39	63	96	152	167	170	172	0
1991-92	32	33	54	161	199	142	74	50	40	34	33	33	32	32	32	32	33	33	41	69	128	179	217	224	225	0
1992-93	32	33	41	109	160	119	61	46	35	33	33	33	32	32	32	32	33	33	36	59	82	151	180	190	195	0
1993-94	32	33	53	113	166	110	62	47	35	33	33	33	32	32	32	32	33	33	38	59	70	163	178	187	190	0
1994-95	32	32	57	135	219	222	114	63	48	39	34	33	32	32	32	32	33	35	50	91	134	220	226	228	229	0
1995-96	32	33	43	146	227	216	71	50	45	35	33	33	32	32	32	32	33	34	43	61	105	221	241	246	248	0
1996-97	32	34	52	138	170	189	67	47	39	34	33	32	32	32	32	32	33	34	45	62	94	173	203	204	205	0
1997-98	33	42	73	137	191	188	68	48	39	34	33	32	32	32	32	33	33	34	47	72	96	189	201	204	205	0
1998-99	32	33	50	145	219	231	70	48	40	34	33	32	32	32	32	32	33	33	44	60	104	221	246	256	258	0
1999-00	32	32	53	143	254	272	138	62	47	40	34	33	32	32	32	32	33	34	47	72	147	263	275	278	279	0
2000-01	32	33	44	150	170	160	72	50	43	34	33	33	32	32	32	32	33	33	44	66	122	163	181	194	198	0
2001-02	32	32	70	148	194	191	67	47	38	34	33	32	32	32	32	32	33	33	42	69	94	194	222	227	229	0
2002-03	32	32	63	139	202	121	68	47	38	34	33	32	32	32	32	32	33	33	42	67	97	196	203	204	204	0

2003-04	32	33	85	188	252	272	105	56	46	36	33	33	32	32	32	32	33	34	47	105	155	269	272	272	272	0
2004-05	32	32	49	165	174	140	66	48	41	34	33	33	32	32	32	32	33	33	43	65	91	172	189	200	202	0
2005-06	32	34	103	126	223	197	67	47	38	34	33	32	32	32	32	33	34	45	90	115	204	239	241	242	0	
2006-07	32	34	48	104	165	165	72	48	38	34	33	32	32	32	32	33	34	43	66	94	165	165	166	173	0	
2007-08	32	32	33	151	227	244	70	48	39	34	33	32	32	32	32	32	33	38	66	110	228	249	251	252	0	
2008-09	32	33	85	168	219	207	81	49	41	34	33	33	32	32	32	32	33	45	87	130	214	235	239	241	0	
2009-10	32	32	48	130	222	249	96	51	44	35	33	33	32	32	32	32	33	46	62	112	240	257	261	262	0	
2010-11	32	33	48	111	230	253	111	56	45	36	33	33	32	32	32	32	33	46	71	115	234	259	263	265	0	
2011-12	32	32	63	134	206	179	67	47	39	34	33	32	32	32	32	33	33	43	67	106	189	220	226	229	0	
médiane	32	33	50	137	199	188	68	48	39	34	33	33	32	32	32	32	33	43	65	96	189	217	224	225	0	

Tableau B-7-7 Cotes du Sénégal à l'échelle de Diama amont, régime artificiel observé de 1986 à 2011

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)				
	mois												étiage						médiane					crue			
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	Hm	Hc120	Hc90		Hc30	Hc10	Hc5	Hc1
1986-87		-24	-10	82	110	107	118	132	123	112	83	43															
1987-88	4	-17	11	61	138	138	125	61	98	109	108	80	-27	-20	-19	-11	43	55	89	108	113	138	142	143	147	100	
1988-89	25	36	78	112	118	115	58	49	38	24	22	5	0	1	1	10	27	34	47	68	95	119	121	121	135	100	
1989-90	11	12	52	110	112	107	61	54	57	50	56	54	3	5	7	11	44	50	55	60	89	113	117	118	123	100	
1990-91	22	18	65	109	132	134	135	132	127	65	57	37	12	13	15	19	37	51	105	127	132	135	137	139	140	100	
1991-92	35	31	35	147	147	147	128	52	49	100	143	151	23	26	27	31	48	51	110	145	147	150	153	154	155	100	
1992-93	151	151	150	150	152	158	175	174	176	152	153	149	144	145	146	148	150	151	152	156	173	176	178	178	180	100	
1993-94	149	155	155	159	165	164	177	153	139	145	149	151	130	131	135	142	148	150	153	159	161	175	180	184	188	100	
1994-95	152	153	154	175	178	162	147	161	160	176	177	171	108	113	123	148	153	155	164	174	175	179	181	185	190	100	
1995-96	150	151	174	151	144	146	172	176	185	181	181	179	135	137	139	145	151	153	172	178	180	183	188	189	191	100	
1996-97	173	176	174	175	160	176	188	194	193	195	194	190	148	150	155	168	174	175	185	191	193	196	197	198	201	100	
1997-98	176	168	189	178	161	170	192	190	186	192	191	193	149	150	150	161	172	178	188	191	191	193	194	195	198	100	
1998-99	193	197	210	182	153	157	195	201	210	212	213	209	149	152	152	154	192	193	199	209	210	213	214	214	215	100	
1999-00	210	212	203	182	157	169	157	177	200	203	202	202	145	149	154	157	170	178	200	203	205	212	213	215	217	100	
2000-01	202	201	185	152	152	158	203	205	200	200	204	203	149	150	150	151	171	191	200	202	203	206	209	209	210	100	
2001-02	200	201	206	183	154	173	210	210	215	215	218	220	150	151	151	154	198	200	206	213	216	220	220	221	221	100	
2002-03	220	221	213	179	161	184	216	218	219	214	215	217	156	158	159	161	208	212	216	218	219	221	225	226	227	100	
2003-04	219	216	207	156	153	149	130	205	211	212	216	213	113	121	127	139	157	167	210	213	215	219	220	221	223	100	
2004-05	214	215	205	146	156	205	214	215	216	215	213	213	130	134	140	153	204	210	213	214	215	217	218	220	221	100	
2005-06	214	218	198	181	170	201	213	213	213	211	218	213	167	168	168	170	185	198	211	214	215	219	221	222	224	100	
2006-07	218	217	207	189	196	198	211	213	213	216	216	218	178	182	184	195	199	208	212	216	216	218	219	220	221	100	
2007-08	216	217	215	191	151	156	214	215	216	216	216	221	147	149	149	151	199	213	215	217	218	220	224	225	226	100	
2008-09	224	223	203	200	175	188	210	213	217	218	218	221	171	172	173	176	202	207	214	218	220	224	226	227	228	100	
2009-10	222	223	213	197	161	160	197	214	219	216	218	221	154	155	156	160	196	204	214	219	220	223	224	226	229	100	
2010-11	221	215	213	200	171	159	200	216	219	220	218	220	158	158	158	160	199	211	216	219	220	221	223	224	224	99	
2011-12	220	219	212	210	175	217	218														218	220	220	220	221	66	
médiane	200	199	194	175	155	160	190	194	200	200	202	202	146	149	150	152	172	178	200	203	205	212	213	214	215	100	

B-8 : Débits du Sénégal à Dagana et au barrage de Diama

Tableau B-8-1 Débits du Sénégal à Dagana, régime naturel observé de 1903 à 1983

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)					écoulement annuel								
	mois												étiage					médian Qm	crue			V observé (% V)	Q (m ³ /s)			
	année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30		Qe90	Qc90	Qc30			Qc10	Qc5	Qc1
1903-04	25	244	689	1281	2014	1986	790	322	143	96	68	37	22	22	22	32	75	304	1047	2062	2236	2252	2258	20.33	75	643
1904-05	33	106	601	1701	2220	2129	1031	317	186	111	83	45	32	32	32	32	86	215	1482	2219	2350	2369	2374	22.61	85	717
1905-06	23	140	631	1560	1957	2119	1972	602	133	101	87	58	22	22	22	22	86	277	1769	2137	2154	2157	2163	24.75	88	785
1906-07	25	56	731	1882	2935	2845	1714	638	316	156	97	73	0	11	11	32	87	360	1860	2934	3278	3377	3395	30.26	87	960
1907-08	38	5	277	719	1644	1722	735	286	80	110	88	57	0	0	0	11	65	108	723	1748	1863	1866	1873	15.21	76	481
1908-09	26	97	556	1446	2151	2380	1106	140	96	94	69	33	22	22	22	32	65	119	1359	2339	2419	2425	2437	21.63	89	686
1909-10	22	236	846	1722	2369	2576	1527	398	151	97	76	39	22	22	22	22	75	308	1708	2489	2713	2727	2734	26.55	90	842
1910-11	22	151	650	1460	2134	2278	976	206	98	91	63	30	22	22	22	22	65	161	1322	2259	2381	2387	2392	21.54	83	683
1911-12	22	100	629	1091	1860	1759	728	327	174	94	65	31	22	22	22	22	65	245	882	1882	2080	2114	2121	18.17	76	575
1912-13	20	0	295	1160	1715	1858	719	167	121	94	70	35	0	0	0	0	33	129	937	1820	1927	1954	1963	16.52	86	524
1913-14	22	22	178	620	1164	972	417	131	87	59	31	22	22	22	22	22	22	97	503	1089	1207	1214	1221	9.82	69	311
1914-15	22	37	422	1178	1530	1369	461	239	123	92	65	31	22	22	22	22	54	151	883	1530	1548	1552	1555	14.72	35	467
1915-16	22	41	501	1270	2000	2025	666	256	126	88	55	27	22	22	22	22	43	161	941	2073	2156	2169	2178	18.70	27	591
1916-17	17	0	449	1379	1967	2278	1167	155	66	89	65	31	0	0	0	0	32	86	1372	2211	2304	2322	2340	20.23	91	641
1917-18	23	67	300	1197	2130	2331	759	104	97	85	53	24	22	22	22	22	54	97	929	2284	2423	2434	2446	18.93	85	600
1918-19	22	184	721	1659	2374	2995	2000	687	325	129	94	67	22	22	22	22	97	490	1813	2800	3061	3086	3109	29.72	87	942
1919-20	35	177	510	1294	1913	1897	677	205	102	91	66	31	22	22	22	32	75	181	1065	1963	2057	2069	2075	18.49	17	585
1920-21	40	255	732	1391	2343	2662	1272	406	179	106	81	46	22	22	22	43	97	342	1416	2592	2731	2743	2747	25.12	86	796
1921-22	23	136	462	938	1829	1589	369	133	103	77	42	22	22	22	22	22	43	129	599	1781	1980	2002	2008	15.11	74	479
1922-23	26	98	445	1356	2322	3252	2349	731	84	91	83	51	22	22	22	32	75	220	1797	2950	3426	3563	3619	28.72	90	911
1923-24	25	93	640	1383	2006	2321	1499	475	223	102	73	35	11	11	22	22	75	315	1444	2213	2370	2405	2421	23.44	87	741
1924-25	11	62	987	1797	2513	3058	2211	756	286	137	92	64	0	0	0	0	86	412	1965	2884	3144	3167	3194	31.62	92	1003
1925-26	40	66	436	1338	2029	2332	1934	516	227	130	98	79	32	32	32	43	97	280	1630	2296	2386	2408	2425	24.32	85	771
1926-27	39	27	447	1269	1666	1531	518	144	109	94	71	36	0	0	0	22	65	119	881	1667	1789	1803	1808	15.72	80	498
1927-28	23	99	537	1404	2125	2684	2449	847	230	106	90	64	22	22	22	32	86	289	1882	2634	2810	2820	2830	28.12	90	889
1928-29	31	60	474	1331	2261	2818	2111	640	229	112	74	38	22	22	32	32	65	310	1824	2638	2912	2963	2983	26.85	86	851
1929-30	16	218	801	1497	2262	2663	1757	439	145	98	70	32	0	11	11	22	75	310	1742	2504	2720	2766	2782	26.39	91	837
1930-31	22	66	621	1389	2209	2470	1672	403	143	96	80	51	22	22	22	22	75	246	1513	2411	2508	2524	2530	24.33	85	772
1931-32	24	46	627	1590	1788	2196	1457	502	202	102	80	44	0	0	0	22	75	314	1655	2113	2243	2274	2289	22.88	86	724
1932-33	29	184	684	1692	2272	2530	1248	487	182	100	73	37	22	22	22	32	76	351	1654	2450	2629	2654	2665	25.14	86	797
1933-34	33	161	894	1884	2421	2595	1116	344	163	90	63	30	22	22	22	32	65	267	1676	2541	2700	2738	2753	25.89	89	821
1934-35	22	22	228	1347	2242	2566	1468	365	158	93	70	34	22	22	22	22	43	161	1504	2482	2635	2672	2683	22.72	88	721
1935-36	26	111	724	1575	2462	3048	2276	580	187	102	77	48	22	22	22	43	75	218	1840	2897	3196	3288	3339	29.60	91	936
1936-37	37	162	586	1569	2768	3196	2369	774	210	141	92	61	32	32	32	43	97	351	1931	3093	3447	3482	3537	31.55	90	1000
1937-38	24	22	250	1172	2000	2262	1265	157	113	95	78	55	11	11	22	22	54	97	1295	2203	2303	2307	2315	19.76	49	626
1938-39	35	22	613	1284	2000	2403	2017	571	142	97	84	48	22	22	22	22	65	181	1601	2342	2467	2482	2497	24.58	91	779

Tableau B-8-2 Débits du Sénégal au barrage de Diama, régime observé de 1986 à 2010

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel			
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km ³)	(% V)	(m ³ /s)
1986-87				417	1077	1157	347	7	0	0	0	0							172	634	822	1041	1235	4.70	96	149
1987-88	0	0	0	141	605	651	367	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375	1395	1534	1543	1556	8.47	99	269
1988-89	0	0	0	667	1104	1212	193	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	420	1318	1376	1399	1448	9.21	99	292
1989-90	0	0	219	394	1340	1092	338	72	6	13	0	21	0	0	0	0	0	0	420	1318	1376	1399	1448	9.21	99	292
1990-91	0	86	446	402	503	512	152	17	0	58	58	52	0	0	0	0	0	62	379	599	660	698	769	6.04	100	192
1991-92	41	9	0	412	1121	785	465	179	71	0	0	53	0	0	0	0	0	70	490	1005	1234	1281	1302	8.26	100	261
1992-93	111	122	207	287	996	431	198	124	66	92	199	63	0	0	0	59	170	239	776	1240	1305	1375		7.61	100	241
1993-94	0	0	230	525	1137	566	263	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	413	867	1390	1397	1449	7.24	100	229
1994-95	40	53	263	968	1675	1887	1133	1046	697	190	78	0	0	0	0	0	374	1149	1774	2034	2041	2094	21.21	100	673	
1995-96	25	34	142	1076	1534	1389	265	123	124	170	172	151	0	0	0	106	171	560	1527	1594	1603	1672	13.74	100	434	
1996-97	35	25	120	559	1125	668	205	94	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	1006	1316	1337	1383	7.47	100	237
1997-98	0	0	163	597	1379	924	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	293	1337	1571	1612	1666	8.28	100	263
1998-99	0	36	207	697	1599	1247	184	45	30	0	7	36	0	0	0	0	0	0	450	1636	1753	1768	1818	10.79	100	342
1999-00	0	27	351	947	1806	2026	1674	415	245	31	36	0	0	0	0	0	0	207	1402	1983	2053	2061	2074	19.94	100	630
2000-01	0	149	456	862	1383	953	383	80	0	0	0	0	0	0	0	0	161	648	1249	1565	1631	1672	11.26	100	357	
2001-02	0	0	182	617	1351	992	302	268	186	35	17	0	0	0	0	0	141	457	1363	1530	1563	1603	10.43	100	331	
2002-03	0	17	174	658	1218	690	147	106	109	62	83	39	0	0	0	0	107	211	1096	1316	1385	1413	8.70	100	276	
2003-04	24	25	569	1284	1671	1924	1087	249	138	87	118	144	0	0	0	105	206	1366	1893	1956	1971	2063	19.34	100	612	
2004-05	107	113	376	966	956	299	246	125	87	72	92	96	0	0	0	79	106	346	1010	1133	1161	1168	9.33	100	296	
2005-06	97	172	517	789	1331	1143	421	173	110	63	107	94	0	0	0	106	204	680	1278	1373	1400	1442	13.25	100	420	
2006-07	103	153	301	658	674	629	273	135	67	41	70	32	0	0	0	104	116	466	708	796	809	870	8.29	100	263	
2007-08	51	51	235	962	1677	1264	290	91	82	78	82	73	0	0	0	70	113	547	1679	1748	1770	1788	13.03	100	412	
2008-09	121	215	596	834	1336	1032	307	79	60	68	83	87	0	0	0	105	118	719	1295	1361	1380	1402	12.72	100	403	
2009-10	85	177	387	911	1515	1573	584	97	23	71	94	78	0	0	0	103	137	854	1621	1685	1697	1722	14.76	100	468	
2010-11	109	196	369	886	1488	1642	618	150										804	1618	1722	1736	1749				
moyen	40	69	271	701	1264	1068	421	150	88	47	54	42	0	0	0	3	38	107	570	1278	1448	1483	1531	11.05	100	350

B-9 : Cotes du Sénégal à l'aval de Diama

Tableau B-9-1 Cotes du Sénégal à l'échelle de Ddiama aval, régime observé depuis 1986 (en grisé : valeurs potentiellement faussées par la fréquence trop faible des relevés de cotes instantanées ; Hmax : relevé instantané maximal)

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)								observé (%)						
	mois												étiage						médiane	crue							
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	Hm	Hc120	Hc90	Hc30	Hc10	Hc5	Hc1	Hmax	
1986-87		6	6	35	83	79	25	-9	-5	-4	-4	-2															100
1987-88	-2	1	13	29	37	45	28	7	-9	3	-7	-8	-33	-23	-19	-15	-6	-2	7	23	28	42	54	58	62	85	95
1988-89	-10	-2	13	46	110	113	17	7	1	-9	-4	-13	-27	-23	-22	-18	-8	-3	7	23	40	112	119	120	120	121	100
1989-90	-4	16	28	33	95	80	26	14	-7	2	-2	-15	-33	-25	-21	-14	-3	2	14	26	39	92	97	101	104	110	98
1990-91	-3	4	20	39	46	48	22	0	5	-7	-1	-3	-18	-15	-14	-11	-3	1	9	23	31	48	55	58	63	81	94
1991-92	3	7	19	33	90	59	40	12	9	-5	-5	2	-22	-19	-17	-9	0	4	13	26	38	71	92	95	96	98	99
1992-93	0	14	27	34	90	19	23	5	-4	-9	0	-1	-20	-17	-15	-10	-1	2	13	23	29	55	95	100	105	106	95
1993-94	-2	10	26	44	89	40	15	0	-8	-6	4	7	-32	-26	-19	-11	-1	3	9	22	34	61	99	101	103	106	81
1994-95	10	4	11	57	108	121	72	65	32	1	-12	-19	-32	-28	-24	-18	0	5	21	65	73	118	127	130	130	132	89
1995-96	3	12	22	80	132	134	25	11	9	-1	3	7	-22	-18	-12	-6	3	6	16	30	53	133	140	140	140	142	99
1996-97	-1	11	20	48	83	56	17	8	0	-5	-3	-9	-22	-17	-15	-11	-3	2	10	20	34	75	92	93	95	97	99
1997-98	5	11	23	54	115	75	23	10	2	2	-2	1	-18	-14	-12	-7	2	6	12	24	35	102	121	126	129	130	100
1998-99	-3	5	19	62	127	122	21	3	-6	-4	-3	-3	-37	-19	-15	-11	-4	1	9	23	40	127	136	139	142	143	99
1999-00	-6	15	35	71	140	160	142	18	7	-7	-3	-10	-24	-22	-18	-12	-2	6	16	48	101	155	162	163	163	165	100
2000-01	-9	18	42	65	101	62	31	12	-4	2	3	-2	-20	-15	-14	-8	0	3	15	38	49	83	112	117	118	120	100
2001-02	6	16	34	60	118	81	40	23	13	3	-4	-6	-17	-15	-13	-6	5	9	18	40	49	108	124	128	130	131	100
2002-03	4	12	22	62	91	41	14	11	1	-2	7	1	-18	-15	-11	-8	4	7	13	20	30	87	97	101	103	105	100
2003-04	10	18	59	101	145	95	42	14	5	8	5	0	-16	-10	-5	-1	7	9	17	58	76	136	152	155	156	157	100
2004-05	0	13	25	46	48	26	14	5	3	-7	6	6	-17	-11	-9	-4	2	6	11	20	27	48	56	59	67	99	100
2005-06	15	17	33	46	66	60	27	14	-3	-6	5	4	-67	-13	-10	-6	5	9	18	32	43	63	72	79	84	106	100
2006-07	7	21	29	40	42	35	22	2	-7	-24	-26	-14	-67	-56	-53	-42	-7	4	18	28	32	45	51	54	55	100	100
2007-08	-14	6	15	54	93	67	12	-4	-10	-32	-14	-6	-55	-50	-47	-40	-21	-11	11	27	39	91	99	102	104	110	100
2008-09	-8	18	36	44	69	51	17	9	-14	-21	-18	-11	-60	-56	-52	-45	-17	-3	18	36	45	64	73	77	79	103	100
2009-10	3	19	25	49	84	84	34	0	-9	-7	-20	-21	-51	-47	-45	-37	-15	1	20	41	50	84	90	91	93	110	100
2010-11	-7	14	37	51	85	85	46	28	-11	-17	-15	3	-56	-49	-47	-38	-15	0	26	44	57	85	93	95	96	100	99
2011-12	11	32	26	31	68	28	25	7												29	46	67	75	78	88	95	66
médiane	0	13	25	47	90	65	25	9	-3	-5	-3	-3	-26	-19	-16	-11	-2	3	14	27	40	84	97	101	103		100

Tableau B-9-2 Cotes du Sénégal à l'échelle de Saint-Louis, régime observé depuis 1979 (en grisé : valeurs potentiellement faussées par la fréquence trop faible des relevés de cotes instantanées ; Hmax : relevé instantané maximal)

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)								observé (%)					
	mois												étiage				médiane	crue								
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	Hm	Hc120	Hc90	Hc30	Hc10	Hc5	Hc1	Hmax
1978-79												47							61							100
1979-80	54	62	66	84	94	83	69	62	50	48	47	49	38	41	42	46	50	55		69	77	90	96	100	106	144
1980-81	49			86	102	79	64	50	46	44	61											101	107	116	119	132
1981-82	56	66	75	100	116	108	83													82	86	113	120	123	126	140
1982-83					114	94	74	57	58												75	105	116	117	120	143
1983-84		67	76	85	95	88	67	59	48	54	54	56						56		73	80	94	101	104	107	131
1984-85	57	59		85	91	83	65	55	57	55	48	51				45	52	55			78	88	93	94	98	125
1985-86	54	58	62	114	127		57	40		60	50	59					48	53				123	129	130	133	143
1986-87	58	64		93	116	119	73	56	55	58	60	56					48	57			84	120	129	132	135	146
1987-88	58	60	66	74	81	92	74	59		56	57						50	57		69	73	88	96	101	107	124
1988-89	58	60			139	144	70	60	56	60	61	57					52	59			83	140	152	152	154	155
1989-90	64	70	82	72	134	124	76	70	52	60	57	48	40	43	45	48	58	62	69	78	88	131	138	142	144	144
1990-91	59	62	76	93	98	100	71	54	59	53	55	54	42	43	45	48	55	58	64	76	84	101	109	110	113	113
1991-92	55	63	68	84																						
1992-93																										39
1993-94						108	83	67	61	63	61	62										128	151	152	153	153
1994-95	58	63	88	135	154	163	120	112	93	74	63	62	53	54	55	58	64	68	89	120	130	160	168	170	172	172
1995-96	69	73	78	119	151	160	78	77	85	87	96	70	57	60	62	66	73	77	85	93	106	152	163	164	166	166
1996-97	69	68	73	109	127	90	84													78	87	124	132	138	140	140
1997-98	58	77	82	110																						174
1998-99					176	167	79	64	52	54	56	60										175	181	184	189	192
1999-00	64	74																								≥ 202
2000-01					116	84	65	53	58	59	56											125	151	157	159	166
2001-02	62	71	88	110	158	120	93	78	68	60	55	53	43	46	47	52	62	65	73	93	102	146	163	168	169	174
2002-03	62	70	78	113	139	96	72	69	59	55	63	58	39	45	47	51	62	65	70	77	87	134	142	145	149	152
2003-04	67	74	109	142	183	102															105	176	192	194	195	197
2004-05			74	80	84	74	65	59	59	51	61	60									74	84	88	89	92	140
2005-06	69	71	79	87	90	88															84	91	95	98	105	151
2006-07		73	79	84	82	82	74															87	89	92	93	143
médiane	58	67	77	93	116	100	74	60	57	58	58	56	42	45	47	50	57	58	70	78	84	122	129	131	134	

B-10 : Cotes du Lac de Guiers à l'embouchure de la Tahouey et débit de la Tahouey

Tableau B-10-1 Cotes du lac de Guiers à l'échelle de l'embouchure de la Tahouey, régime observé depuis 1955

régime observé	cote médiane mensuelle (cm)												cotes caractéristiques (cm)										observé (%)			
	mois												étiage					médiane	crue							
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	He1	He5	He10	He30	He90	He120	Hm	Hc120	Hc90	Hc30	Hc10	Hc5	Hc1	
1955-56									249	230	211	193														
1956-57	169		121	112	149	199		257	243	226		188	105												0	
1957-58							266	268			220	197								268	279	281	281		0	
1958-59	170	144	114									188	110												0	
1959-60	159	131			137	187	227														229	230	231		0	
1960-61	102							172	156	140	122	94													0	
1961-62	68			70	133	190	241	229	218	204	187	165	36			41	68	87	175	202	214	236	242	244	245	0
1962-63	136	110	83	88	132	176	215	203	190	175	155	132	78	79	80	85	117	128	147	176	187	209	216	217	219	0
1963-64	105	77		69	114	163	196						54									193	199	200	202	0
1964-65																										0
1965-66																										0
1966-67																										0
1967-68																										0
1968-69																										0
1969-70																										0
1970-71																										0
1971-72																										0
1972-73																										0
1973-74																										0
1974-75																										0
1975-76										162	143	120														0
1976-77	94	71	45	99	160	155	141	123	105	90	69	43	29	33	36	43	67	77	96	119	132	157	162	162	163	0
1977-78	12	-20	-47	-2	102	162	144	121	101	84	60	34	-62	-62	-62	-39	8	26	68	103	118	154	165	167	167	0
1978-79	8	-20			162	203	188	168	152	137	111	83	< -54			-45	11	75	127	153	168	195	205	207	208	0
1979-80	53	27	1	61	136	145	128	114	109	104	82	52	-3	-2	-1	11	46	61	92	110	118	145	153	156	158	0
1980-81	19	-17		30	158	198	178	166	149	135	114	84	< -54			-38	19	72	126	152	166	189	204	206	207	0
1981-82	51	20	-4	87	206	213	196	180	168	151	125	96	-15	-14	-8	7	57	90	140	173	185	213	221	224	227	0
1982-83	61	29	-3	16	133	148	129	117	102	77	49	16	-13	-12	-11	-2	28	44	71	107	119	146	156	159	161	0
1983-84	-18			14	86	111	98	112	120	111	105	91	< -54			-14	41	101	101	106	109	118	121	122	122	0
1984-85	56	26	13	95	107	99	94	139	133	121	108	94	-2	1	5	21	72	91	101	109	115	137	142	143	146	33
1985-86	63	39	12	138	205	210	190	172	157	144	127	104	-3	1	7	30	77	108	142	167	182	209	221	223	226	67
1986-87	74	45	18	75	187	217	197	181	168	156	138	117	3	6	12	28	73	105	146	169	184	212	219	221	224	0
1987-88	88	55	34	80	168	196	174	159	141	139	132	115	21	26	30	44	81	101	133	144	160	188	198	200	204	0
1988-89	91	72	101	158	219	204	188	168	151	138	101	76	55	58	68	72	91	100	144	168	176	209	227	230	233	33
1989-90	42	30	74	128	215	212	193	177	159	143	122	99	24	25	27	34	89	103	142	171	187	213	224	226	227	97
1990-91	69	53	72	150	177	185	175	171	166	156	133	111	45	49	52	56	98	117	152	168	174	184	187	189	191	100

1991-92	83	67	65	153	219	205	187	171	155	141	146	188	61	62	62	66	98	135	159	180	188	207	222	224	225	97
1992-93	191	192	194	195	221	200	211	212	213	202	180	165	157	159	161	171	191	192	196	206	211	215	234	235	238	100
1993-94	180	190	192	205	225	225	207	193	175	175	182	187	163	170	172	174	182	184	191	198	206	226	240	245	248	93
1994-95	189	191	191	216	258	250	223	229	222	205	197	203	187	188	188	190	196	200	206	223	230	255	259	263	265	89
1995-96	194	189	198	218	231	256	236	213	214	215	217	214	187	187	188	189	204	211	215	218	224	255	263	265	267	100
1996-97	211	212	213	221	228	230	225	230	228	230	228	226	207	208	208	210	217	222	225	228	229	232	234	237	239	99
1997-98	215	206	222	228	245	238	222	226	223	227	225	227	202	204	205	210	221	223	225	227	228	243	253	255	256	100
1998-99	227	229	246	237	258	275	243	232	236	242	252	250	225	226	226	228	234	236	242	249	251	264	278	280	282	63
1999-00	248	250	252	250	282	307	293	269	240	241	243	242	233	235	236	239	243	246	250	259	275	302	308	309	309	0
2000-01	242	242	243	232	230	253	242	242	242	237	244	243	216	220	221	230	237	239	242	244	245	250	257	261	262	0
2001-02	242	240	251	243	252	249	249	256	259	252	262	258	234	235	237	239	243	245	252	257	258	263	264	265	268	0
2002-03	257	258	255	251	236	243	248	258	261	258	259	256	229	230	233	240	249	255	257	258	259	261	261	261	262	0
2003-04	256	258	258	239	286	321	297	265	252	241	259	258	230	233	235	239	254	256	259	261	271	318	322	324	325	0
2004-05	259	260	254	230	232	238	260	261	262	262	259	257	219	220	220	230	252	255	259	260	261	262	263	263	263	0
2005-06	258	263	256	252	266	265	246	259	260	259	264	259	243	244	245	250	256	257	259	261	263	267	272	274	275	0
2006-07																										0
médiane	105	110	118	150	206	205	207	193	175	168	150	165	91	119	121	72	98	122	156	178	188	213	227	230	231	

Tableau B-10-2 débit de la Tahouey calculé à la station de Richard Toll CSS, régime observé depuis 1990 (valeurs données sous réserve)

régime observé	débit moyen mensuel (m ³ /s)												débits caractéristiques (m ³ /s)										écoulement annuel					
	mois												étiage					médian	crue					V	observé	Q		
année	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	Qe1	Qe5	Qe10	Qe30	Qe90	Qm	Qc90	Qc30	Qc10	Qc5	Qc1	(km ³)	(% V)	(m ³ /s)		
1990-91		31	53	53	35	29	22			6	0																	
1991-92																												
1992-93																												
1993-94																												
1994-95																												
1995-96																												
1996-97																												
1997-98																												
1998-99									61	63	60	46	50															
1999-00	53	56	51	63	75	52	13	0	16	31	39	47	0	0	0	0	26	50	58	72	84	86	87	1.30	100	41		
2000-01	46	60	22	14	68	13	30	21	24	43	41	41	0	0	0	0	0	42	52	66	79	83	86	1.11	100	35		
2001-02	43	55	51	7	46	21	49	28	11	27	1	37	0	0	0	0	0	39	49	54	59	62	64	0.98	100	31		
2002-03	48	54	53	24	45	34	50	49	40	18	33	52	0	0	0	0	38	47	52	59	61	62	62	1.32	100	42		
2003-04	51	50	32	58	76	51	0	0	0	34	41	30	0	0	0	0	0	41	57	74	78	79	83	1.11	100	35		
2004-05	34	48	34	4	37	42	31	15	7	10	22	38	0	0	0	0	0	31	44	52	60	64	66	0.85	100	27		
2005-06	48	49	25	19	38	23	21	15	9	5	12	29	0	0	0	0	0	27	46	55	57	61	63	0.77	100	24		
2006-07																												
moyen	46	50	40	30	53	33	27	24	21	26	26	40	0	0	0	0	9	40	51	62	68	71	73	1.06	100	34		

ANNEXE 2C

Extraits de la monographie hydrologique du fleuve Sénégal éditée en 1974 (historique d'équipement des stations, nivellements, observations, etc.)

Cette annexe contient certains extraits du texte de Rochette et al (1974), reproduits de façon partielle mais sans modification. Outre les historiques d'équipement et les nombreux résultats de nivellement des installations, sont reproduites certaines parties du texte présentant des résultats utilisés par ces auteurs pour revaloriser les relevés anciens. Sont également reproduits certains paragraphes donnant des informations complémentaires par rapport au texte principal de la présente étude : observations de terrain, commentaires sur la qualité des données ou noms des organismes producteurs de données.

V.1 LE BASSIN DE FALEME

Le réseau hydrométrique du bassin de la FALEME se limite à 3 stations toutes situées sur cette rivière.

La plus ancienne est la station de KIDIRA, installée en 1930, par le DAKAR - NIGER et exploitée par la M.E.F.S. jusqu'en 1946. La station est remise en service en 1951 par l'U.H.E.A. Après 2 années d'exploitation par cet organisme, elle est prise définitivement en charge par la MAS.

Les 2 autres stations, FADOUGOU et GOURBASSI, ont été créées par la MAS, la première en 1952, la seconde en 1954. La MAS a assuré leur exploitation jusqu'en 1961. Depuis cette date, elles sont contrôlées par le Service Hydrologique du MALI.

V.1.1 - La FALEME à FADOUGOU **B.V. = 9.300 km²**

Coordonnées géographiques	longitude	11°23' W
	latitude	12°31' N

Une échelle a été installée par la Société des Mines de la FALEME-GAMBIE sur la rive droite de la FALEME au droit du village de FADOUGOU.

D'après les renseignements recueillis par M. MAURICE (rapport de Mission du 14.1.52 au 17.2.52) son installation serait antérieure à 1945.

Il n'est pas fait mention dans ce rapport de l'existence de relevés anciens, ce qui laisse supposer que l'échelle ne faisait pas l'objet d'observations régulières.

Les données limnimétriques recueillies en 1952 concernent uniquement les niveaux atteints par les crues 1945 et 1950.

La crue 1945, aurait dépassé de 50 cm environ le sommet de l'échelle (hauteur maximale = 9,00 m) et celle de 1950 aurait atteint la cote 7,95, le 6 octobre.

Jusqu'en 1952, l'échelle est constituée par un rail vertical gradué de 1 m à 8,50 m.

En février 1952, l'échelle est restaurée par la M.A.S. qui ajoute un élément 0-100 et un élément 8,50 - 9,00 m.

Le zéro de l'échelle nivelé par rapport à une borne située près du dernier élément et cotée 123 m - on ignore dans quel système - est à la cote 114,65 m.

L'échelle est lue régulièrement, du 20 mai 1952 au 14 février 1954, mais la validité des relevés est contestable. On observe, à chaque décrue une discontinuité dans les lectures au voisinage de la hauteur 1 m, imputable, semble-t-il, à un décalage de l'élément inférieur par rapport à l'élément principal. D'autre part, il semble que le zéro ait varié au cours de cette période.

Malheureusement, les possibilités de revalorisation des relevés sont réduites. L'échelle en service en 1953 et celle qui lui a succédé en février 1954, n'ont pas été nivelées l'une par rapport à l'autre et leur correspondance, par manque d'observations simultanées, ne peut être établie.

La critique du calage a été faite en utilisant les données sur le tarissement et la corrélation liant les hauteurs de basses eaux et d'étiage à celles de KIDIRA pour la période 1954-64.

La méthode permet de déterminer avec une bonne approximation le calage de l'élément 0 - 1 m étant donné l'étroitesse de la corrélation en très basses eaux, mais de façon un peu moins sûre, celui de l'élément principal 1,00 - 8,50 m qui entre dans la zone où la corrélation est plus lâche.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après. L'étude du calage étant faite par rapport à l'échelle 1954, rattachée au nivellement général, les altitudes des zéros des éléments de l'échelle ancienne que la méthode a permis de définir, sont exprimées en IGN.

Période d'exploitation	Eléments d'échelle		Correction appliquée aux relevés bruts (cm)	Méthode utilisée pour la détermination du calage
	Désignation	Altitude IGN du zéro (m)		
Avant février 1952	100 - 850	119,43	+ 40	Application du tarissement à la période du 29.1 au 27.5.52
27 mai au 2 juillet 1952	0 - 100	119,21	+ 18	Corrélation Hauteur FADOUGOU KIDIRA
3 juillet au 2 décembre 1952	100 - 850	119,53	+50	" " "
3 décembre 1952 au 31 mai 1953	0 - 100	indéterminée	variable de + 18 à + 50	Reconstitution des relevés à l'aide des données du tarissement
1er juin au 25 décembre 1953	100 - 850	119,03	0	Corrélation Hauteur FADOUGOU KIDIRA
25 décembre au 14 février 1954	0 - 100	118,81	- 22	" " "
à partir du 14 février 1954	0 - 900	119,03	0	Calage connu

En résumé, si on ne tient pas compte de l'élément de basses eaux, lequel présente toujours un décalage par rapport au tronçon principal, on constate que le zéro de l'échelle invariable de janvier 1952 à juin 1953, a été abaissé de 50 cm avant la crue 1953. Cette dernière position du zéro a été conservée lors de l'installation de la nouvelle échelle.

Celle-ci est posée le 14 février par la M.A.S. Elle comporte 10 éléments métriques en lave émaillée. Elle est située 40 m en amont de l'ancienne. Son zéro, rattaché par la M.A.S. au nivellement général est à la cote 119,03 IGN.

Un limnigraphe BAR à mouvement mensuel a été posé la même année 60 m en aval de l'ancienne échelle. Son existence est mentionnée pour mémoire car on n'a retrouvé aucun enregistrement dans les archives.

L'échelle a été observée assez régulièrement 2 fois par jour jusqu'en 1961. Après 2 années d'interruption en 1961 et 1962, la station est de nouveau exploitée, mais on déplore déjà des lacunes importantes en 1964.

ETALONNAGE

La station est tarée au moyen de 142 jaugeages, pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 0,19 et 7,58 m (débits variant 1,9 à 1175 m³/s).

La M.A.S. a effectué 140 jaugeages en 1956 et un jaugeage d'étiage le 28 mars 1957.

Une mesure d'étiage a été effectuée par l'ORSTOM le 9 avril 1963. [...]

V.1.2 - La FALEME à GOURBASSI

B. V. = 17.100 km²

Coordonnées géographiques

longitude 11°38' W
13°24' N

Une première échelle en lave émaillée constituée par 9 éléments métriques verticaux est mise en service par la M.A.S. le 4 mars 1954.

Elle est située sur la rive droite de la FALEME 100 mètres à l'aval du campement de la M.A.S. Elle n'a pas été rattachée à un repère fixe.

Un limnigraphe BÄR mensuel est installé à la même époque au droit du campement. En mars 1957, une seconde échelle destinée à remplacer la première est implantée à quelques mètres à l'aval du limnigraphe, soit 100 mètres à l'amont du premier emplacement. Le zéro est calé de manière à avoir la même lecture (0,40 m) aux 2 échelles le jour de l'installation de la seconde. L'échelle n'a pas été rattachée à un repère fixe et la correspondance des 2 échelles n'a pas été établie. On peut toutefois penser, étant donné la régularité des profils en long et en travers que la coïncidence des cotes est à peu près conservée pour tous les niveaux du plan d'eau.

Le calage des limnigrammes était fait d'après les lectures aux échelles.

Des relevés bijournaliers ont été effectués de façon assez continue depuis la mise en service de cette station. Les lacunes s'observent le plus souvent en basses eaux surtout depuis 1960.

Les limnigrammes sont très incomplets et pour la plupart inexploitable.

ETALONNAGE

La station a été tarée par la M.A.S. à l'aide de 130 jaugeages effectués en 1957 pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 0,90 et 6,87 m (débits variant de 22 à 1366 m³/s).

Un jaugeage d'étiage effectué par l'ORSTOM le 12 avril 1963 permet de préciser le tarage en dessous de 20 m³/s. [...]

V.1.3 - La FALEMÉ à KIDIRA B.V. = 28.900 km²

Coordonnées géographiques : longitude : 12°13' W
latitude : 14°27' N

En 1903, la Compagnie du DAKAR - NIGER installe une échelle au pont de chemin de fer de KIDIRA. L'échelle se compose de 3 règles en bois fixées sur les parements aval des 2 premières piles du pont en partant de la rive gauche. Les 2 tronçons supérieurs se trouvent sur la première pile, le tronçon inférieur sur la pile suivante.

En février 1936, la M.E.F.S. rattache l'échelle à la borne S.H.O.N. de KIDIRA portant l'altitude 34,34 M.E.F.S. Des documents établis par la M.E.F.S. à la suite de ce rattachement, on tire les renseignements suivants :

Altitude du zéro	20,71 M.E.F.S.
1er tronçon	gradué de 0 à 5,20m
2e tronçon	gradué de 5,20 à 8,20m
3e tronçon	gradué de 8,20 à 11,40m.

Il semble qu'une erreur grossière ait été commise dans ce rattachement. Un plan d'eau à 20,71 M.E.F.S. correspond à un niveau voisin de l'étiage absolu médian. Aussi on ne comprend pas pourquoi les relevés anciens bien qu'effectués jusqu'à la hauteur zéro à l'échelle sont interrompus de novembre à juillet.

On note, d'autre part, que des hauteurs négatives (jusqu'à - 0,80 m) ont été relevées en 1938 et 1939. On peut donc supposer que la base de l'échelle correspondait à une hauteur négative, peut-être la division - 1 m que la M.E.F.S. aurait prise pour la division zéro.

Il ne fait de toute façon aucun doute que l'échelle avait son zéro bien au-dessus de celui mentionné par la M.E.F.S. L'erreur métrique apparaît comme étant la plus vraisemblable.

Les 2 tronçons supérieurs de l'échelle ont été emportés au cours de la crue 1950. En 1952, l'élément inférieur subsiste encore (renseignement tiré du rapport de mission de M. MAURICE en 1952), mais disparaissait les années suivantes.

Après 1936, l'échelle n'a pas fait l'objet de rattachements de la part de la M.A.S. et de l'U.H.E.A.

Pour compléter l'information, nous mentionnerons qu'un relevé de niveau à KIDIRA a été effectué le 5 juillet 1930 par le S.H.O.N. (donnée extraite des carnets topographiques relatifs au nivellement AROUNDOU - KIDIRA par le S.H.O.N.).

Le plan d'eau rattaché à la borne S.H.O.N. : 34,34 M.E.F.S. de KIDIRA est à l'altitude 21,50 M.E.F.S.

La lecture à l'échelle le même jour (H = 010) situe le zéro à 21,40 M.E.F.S.

Enfin en 1952, M. MAURICE relate que le tronçon inférieur, le seul qui subsistait encore à cette date, était gradué tous les 50 cm de 0 à 5,50 m.

Une photo est jointe au rapport, elle date du 17 janvier et montre que le niveau était à 10 cm environ au-dessous de la division zéro, ce qui situe cette dernière à la cote 21,90 M.E.F.S. et la division extrême 5,50 m à 27,40 M.E.F.S. (le plan d'eau relevé sur le limnigraphe U.H.E.A. le 17 janvier étant à la cote 21,81 M.E.F.S.).

Le calage de ce tronçon d'échelle en 1952 est très différent de celui de l'élément qui existait en 1936, même en admettant une erreur d'un mètre sur le rattachement de cet élément.

Il est donc à peu près certain que l'échelle a été remplacée au cours de la période 1936-52 avec modification du zéro. En ce qui concerne le calage de l'échelle en 1936, nous avons émis l'hypothèse d'une erreur métrique commise par la M.E.F.S.

On peut supposer également que l'échelle était mal graduée dans sa partie basse.

La validité de cette deuxième hypothèse sera étudiée dans le paragraphe suivant à partir des informations que donnera la comparaison des tarages de l'ancienne et de la nouvelle échelle.

Les relevés ont été effectués régulièrement, basses eaux et étiage exceptés, de 1930 à 1942. De 1943 à 1950, on compte seulement 2 années de relevés (1944 et 1946).

En 1950 et 1951, l'U.H.E.A. chargée de l'exploitation de l'ensemble du réseau du Sénégal, consacre des moyens importants à la remise en service de la station en l'équipant d'un limnigraphe et d'une échelle en lave émaillée.

Le limnigraphe BÄR 30 jours, installé sur la rive gauche 50 mètres en amont du pont, est mis en service le 1er mai 1951. Il est exploité la première année en altitudes M.E.F.S. (borne repère U.H.E.A. à proximité de l'appareil).

La nouvelle échelle est posée avant la crue 1952 à 20 mètres à l'amont du pont sur sa rive gauche. Elle est formée de 12 éléments en lave émaillée inclinés à 45° et scellés sur des mas sifs en béton.

Son zéro dans le système M.E.F.S. est à l'altitude 20,50 M.E.F.S.

Plus tard, l'échelle a été rattachée au nivellement général de l'I.G.N. (nivellement effectué par rapport au macaron I.G.N. scellé à l'extrémité rive gauche du pont côté amont). Son zéro est à l'altitude 19,605 I.G.N. La constante I.G.N. M.E.F.S. pour KIDIRA s'établit à 0,895 m.

Le limnigraphe est exploité correctement jusqu'en 1954. Seuls les enregistrements de basses eaux doivent être éliminés à cause du colmatage du canal d'amenée.

Par la suite, les lacunes sont nombreuses et couvrent parfois l'année entière (absence d'enregistrement ou limnigrammes inexploitable).

Depuis sa mise en service en 1952, l'échelle a été observée régulièrement exception faite des dernières années pour lesquelles on observe des mois entiers sans relevés (octobre 1960 - juillet 1963 - mai 1964).

La correspondance entre l'ancienne échelle, si l'on considère par exemple la position qu'elle occupait en 1936, et la nouvelle échelle, n'a pas été établie.

A cause de la singularité que présente la ligne d'eau le long des piles du pont, l'écart entre les lectures ne peut être obtenu par simple différence des altitudes des zéros. La correspondance des échelles peut être définie en estimant que la perte de charge entre les 2 échelles varie de quelques centimètres à l'étiage à 30 cm en hautes eaux. Compte tenu de la faible précision des relevés anciens et de l'incertitude du calage, la prise en compte de cette correspondance, malgré son caractère arbitraire, n'est pas susceptible de diminuer de façon sensible la valeur des résultats.

ETALONNAGE

La station de KIDIRA présente une section stable. La nature rocheuse du lit au droit de l'échelle et à l'emplacement du pont, où l'on observe la formation d'un léger seuil à l'étiage, en témoigne. On peut même considérer que la section du pont joue le rôle de section de contrôle. En conséquence il est impensable que le tarage ait pu varier depuis 1930.

TARAGE ANCIEN

Une courbe de tarage a été dressée par la M.E.F.S. d'après les résultats des campagnes des jaugeages effectuées en 1937 et 1938. C'est le seul document qui subsiste des mesures anciennes. Les carnets récapitulants les données des jaugeages et les résultats des dépouillements n'ont pas été retrouvés dans les archives.

Nous avons reporté sur un même graphique (n°II.3) où les hauteurs sont exprimées en altitudes M.E.F.S. la courbe de tarage M.E.F.S. en admettant provisoirement que le zéro de l'échelle ancienne se trouve à 21,71 M.E.F.S. et la courbe de tarage relative à l'échelle actuelle (zéro à 20,50 M.E.F.S.). On constate sur ce graphique que les tracés sont très différents en hautes eaux. L'extrapolation effectuée par la M.E.F.S. conduit à des débits très supérieurs à ceux du tarage actuel.

Par contre, en moyennes eaux, soit pour une hauteur à la vieille échelle comprise entre 1 et 5 m, les courbes sont sensiblement identiques et se déduisent l'une de l'autre par translation de 70 cm environ effectuée parallèlement à l'axe des hauteurs, ce qui situerait le zéro de l'échelle ancienne aux alentours de la cote 21,00 M.E.F.S.

Ceci nous laisse à penser que la cote 20,71 M.E.F.S. du zéro donnée par la M.E.F.S. en 1936 est peut-être exacte mais qu'elle devait correspondre aux tronçons supérieurs de l'échelle.

Enfin, la comparaison des tarages en basses eaux ($H < 1,50$ m à l'ancienne échelle) fournit la correspondance suivante des échelles:

Hauteurs d'eau		Altitude du plan d'eau (M.E.F.S.) (m)	Cote MEFS du zéro en fonction des graduations de la vieille échelle(en m)
vieille échelle (cm)	nouvelle échelle (cm)		
000	117	21,67	21,67
050	136	21,86	21,36
100	163	22,13	21,13
150	202	22,52	21,02

Des écarts aussi importants entre les indications des 2 échelles sont rigoureusement impossibles, quand on sait pour l'avoir observé que la dénivelée entre les plans d'eau aux 2 échelles est négligeable dans l'intervalle des cotes considérées.

Il faut donc admettre que les graduations inférieures de l'échelle ancienne étaient erronées (division zéro située 70 cm trop haut), comme l'indique le tableau ci-dessus.

Cela rejoint la constatation faite précédemment à propos des relevés, et selon laquelle on concluait qu'il était impossible que la division zéro se situe à 20,71 M.E.F.S.

En conséquence, nous ne tiendrons pas compte des lectures anciennes inférieures à 1,00 m.

En définitive toutes les tentatives faites pour déterminer le zéro de l'échelle ancienne de KIDIRA, à partir des renseignements que nous possédons conduisent à des résultats plutôt qualitatifs.

Pour l'exploitation des relevés antérieurs à 1950, le procédé le plus sûr a consisté à ajuster le calage de l'échelle de façon que la corrélation des modules de KIDIRA et de KAYES - cette dernière station étant la seule qu'on puisse adopter comme base de comparaison - s'identifie à celle établie pour la période sûre (1951-1964).

Une station située sur le BAFING eut fourni une meilleure base de comparaison des modules. Malheureusement on ne possède aucun relevé valable sur cette rivière avant 1950.

La détermination des débits journaliers à KIDIRA avant 1950, a été faite en admettant que l'échelle est graduée correctement au dessus de la division 1 mètre et en appliquant aux relevés le tarage déduit du tarage actuel au moyen de la correspondance admise pour les cotes du plan d'eau au droit des 2 échelles (dénivelée maximale égale à 30 cm en très hautes eaux).

L'ajustement des modules par rapport à ceux de KAYES, obtenu en jouant sur l'altitude du zéro de l'échelle, nous a conduits à retenir 2 positions successives du zéro de l'échelle.

Une position relative aux années 1930 à 1932 avec un zéro situé à 21,40 M.E.F.S.

Une position relative à la période 1933 - 1946 avec un zéro situé à 20,70 M.E.F.S.

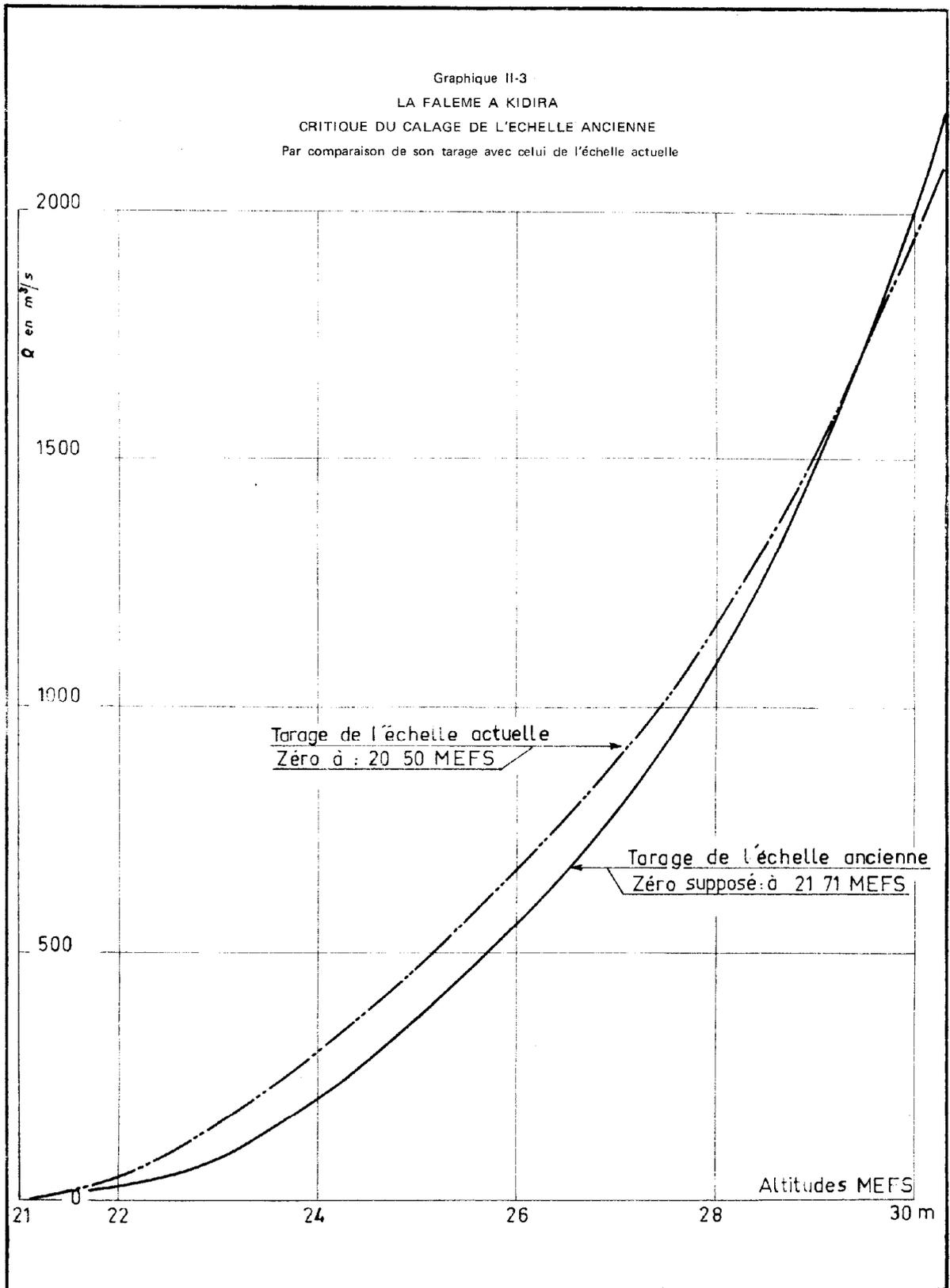
La position du zéro donnée par la M.E.F.S. et jugée initialement aberrante se trouve donc confirmée.

TARAGE DE LA NOUVELLE ECHELLE

L'U.H.E.A. a effectué 12 jaugeages en 1950 et 1951. La section de mesure est située 800 m en amont du limnigraphe. La pente superficielle est relevée à chaque opération. En basses eaux, les jaugeages sont faits au bac de NAHE 7 km en amont de KIDIRA.

32 jaugeages sont effectués en 1952 et 1954 par la M.A.S. qui utilise la même section. Signalons qu'un certain nombre d'entre eux correspondent seulement à des mesures faites en surface.

Enfin 5 jaugeages de contrôle ont été effectués par l'ORSTOM de 1962 à 1965. [...]



V.2 - LE BASSIN DU BAFING

Avant 1950, il n'existe qu'une seule station sur le BAFING : MAHINA située à 6 km en amont du confluent avec le BAKOYE et observée depuis 1904.

Reliée au confluent par un bief large et profond, la station de MAHINA subit l'influence du régime du BAKOYE. Elle reflète surtout le régime du SENEGAL à BAFOULABE et très peu celui du BAFING. Il faut donc en ce qui concerne le BAFING l'éliminer du réseau.

Après 1950, 5 stations furent mises en service sur le BAFING, mais 3 seulement, ci-dessous énumérées, sont exploitables.

- DEGUERRE : créée en 1951 par l'U.H.E.A. et abandonnée en 1960.
- DIBIA : mise en service par la M.A.S. en 1956 et toujours en exploitation.
- DAKKA SAÏDOU; située sur le cours supérieur et exploitée par la M.A.S. depuis 1952.

Des 2 stations de DEGUERRE et DIBIA situées sur le cours inférieur du BAFING, seule la première est tarée.

Compte tenu de la faible différence de superficie de leurs bassins respectifs, qui se traduit par une corrélation satisfaisante des hauteurs journalières aux 2 stations, les données de DIBIA ont pu être exploitées; mais sous l'angle des résultats, cela revient à confondre les 2 stations en une seule, celle de DEGUERRE.

La station de BAFING-MAKANA sur le cours moyen du BAFING, mise en service en 1955 par la M.A.S., présente des relevés incomplets que l'absence de tarage ne permet pas d'exploiter.

La station guinéenne de BALABORI est encore plus défavorisée.

Les 2 années d'observations que l'on possède en 1955 et 1956 ne pourront probablement jamais être exploitées.

En résumé, on dispose pour l'étude du BAFING de 11 années de relevés au couple DEGUERRE-DIBIA en service depuis 1951 sur le BAFING inférieur, et de 12 années à la station de DAKKA SAÏDOU observée depuis 1952.

V.2.1 - Le BAFING à BALABORI B.V. = 11.600 km²

Coordonnées géographiques	longitude : 11°20' W
	Latitude : 11°17' N

C'est la seule station guinéenne qui ait jamais existé sur le bassin du SENEGAL.

Elle a été installée en 1955 et on possède des relevés pour 1955 et 1956. Il est probable qu'elle a été abandonnée par la suite

Le zéro n'a pas été nivelé, ni rattaché à un repère fixe. Aucun jaugeage n'a été effectué.

V.2.2 - Le BAFING à DAKKA SAÏDOU B.V. = 15.700 km²

Coordonnées géographiques	longitude : 10°37' W
	latitude : 11°57' N

Une échelle provisoire a été posée par la M.A.S. le 5 février 1952.

L'échelle définitive, en lave émaillée, graduée de 0 à 7 mètres, a été installée début 1954. Son zéro placé 34 cm plus bas que celui de l'échelle 1952 a été rattaché par la M.A.S. au repère IGN de DAKKA SAÏDOU.

Les résultats de ce rattachement sont les suivants :

Altitude du zéro de l'échelle : 307,42 IGN

Dénivelée par rapport au repère IGN : 5,34 m.

En 1955, la M.A.S. complète l'équipement en installant un limnigraphe BÂR mensuel.

Exception faite de l'année 1961, l'échelle a été observée très régulièrement. Le limnigraphe a fourni des enregistrements corrects mais a cessé d'être exploité en 1960.

Les lectures à l'échelle et les données des limnigrammes concordent bien. Aussi les relevés sont particulièrement sûrs jusqu'en 1960.

ETALONNAGE

En 1955, la M.A.S. a effectué 36 jaugeages pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 0,70 m et 6,51 m (débits variant de 34,6 à 2117 m³/s).

Un jaugeage d'étiage a été fait par l'ORSTOM en avril 1963. [...]

V.2.3 - Le BAFING à BAFING MAKANA B.V. = 22.000 km²

Coordonnées géographiques longitude : 10°17' W
 latitude : 12°33' N

Une échelle en lave émaillée a été posée en 1954 par la M.A.S. et mise en service en 1955. Elle est graduée de 0 à 8 m. Son zéro n'a pas été rattaché à un repère fixe.

On observe des lacunes dans les relevés dues à une hauteur insuffisante de l'échelle dont le sommet est dépassé par la crue presque chaque année.

L'absence de lectures en basses eaux est assez fréquente.

Aucun jaugeage n'a été effectué.

V.2.4 - Le BAFING à DIBIA B.V. = 33.500 km²

Coordonnées géographiques longitude : 10°48' W
 latitude : 13°14' N

La station de DIBIA est située juste à l'aval du confluent du BALINN et du BAFING. La M.A.S. a retenu cet emplacement de préférence à celui de DEGUERRE pour l'établissement, sur le BAFING inférieur, d'un poste d'annonce de crue en liaison radio avec GOUINA et BAKEL. Il en est résulté un abandon progressif de celui de DEGUERRE.

Une échelle et un limnigraphe ont été installés par la M.A.S. en 1956 sur la rive gauche du BAFING à 500 m au nord du village de DIBIA.

L'échelle comportait initialement 9 éléments métriques en tôle émaillée et était hors d'eau à l'étiage. Son zéro a été abaissé de 1 mètre en 1958, si bien que l'échelle comporte depuis 10 éléments.

L'installation n'a pas été rattachée à un repère fixe.

L'échelle a été observée à peu près régulièrement depuis 1956, excepté en 1961 où les relevés s'arrêtent le 1er juillet et sont aberrants.

Le limnigraphe est resté en service jusqu'à la fin de l'année 1959. Les enregistrements qu'on possède sont tous défectueux et il n'est guère possible d'en extraire quelques données valables.

La M.A.S. n'a pas entrepris le tarage de cette station. 2 jaugeages ont été effectués par l'ORSTOM au cours des basses eaux 1963 et 1965. [...]

V.2.5 - Le BAFING à DEGUERRE B.V. = 37.900 km²

Coordonnées géographiques latitude : 13°39' N
 longitude : 10°50' W

La station de DEGUERRE est située sur le BAFING à 14 km en amont de MAHINA et à 21 km en amont du confluent BAFING - BAKOYE. Plus exactement elle se trouve au droit du village de TINTIBA sur la rive gauche du BAFING.

Une succession de rapides à l'aval de la station fait qu'elle échappe entièrement au remous du BAKOYE. La cote du plan d'eau à TINTIBA se situe au minimum à 4,50 m au-dessus de la cote au confluent. La pente moyenne en basses eaux est de 24 cm au kilomètre. .

Un limnigraphe BÄR mensuel a été installé en juin 1951 par l'U.H.E.A. Il est rattaché à la borne M.E.F.S. n°3 (103,174 M.E.F.S.) du village de DIAOURA situé à 3 km à l'aval. Un repère scellé au sommet de l'ouvrage et nivelé par rapport à cette borne porte l'altitude 100,64 M.E.F.S.

L'U.H.E.A. a adopté pour le zéro du limnigraphe la cote 94,84 M.E.F.S.

La station a été exploitée par l'U.H.E.A. en 1951 et 1952 sans échelle auxiliaire.

Un relevé du niveau était effectué à chaque visite de l'appareil.

La M.A.S., reprenant l'exploitation de la station après 18 mois d'interruption, a adjoint au limnigraphe une échelle en métal émaillé dont elle a calé le zéro à la cote adoptée précédemment par l'U.H.E.A. Le tronçon supérieur de l'échelle graduée de 3,00 à 6,00 m est fixé sur la tour en maçonnerie du limnigraphe.

Le rattachement de la station au nivellement général fait par la M.A.S. en 1956, place le zéro à l'altitude 93,93 IGN.

Un second rattachement effectué par l'ORSTOM en 1965 en partant de la borne IGN du village de DEGUERRE (rive droite du BAFING, 3 km en amont de TINTIBA) cotée 103,283 IGN, fournit un résultat assez différent : zéro à 94,17 IGN.

L'altitude effective du zéro reste donc à préciser.

Les relevés sont sûrs et complets du 1er août 1951 au 15 octobre 1952.

Ils sont encore valables pour une partie de l'année 1953 (jusqu'en novembre) et inexistantes en 1954.

Les enregistrements des années 1955 et 1956 sont incomplets et pour la plupart inexploitable (fonctionnement défectueux de l'appareil, absence ou incohérence des indications portées sur les limnigrammes). En 1957, le limnigraphe a fonctionné correctement d'avril à octobre. Par la suite, les enregistrements sont sporadiques et sans valeur. Depuis 1960, la station est totalement abandonnée.

TARAGE

La station est tarée au moyen de 20 jaugeages effectués en 1951 par l'U.H.E.A. entre les hauteurs 102 et 551 au limnigraphe (débits variant de 147 à 4150 m³/s. Aucun jaugeage n'a été fait par la suite.

La section de jaugeage est située 3 km en amont de MAHINA, soit 10 km en aval du limnigraphe. Un accès plus facile et la présence d'une île rendant les mesures au câble plus aisées sont vraisemblablement les raisons pour lesquelles l'U.H.E.A. a choisi cette section.

L'U.H.E.A. a reporté les mesures aux hauteurs à DEGUERRE et non à celles de MAHINA, comme elle aurait pu être tentée de le faire puisque la section de jaugeage se trouve plus près de cette station que du limnigraphe de TINTIBA.

Nous présumons qu'elle a agi ainsi, après avoir sinon constaté du moins admis l'incidence du remous du BAKOYE sur la hauteur de MAHINA. Cette incidence n'est absolument pas négligeable et rend vaine toute tentative d'étalonnage de l'échelle de MAHINA. [...]

V.2.6 - Le BAFING à MAHINA B.V. = 38.400 km²

Coordonnées géographiques · longitude : 10°51' W
latitude : 13°45' N

La station de MAHINA purement limnimétrique, offre un intérêt assez limité. Comme nous l'avons signalé précédemment, le plan d'eau à MAHINA est lié à celui du confluent c'est-à-dire aux hauteurs d'eau à BAFOULABE. La station n'est donc pas représentative du régime du BAFING seul, bien que ce dernier intervienne pour près de 75 % dans la constitution du module à BAFOULABE.

Toutefois, les relevés de MAHINA ne sont pas dépourvus d'intérêt. Ils constituent une base supplémentaire à l'étude du calage des échelles du SENEGAL de BAFOULABE à KAYES et c'est uniquement dans ce but que nous les avons pris en considération.

La station de MAHINA a été mise en service en 1904 par la Compagnie du DAKAR - NIGER, qui a assuré les relevés depuis cette date. Il est probable que l'implantation de l'échelle pendant les 30 premières années d'exploitation est celle que la M.E.F.S. a constatée en 1936. Mais cela n'est confirmé par aucun document.

En 1936, l'échelle est constituée par une règle en bois de hauteur totale supérieure à 7 mètres, fixée sur la cinquième pile du Pont de chemin de fer, en partant de la rive gauche. La base de l'échelle correspond à la division zéro et repose sur le soubassement de la pile côté aval.

L'échelle a été rattachée par la M.E.F.S. en 1936, au repère Jarre de la gare de MAHINA, portant la cote 102,561 M.E.F.S. soit 101,738 IGN. Le zéro de l'échelle en 1936 est à l'altitude 90,965 M.E.F.S. soit 90,142 IGN.

La constante entre les systèmes M.E.F.S. et IGN à MAHINA est de 0,823 m. Elle résulte du rattachement du repère Jarre au repère IGN situé également sur la gare de MAHINA.

En 1954, l'échelle est remplacée par une autre que la M.A.S. a installée 200 m en amont du pont sur la rive gauche.

La nouvelle échelle, encore en service actuellement, est composée de 7 éléments métriques en lave émaillée.

Son zéro est à la cote 89,55 IGN (90,37 M.E.F.S.) soit 60 cm plus bas que le zéro de l'échelle ancienne et il n'a pas varié depuis 1954.

A proximité de l'échelle la borne U.H.E.A. n° 15 portant la cote 94,88 IGN (hauteur limnimétrique 5,33 m) est utilisée comme repère de nivellement auxiliaire.

CORRESPONDANCE ENTRE L'ANCIENNE ET LA NOUVELLE ECHELLE

La correspondance des échelles, faute d'observations simultanées ne peut être établie directement.

L'observation de l'écoulement dans la section délimitée par les 2 échelles fournit quelques indications sur la forme de la correspondance. On constate la formation de rapides au droit du Pont en basses eaux. En février 1965, pour un débit de 40 m³/s, une dénivelée de 15 cm affecte le plan d'eau entre la nouvelle échelle (H = 0,73) et l'emplacement de l'ancienne.

Compte tenu par ailleurs de l'influence des piles en hautes eaux, il est évident que la correspondance des échelles est différente d'une translation.

Nous sommes parvenus à un résultat satisfaisant en ayant recours à une méthode indirecte, consistant à déduire la correspondance cherchée de celles des échelles de MAHINA et de BAFOULABE avant et après 1954, l'échelle de BAFOULABE servant de référence aux échelles successives de MAHINA.

La correspondance avant 1954, est obtenue grâce aux relevés des années 1952 et 1953.

La correspondance après 1954 s'établit très aisément compte tenu du nombre d'années d'observations dont on dispose.

Le barème de correspondance de l'échelle ancienne de MAHINA et de la nouvelle (voir tableau n° 2.7) montre que la dénivelée minimale du plan d'eau entre les 2 échelles correspond à une hauteur d'environ 1,40 m à la nouvelle échelle, c'est-à-dire qu'on peut très bien l'attribuer à l'effacement des rapides qu'on observe à l'étiage au droit du pont, et considérer quelle est de l'ordre quelques centimètres. Comme l'écart des lectures aux échelles pour la hauteur d'eau considérée est de 65 cm, on en déduit que le calage de l'échelle du pont en 1952 est le même qu'en 1936 (zéro à 90,97 M.E.F.S.).

En basses eaux, le barème de correspondance confirme cette altitude du zéro et nos propres observations.

La dénivelée du plan d'eau entre les 2 échelles atteint 35 cm à l'étiage absolu. Elle est sensiblement du même ordre en très hautes eaux.

Tableau n°II-7

BAREME DE CORRESPONDANCE ENTRE L'ANCIENNE ET LA NOUVELLE ECHELLE DE MAHINA

Hauteur d'eau (cm)		Hauteur d'eau (cm)	
ancienne	nouvelle	ancienne	nouvelle
-50	45	150	225
-25	58	200	282
0	75	250	335
25	95	300	385
50	115	350	437
75	140	400	492
100	165	450	545

CONTRÔLE DU CALAGE RESPECTIF DES ECHELLES ANCIENNES DE MAHINA ET DE BAFOULABE

Les graphiques de correspondance des relevés à l'échelle du pont de MAHINA et à l'échelle de BAFOULABE ont été établis année par année pour la période d'exploitation de la vieille échelle de MAHINA (1904 - 1953).

La comparaison de ces graphiques à celui de l'année 1952 pris comme référence permet de déceler les déplacements éventuels de zéros d'une échelle par rapport à l'autre, mais ne permet pas de désigner l'échelle qui a subi un décalage.

La réponse à cette alternative est généralement fournie par les données qu'on possède à chaque station concernant les périodes de stabilité du zéro, contrôlées au besoin à l'aide de la correspondance avec une troisième échelle (GALOUGO ou KAYES).

On doit aussi envisager le cas où les 2 échelles étudiées auraient été déplacées à la même époque, Bien qu'assez improbable, ce cas n'a pas été exclu. Ces diverses considérations nous ont amenés à généraliser l'emploi des correspondances multiples entre échelles pour le contrôle de leur calage.

Les résultats de l'exploitation des graphiques de correspondance MAHINA - BAFOULABE sont présentés dans le tableau no 2.8.

L'élaboration des données de 1927 à 1954 est immédiate. Tout au long de cette période, les graphiques satisfont assez bien aux conditions d'un zéro conforme aux données des rattachements en ce qui concerne l'échelle de BAFOULABE et d'un zéro invariable en ce qui concerne l'échelle de MAHINA. Les écarts par rapport à cette règle sont faibles et probablement dus à l'instabilité des graduations des échelles ou à des erreurs systématiques de lectures.

La comparaison des relevés aux 2 stations contrôle et complète les données des rattachements. En ce qui concerne l'échelle de BAFOULABE, elle confirme que le zéro a été abaissé de 15 cm environ entre 1930 et 1951 et de 50 cm en 1952 (installation d'une nouvelle échelle par l'U.H.E.A.).

Avant 1927, les données qui figurent dans le tableau résultent des correspondances multiples, MAHINA - BAFOULABE - KAYES qui mettent en évidence un relèvement du zéro de 45 à 50 cm à MAHINA entre 1925 et 1927 (la correspondance BAFOULABE - KAYES reste la même de 1922 à 1936) et un relèvement du zéro de 50 à 55 cm à BAFOULABE entre 1919 et 1922 (la correspondance MAHINA - KAYES reste la même de 1910 à 1925).

Tableau n°II-8

CALAGE DES ECHELLES DE MAHINA ET DE BAFOULABE AVANT 1954

Années	MAHINA		BAFOULABE	
	Altitudes du zéro (M.E.F.S.)	Corrections à faire subir aux relevés (cm)	Altitudes du zéro (M.E.F.S.) D'après correspondance avec MAHINA	D'après rattachement
1953	90,97	0	89,59	85,59 90,09
1952	90,97	0	89,59	
1951	90,87	-10	90,09	
1950	90,97	0	90,09	
1944	91,07	10	90,09	
1943	90,97	0	90,19	
1942	90,97	0	90,19	
1940	90,97	0	90,24	
1938	90,97	0	90,24	
1937	90,97	0	90,24	
1936	90,97	0	90,24	90,17
1935	90,97	0	90,24	

Tableau n°II-8

CALAGE DES ECHELLES DE MAHINA ET DE BAFOULABE AVANT 1954

Années	MAHINA		BAFOULABE	
	Altitudes du zéro (M.E.F.S.)	Corrections à faire subir aux relevés (cm)	Altitudes du zéro (M.E.F.S.) D'après correspondance avec MAHINA	D'après rattachement
1934	90,97	0	90,24	90,25
1932	90,97	0	90,19	
1931	90,97	0	90,19	
1930	90,97	0	90,24	
1927	90,97	0	90,19	
1925	90,45	-50	90,24	
1924	90,35	-60	90,24	
1922-23	90,50	-45	90,24	
1919	90,50	-45	89,69	
1917-18	90,50	-45	89,69	
1916	90,50	-45	89,69	
1910	90,50	-45	89,69	

Les graphiques de correspondance MAHINA - BAFOULABE fournissent également des indications sur la qualité des relevés. Ils montrent que l'erreur à craindre sur les lectures est de l'ordre de 10 cm et parfois davantage.

On remarque également au cours de la période 1930-50, une tendance systématique des points à s'écarter en hautes eaux de la courbe de correspondance normale. On a établi que cette anomalie était due à une distorsion des graduations de la partie supérieure de l'échelle de BAFOULABE qui conduit à une sous-estimation de la cote en hautes eaux.

CONSISTANCE ET VALEUR DES RELEVÉS

Les imperfections et les lacunes dans les observations sont nombreuses. Avant 1954, la période de basses eaux n'est jamais observée. On constate même très souvent que les lectures manquent ou sont aberrantes en dessous de la hauteur 1 m ou 1,50 à l'échelle.

Pour un certain nombre d'années les observations sont très fragmentaires ou inexistantes (1904-06-11-26 à 28-45 à 49).

A partir de 1954, les relevés sont faits plus régulièrement mais pas toujours sérieusement et on constate encore des lacunes notamment en basses eaux.

Les années 1961 et 1962 ont été éliminées (lectures fantaisistes).

Nous avons procédé à la revalorisation des relevés à MAHINA en vue essentiellement, de contrôler et éventuellement de compléter les données limnimétriques des stations situées à l'aval, de BAFOULABE à KAYES.

V.3 - BASSIN DU BAKOYE

En 1904, 2 échelles furent mises en service sur le BAKOYE, par le DAKAR - NIGER : une, en amont du BAOULE, à TOUKOTO, lue jusque vers 1950, une seconde à DIOUBEBA 45 km à l'amont de BAFOULABE lue jusqu'en 1946.

Des relevés existent prouvant que les stations étaient exploitées, mais il est impossible de leur attribuer la moindre valeur : les lectures sont fantaisistes et d'autre part, il semble que les échelles étaient graduées très grossièrement, mal entretenues, et que leurs zéros ont varié notablement au cours de cette période. Nous n'avons pu en aucune façon tenir compte de ces relevés, ce qui est très regrettable.

Les seules observations sérieuses qu'on possède sur le BAKOYE datent de 1951 pour le BAKOYE inférieur, avec la mise en service par l'U.H.E.A. d'un limnigraphe à KALE, suivie en 1954 de l'ouverture par la M.A.S. d'une nouvelle station à OUALIA, (40 km à l'amont de la précédente laquelle d'ailleurs sera abandonnée progressivement) et elles datent de 1954 pour le BAKOYE supérieur avec la remise en service de la station de TOUKOTO. L'exploitation des stations de KALE et de OUALIA, (la seconde relayant la 1ère en 1954) fournit des relevés à peu près continus pour la période 1951-64.

Par contre, la nouvelle échelle de TOUKOTO n'a été exploitée qu'à 60% depuis son installation.

Le bilan des observations limnimétriques pour le BAKOYE est donc assez maigre surtout en ce qui concerne le bassin supérieur.

On déplore notamment l'absence d'observations sur le BAOULE. La M.A.S. a installé en 1954 une échelle à SIRAMAKANA, près du confluent du BAKOYE, mais les relevés complètement aberrants ont été éliminés.

V.3.1 - Le BAKOYE à TOUKOTO B.V. = 16.500 km²

Coordonnées géographiques longitude : 9°53' W
 latitude : 13°27' N

Les renseignements qu'on possède sur l'ancienne échelle de TOUKOTO, installée en 1903 par la Compagnie du DAKAR NIGER sont rares et de plus contradictoires.

Un topographe de la M.E.F.S. relate son existence en 1939 et indique qu'elle est constituée par une règle en bois fixée sur la 2e pile du pont de chemin de fer en partant de la rive droite (la note précise que les graduations de l'échelle sont illisibles au dessous de la division 3 m).

Par ailleurs, il est mentionné dans le répertoire des échelles M.E.F.S. établi en août 1938, que l'échelle de TOUKOTO est constituée par un rail incliné et que son zéro est à la cote 161,81 M.E.F.S.

S'agit-il simplement d'une erreur concernant la description de l'échelle et provenant d'une confusion avec une autre station ou bien 2 échelles existaient-elles réellement à TOUKOTO ? On ne saurait répondre étant donné que la M.E.F.S., contrairement à ce qu'on observe pour les autres stations, n'a pas fourni dans son répertoire de croquis descriptif de l'installation ni de plan de situation. Suite à l'enquête menée sur place en 1965, auprès des vieux fonctionnaires de TOUKOTO, il ne semble pas qu'une échelle inclinée ait existé.

Par contre, nous avons noté la présence d'une échelle métallique verticale, située près de la première pile rive droite et sur laquelle les graduations étaient encore visibles (graduations décimétriques allant de 1,65 m à 5,20 m). La division 165 est à la cote 162,89 M.E.F.S. ce qui place le zéro de cette échelle métallique à 161,24 M.E.F.S. Cette échelle a vraisemblablement succédé à l'ancienne échelle en bois signalée par M. MAESTRACCI en 1939, mais on ignore la date à laquelle elle a été mise en service. Personne n'a été en mesure de nous renseigner à ce sujet. On sait seulement qu'elle est antérieure à 1952 puisqu'elle a été photographiée cette année là, par M. MAURICE. Considérant que les graduations faites à la peinture étaient sujettes à se déplacer au gré de l'agent chargé de leur réfection, on conçoit que l'échelle ait pu, à un moment donné être graduée de 1 m à 4,55 m, le zéro correspondant avoisinant alors celui de l'échelle de 1939.

En mars 1954, la M.A.S. pose une nouvelle échelle 50 m en amont du pont sur la rive droite du BAKOYE. Cette échelle comporte 6 éléments métriques verticaux en lave émaillée. L'élément inférieur, 0 - 100, implanté différemment, est fixé sur le soubassement de la première pile du pont côté amont. Les lectures sur cet élément concordent avec celles de l'élément suivant.

L'échelle a été rattachée par la M.A.S. au nivellement général mais l'altitude 160,30 IGN attribuée au zéro est erronée. La M.A.S. a effectué le nivellement en partant du point astro 169,517 IGN (170,33 M.E.F.S.) situé sur le tablier du pont côté rive droite, mais a pris pour altitude de ce point, celle du repère IGN situé à l'extrémité rive gauche du pont et portant la cote 168,774 IGN, commettant ainsi une erreur de 74,3 cm.

L'erreur a été décelée et expliquée grâce au rattachement de contrôle auquel nous avons procédé en février 1965.

L'altitude effective du zéro est : 161,05 IGN (161,86 M.E.F.S.). On remarquera que ce calage est sensiblement le même que celui de l'échelle en bois de 1939 et de l'échelle métallique de 1952, en admettant que la base de cette dernière portait la division 1 m.

L'écart entre les systèmes IGN et M.E.F.S. à TOUKOTO est de 0,81 m.

RELEVES ANCIENS

Les 50 mètres qui séparent la nouvelle échelle de l'ancienne correspondent à un bief calme. Le zéro de l'échelle ancienne, très voisin du zéro 1954, est donc, comme celui de la nouvelle échelle, situé au-dessous de l'étiage absolu.

Malgré cette condition favorable, on constate dans les relevés anciens l'absence systématique de lectures de basses eaux due à l'arrêt des observations à partir de la hauteur 1 m à l'échelle. Les relevés étant en outre souvent suspects comme le prouve l'existence de nombreux paliers, on doit abandonner tout espoir de tirer partie des observations anciennes.

Une exception a été faite pour les relevés 1952 qui, à la suite d'une remise en état de l'échelle ont été faits plus régulièrement. On note cependant un certain nombre de lectures aberrantes. Le calage de l'échelle, mal connu, a été déterminé et les hauteurs aberrantes rectifiées, à l'aide de la corrélation des relevés avec ceux de KALE, en sorte que les données après correction restent dans une certaine mesure critiquables.

RELEVES 1954-64

La nouvelle échelle n'a pas été lue très régulièrement ni très sérieusement depuis sa mise en service. On constate tous les ans des lacunes plus ou moins importantes nécessitant pour certaines années l'élimination pure et simple des relevés (période 1960-62) et pour d'autres des interpolations hasardeuses.

TARAGE

En 1955, la M.A.S. a effectué 29 jaugeages entre les hauteurs 0,74 et 2,29 m à l'échelle (débits variant de 39.3 à 590 m³/s).

L'ORSTOM a effectué 2 jaugeages de basses eaux. [...]

V.3.2 - Le BAKOYE à OUALIA B.V. = 84.700 km²

Coordonnées géographiques latitude : 13°36' N
longitude : 10°23' W

Une échelle en lave émaillée a été installée par la M.A.S. début 1954. Elle est située sur la rive gauche du BAKOYE à l'emplacement de l'ancienne station de pompage de la Gare de OUALIA

Elle comportait initialement 9 éléments métriques.

La crue 1958 ayant dépassé le sommet de l'échelle le nombre d'éléments a été porté à 11.

L'échelle a été rattachée par la M.A.S. au nivellement général (repère situé sur le château d'eau de la gare de OUALIA et portant la cote 129,705 IGN).

L'altitude du zéro ressort à 108,112 IGN.

Un contrôle du rattachement effectué par l'ORSTOM en 1965 donne un résultat légèrement différent : zéro à 108,16 IGN.

L'élément d'échelle rattaché en 1965 est l'élément 9 - 11 m.

Il est scellé contre la station de pompage et constitue un repère sûr pour le contrôle du zéro de l'échelle. Le calage des éléments d'échelle entre eux est satisfaisant.

RELEVES

Depuis sa mise en service, l'échelle a été observée assez régulièrement (exception faite des années 1961 et 1962) et de façon assez sérieuse.

TARAGE

La M.A.S. a effectué 62 jaugeages au cours des années 1954 et 1956 pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 1.93 m et 7,96 m (débits variant de 100 à 1600 m³/s). [...]

La section de jaugeage utilisée en basses eaux est située au droit du village de SOUKOUTALI, 6 km en amont de OUALIA. [...]

V.3.3 - Le BAKOYE à DIOUBEBA B.V. = 84.900 km²

Coordonnées géographiques latitude : 13°38' N
longitude : 10°30' W

Une échelle a été mise en service par la Compagnie du DAKAR - NIGER en 1904. La M.A.S. a récupéré les relevés qui s'étendent de 1904 à 1946. Ces relevés sont très suspects et il est probable que si on était en mesure de les traduire en débits pour les contrôler, ils donneraient des résultats tout à fait aberrants. Mais ce contrôle, qu'il serait intéressant de faire malgré tout, s'avère difficile étant donné qu'on ignore le calage de l'échelle. Aucune trace d'un quelconque rattachement ni aucune description de l'échelle n'existent dans les archives. La M.E.F.S. signale sa présence en 1939 et la M.A.S. en 1952. Nous avons appris en 1965 que l'échelle existait encore ces dernières années, mais qu'elle a été détruite lors de la crue 1964. Ce qui subsiste de l'installation indique que l'échelle était fixée sur une tour en maçonnerie implantée à une quarantaine de mètres de la rive. Cette disposition explique en partie la qualité très médiocre des relevés. Il semble d'après ceux-ci, que l'échelle était graduée de 50 en 50 cm. [...]

V.3.4 - Le BAKOYE à KALE B.V. = 85.600 km²

Coordonnées géographiques latitude : 13°43' N
longitude : 10°39' W

Cette station distante de 23 km du confluent avec le BAFING se trouve à 1 km en amont d'une zone de chutes et de rapides dont la dénivellation totale atteint 4 à 5 m à l'étiage.

En 1951, l'U.H.E.A. installe un limnigraphe BÄR mensuel qu'elle exploite de la même façon que celui de DEGUERRE : absence d'échelle auxiliaire, relevé du niveau effectué à chaque visite par rapport à un repère fixe situé sur le socle du limnigraphe.

Ce repère porte la cote 107,66 M.E.F.S. (rattachement effectué par l'U.H.E.A. au repère JARRE de la gare de KALE, cote 132,28 M.E.F.S.). L'U.H.E.A. a adopté pour cote du zéro l'altitude 102,84 M.E.F.S. La M.A.S. qui exploite la station à la suite de l'U.H.E.A. depuis octobre 1952 et sans grand succès d'ailleurs, pose en 1955 une échelle de contrôle dont l'élément supérieur 3 - 5 m est accolé au limnigraphe. Selon la M.A.S., le zéro de cette échelle est calé à la cote 102,86 M.E.F.S. soit 2 cm plus haut que celui de l'échelle fictive U.H.E.A. Le repère du limnigraphe ayant disparu, il n'a pas été possible de vérifier cette donnée en 1965. Le rattachement de l'échelle au nivellement général effectué par la M.A.S. situe son zéro à 101,90 IGN.

L'écart entre les systèmes M.E.F.S. et IGN serait donc de 0,96 m à KALE.

RELEVÉS

Les limnigrammes U.H.E.A. (juin 1951 à octobre 1952) sont sûrs et complets. L'exploitation entreprise ensuite par la M.A.S. a donné d'assez maigres résultats.

En 1953, les enregistrements par trop aberrants ont été éliminés. La station n'a pas été exploitée en 1954 et en 1955. Les 2 années suivantes et en 1959, les enregistrements sont de meilleure qualité mais incomplets. Il n'en existe aucun en 1958.

Après 1959, la station a cessé d'être exploitée.

TARAGE

34 jaugeages ont été effectués par l'U.H.E.A. en 1951 pour des hauteurs au limnigraphe comprises entre 130 m et 2,52 m (débits variant de 50 à 600 m³/s) la dispersion des résultats est acceptable. Les mesures étaient faites à DOUAN, 18 km à l'aval de KALE. Deux jaugeages de basses eaux ont été effectués par l'ORSTOM en 1963 et 1965. [...] L'étalonnage limité supérieurement au débit de 600 m³/s a été extrapolé à l'aide du tarage de la station de OUALIA et de la correspondance hauteur - hauteur des 2 stations.

Cette correspondance a été définie à partir des relevés 1956 et 1957 aux 2 stations, mais son application à la détermination du tarage de KALE conduit à une courbe de tarage décalée par rapport à la courbe de tarage U.H.E.A. Une translation de 16 cm environ parallèle à l'axe des hauteurs amène les 2 courbes en coïncidence.

Les apports du bassin intermédiaire entre OUALIA et DOUAN étant négligeables, l'écart constaté ne peut que provenir d'une différence de calage entre l'échelle M.A.S. adjointe au limnigraphe en 1955 et l'échelle fictive U.H.E.A. Nous avons donc admis pour procéder à l'extrapolation du tarage de KALE que le zéro du limnigraphe se trouve à partir de 1956, 16 cm plus bas qu'en 1951 (et non 2 cm plus haut comme l'indique la M.A.S.).

Le graphique n° II.10 représente la courbe de tarage relative à l'échelle U.H.E.A. 1951-52. On a utilisé la même courbe décalée de 16 cm vers la droite pour les traductions des relevés postérieurs à 1955.

La correspondance actuelle des hauteurs à KALE et à OUALIA qui a servi à l'établissement de ces courbes est donnée par le tableau n° II.12.

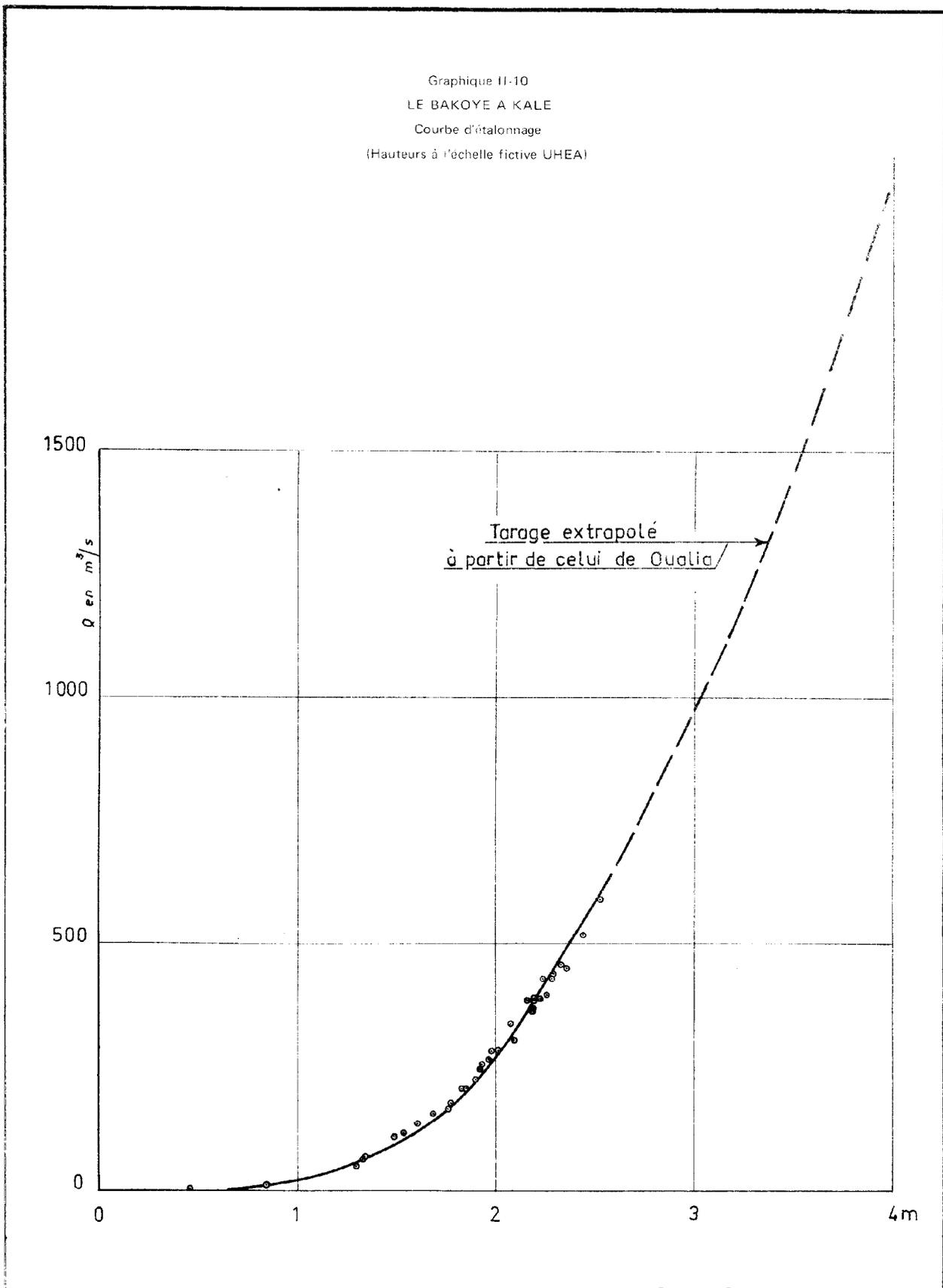
Tableau n°II-12

CORRESPONDANCE DES HAUTEURS D'EAU A OUALIA ET A KALE

(Période d'exploitation MAS)

Cote (cm)		Cote (cm)		Cote (cm)	
OUALIA	KALE	OUALIA	KALE	OUALIA	KALE
25	36	325	223	625	323
50	65	350	232	650	331
75	88	375	241	675	339
100	106	400	250	700	346
125	123	425	259	725	354
150	140	450	268	750	362
175	155	475	276	775	370
200	168	500	284	800	378
225	180	525	292	825	387
250	193	550	300	850	396
275	205	575	308	875	404
300	214	600	315	900	413

Graphique II-10
LE BAKOYE A KALE
Courbe d'étalonnage
(Hauteurs à l'échelle fictive UHEA)



V.4 - LE SENEGAL MOYEN DE BAFOULABE A AMBIDEDI

A l'inverse de ce que l'on constate pour le bassin supérieur du SENEGAL où il n'existe, si on considère les stations du BAFING et du BAKOYE, aucune donnée exploitable antérieure à 1951, les relevés anciens sur le cours moyen du fleuve sont particulièrement abondants.

Entre BAFOULABE et le confluent de la FALEME, on ne compte pas moins de 6 stations anciennes dont 3 sont observées depuis 1904 (KAYES, GALOUGO, BAFOULABE). Les trois autres (AMBIDEDI, GOUINA, FELOU) furent mises en service respectivement en 1910, 1925 et 1950.

Bien que pour la plupart de ces stations, les installations aient subi des modifications depuis leur création, et que la qualité des relevés soit parfois médiocre, les possibilités de recouplement sont nombreuses et conduisent à une revalorisation relativement sûre et assez complète des lectures.

Les stations étant prises dans l'ordre de leur implantation de l'amont vers l'aval, nous ferons pour chacune d'entre elles, l'étude critique du calage des installations successives et nous dresserons le bilan des relevés valables.

V.4.1 - Le SENEGAL à BAFOULABE

B.V. = 124.700 km²

Coordonnées géographiques

latitude : 13°49' N
longitude : 10°50' W

La ville de BAFOULABE est située au confluent du BAFING et du BAKOYE. Une échelle a été mise en service en 1904, mais ses références initiales sont inconnues : le document le plus ancien concernant cette échelle date de 1930, époque à laquelle elle a été rattachée par le Service de l'hydraulique de l'Office du NIGER (S.H.O.N.). L'emplacement de l'échelle n'a pas varié depuis 1930 : l'échelle est située sur la rive gauche du fleuve, 200 mètres à l'aval de la Résidence.

Son rattachement par le S.H.O.N. à la borne astro de BAFOULABE, nivelée ensuite par la M.E.F.S. (l'écart entre les 2 systèmes de nivellement ressort à 1,98 m), situe le zéro en 1930 à la cote 92,23 S.H.O.N. soit 90,25 M.E.F.S.

Le S.H.O.N. ne donne pas de description de l'échelle et n'a pas vérifié si elle était graduée correctement.

En mars 1936, la M.E.F.S. a rattaché l'échelle au repère qu'elle a posé la même année sur la Résidence de BAFOULABE (plaque scellée dans le mur de la Résidence avec un trait repère portant la cote 103,66 M.E.F.S.) et situe le zéro à la cote 90,20 M.E.F.S., soit sensiblement à la même altitude qu'en 1930.

Un plan au 1/20e donnant la configuration de l'échelle en 1936, existe dans le répertoire des échelles anciennes dressé par la M.E.F.S. D'après ce document, l'échelle est constituée par un fer IPN incliné reposant sur des dés maçonnés et portant des graduations décimétriques allant de 0 à 4,20 m. L'extrémité supérieure de l'IPN est noyée dans un pilier en maçonnerie sur lequel est fixée, du côté opposé à l'IPN, une règle en bois graduée de 420 à 520.

Une plaque munie d'un repère constitué par une tige métallique horizontale et portant la cote 93,79 M.E.F.S. est scellée dans le pilier.

La seule modification apportée à cette échelle encore en place actuellement est le remplacement de la règle en bois constituant le tronçon vertical, par un fer IPN de même longueur. Signalons qu'il existe une discordance entre la représentation que la M.E.F.S. donne des graduations de l'échelle et le résultat du rattachement.

Les divisions, telles qu'elles sont représentées sur le plan, correspondent à un zéro situé à 90,10 M.E.F.S. En effet, la division 4 mètres qui devrait se trouver à 40 cm au-dessus du repère du pilier est représentée seulement 30 cm au-dessus.

Comme il ne subsiste aucune trace des anciennes graduations faites à la peinture, tout contrôle direct est impossible (aucune division, pas même le zéro, n'était matérialisée sur ces échelles anciennes).

Une faute dans l'exécution du plan nous paraît plus probable qu'une erreur commise par le topographe (on sait que le rattachement a été effectué par nivellement de la division 4 mètres).

Nous avons donc admis que le zéro était à la cote 90,20 M.E.F.S. Compte tenu, dans cette hypothèse, de l'altitude que nous avons relevée du sommet de l'échelle, il résulte que l'échelle en 1936 était graduée de 0 à 5,10 m.

En 1952, l'U.H.E.A. a rattaché l'échelle ancienne au repère M.E.F.S. de la résidence et nivelé les divisions encore lisibles entre 2 et 5 m. Dans cet intervalle, les erreurs de graduation ne dépassent pas ± 2 cm et l'altitude moyenne du zéro ressort à 90,07 M.E.F.S.

On observe toutefois que l'U.H.E.A. cote le repère du pilier 5 cm plus bas que la M.E.F.S. (93,74 au lieu de 93,79 M.E.F.S.) Il est fort improbable que l'échelle se soit enfoncée de 5 cm. Un nivellement de contrôle effectué en 1965 place ce repère à 93,76 M.E.F.S.

En conséquence, nous avons pris cette altitude moyenne du repère du pilier comme base commune aux divers rattachements et nous en avons tiré les cotes définitives suivantes.

Éléments caractéristiques de l'échelle ancienne	Altitudes M.E.F.S.
Repère pilier	93,76
Sommet du tronçon incliné	94,32
Base du tronçon vertical	94,26
Sommet du tronçon vertical	95,27
Zéro de l'échelle en 1936	90,17
Zéro de l'échelle en 1951-52	90,09

En 1952, l'U.H.E.A. a installé une échelle en lave émaillée comportant 6 éléments verticaux (5 éléments métriques et un élément 500 - 560).

Cette échelle calée 50 cm plus bas que l'ancienne a son zéro à la cote 89,59 M.E.F.S.

Nous l'avons rattachée en 1965, au repère IGN de la Résidence, portant la cote 103,793 IGN, et trouvé son zéro à l'altitude 88,79 IGN, qui infirme l'altitude 88,83 IGN trouvée en 1955 par la M.A.S.

L'écart entre les systèmes de nivellement M.E.F.S. et IGN à BAFOULABE obtenu par nivellement direct des repères M.E.F.S. et IGN situés sur la Résidence s'établit à 0,80 m. La hauteur de l'échelle a été portée à 7 mètres après la crue 1958, laquelle aurait largement dépassé le sommet (H = 5,60 m) de l'échelle U.H.E.A.

CONTROLE DU CALAGE DE L'ECHELLE ANCIENNE

Il s'agit d'une part d'étudier le calage de l'échelle avant 1930 et d'autre part de vérifier les données des rattachements dont on dispose pour la période 1930-51.

Ces 2 opérations déjà effectuées à titre de première vérification au moyen de la correspondance hauteur - hauteur, MAHINA, BAFOULABE, ont été reprises à titre de contrôle définitif au moyen de la corrélation H (H) KAYES, BAFOULABE (contrôle possible de 1904 à 1964).

De 1904 à 1925, un contrôle supplémentaire a été effectué au moyen de la correspondance H (H) GALOUGO - BAFOULABE.

On a ainsi déterminé :

1) - que le zéro de l'échelle de BAFOULABE n'a pas varié entre 1904 et 1919 et se trouve pendant toute cette période sensiblement à 10 cm au-dessus de celui de l'échelle actuelle c'est-à-dire à la cote 89,69 M.E.F.S.

2) - qu'une modification du calage est intervenue entre 1919 et 1921, portant le zéro à une altitude voisine de celle observée en 1930 et 1936 (90,20 M.E.F.S.). Il est probable, étant donné l'absence de lectures en 1920, que cette modification du zéro corresponde à la mise en service en 1921 d'une nouvelle échelle.

De 1921 à 1950, les variations du zéro sont de faible amplitude. Les écarts observés par rapport à l'altitude 90,20 M.E.F.S. proviennent des légers déplacements que subissent les graduations lors de leur réfection. Comme par ailleurs l'échelle n'est pas graduée de façon très rigoureuse, le calage année par année ne peut être obtenu qu'en considérant la position moyenne du zéro, c'est-à-dire celle qui correspond à l'ensemble des graduations. A ce sujet, les graphiques annuels pendant cette période révèlent l'existence d'une distorsion permanente des graduations dans la partie supérieure de l'échelle par rapport aux autres graduations (hautes eaux sous estimées de 15 à 20 cm). Nous avons fait abstraction de cette distorsion pour la détermination des altitudes moyennes du zéro.

Ces dernières, mentionnées dans le tableau no 2.8, correspondent uniquement aux divisions moyennes et inférieures de l'échelle.

RELEVES

L'absence de relevés de basses eaux est générale jusqu'en 1952. De 1904 à 1919, la qualité des relevés est très moyenne et parfois médiocre. Les lectures effectuées en 1906 et en 1919 ont été éliminées à cause des nombreuses lacunes qu'elles présentent.

De 1921 à 1944, les défauts de graduation de la partie supérieure de l'échelle constituent la principale cause d'imprécision des relevés. Les corrections à faire subir aux hauteurs maximales brutes sont incertaines. Les années 1936 à 1938 comptent parmi les meilleures de cette période au point de vue de la qualité et de la consistance des relevés. En 1939, les lectures en grande partie aberrantes, ont été éliminées.

De 1945 à 1949, les relevés sont pratiquement inexistantes. Les observations reprennent en 1950 sous le contrôle de l'U.H.E.A. Les lectures sont correctes en 1950 et 1951 mais débute à la hauteur 1 mètre à la crue et s'arrêtent à la hauteur 2 m à la décrue. Depuis la mise en service de la nouvelle échelle en 1952 et jusqu'en 1960, les observations sont faites sérieusement et couvrent l'année entière.

Depuis 1960, les relevés complètement aberrants ont été éliminés. [...]

V.4.2 - Le SENEGAL à GALOUGO B.V. = 128.400 km²

Coordonnées géographiques latitude 13°51' N
longitude : 11°03' W

Les premiers relevés limnimétriques à GALOUGO datent de 1904. On ne possède pas de renseignements sur l'échelle qui a été mise en service à cette date, ni de données sur son rattachement. Elle a été exploitée par le DAKAR - NIGER jusqu'en 1950. Son calage

avant 1930 a été étudié à l'aide des corrélations liant les hauteurs limnimétriques à celles de KAYES et de BAFOLABE (stations pour lesquelles la position du zéro est connue). On a ainsi déterminé que le zéro n'a pas varié entre 1904 et 1925 et se trouve à la cote 70,50 M.E.F.S. De 1925 à 1929, on ne saurait être aussi affirmatif, vu les nombreuses lacunes constatées dans les relevés.

Le premier document concernant l'échelle de GALOUGO consiste en un rattachement effectué par le S.H.O.N. entre 1930 et 1932. D'après ce document l'échelle est située sur la rive gauche du fleuve à l'emplacement de la station de pompage du DAKAR - NIGER. Elle est constituée par un rail incliné fixé sur des dés en maçonnerie. Les graduations lors du rattachement étaient illisibles. Le S.H.O.N. a nivelé l'extrémité supérieure du rail par rapport au repère JARRE de la gare de GALOUGO et obtenu les altitudes suivantes:

- Repère JARRE	91,29 S.H.O.N.	89,32 M.E.F.S.
- Sommet du rail		78,26 M.E.F.S.

En 1939, l'échelle a été rattachée par la M.E.F.S. laquelle situe le zéro à la cote 71,48 M.E.F.S. Malheureusement l'examen des documents concernant ce rattachement donne des résultats différents. Il existe en effet dans le répertoire des stations M.E.F.S. un croquis au 1/100e de l'échelle correspondant au rattachement effectué le 1er avril 1939. Sur ce croquis l'échelle est représentée comme suit :

- un tronçon incliné gradué de 0 à une division que nous estimons être la division 4,65 m et qui porte la cote 78,25 M.E.F.S.
- un tronçon vertical gradué de 15 m à 19,40 m

Il s'agit des graduations existant en 1939 et la M.E.F.S. mentionne que ce tronçon était auparavant gradué de 5 m à 9,40 m. Le zéro se serait donc trouvé à la cote 73,60 M.E.F.S. soit 3,55 au-dessus de celui de l'échelle actuelle, ce qui semble assez extraordinaire. On pouvait émettre des doutes sur la valeur de ce document.

Par la suite, nous avons retrouvé le document original établi par le topographe qui a visité l'installation en mars 1939. D'après ce document, le tronçon incliné est constitué par 2 rails placés dans le prolongement l'un de l'autre et reposant sur des dés en maçonnerie. Ce tronçon ne porte aucune graduation. Le tronçon vertical est gradué de 17 m à 19,40 m. Le topographe précise qu'une dénivellation de 7 m existe entre l'extrémité inférieure du rail et la division 17 m. Il convient donc d'assimiler cette dernière à la division 7 m. Par contre l'altitude du zéro n'est pas indiquée sur ce document.

L'ancienne échelle de GALOUGO existe toujours et sa configuration correspond bien à la description ci-dessus. Elle a d'ailleurs été nivelée par l'U.H.E.A. en 1952 et nous avons contrôlé son implantation en 1965. Les éléments caractéristiques sont les suivants :

		Altitudes M.E.F.S.
- Tronçon incliné (2rails de 8mètres/	base	71,00
	sommet	78,55
- Tronçon vertical	base	77,55
	sommet	80,55

A noter que les 2 tronçons d'échelle sont distincts et présentent la particularité de se chevaucher sur une hauteur de 1 mètre.

L'échelle ayant les mêmes caractéristiques qu'en 1939 (même configuration et même hauteur totale 9,50 m), on peut affirmer qu'elle n'a subi aucune transformation depuis 1939. Le zéro en 1939 correspondant à la base du rail incliné était donc à la cote 71,00 M.E.F.S.

Mais il n'est pas certain qu'il en ait été toujours ainsi car plusieurs modes de graduation semblent avoir été adoptés à savoir :

- élément vertical gradué de 6,50 m à 9,50 m (zéro à 71,00 M.E.F.S. : mars 1939)
- élément vertical gradué de 6 à 9 m (zéro à 71,50 M.E.F.S.).

Ce 2e mode de graduation serait celui des années 1936 à 1938, et correspond alors au calage indiqué par la M.E.F.S. (zéro à 71,48 M.E.F.S.)

Il a été observé en 1948 par un hydrologue de l'E.D.F.

La réalité est encore plus complexe. On observe en effet pendant la période 1930-38 que les lectures varient de quelques mètres à 19,90 m. Cela provient du fait que les lectures sur le tronçon incliné correspondaient à des distances mesurées le long du rail et non aux hauteurs réelles, d'où l'existence de graduations supérieures de 10 m à la normale sur l'élément vertical.

Ce mode d'exploitation de l'échelle est mis en évidence par le graphique de corrélation hauteur - hauteur GALOUGO - BAFOLABE pour l'établissement duquel les hauteurs considérées à GALOUGO sont les hauteurs réelles déduites des relevés bruts à l'aide d'une transformation linéaire qui tient compte de l'inclinaison du rail. On obtient en effet sur ce graphique une courbe de régression parallèle à la courbe actuelle. Toutefois, la forte dispersion des points montre que les lectures à GALOUGO sont de qualité très médiocre vraisemblablement par suite du déplacement des graduations au cours de la période considérée. En conséquence on ne peut tirer aucun parti de ces relevés ni conclure en ce qui concerne le calage de l'échelle. La prise en compte des relevés effectués sur l'élément vertical ($H > 17$ m), possible seulement pour les années où la crue est supérieure à la moyenne, ce qui limite le champ d'investigation, ne renseigne que très vaguement sur la position du zéro.

A partir de 1939, les graduations de l'échelle redeviennent normales, mais les relevés sont toujours douteux et les lacunes nombreuses. Cette situation dure jusqu'en 1950 (les relevés de 1947 à 1950 sont pratiquement inexistants).

En 1952, l'U.H.E.A. a nivelé les graduations de l'ancienne échelle.

Sur l'élément vertical (7 - 9 m) les graduations correspondent à un zéro à la cote 71,00 M.E.F.S. Sur le tronçon incliné elles correspondent à un zéro variant de 71,00 M.E.F.S. pour la division 1 m à 70,40 M.E.F.S. pour la division 5 m. On a là un exemple qui illustre bien la façon aberrante dont l'échelle était graduée et confirme notre opinion sur la valeur des relevés.

En 1951, l'U.H.E.A. installe une nouvelle échelle à 150 m en amont de l'ancienne sur la même rive. Cette échelle est formée d'éléments en lave émaillée inclinés à 45° et scellés sur des poutres en béton armé, elles-mêmes ancrées sur des massifs bétonnés

L'échelle a une hauteur totale de 11 mètres. L'U.H.E.A. a calé le zéro sensiblement 1 mètre plus bas que celui de l'ancienne échelle soit à la cote 70,03 M.E.F.S. (rattachement effectué au repère JARRE (89,32 M.E.F.S.) de la gare de GALOUGO).

La M.A.S. a rattaché l'échelle au repère IGN (87,924 IGN) de la nouvelle gare de GALOUGO. Elle situe son zéro à la cote 69,23 IGN. .

Nous avons vérifié ce rattachement en 1965. L'écart M.E.F.S. - IGN à GALOUGO est de 0,80 m. L'échelle est toujours en service et en excellent état.

RELEVES

Mises à part l'année 1906 et l'absence totale de relevés de basses eaux, les lectures ont été faites régulièrement et elles sont dans l'ensemble assez correctes de 1905 à 1924 inclus.

De 1925 à 1929, les relevés sont sporadiques.

De 1930 à 1950, l'étude critique des relevés a été faite précédemment. Elle conduit à éliminer l'ensemble des lectures de cette période.

Depuis 1951, les relevés effectués à la nouvelle échelle ont été faits très régulièrement et s'avèrent corrects.

TARAGE

En 1952, la M.A.S. a effectué 9 jaugeages pour des hauteurs à l'échelle comprises entre 4,17 et 5,74. Ces mesures sont dépourvues d'intérêt compte tenu de la très forte dispersion des résultats et du faible intervalle d'échelle qu'elles couvrent.

Un jaugeage a été effectué par l'ORSTOM le 17.2.1965 : H = 109, Q = 63,6 m³/s. Cette mesure a été faite à DIPARI 6 km en amont de GALOUGO, section de jaugeage utilisée en 1951 par l'U.H.E.A. pour tarer GOUINA en basses eaux. [...]

V.4.3 - Le SENEGAL à GOUINA B.V. = 128.600 km²

Coordonnées géographiques latitude : 14°00' N
 longitude : 11°06' W

Quatre échelles ont été installées à GOUINA, sur la rive gauche du fleuve entre 1925 et 1929. Elles sont décrites dans un document émanant des Travaux Publics et daté de janvier 1929. Elles figurent également dans le répertoire des stations M.E.F.S.

Ces échelles prises dans l'ordre amont, aval sont les suivantes.

L'échelle I, posée en 1925 à l'amont immédiat des chutes est constituée par un rail incliné gradué de 0 à 5 m.

L'échelle II, verticale, équipe le 1er bief au pied des chutes. C'est un rail de 8 mètres fixé sur un pilier en maçonnerie le long de la paroi rocheuse de la rive.

L'échelle III, est située en tête du 2^e bief à l'aval des chutes. C'est également un rail vertical de 8 mètres.

L'échelle IV, équipe le 3e bief. Elle est située 900 mètres à l'aval de la précédente dans la zone projetée par l'U.H.E.A. pour la restitution de l'usine de GOUINA. Il s'agit d'un rail vertical de 9 mètres de haut.

A l'époque de leur installation, ces échelles ont été rattachées à une borne cotée arbitrairement 50 m. Cette borne et les échelles II et III existant encore, les données de ces rattachements anciens ont pu être contrôlées en 1965. Il s'avère qu'une erreur de 1 mètre environ a été commise dans le rattachement de l'échelle III et qu'en tout état de cause, l'écart entre le système arbitraire de nivellement et le système M.E.F.S. est de 18,17 m. En conséquence, les altitudes des zéros des 4 échelles pour la période 1925 - 1942 sont les suivantes :

Echelles	Cote du zéro	
	Système arbitraire	M.E.F.S.

GOU I N A I	45,36	63,53
GOU I N A II	35,28	53,45
GOU I N A III	(33,38)	50,44
GOU I N A IV	30,90	49,07

En 1950, les échelles II, III et IV ont survécu.

L'U.H.E.A. les remet en service après avoir pris le soin de les prolonger par des éléments de basses eaux. Leurs nouveaux zéros nivelés par rapport au repère de l'échelle du 1er bief (boulon scellé sur le massif bétonné de l'échelle et portant la cote 58,70 M.E.F.S.) ont pour altitudes.

- Echelle II	51,43	M.E.F.S.
- Echelle III	48,44	M.E.F.S.
- Echelle IV	48,43	M.E.F.S.

On en déduit que l'U.H.E.A. a prolongé de 2 mètres vers le bas les échelles II et III et abaissé de 0,64 m le zéro de l'échelle IV.

Ces échelles sont dénommées par l'U.H.E.A. échelles 1er, 2e et 3e bief. Elles ont été exploitées de juin 1950 à novembre 1954.

L'U.H.E.A. a complété le dispositif à l'aide de 2 limnigraphes.

- Un limnigraphe dit GOUINA amont (BÄR mensuel) situé 2 km en amont des chutes. L'installation à l'origine ne comporte pas d'échelle de contrôle (relevés de niveau effectués par rapport à la borne U.H.E.A. n° 10, cotée 69,08 M.E.F.S.). L'U.H.E.A. a adopté pour zéro de l'appareil la cote 63.35 M.E.F.S. Ce limnigraphe a été mis en service le 12 juillet 1950.

- Un limnigraphe dit GOUINA aval situé sur la rive droite quelques centaines de mètres à l'aval de l'échelle du 3e bief. Ce limnigraphe présente les mêmes caractéristiques et est exploité de la même manière que le précédent. Il a été mis en service le 27 septembre 1950. Son zéro (échelle fictive) est à la cote 48,09 M.E.F.S.

A partir de 1953, l'exploitation du dispositif est faite par la M.A.S. La brigade hydrologique de GOUINA se désintéresse des échelles restaurées par l'U.H.E.A. et exploite sans grand succès les 2 limnigraphes. Toutefois, en 1955, elle équipe ces derniers d'échelles auxiliaires, en conservant les zéros adoptés par l'U.H.E.A. (vérification faite en 1965) et installe en 1956, une échelle en lave émaillée à 250 m à l'aval de l'ancienne échelle du 2e bief.

Cette échelle comporte à l'origine 9 éléments métriques verticaux. Sa hauteur a été portée à 11 mètres après 1958, année où la crue a dépassé le sommet de l'échelle initiale. Son zéro est à la cote 48,49 M.E.F.S. soit 5 cm plus haut que celui de l'échelle 2e bief U.H.E.A. Depuis 1959, la limnimétrie à GOUINA est fournie uniquement par cette échelle. Le limnigraphe aval est désaffecté. Le limnigraphe amont est encore en service, mais ne fournit pratiquement aucun résultat.

La M.A.S. a rattaché les installations au nivellement général de l'IGN et trouve un écart de 0,72 m entre les cotes M.E.F.S. et les cotes IGN. Comme il n'existe pas à GOUINA de repère nivelé par l'IGN, il convient de considérer ce résultat et les altitudes IGN des zéros des échelles et limnigraphes qui en découlent comme étant provisoires.

RELEVÉS

Les 4 échelles anciennes ont été observées très irrégulièrement de 1925 à 1950 : l'échelle I de 1929 à 1942, les 3 autres de 1936 à 1942.

Les graphiques de correspondance établis en portant les hauteurs aux échelles I II et IV en regard des hauteurs à l'échelle III, n'infirmant pas les calages respectifs des échelles tels que nous les avons considérés précédemment, mais la forte dispersion des résultats témoigne de la fantaisie des lectures. Comme en outre, les relevés comportent de nombreuses lacunes, nous avons dû renoncer à les exploiter. Leur valeur pour cette période étant inférieure à celle des relevés effectués aux autres stations du cours moyen du SENEGAL, leur prise en compte n'offre pas d'intérêt. Ainsi, en dépit d'installations remarquables au point de vue fondations puisque deux échelles sont parfaitement conservées de nos jours, le bilan des relevés de 1925 à 1950 est, comme à GALOUGO, pratiquement nul.

Cette situation est due au manque d'entretien des échelles, lesquelles la plupart du temps étaient mal graduées ou illisibles, et à l'incompétence des lecteurs.

Nous avons toutefois retenu les hauteurs maximales observées au cours de cette période afin de les comparer à celles de KAYES et de BAFOULABE.

Ces hauteurs maximales et les hauteurs correspondantes rapportées au limnigraphe amont et à l'échelle M.A.S. 1956, sont rassemblées dans le tableau no 2.14.

Tableau n°II -14

HAUTEURS MAXIMALES A GOUINA AVANT 1950

Années	GI	GII	GIII	GIV	G Amont	G 2e bief (MAS)
1929	400				485	
1930	-				-	
1931	382				463	
1932	-				-	
1933	480				575	
1934	-				-	
1935	500				600	
1936	495		650		590	845
1937	350		365		427	560
1938	455		595		550	790
1939	420		480		505	675
1940	340		-		415	
1941	360	338	400	385	440	595
1942	400	360	460	440	485	655

De juin 1950 à octobre 1952, l'ensemble du dispositif formé par les échelles des 1er, 2e et 3e biefs et par les limnigraphes amont et aval, a été exploité presque intégralement par l'U.H.E.A. Seuls manquent les limnigrammes relatifs à la pointe de crue 1950. L'U.H.E.A. a établi les correspondances entre les altitudes M.E.F.S. du plan d'eau au droit de chaque installation.

Ces altitudes sont représentées sur le graphique no II.12 en fonction de la cote du plan d'eau au limnigraphe amont. On a également déterminé les correspondances liant les hauteurs aux stations aval à la hauteur au limnigraphe amont (tableau n°2.15).

De 1953 à 1956, les échelles de GOUINA ne sont pratiquement plus observées et l'exploitation des limnigraphes laisse à désirer. Nous sommes parvenus à recalculer les limnigrammes et avons reconstitué les relevés correspondant aux périodes d'interruption ou de mauvais fonctionnement.

Les données sont finalement complètes en 1953 et 1955. En 1954, il manque 2 mois d'enregistrements (septembre et octobre). Depuis 1956, on possède des relevés surs et complets à l'échelle du 2e bief mise en service par la M.A.S. Les limnigraphes après 2 années d'enregistrements valables (1956 et 1957) ont cessé d'être exploités.

Tableau n°II -15

CORRESPONDANCES DES POSTES LIMNIMETRIQUES DE GOUINA (hauteurs en cm)

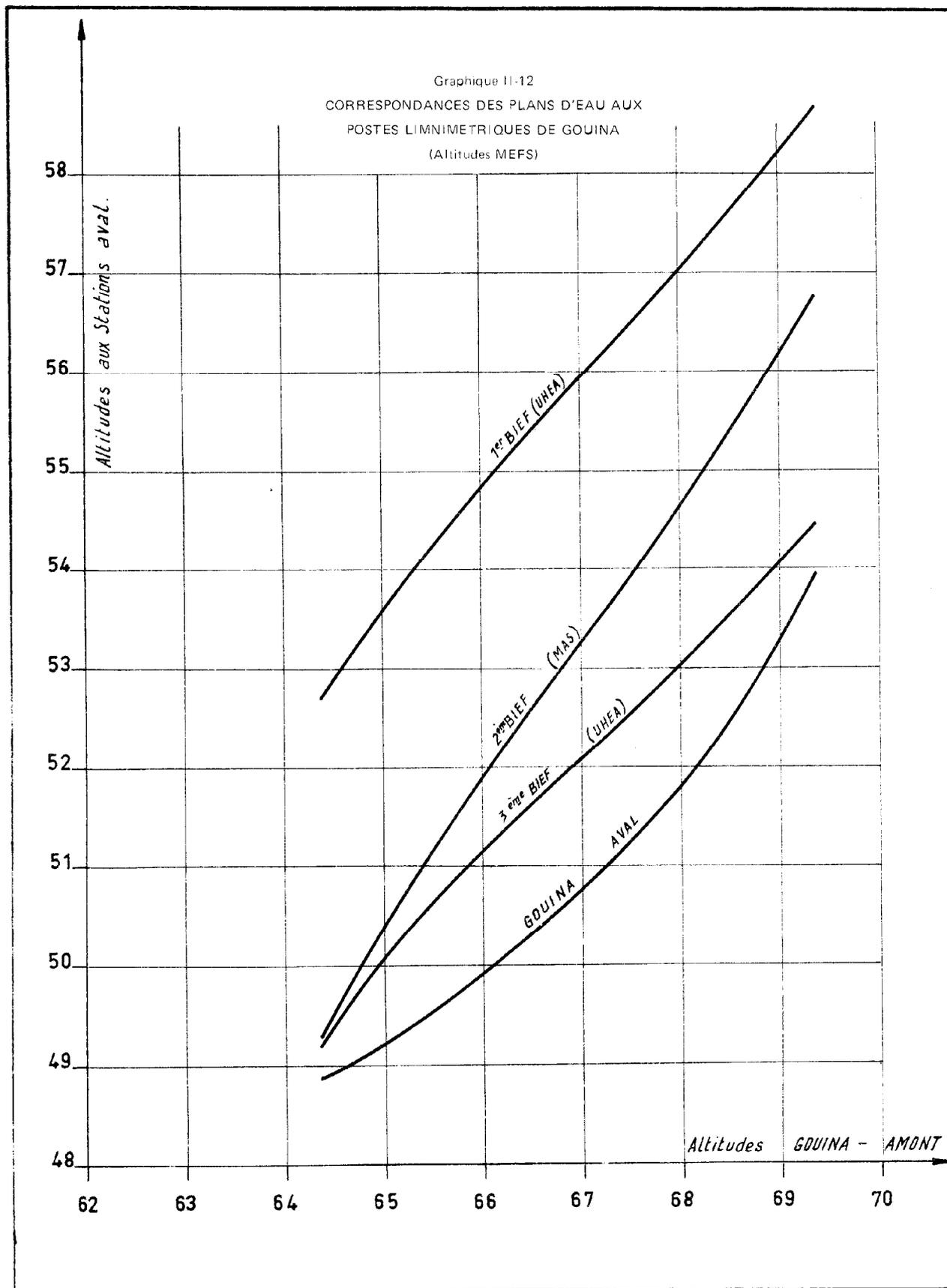
GOUINA Amont	1er Bief (U.H.E.A.I)	2e Bief (MAS)	3e Bief (U.H.E.A.)	Aval (U.H.E.A.)
050		016		043
075		043		057
100	127	078	82	073
125		117		090
150	201	161	148	107
175		207		125
200	264	250	214	143
225		288		161
250	325	324	263	178
275		362		196
300	385	397	312	215
325		429		234
350	438	459	353	254
375		494		275
400	492	530	405	297
425		565		323
450	550	602	450	350
475		639		380
500	605	676	502	413
525		714		450
550	665	751	552	491
575		789		539
600	725	828	604	589
625		867		642

TARAGE

L'U.H.E.A. a effectué 59 jaugeages pour des hauteurs au limnigraphe amont comprises entre 0,68 et 4,21 m (débit variant de 6,5 à 2.300 m³/s). Nous n'avons pas tenu compte des résultats des 2 prétendus jaugeages de hautes eaux entrepris les 3 et 4 octobre 1951 pour des hauteurs respectives de 4,89 m et 5,57 m. Par suite de la rupture du câble tendu en travers de la section, celle-ci n'a pu être explorée que sur les 50 premiers mètres, on ne peut rien déduire de valable de mesures aussi partielles.

La station de jaugeage de moyennes et hautes eaux utilisées par l'U.H.E.A. est située 1040 m en amont du limnigraphe GOUINA Amont. Le plan d'eau au droit de la section était nivelé à chaque jaugeage par rapport à un repère fixe (borne U.H.E.A. n°11 portant la

cote 70,84 M.E.F.S.). En basses eaux, les jaugeages étaient effectués à DIPARI (6 km en amont de GALOUGO). Une mesure de contrôle a été faite dans cette section par l'ORSTOM en 1965. [...]



V.4.4 - Le SENEGAL au FELOU B.V. = 131.500 km²

Coordonnées géographiques latitude : 14°21' N
longitude : 11°21' W

V.4.4.1 - STATION DU FELOU AMONT

La station est située sur la rive gauche du fleuve à 1.500 m en amont des chutes du FELOU, au droit du village de MAMOUDIA.

Un limnigraphe BÄR à mouvement mensuel a été installé par l'U.H.E.A. en 1950.

Son zéro, rattaché à la borne U.H.E.A. n° 19 (35,54 M.E.F.S.) et nivelé par rapport à un repère scellé sur le limnigraphe, est à la cote 39,34 M.E.F.S.

Une échelle de contrôle a été posée par la M.A.S. en 1954. Son tronçon supérieur 2 - 5 m est fixé contre le limnigraphe. La M.A.S. a rattaché cette échelle au nivellement général et situe son zéro à l'altitude 39,054 IGN. L'altitude correspondante dans le système M.E.F.S. n'a pas été déterminée. Compte tenu de l'écart de 0,80 m qui existe entre les altitudes M.E.F.S. et IGN au FELOU aval, l'échelle aurait son zéro à la cote 39,85 M.E.F.S. soit 0,51 m au-dessus du zéro adopté par l'U.H.E.A.

Ce décalage est confirmé par la corrélation hauteur - hauteur avec GOUINA amont.

Le couple formé par les stations de FELOU amont et FELOU aval ne présente d'intérêt que pour l'étude d'un nouvel aménagement hydroélectrique. La hauteur de chute varie de 8 m en hautes eaux à 15,70 m à l'étiage. Le marnage à la station amont est de 2,50 m environ.

Le plan d'eau amont est perturbé à l'étiage par le fonctionnement de l'usine hydroélectrique.

RELEVÉS

Pendant la période d'exploitation U.H.E.A. (juin 1950 - septembre 1952), les enregistrements sont bons et complets. Seule la pointe de crue 1950 n'a pas été enregistrée (limnigramme tronqué du 20 au 30 août). De septembre 1952 à novembre 1953, les limnigrammes sont assez difficiles à exploiter et les relevés obtenus sont moins sûrs. Le limnigraphe n'a pas fonctionné en 1954.

De 1955 à 1957 inclus, les enregistrements sont sporadiques et souvent inexploitable.

La station est abandonnée depuis 1958. [...]

V.4.4.2 - STATION DU FELOU AVAL

Le document le plus ancien qu'on possède sur la première échelle du FELOU aval date de 1930-32, époque à laquelle elle a été rattachée par le S.H.O.N.

L'échelle est constituée par un rail incliné, fixé sur des dés maçonnés. Lors de son rattachement par le S.H.O.N. les graduations étaient illisibles. L'extrémité supérieure du rail, nivelée par rapport à une borne S.H.O.N. portant la cote 38.645 S.H.O.N. (36.665 M.E.F.S.), est à l'altitude 33,803 S.H.O.N. (31, 823 M.E.F.S.).

L'emplacement de l'échelle n'a pas varié depuis. Elle est située sur la rive gauche du fleuve - 100 m environ à l'aval de l'usine hydroélectrique. Cette échelle ne figure pas dans le répertoire des stations M.E.F.S. et il n'existe aucun relevé dans les archives de la M.A.S. avant 1950.

L'échelle a été restaurée et mise en service en 1950 par l'U.H.E.A. Son zéro rattaché à la borne S.H.O.N. précédente est à la cote 24,34 M.E.F.S. et son sommet gradué 8,50 m se trouve 1 mètre plus haut qu'en 1930. En fait nous pensons que l'échelle est celle qui existait en 1930 et que le S.H.O.N. a commis une erreur d'un mètre dans son nivellement.

L'U.H.E.A. a remplacé l'ancien repère constitué par la borne S.H.O.N. par une borne (U.H.E.A. n° 19) cotée 35,54 M.E.F.S. et posée à proximité de la station.

La crue 1950 ayant dépassé le sommet de l'échelle et atteint la hauteur 10,47 m, l'U.H.E.A., en 1952, a prolongé l'échelle en installant un tronçon métallique vertical gradué de 8,50 m à 11,10 m. Cet élément existe encore avec ses graduations et nous a permis de contrôler le zéro de l'échelle U.H.E.A.

En 1954, la M.A.S. a installé une nouvelle échelle comportant 10 éléments métriques verticaux en métal émaillé. Son zéro est à la cote 24,31 M.E.F.S. Il est donc sensiblement le même que celui de l'échelle U.H.E.A. L'altitude IGN du zéro, déterminée par la M.A.S., est de 23,513 m. L'écart entre les 2 systèmes de nivellement serait donc au FELOU de 0,80 m.

RELEVES

Les relevés que nous possédons depuis 1950 sont assez incomplets (pas d'observations en 1953, 1960 et 1961) et comportent parfois des erreurs grossières (lectures surestimées d'un mètre en 1952 et sous-estimée d'un mètre en 1963 et 1964).

Les lacunes en hautes eaux sont dues à une hauteur insuffisante de l'échelle. On les observe en 1950, 1951 et 1958.

Ces défauts mis à part, la qualité des relevés est acceptable.

CORRELATIONS AVEC LES STATIONS VOISINES

Les hauteurs journalières au FELOU aval sont en bonne corrélation avec celles de KAYES. Nous avons utilisé cette circonstance pour reconstituer la crue 1950 à KAYES, les relevés 1950 à cette station étant particulièrement suspects.

Les corrélations avec FELOU amont et GOUINA sont moins bonnes, ce qui nous porte à croire que la hauteur au FELOU aval est influencée par le régime du KOLOMBINE.

V.4.5 - Le SENEGAL à KAYES B.V. = 157.400 km²

Coordonnées géographiques latitude : 14°27' N
longitude : 11°27' W

Créée pour la navigation en 1892, exploitée de façon régulière seulement à partir de 1903, la station de KAYES, bien qu'antérieure à toutes les autres stations du bassin du SENEGAL, n'en diffère pas sensiblement quant à la durée des observations.

Le renseignement le plus ancien concernant l'échelle de KAYES figure dans le répertoire des repères de la mission topographique Thibault et permet de déterminer son calage à l'époque où cette mission a effectué ses travaux, c'est-à-dire entre 1904 et 1907.

Ce répertoire donne l'altitude du zéro de l'échelle dans le système de nivellement Thibault, dont le repère de base est situé sur un des piliers de la gare de KAYES-Ville (trait gravé sur une plaque de cuivre et coté 39,000). Le rattachement de ce repère à l'IGN a été effectué en février 1965 et conduit aux résultats suivants :

	Altitudes Thibault	Altitudes IGN
Repère Thibault	39,000	36,074
Zéro échelle (1904-07)	24,629	21,703

montrant qu'il existe un écart de 2,926 m entre les cotes Thibault et IGN.

La situation et la configuration de l'échelle sont données par le S.H.O.N. qui a procédé à son rattachement en 1930. L'échelle est installée contre l'ancien wharf de KAYES. Elle comprend un tronçon sensiblement vertical allant du sommet à la base du wharf. Du pied de cet élément part un tronçon incliné légèrement surélevé par rapport au terrain naturel et constitué par un fer U boulonné sur une rampe en béton. La jonction entre les 2 parties de l'échelle porte en 1930 la graduation 2 M. Les documents établis par la M.E.F.S. en 1935 et par l'U.H.E.A. en 1950 confirment cette disposition. L'échelle n'a donc pas subi de modification depuis 1930. Il est probable que cette implantation soit l'implantation d'origine (celle de 1903 ou même celle de 1892).

Le S.H.O.N. a rattaché la division 2 M au repère Jarre de la gare de KAYES plateau. Le rattachement de ce repère à l'IGN a été effectué en 1965 et montre que le zéro est à l'altitude 21,55 IGN soit 15 cm plus bas qu'en 1906. Les références de ces rattachements sont les suivantes :

	Altitudes S.H.O.N.	Altitudes IGN
Repère Jarre (Gare KAYES plateau)	47,772	44,975
Repère IGN (Gare KAYES plateau)		44,734
Zéro échelle KAYES 1930	24,345	21,548

(Ecart S.H.O.N. - IGN 2,797 m).

En 1935, la M.E.F.S. a rattaché l'échelle à la borne astronomique de la Résidence (portant la cote 44,446 M.E.F.S.) et situé le zéro à 22,537 M.E.F.S. L'IGN cote cette borne 43,631 IGN, d'où l'altitude 21,722 IGN du zéro de l'échelle en 1935.

Signalons que les altitudes des repères cotés par la M.E.F.S. à KAYES sont douteuses, comme le montre la comparaison des résultats des nivellements M.E.F.S et IGN du repère Jarre de la Gare de KAYES plateau et de la borne astronomique de la Résidence:

Cotes M.E.F.S.

Cotes IGN

Ecart M.E.F.S.IGN

Repère Jarre	45,686	44,975	0,711
Borne Astro	44,446	43,631	0,815
Dénivelée	1,240	1,344	

Par la suite, cette altitude de la borne astro a été revue et remplacée par l'altitude 44,316 M.E.F.S. qui donne des résultats plus cohérents et confirme la cote M.E.F.S du repère Jarre. Le repère Jarre de la gare de KAYES plateau étant le repère de base des nivellements S.H.O.N. et M.E.F.S., il convient, en tout état de cause, d'accorder davantage de poids aux cotes qui s'y attachent dans les différents systèmes, et de choisir ce repère de préférence à la borne astro pour définir la différence M.E.F.S. - IGN à KAYES. Cette différence s'établit à 0,711 m et non à 0,505 m comme la M.A.S. l'affirmait sans pouvoir expliquer d'ailleurs comment elle obtenait ce résultat.

En définitive, on peut considérer que le zéro de l'échelle en 1935 est à la cote 22,43 M.E.F.S., au lieu de 22,537 M.E.F.S.

En 1950, l'U.H.E.A. a rattaché l'échelle de KAYES en nivelant la division 7,15 le 2 octobre (on ignore à quel repère le rattachement a été effectué) et situe le zéro à la cote 22,30 M.E.F.S. soit 21,59 IGN.

Les altitudes IGN des zéros, résultant des rattachements successifs, et récapitulées ci-dessous, sont quelque peu différentes.

Année	Altitude du zéro (IGN)
1906	21,70
1930	21,55
1935	21,72
1950	21,59

Il est fort probable que les écarts observés entre ces altitudes correspondent davantage à des défauts de graduation qu'à des variations réelles du zéro. Les divisions nivelées varient généralement d'un rattachement à l'autre et cela explique en partie la dispersion des résultats. Dans l'hypothèse fort peu vraisemblable où l'échelle aurait été graduée correctement, on ne pourrait prétendre déterminer les dates auxquelles les déplacements du zéro se sont produits, ces derniers étant de l'ordre de grandeur des erreurs de lecture.

En définitive, nous avons adopté pour cote du zéro de l'échelle de KAYES de 1903 à 1950 l'altitude moyenne 21,66 IGN (22,37 M.E.F.S.) supérieure de 1,50 m à la cote du zéro de l'échelle actuelle.

La nouvelle échelle a été installée par l'U.H.E.A. en 1951. Elle est constituée par une batterie d'éléments verticaux en lave émaillée dont la hauteur totale est de 14 mètres.

Son zéro est à la cote 20,16 IGN, comme il résulte du rattachement effectué en février 1965 des divers éléments de l'échelle au repère IGN (coté 34,867 m IGN) situé sur l'ancienne gare de KAYES-Ville.

Les erreurs de calage des éléments par rapport à l'élément supérieur 9 - 13 m choisi pour définir le zéro, ne dépassent pas ± 2 cm.

RELEVÉS

De 1892 à 1903, l'échelle est lue 2 à 3 fois par mois et les relevés présentent peu d'intérêt.

De 1903 à 1950, on dispose des relevés journaliers effectués d'août à décembre. Font exception les années 1904 - 1914 - 1919 - 1924 pour lesquelles la durée des observations ne dépasse pas 3 mois.

L'examen des graphiques annuels de correspondance entre KAYES et les stations de BAFOULABE, GALOUGO et AMBIDEDI montre que la valeur des relevés est acceptable et confirme d'autre part la donnée admise concernant le calage de l'échelle. Toutefois le jugement porté sur la valeur des relevés ne concerne pas les lectures effectuées à chaque décure sur la partie inférieure de l'échelle. Ces dernières sont manifestement aberrantes et ont été corrigées à l'aide des données du tarissement.

En 1950, une fraction non négligeable des relevés correspond à des lectures erronées qui ont été rectifiées au moyen des relevés du FELOU aval et des limnigrammes d'AMBIDEDI. Depuis la mise en service en 1951 de la nouvelle échelle, celle-ci est lue régulièrement et très correctement 2 fois par jour.

TARAGE

En dehors des 2 jaugeages suivants :

10.4.1963	H = 060	Q = 10,3 m ³ /s
-----------	---------	----------------------------

1.3.1965	H = 102	Q = 45,9 m ³ /s
----------	---------	----------------------------

effectués par l'ORSTOM, il n'a été effectué aucune autre mesure de débit à KAYES. [...]

V.4.6 - Le SENEGAL à AMBIDEDI B.V. = 159.000 km²

Coordonnées géographiques longitude : 11°47' W
latitude : 14°35' N

AMBIDEDI se trouve à 44 km à l'aval de KAYES. Sur cette distance le SENEGAL ne reçoit aucun affluent important. Une échelle a été installée en 1909 sur la rive gauche du fleuve, au droit de la gare d'AMBIDEDI. En fait, on ne possède pas de renseignement sur cette échelle avant son rattachement par la M.E.F.S. en 1937. Un plan de l'installation, daté de février 1937 existe dans le répertoire des stations M.E.F.S. et montre qu'elle comporte 3 tronçons métalliques fixés sur le mur du wharf et gradués comme suit :

1er tronçon	0 - 160
2e tronçon	160 - 620
3e tronçon	620 - 820.

Nous avons vérifié l'installation en 1965 et constaté l'existence de 2 éléments d'échelle constitués par des fers U fixés au wharf. Des quelques graduations encore lisibles sur chaque élément, nous avons déduit que l'élément supérieur était gradué 620 - 820, comme l'indiquait la M.E.F.S., et que l'élément inférieur, de longueur supérieure à celle mentionnée par la M.E.F.S., était gradué de 0.70 m à 6,20 m. Nous observons par contre l'absence d'élément de basses eaux. Nous négligerons ce détail discordant pour ne retenir que l'aspect positif de ce contrôle qui permet d'affirmer que depuis 1937, l'échelle n'a pas subi de modification entraînant un déplacement du zéro. Nous avons noté d'autre part la présence au sommet du wharf d'un élément gradué de 8,20 à 11,35 m et calé correctement par rapport aux éléments précédents. Bien que la M.E.F.S. n'en mentionne pas l'existence, on doit admettre, si on se réfère aux relevés anciens que cet élément existait en 1937.

La M.E.F.S. a rattaché l'échelle à une borne S.H.O.N. (cotée 30,844 M.E.F.S.) voisine de la station, et situe son zéro à l'altitude 19,87 m M.E.F.S. Cette borne ayant disparu, nous n'avons pas pu contrôler ce rattachement en 1965.

En 1950, l'U.H.E.A. a rattaché l'échelle à une autre borne posée à cette occasion (borne U.H.E.A. n°21 portant la cote 28,75 m M.E.F.S.) et trouve le zéro à l'altitude 19,44 M.E.F.S.

En 1965, le nivellement des graduations de la vieille échelle par rapport à cette borne U.H.E.A. place le zéro à 19,33 M.E.F.S.

Etant donné que l'échelle n'a pas subi de modification depuis 1937, la différence qu'on observe entre les résultats des rattachements M.E.F.S. et U.H.E.A. peut provenir soit d'un déplacement des graduations (sommet portant la division 7,66 m en 1937 et 8,09 m en 1950), soit d'une erreur de nivellement entre les bornes S.H.O.N. et U.H.E.A.

Nous inclinons en faveur de cette 2e hypothèse, car on peut émettre un doute sur l'altitude M.E.F.S. que l'U.H.E.A. attribue à la borne n°21. Cette borne a été nivelée par l'IGN (28,22 IGN) et l'écart entre les altitudes M.E.F.S. et IGN de cette borne ressort à 0,53 m. Cet écart comparé à celui qui existe à KIDIRA (0,895 m) est peu vraisemblable et nous porte à croire que les références topographiques M.E.F.S. et U.H.E.A. sont différentes et que c'est uniquement à cause de cela que les résultats des rattachements sont discordants.

Ainsi nous restons persuadés que le zéro de l'échelle n'a pas varié depuis 1937 et que son altitude est celle que nous avons relevée en 1965 : 18,80 IGN.

En 1950, l'U.H.E.A. a installé un limnigraphe BÄR mensuel, dont elle situe le zéro à 17,97 M.E.F.S. (17,44 IGN).

L'appareil, mis en service le 7 octobre 1950, est exploité jusqu'en 1956 sans le secours d'échelle limnimétrique (les hauteurs sur les diagrammes sont exprimées en altitudes M.E.F.S.).

En 1957, la M.A.S. a installé une nouvelle échelle dont le zéro se trouve à la cote 17,67 IGN. A partir de cette date le limnigraphe est exploité d'après les indications de cette échelle. Celle-ci comporte 4 éléments métriques verticaux installés en aval du wharf et 2 éléments de 3 mètres fixés sur le wharf. Un élément 10 - 12 m a été ajouté en 1959.

RELEVÉS

De 1909 à 1942, les relevés ont été faits assez régulièrement en moyennes et en hautes eaux (août à novembre).

De 1943 à 1950, ils sont sporadiques ou inexistantes.

L'ancienne échelle a été lue à nouveau de 1952 à 1956:

Le limnigraphe a fourni des enregistrements sûrs et complets d'octobre 1950 à octobre 1953. On possède également 2 années d'enregistrements valables en 1957 et 1958.

La nouvelle échelle a été observée régulièrement en dehors de la période mai 1959 - août 1961 pour laquelle les relevés sont pratiquement inexistant.

La comparaison des relevés d'AMBIDEDI et de KAYES, effectuée en se référant à la correspondance actuelle des hauteurs aux 2 stations, conduit, en ce qui concerne le calage de l'échelle M.E.F.S. et la valeur des relevés, aux résultats suivants : (tableau n° 2.19). [...]

Tableau n°II-19

CALAGE DE L'ANCIENNE ECHELLE D'AMBIDEDI (1909-1956)

Périodes	Portion d'échelle intéressée	Altitude du zéro (IGN)	Observations
1952-56	0- 11m	18,80	Echelle bien graduée
1934-42 (1)	0- 11m	18,80 IGN	Echelle bien graduée
1930-34	0- 6m	variable (18,10 à 18,80)	Graduations erronées
	6- 11 m	18,80 IGN	Graduations correctes
1929	0- 11 m	17,30 IGN	Relevés corrects
1928	0- 11m	17,30 IGN	Avant le 30.8.28
	0- 11m	18,30 IGN	Après le 30.8.28
1927	0- 11 m	17,30 IGN	Relevés corrects
1924-26		?	Relevés aberrants calage impossible
1909-25	0- 11m	18,30 IGN	Relevés corrects au-dessus de la hauteur 3 mètres.

(1) - En 1935, la correspondance avec KAYES est bonne en dessous de la hauteur 8m et la position du zéro inchangée, mais les lectures paraissent surestimées en hautes eaux. En 1936, on fait les mêmes constatations qu'en 1935, mais la surestimation des relevés en hautes eaux atteint 50 cm.

VII.1- LE SENEGAL DE BAKEL A DAGANA

VII.1.1 - Le SENEGAL à BAKEL B.V. = 218.000 km²

Coordonnées géographiques longitude : 12°27' W
 latitude : 14°54' N

P.K. = 794.

L'installation d'une échelle à BAKEL remonte à 1901. En dehors des données du rattachement effectué vers 1906 par la Mission Thibault, on ne possède pas de renseignement sur l'échelle posée initialement et sur son comportement au cours des 25 premières années d'exploitation. Le rattachement au nivellement M.E.F.S. du repère utilisé par la Mission Thibault situe le zéro de l'échelle en 1906 à l'altitude 12,59 M.E.F.S.

En février 1930, le S.H.O.N. a effectué un rattachement très complet de l'échelle existante à une borne de son réseau située au pied du mur d'enceinte du Fort de BAKEL (borne R 17 portant la cote 35,635 S.H.O.N. et cotée plus tard 30,56 m par la M.E.F.S.). Telle qu'elle est représentée dans les cahiers de nivellement du S.H.O.N. l'échelle est en 2 parties constituées chacune par un rail incliné ancré sur des massifs en maçonnerie. Elle est installée sur la rive gauche du fleuve, au droit du promontoire sur lequel est construit le Fort de BAKEL. Le S.H.O.N. a nivelé les principales graduations de l'échelle. Les résultats exprimés en altitudes M.E.F.S. mettent en évidence des défauts de graduation notables :

- le zéro correspondant aux différentes graduations métriques varie de 12,60 à 12,40 M.E.F.S. sur l'élément inférieur gradué de 0 à 10 m environ, et de 12,40 à 12,30 M.E.F.S. sur l'élément supérieur gradué de 10 à 13 m. Le sommet du tronçon supérieur nivelé

par le S.H.O.N. est à la cote 26,60 M.E.F.S. Il devrait normalement correspondre à la division 14,20 m. Mais d'après le S.H.O.N. les graduations sur l'élément supérieur s'arrêtaient à la division 13 m.

Etant donné que les extrémités supérieures des éléments portent des altitudes en rapport avec l'altitude 12,60 M.E.F.S. que nous savons être celle du zéro en 1906, il est fort probable que l'échelle observée en 1930 soit l'échelle initiale.

En juillet 1935, la M.E.F.S. a rattaché l'échelle au repère S.H.O.N. R 17 et situe son zéro à l'altitude 12,92 M.E.F.S. Elle fournit à l'appui de ce rattachement un plan de l'installation indiquant que le tronçon inférieur est gradué de 0 à 10 m et le tronçon supérieur de 10 à 14 m. Ces données sont en désaccord avec les résultats du rattachement effectué par le S.H.O.N. en 1930.

En 1950, l'échelle, dont l'aspect n'a pas varié, est encore en service. L'U.H.E.A. a nivelé ses graduations et constaté que le zéro variait progressivement de 12,33 M.E.F.S. pour les divisions inférieures à 12,59 M.E.F.S. pour la division 13 m (Le sommet du 1er tronçon correspond à la base du 2e qui d'ailleurs est à la cote 22,55 M.E.F.S. et la division 14 m voisine du sommet se trouve à l'altitude 26,51 M.E.F.S.).

Ces données tendent à prouver que l'installation a les mêmes caractéristiques qu'en 1930. On remarque notamment que le sommet de l'échelle est à la même cote en 1930 et en 1950. Nous considérons que ces indices sont suffisants pour affirmer que l'échelle n'a pas subi de modification depuis 1930 et même vraisemblablement depuis son origine compte tenu de l'hypothèse émise précédemment. Cette stabilité de l'échelle constitue un fait encourageant pour l'étude critique des relevés mais elle n'exclut pas les variations éventuelles du zéro, ni les erreurs de graduations.

C'est pourquoi nous ne mettons pas en doute la validité du rattachement effectué par la M.E.F.S. en 1935. Nous admettons que le plan de l'échelle établi à la suite de ce rattachement est purement figuratif et que les graduations qui y sont représentées n'ont pas été réellement observées.

L'information tirée des divers rattachements de l'échelle ancienne est évidemment insuffisante pour permettre une revalorisation intégrale des relevés. Cette remarque s'applique d'ailleurs aux autres stations anciennes de la vallée. Néanmoins les données sur l'échelle de BAKEL nous auront permis de poser quelques jalons.

L'échelle ancienne a été observée jusqu'à fin 1951.

Signalons qu'en 1950 et 1951, l'U.H.E.A. indépendamment des observations effectuées à l'ancienne échelle par le lecteur de la M.A.S., a relevé le niveau du fleuve plusieurs fois par jour (hauteurs d'eau exprimées en altitudes M.E.F.S.)

Il convient donc pendant cette période de négliger les relevés effectués à l'ancienne échelle qui présente des défauts de graduations, pour s'intéresser uniquement aux relevés U.H.E.A.

En 1952, l'U.H.E.A. installe 50 m en aval de l'ancienne une nouvelle échelle en lave émaillée composée de 14 éléments métriques et cale le zéro à la cote 12,00 M.E.F.S.

Le rattachement de cette échelle au nivellement général de l'IGN, effectué les années suivantes, situe le zéro à la cote 11,16 IGN

La constante M.E.F.S. - IGN à BAKEL s'établit de la sorte à 0,84 m.

Cette échelle très bien installée est encore en parfait état. Elle a été lue régulièrement 2 fois par jour depuis sa mise en service.

La station de KOUNGANI située à 7 km en amont de BAKEL est complémentaire de celle de BAKEL, ce qui justifie de la présenter conjointement à cette dernière. Un limnigraphe BÂR mensuel a été mis en service par l'U.H.E.A. le 3 mai 1951. Il a fonctionné normalement en 1951-52. Ensuite et jusqu'en 1958, il manque beaucoup d'enregistrements et parmi ceux qui existent, peu sont réellement exploitables.

Pendant cette période, l'échelle de contrôle avait son zéro à la cote 11,65 IGN. Détruite par la crue de 1958 cette échelle a été rétablie en 1961 et son zéro calé à la cote 11,61 IGN. Le limnigraphe a fonctionné correctement pendant la crue 1961. La station purement limnigraphique n'a jamais été étalonnée. Son principal intérêt est de permettre d'étudier la pente superficielle entre KOUNGANI et BAKEL.

RELEVÉS

L'étude critique des relevés anciens et plus précisément la détermination des calages successifs de l'échelle avant 1950, ne peuvent s'envisager à BAKEL comme aux autres stations anciennes de la vallée qu'en faisant appel aux corrélations multiples liant les hauteurs (journalières, maximales annuelles, caractéristiques) à ces stations 2 à 2.

Ce problème relatif au calage des échelles et aux corrections à faire subir aux relevés met en cause l'ensemble des stations et sera traité à part dans le chapitre consacré à la revalorisation des relevés.

N'étant pas en mesure pour l'instant d'émettre un avis sur la qualité des relevés nous nous bornerons à en indiquer la consistance. Les lectures à l'échelle ancienne ont été faites chaque année entre juillet et novembre, c'est-à-dire uniquement en moyennes et hautes eaux. Dans cet intervalle, les relevés existent tout au long de la période 1901-50. Cette continuité des lectures est probablement liée à la qualité de l'installation qu'il est difficile de contester. Il n'existe en tout cas aucune note ancienne signalant que l'échelle ait été endommagée à un moment donné. BAKEL étant la seule station de la vallée à avoir été observée en 1901 et 1902, les lectures pour ces 2 premières années sont incontrôlables et nous les avons éliminées.

A partir de 1950, les relevés sont sûrs et complets. Leur validité est mise en évidence par l'allure satisfaisante des courbes de corrélation hauteur - hauteur avec les stations aval.

TARAGE

La section de jaugeage est située 4 km en amont de l'échelle. Les débits mesurés dans cette section se rapportent à la totalité de l'écoulement passant dans la vallée.

Les 67 jaugeages effectués par l'U.H.E.A. puis par la M.A.S. de 1950 à 1955 et les 12 jaugeages exécutés par l'ORSTOM donnent dans l'ensemble des résultats assez cohérents. [...]

VII.1.2 - Le SENEGAL à OUAOUNDE B.V. - 222.500 km²

Coordonnées géographiques latitude : 15°15' N
longitude : 12°52' W

P.K. = 715

En 1951, l'U.H.E.A. a posé une échelle provisoire qu'elle a rattachée à la borne S.H.O.N. de DIELLA (20,61 M.E.F.S.) Cette échelle était graduée en altitudes M.E.F.S. Elle a été observée du 13 juin 1951 au 10 avril 1952.

Le 2 juillet 1952, l'U.H.E.A. a installé un limnigraphe BÄR mensuel qu'elle a exploité également en altitudes M.E.F.S. La borne S.H.O.N. de DIELLA et les bornes posées en 1951 par l'U.H.E.A. à l'emplacement de la section de jaugeage n'ont pas été rattachées à l'IGN. L'écart entre les systèmes M.E.F.S. et IGN a été déterminé de façon indirecte à l'aide des corrélations des relevés avec BAKEL et MATAM. Il s'établit à 0,85 m environ.

Le limnigraphe a fonctionné normalement jusqu'au 20 avril 1953. Pendant la période 1953-56, il a cessé d'être exploité mais des échelles provisoires remplacées chaque année et diversement calées ont été observées. Les relevés ont été corrigés en conséquence.

En 1956, la M.A.S. a remplacé le limnigraphe initial par un autre à durée de rotation de 120 jours, posé une échelle de contrôle et doublé l'installation d'une échelle en lave émaillée (0 - 11 m) installée sur la rive gauche.

Les deux échelles ont sensiblement le même zéro, lequel est situé à l'altitude de 8,48 m IGN (rattachement effectué par la M.A.S. au repère IGN placé sur le socle du limnigraphe et portant la cote 12,70 IGN).

RELEVÉS

Le bilan des relevés s'établit comme suit :

- 11 années de relevés sûrs et relativement complets (1951-52 et 1952-53, 1956-57 à 1964-65),
- 2 années où les relevés sont incomplets (1953-54 et 1955-56).
- 1 année où les relevés sont sporadiques (1954-55). [...]

TARAGE

Quelques jaugeages ci-dessous mentionnés ont été effectués par l'U.H.E.A. en 1950 et par la M.A.S. en 1952. Ils intéressent uniquement les débits passant dans le lit mineur. [...]

VII.1.3 - Le SENEGAL à MATAM B.V. = 230.000 km²

Coordonnées géographiques latitude : 15°39' N
longitude : 13°15' W

P.K. = 623

L'échelle a été installée en 1903.

La Mission Thibault situe son zéro à 8,89 m en 1904 et à 8,82 en 1906. Les repères de nivellement Thibault n'ayant pas été rattachés aux systèmes de nivellements ultérieurs, ces données sont difficilement exploitables.

Une détermination indirecte de l'écart entre les altitudes Thibault et M.E.F.S. est toutefois possible à partir des données ci-dessous mentionnées concernant les cotes des plans d'eau à BAKEL et à MATAM relevées par la Mission Thibault le 16 février 1904.

ALTITUDES DU PLAN D'EAU

	(16.2.1904)		
	Cotes Thibault	Cotes M.E.F.S.	Ecart Thibault - M.E.F.S
BAKEL	14,91	13,47	1,44 (connu)
MATAM	9,47	7,92 (1)	1,55

(1) - Valeur tirée de la correspondance des hauteurs d'eau à BAKEL et à MATAM.

L'écart Thibault - M.E.F.S. s'établit à 1,55 m.

Les altitudes du zéro auraient donc été de :

7,34 M.E.F.S. en 1904

7,27 M.E.F.S. en 1906.

Le S.H.O.N. a rattaché l'échelle à 2 reprises en 1931 puis en 1932, en nivelant à chaque fois les principales divisions.

L'échelle est constituée par un rail incliné, gradué de 0 à 9 m suivi d'un élément vertical gradué de 9 à 10 m. Son emplacement est sensiblement le même que celui de l'échelle actuelle. Le S.H.O.N. l'a rattachée à une borne de son réseau située sur la place du marché portant la cote 21,53 S.H.O.N.- 16,46 M.E.F.S.

Les erreurs de graduation mises en évidence par ces 2 rattachements sont très importantes. En 1931, le zéro varie de 7,60 M.E.F.S. pour la division 4 m à 6,82 M.E.F.S. pour la division 9 m.

En 1932, il varie de 6,30 M.E.F.S. pour la division 4 m à 6,80 M.E.F.S. pour la division 8 m. Les graduations de 7 à 10 m paraissent toutefois assez stables. Etant, de par leur position, moins sujettes à s'effacer que les autres, il est probable qu'elles étaient encore très lisibles au moment où l'échelle était repeinte et on conçoit qu'elles aient été ainsi sauvegardées. On peut donc espérer une certaine cohérence des relevés de hautes eaux. Il est bien évident que c'est seulement à partir de ces relevés que l'on procédera à l'étude critique du calage au cours des 30 premières années. En ce qui concerne les années 1931 et 1932, on retiendra simplement que l'altitude moyenne du zéro (applicable aux relevés supérieurs à 7 m) est de 6,90 M.E.F.S. en 1931 et de 6,80 M.E.F.S. en 1932.

En 1935, la disposition de l'échelle a varié par rapport à 1932 : la partie inclinée s'arrête à la division 7 m, et la partie verticale est graduée de 7 à 10 m. Les graduations sont correctes et la cote du zéro est de 7,68 m M.E.F.S. (rattachement effectué par la M.E.F.S. en juin 1935 à la borne S.H.O.N. du marché).

En juin 1938, un nouveau rattachement situe le zéro à 7,47 M.E.F.S. Cette altitude du zéro a été vérifiée une seconde fois en juin 1939.

L'échelle a été endommagée pendant la crue 1939. Sa réfection en octobre 1939 est à l'origine d'un nouveau déplacement du zéro constaté en février 1941. Le zéro à cette date est à la cote 7,09 M.E.F.S. Il a varié très peu par la suite comme le montrent les rattachements ultérieurs effectués en 1946-51 et 1952.

En 1954, la M.A.S. a installé une nouvelle échelle ayant le même zéro que la précédente (zéro à 7,04 M.E.F.S.) et graduée de - 0,50 à + 10 m. Cette échelle est formée d'éléments verticaux en métal émaillé dont 3 (y compris l'élément supérieur 6 - 10 m) sont fixés sur les piliers en béton du wharf de MATAM (R.G. du fleuve).

Le zéro rattaché au repère IGN de la Résidence (10,340 IGN) est à la cote 6,32 IGN. L'écart entre les systèmes de nivellement M.E.F.S. et IGN à MATAM est de 0,72 m.

Le tableau n° 2.42 récapitule les données des divers rattachements dont l'échelle a été l'objet depuis son installation.

Comme pour toutes les stations anciennes du SENEGAL, les relevés manquent en basses eaux jusqu'en 1951.

Les défauts de graduation que présentait l'échelle avant 1935, nous laissent prévoir qu'une fraction importante des relevés devra être éliminée. Par contre, pour la période 1935 - 1950 où les contrôles du calage sont assez nombreux, les relevés offrent beaucoup d'intérêt au point de vue de la revalorisation des lectures aux autres stations.

Tableau n° II-42

RESULTATS DES RATTACHEMENTS DE L'ECHELLE DE MATAM (en m)

Date	Altitude du zéro			Observations
	Thibault	M.E.F.S.	IGN	
1904	8,89	7,34		(Aucune donnée sur la valeur des graduations)
1906	8,82	7,27		
1931		6,90		(graduations fausses en dessous de 7 m)
01-jan-32		6,80		
10-jun-35		7,68		Graduations correctes
14-jun-38		7,47		
24-jun-39		7,47		"
25-fév-41		7,09(1)		"
18-jul-46		7,07		"
mar-51		7,08		"
25-août-52		7,04		"
1954		7,04	6,32	Nouvelle échelle (MAS)

(1) - Cette position du zéro date probablement d'octobre 1939.

TARAGE

Le lit majeur prend des proportions importantes dans la vallée à l'aval de BAKEL, et la mesure de l'écoulement qui y transite pose un problème généralement insoluble. MATAM est l'une des rares stations où la mesure du débit total passant dans la vallée peut s'envisager.

La vallée occupe une largeur de 12 km. Le lit majeur se répartit de façon à peu près égale de part et d'autre du lit principal. L'écoulement qui s'effectue dans le lit majeur rive gauche est facilement mesurable puisqu'il est concentré dans les trois ouvrages que comporte la digue OURO SOGUI MATAM. Bien que cet avantage n'existe pas sur la rive droite l'opération consistant à mesurer la totalité de l'écoulement passant dans la vallée méritait d'être entreprise.

Nous allons présenter les mesures qui ont été effectuées dans le lit mineur et dans les secteurs rive gauche et rive droite du lit majeur.

TARAGE DU LIT MINEUR

La M.A.S. a effectué 26 jaugeages : un en 1954 peu après le maximum de la crue et 25 en 1955 exécutés pour la plupart lors de la décrue.

L'ORSTOM a effectué 39 jaugeages de 1960 à 1964 qui se rapportent à des régimes d'écoulement différents (crue et décrue). Les résultats mettent en évidence le caractère cyclique de la loi hauteur – débit. [...]

TARAGE DU LIT MAJEUR RIVE GAUCHE

C'est après 1950, lorsqu'une digue fut construite entre OURO SOGUI et MATAM, que l'on a pu chiffrer l'écoulement qui s'effectuait dans cette partie du lit majeur en année de forte crue. En 1954, la digue, dont les débouchés constitués par des batteries de buses étaient insuffisants, fut submergée et les buses emportées. Le 17 septembre 1954, pour une hauteur de 9,37 m à l'échelle de MATAM, la M.A.S. estimait à 1040 m³/s, le débit total passant sur la digue et dans les brèches qui s'étaient formées à l'emplacement des ouvrages. Depuis, une nouvelle digue a été réalisée. Elle est équipée de 3 ponts dont le débouché total est en rapport avec l'importance des débits à évacuer.

L'ORSTOM a taré chacun de ces ponts à l'aide d'une quinzaine de jaugeages effectués pour la plupart en 1964. Les hauteurs correspondant à ces jaugeages ont été observées à l'échelle de MATAM et à une 2e échelle installée en 1963 sur le pont de la digue OURO SOGUI - MATAM (pont principal). Cette échelle graduée de 0 à 4 m a son zéro à la cote 12,18 IGN. [...]

TARAGE DU LIT MAJEUR R.D.

Un tiers environ de la section du lit majeur rive droite, correspondant à la zone la plus éloignée du fleuve est le siège d'un écoulement lors des fortes crues. La présence de hauts fonds et de parties exondées ou faiblement inondées a permis de définir un profil valable pour les opérations de jaugeages. Toutefois par manque de personnel une seule mesure a pu être effectuée en 1964. Elle a été faite par l'ORSTOM le 27 septembre 1964 et donne un débit de 540 m³/s. En 1963 la crue n'a pas atteint une hauteur suffisante (H = 8,21), pour qu'il y ait écoulement. Nous avons admis que l'écoulement était négligeable en dessous de la hauteur 8,50 m à l'échelle du fleuve. L'adoption d'un tarage à partir de données aussi réduites est très osée mais se justifie par le fait que les débits qu'il met en jeu représentent une fraction assez faible de l'écoulement total. (L'imprécision du tarage du lit majeur rive droite affectera assez peu le tarage correspondant à la totalité de l'écoulement). [...]

VII.1.4 - Le SENEGAL à N'GUIGUILONE B.V. = 232.500 km²

Coordonnées géographiques

latitude : 15°56' N
longitude : 13°21' W

P.K. = 580

Située à mi-distance entre MATAM et KAEDI, cette station installée après 1950, se classe parmi les stations secondaires de la vallée et ne présente d'intérêt qu'au point de vue limnimétrique.

Elle est caractérisée par la présence d'un seuil rocheux.

Un limnigraphe BÄR mensuel, installé à 30 m de la berge rive droite a été mis en service par l'U.H.E.A. en juin 1951.

De juin 1951 à novembre 1953, le limnigraphe, qui ne comportait pas d'échelle auxiliaire, a été exploité en altitude M.E.F.S. à partir d'une borne U.H.E.A. placée sur la rive droite et portant la cote 14,894 M.E.F.S. Toute exploitation a cessé de 1954 à 1956 inclus. Avant de remettre la station en service, la M.A.S. a remplacé en 1956 le limnigraphe BÄR mensuel par un BÄR 120 jours et posé une échelle de contrôle dont le zéro a été calé à la cote 4,07 IGN. On ignore à quel repère la M.A.S. a rattaché l'échelle. D'autre part, l'écart entre les systèmes de nivellement M.E.F.S. et IGN n'a pas été relevé à l'occasion de ce rattachement.

Le calage de l'échelle actuelle par rapport à l'échelle fictive U.H.E.A. a été déterminé par corrélation des hauteurs maximales avec MATAM et KAEDI. Les graphiques établis montrent qu'il existe une différence de 5 m environ entre les indications des 2 échelles ce qui correspond à une différence de 0,93 m entre les altitudes M.E.F.S. et IGN à N'GUIGUILONE.

L'exploitation du limnigraphe par la M.A.S. s'est limitée aux années 1957 et 1958 pour lesquelles on possède d'ailleurs uniquement des enregistrements de hautes eaux. La station a été remise en service par l'ORSTOM en août 1961, mais n'a pas été exploitée les années suivantes.

RELEVES

On dispose d'enregistrements à peu près complets en 1951 et en 1952. Ceux des années 1953, 1957 et 1958 concernent uniquement les mois des hautes eaux. En 1961-62, les relevés sont continus du 11.8.61 au 25.1.62. [...]

TARAGE

Cinq jaugeages au total ont été effectués par l'U.H.E.A. et la M.A.S. en 1950 et en 1952. Les résultats, ci-dessous mentionnés concernent uniquement les débits du lit mineur. On observe que ces mesures ont toutes été effectuées en période de décrue. [...]

VII.1.5 - Le SENEGAL à KAEDI B.V. = 253.000 km²

Coordonnées géographiques	latitude : 16°08' N
	longitude : 13°30' W
P.K. = 532	

Une échelle a été posée en 1903.

Son zéro, nivelé par la Mission Thibault est situé initialement à la cote 3,89 m Thibault. La correspondance entre le système Thibault et les systèmes de nivellement ultérieurs ne peut être déterminée directement car l'échelle initiale a été rattachée à un repère provisoire non identifiable. Une détermination indirecte de la constante Thibault - M.E.F.S. est possible à partir de la ligne d'eau BAKEL - PODOR relevée le 16.2.1904. La cote M.E.F.S. du plan d'eau à BAKEL étant connue à cette date, on en déduit celle du plan d'eau à KAEDI : 5,24 M.E.F.S. (5,27 Thibault) le même jour, d'où une différence Thibault - M.E.F.S. de 0,03 m à KAEDI.

Le zéro de l'échelle était donc en 1904 à l'altitude 3,86 m M.E.F.S.

Aucun contrôle du zéro n'a été effectué avant son rattachement en 1935 par la M.E.F.S. On note d'ailleurs l'absence de relevés de 1911 à 1920.

En 1935, l'échelle est située sur la rive droite du fleuve à l'emplacement de la station actuelle (à l'amont immédiat du débarcadère). Elle est composée d'un tronçon incliné gradué de - 1 m à 8 m et d'un tronçon vertical gradué de 8 à 10 m. Son zéro, rattaché en 1935 à un repère S.H.O.N. situé sur la rive gauche, puis plus tard au repère M.E.F.S. de la Résidence (coté 33,55 M.E.F.S.) est à l'altitude de 4,53 M.E.F.S. En 1951, l'U.H.E.A. a nivelé les principales graduations de l'échelle. Celle-ci est graduée correctement et son zéro est à l'altitude 4,61 M.E.F.S.

En 1954, la M.A.S. a installé une nouvelle échelle en lave émaillée en calant le zéro à la même cote qu'en 1935 (4,53 M.E.F.S.) et l'a rattachée au nivellement de l'IGN (repère IGN situé sur un ponceau de la digue de protection de KAEDI et portant la cote 12,786 IGN). L'altitude IGN du zéro ressort à 3,85 m (écart M.E.F.S. - IGN à KAEDI : 0,68 m). Cette échelle comporte 11 éléments métriques verticaux. Elle est graduée de - 1 à + 10 m et n'a pas subi de modification depuis sa mise en service. Une borne U.H.E.A. placée près du dernier élément et cotée 13,83 M.E.F.S. (13,15 IGN) constitue un repère auxiliaire du zéro.

RELEVES

Au cours de la période 1903 - 1950, les relevés existants concernent uniquement les moyennes et hautes eaux. La station n'a pas été observée de 1911 à 1920. Depuis 1951, l'échelle est lue à peu près régulièrement deux fois par jour.

TARAGE

Les débits mesurés concernent uniquement le lit mineur. 39 jaugeages ont été effectués par la M.A.S. en 1955. Les 7 jaugeages de l'ORSTOM exécutés de 1960 à 1962 n'infirmant pas ceux de la M.A.S. et complètent les résultats précédents pour les basses eaux. [...]

VII.1.6 - Le SENEGAL à DIORBIVOL

Coordonnées géographiques latitude : 16°07' N
longitude : 13°43' W
P.K. = 507

Une première échelle a été posée en 1914 et observée jusqu'en 1918. Elle n'était pas rattachée et nous n'avons pas tenu compte des relevés correspondant à cette période. Une deuxième échelle a été installée par la M.E.F.S. en 1938 sur la rive gauche du fleuve, lors de la création du casier agricole expérimental de DIORBIVOL. La M.E.F.S. situe son zéro à l'altitude 2,28 M.E.F.S. (rattachement effectué à la borne astronomique portant la cote 14,36 M.E.F.S.). L'échelle comportait un tronçon incliné gradué de 0 à 10 m et un tronçon vertical (10 - 11 m). Elle a cessé d'être exploitée en 1943.

En 1954, la M.A.S. a installé une nouvelle échelle dont le zéro se trouve à la cote 2,12 IGN (rattachement effectué par rapport à une borne GEOFFROY). L'échelle M.E.F.S. étant détruite et les anciens repères ayant disparu, la différence M.E.F.S. - IGN n'a pas été relevée lors de la pose de la nouvelle échelle. La corrélation des hauteurs maximales observées à DIORBIVOL et à SALDE montre qu'il existe une différence de 0,50 m entre les altitudes des zéros des échelles M.E.F.S. et M.A.S. soit un écart de 0,66 m entre les systèmes de nivellement M.E.F.S. et IGN.

RELEVÉS

On possède 5 années de relevés anciens (1938-1942) faits très régulièrement, basses eaux comprises. (Ceux de 1914-18 n'ont pas été revalorisés). L'échelle M.A.S. a été lue de 1954 à 1961 inclus. La station a été désaffectée en 1962. [...]

VII.1.7 - Le SENEGAL à SALDE B.V. = 259.500 km²

Coordonnées géographiques latitude : 16°10' N
longitude : 13°52' W
P.K. = 474

Une échelle a été installée en 1903. Elle a été rattachée à l'époque par la Mission THIBAUT qui situe son zéro à 3,35 m (système THIBAUT). L'altitude correspondant dans le système M.E.F.S., déterminée à partir des données du profil en long BAKEL PODOR du 16.2.1904, serait de 3,17 m M.E.F.S. Cette donnée a un intérêt limité car la première période de relevés concerne seulement les années 1903 et 1904.

La station n'a été exploitée à nouveau et de façon à peu près continue qu'à partir de 1925. Une nouvelle interruption s'est produite de 1944 à 1950. Depuis 1951, les relevés sont faits régulièrement.

En juin 1931, l'échelle a été rattachée par le S.H.O.N. à une borne située 200 mètres en amont de la station. Cette borne actuellement disparue portait l'altitude 13,970 S.H.O.N. Elle a été cotée par la suite 12,28 m par la M.E.F.S. Les résultats du rattachement effectué par le S.H.O.N., exprimés en altitudes M.E.F.S. montrent que l'échelle était mal graduée notamment dans sa partie supérieure : zéro variant de 2,02 M.E.F.S. pour la division 7 m à 2,46 M.E.F.S. pour la division 10 m.

En dessous de la division 7 m, la distorsion est moins importante : l'altitude du zéro varie suivant les graduations considérées entre 2,17 et 2,29 M.E.F.S. (Altitude moyenne 2,25 M.E.F.S.). Compte tenu des déplacements que les graduations ont pu subir à chaque réfection, les relevés de la période 1925-35 seront difficilement exploitables.

En mai 1935, la M.E.F.S. situe le zéro de l'échelle à 2,93 M.E.F.S. En fait, on constate que cette altitude du zéro ne s'applique qu'aux divisions inférieures de l'échelle. La corrélation des hauteurs maximales avec KAEDI comme nous le verrons dans le chapitre revalorisation, conduit pour la partie supérieure de l'échelle à une altitude du zéro de 2,43 M.E.F.S. voisine de celle observée en 1931 pour la division 10 m. D'après les documents établis par la M.E.F.S. l'échelle en 1935 est située 350 m à l'aval de l'emplacement qu'elle occupait en 1931. Elle comporte une partie inclinée graduée de 0 à 9,50 m environ et un tronçon vertical gradué de 9,50 à 10,50 m. L'emplacement de la station n'a pas varié depuis 1935.

En 1937, le rattachement de la division 9 m effectué par la M.E.F.S. situe le zéro à 2,61 M.E.F.S. Il est vraisemblable que l'échelle présentait encore des défauts de graduations. En conséquence, il convient d'admettre que cette altitude du zéro n'est valable que pour la partie supérieure de l'échelle.

En 1938, un nouveau rattachement effectué par la M.E.F.S. situe le zéro à 2,93 M.E.F.S. L'échelle à partir de cette date est graduée correctement. En 1941, le zéro qui a encore varié est situé par la M.E.F.S. à 1,66 M.E.F.S. De 1944 à 1951, l'échelle n'a pas été observée. Elle est remise en service par la M.A.S. en 1951 avec un zéro à la cote 2,93 M.E.F.S.

En 1954, la M.A.S. pose une nouvelle échelle en lave émaillée dont elle place le zéro à la cote 1,32 IGN. L'échelle est formée de 11 éléments métriques verticaux. Elle est rattachée au repère IGN, coté 12,32 IGN de l'école de SALDE. La M.A.S. mentionne que la constante M.E.F.S. - IGN à SALDE est de 0,70 m. Cette donnée, vu qu'il ne subsiste aucun repère ancien, n'est malheureusement pas contrôlable. Le tronçon vertical constituant la partie supérieure de l'ancienne échelle subsiste encore. Son sommet coté 11,52 IGN

(12,22 M.E.F.S) en 1962, se trouve à plus d'un mètre en dessous de celui de l'échelle en service en 1935 (sommet à 13,43 M.E.F.S.). La présence de ce tronçon nous conduit donc à admettre l'existence d'une 2e échelle posée entre 1935 et 1954. L'abaissement du zéro constaté entre 1938 et 1941 est assez significatif pour que l'on considère que la mise en place de cette 2e échelle lui corresponde.

Ainsi l'installation n'a pas été modifiée de 1941 à 1954, hormis le déplacement des graduations consécutif au rétablissement en 1951 du zéro à 2,93 M.E.F.S.

Les altitudes successives du zéro de l'échelle de SALDE depuis sa mise en service sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Dates	Altitude du zéro M.E.F.S.	I.G.N.	Observations
1904	(3,17)		Valeur des graduations inconnue
1931	2,02-2,46		Défauts de graduations
1935	2,93-2,42		Défauts de graduations
1937	2,61		Défauts de graduations
1938	2,93		Echelle bien graduée
1941	1,66		Nouvelle échelle M.E.F.S. (graduations correctes)
1951	2,93		Echelle M.E.F.S. restaurée par la M.A.S.
1954	2,02	1,32	Nouvelle échelle (M.A.S.)

RELEVES

La critique des relevés et leur revalorisation sera faite dans le chapitre consacré à ces questions en tenant compte des différents rattachements effectués et en utilisant les corrélations avec DIORBIVOL pour les relevés 1938-42 et avec KAEDI pour l'ensemble des relevés existants.

TARAGE

Les jaugeages effectués à SALDE ne concernent que les débits du lit mineur. Outre l'écoulement dans les zones d'inondation qui ne doit pas être ici très important sauf les années de fortes crues, le débit total du SENEGAL comporte aussi les débits transités par le marigot de M'BAGNE (Oualo mauritanien) et surtout le DOUE du côté sénégalais.

La station de SALDE, jumelée avec celle de N'GOUI sur le DOUE permet toutefois de déterminer approximativement les débits dans la vallée en année faible ou moyenne.

Les résultats des 70 jaugeages dont 62 effectués par la M.A.S. en 1955 et 8 par l'ORSTOM sont rassemblés dans le tableau n° 2.46. [...]

VII.I.8 - Le SENEGAL à DIOULDE - DIABE

B.V. = 260.000 km²

Coordonnées géographiques latitude : 16°20' N
longitude : 13°58' W
P.K. = 425

La station de DIOULDE - DIABE correspond à l'extrémité amont du bief maritime du SENEGAL, c'est-à-dire qu'elle correspond sur le fleuve à la limite aval au delà de laquelle les débits d'étiage et de basses eaux ne sont plus mesurables. Elle est caractérisée par la présence d'un seuil sur lequel la pente superficielle est suffisamment accusée pour arrêter la propagation de l'onde de marée. Cette dernière a d'ailleurs à l'aval immédiat de DIOULDE - DIABE, une amplitude généralement inférieure à 10 cm.

Un limnigraphe BÄR mensuel a été installé en mai 1951 par l'U.H.E.A. sur la rive mauritanienne. Jusqu'en décembre 1953, il a été exploité en altitudes M.E.F.S. à partir d'une borne U.H.E.A. posée sur la rive au droit du limnigraphe et portant la cote 10,34 M.E.F.S. En 1954, la M.A.S. a fixé une échelle auxiliaire sur la tour du limnigraphe et remplacé l'appareil par un BÄR 120 jours.

L'échelle a son zéro à la cote 0,09 M.E.F.S. (rattachement effectué en 1961 à la borne U.H.E.A.). Son rattachement au nivellement général effectué en 1962 en partant d'une borne située dans le village de DIOULDE DANDEMAÏO, 1 km à l'aval de la station, conduit à une altitude du zéro de - 0,41 IGN et à un écart M.E.F.S. - IGN de 0,50 m à DIOULDE - DIABE.

RELEVES

En 1951 et 1952 (période d'exploitation U.H.E.A.), les enregistrements sont complets sauf en basses eaux et à l'étiage, période de l'année pendant laquelle la station ne peut être exploitée à cause du colmatage du canal d'amenée. De 1953 à 1960, la M.A.S. obtient un rendement très faible : relevés partiels en 1953 et 1957, relevés inexistantes ou presque les autres années. En août 1961, le limnigraphe a été remis en service par l'ORSTOM et exploité correctement jusqu'en mars 1964 avec une seule interruption du 3 septembre au 18 octobre 1962. Ces relevés permettent d'établir des corrélations limnimétriques complètes avec SALDE et BOGHE et l'extension des données à la période de récurrence des stations anciennes.

TARAGE

62 jaugeages ont été effectués. Ils portent exclusivement sur les débits de basses eaux. [...]

VII.1.9 - Le SENEGAL à BOGHE B.V. = 263.000 km²

Coordonnées géographiques latitude : 16°35' N
longitude : 14°17' W
P.K. = 379

La station a été créée en 1908 mais ses caractéristiques ne sont connues qu'à partir de 1935, année où l'échelle a été rattachée par la M.E.F.S. Cet organisme situe son zéro à l'altitude 0,15 M.E.F.S. (rattachement effectué en mai 1935 au repère M.E.F.S. de la résidence portant la cote 10,72 M.E.F.S.). L'échelle est située sur la rive droite du fleuve face à la Résidence. Il n'existe pas, dans les archives M.E.F.S. de plan de l'installation. On sait seulement que l'échelle est constituée par une règle inclinée en béton armé qui, d'après la M.A.S., était graduée de 20 en 20 cm. La M.E.F.S. a vérifié son calage les années suivantes, mais par la suite et jusqu'à la désaffectation de l'échelle en 1953, aucun contrôle du zéro n'a été effectué.

En 1955, la M.A.S. a posé une nouvelle échelle située 300 m environ en amont de l'ancienne, et considérait l'avoir calée au même zéro que l'échelle M.E.F.S. En fait, soit qu'une erreur de nivellement ait été commise, soit que les références aient été mal prises ou encore que le zéro de l'ancienne échelle en 1955 ait été différent de celui observé en 1935, le zéro de l'échelle M.A.S. se trouve 7 cm plus bas que celui de l'échelle en 1935. Cette donnée établie en 1962, résulte :

- du contrôle du calage de l'échelle M.A.S. : zéro à - 0,57 m IGN (résultat identique à celui trouvé par la M.A.S. en 1955, et obtenu en rattachant l'échelle au repère RN 2 situé sur la face nord de la Résidence et portant la cote 9,88 IGN).

- de la détermination de l'écart M.E.F.S. - IGN, lequel s'établit à 0,65 m, par rattachement du repère M.E.F.S. au repère RN 2.

La nouvelle échelle est formée de 10 éléments métriques verticaux. Le calage des éléments entre eux n'est pas parfait. En particulier, les éléments 8 - 9 m et 9 - 10 m sont calés respectivement 4 et 6 cm trop bas.

En 1957, la M.A.S. constatait que les hauteurs maximales à BOGHE étaient depuis 1955 systématiquement supérieures à celles observées auparavant pour des crues de même fréquence. Cette augmentation relative de la cote à BOGHE provient pour une part du fait que la M.A.S. considérait le zéro à la même cote qu'en 1935 et ignorait les défauts de calage des éléments supérieurs de la nouvelle échelle, et pour une autre part de la présence depuis 1956 de la digue BOGHE - BOGHE N'DAW qui barre le lit majeur rive droite, dans lequel transitaient naguère des débits importants. La surélévation pour un plan d'eau atteignant avant la construction de la digue la cote 9 IGN (hauteur maximale, de fréquence 5 % environ avant travaux) a été estimée à 20 cm. On a admis que l'influence de la digue était nulle pour une altitude du plan d'eau inférieure à 8 m IGN. On est ainsi conduit à considérer pour BOGHE deux séries de caractéristiques limnimétriques : celles qui se rapportent aux conditions anciennes (avant 1956) et celles qui correspondent aux conditions actuelles.

RELEVÉS

L'échelle ancienne a été observée régulièrement (basses eaux exceptées) de 1908 à 1954 inclus, avec toutefois une interruption des lectures en 1953. Depuis 1955, les relevés sont de meilleure qualité, et plus complets en basses eaux.

TARAGE

Le débit du lit mineur du SENEGAL ne représente qu'une fraction du débit total passant dans la vallée, et cette fraction est d'autant plus mal connue que le niveau du fleuve est plus élevé. L'écoulement total qui en basses et moyennes eaux se partage uniquement entre les lits mineurs du SENEGAL et du DOUE s'étend en hautes eaux au secteur de l'île à MORPHIL. Or, à ce stade de l'écoulement, on ignore d'une part le débit passant dans l'île à MORPHIL (la mesure de l'écoulement dans l'île à MORPHIL, se heurte à des difficultés techniques très grandes) et on ignore aussi le débit du DOUE dans la section située à la hauteur de BOGHE pour la double raison qu'il n'existe pas de station tarée sur le DOUE dans ce secteur et qu'une détermination indirecte à partir des débits observés à N'GOUI et à GUEDE s'avère impossible. En effet, le débit du DOUE en hautes eaux et à une date donnée varie d'une manière très complexe de l'amont vers l'aval à cause des échanges qui s'effectuent sur les deux rives avec le lit majeur (pertes nombreuses et importantes en direction de l'île à MORPHIL) et le principe d'une interpolation linéaire des débits entre N'GOUI et GUEDE ne peut être retenu. En conséquence, on ne peut envisager élaborer des données concernant le DOUE et l'île à MORPHIL, que l'on puisse cumuler à celles qui résultent des mesures effectuées dans le lit mineur du SENEGAL, comme nous l'avons fait à SALDE.

La M.A.S. a effectué en 1956, 112 jaugeages du lit mineur. Un point de contrôle a été effectué par l'ORSTOM en 1962. [...]

VII.1.10 - Le SENEGAL à SAREPOLI

Coordonnées géographiques latitude : 16°37' N
longitude : 14°34' W
P.K. = 333

La station est équipée d'un limnigraphe installé en 1951 par l'U.H.E.A. près de la rive gauche du fleuve au droit du village de SAREPOLI-TOROBÉ. En 1956, la M.A.S. a remplacé le limnigraphe BÂR mensuel initial par un BÂR 120 jours et posé une échelle de contrôle.

Jusqu'à fin 1953, la station a été exploitée en altitudes M.E.F.S. à partir d'une borne U.H.E.A. située sur la rive gauche au droit du limnigraphe et portant la cote 7,82 M.E.F.S. L'échelle de contrôle posée par la M.A.S. sur la tour du limnigraphe a son zéro à la cote - 0,21 M.E.F.S.

La station n'a pas été rattachée au nivellement de l'IGN dont il n'existe pas de repère à moins de 8 km. Une altitude IGN provisoire du zéro a été déterminée lors de l'étiage 1963 à l'aide des enregistrements simultanés des hauteurs d'eau à SAREPOLI et à OUA-OUA (9 km en amont de SAREPOLI). Un limnigraphe posé au droit de la borne IGN de OUA-OUA, et rattaché à cette dernière a été exploité pendant une quinzaine de jours. On vérifie sur les enregistrements que l'évolution du niveau de mi-marée est la même aux 2 stations.

Etant donné la faible distance séparant les limnigraphes, on peut considérer que les niveaux de mi-marée ont, compte tenu de la durée des observations, des valeurs moyennes respectives identiques. On en déduit l'altitude - 0,80 IGN du zéro à SAREPOLI (constante M.E.F.S. - IGN : + 0,59 m).

RELEVES

Les enregistrements jusqu'en 1961 ne concernent en général que les hautes et moyennes eaux. Ceux qui se rapportent aux périodes d'étiage ne sont pas valables à cause du colmatage du canal d'aménée. Le limnigraphe a été exploité régulièrement de juillet 1951 à novembre 1953.

De 1954 à 1960 (période d'exploitation M.A.S.) on relève une seule année d'enregistrements valables (en 1957).

La station a été remise en service par l'ORSTOM en août 1961. Les relevés sont continus (étiages compris) jusqu'en décembre 1963. [...]

VII.1.11 - Le SENEGAL à PODOR B.V. = 266.000 km²

Coordonnées géographiques	latitude :	16°39' N
	longitude :	14°57' W
P.K. = 267		

Une échelle a été posée en 1903 sur la rive gauche du fleuve près de la Résidence. Un rapport daté du 5 mai 1906 indique qu'elle a été réinstallée le 4 avril 1906, 100 m à l'aval de son emplacement initial et sans modification du zéro. Elle est à cette date constituée par une poutre inclinée, en béton armé, reposant sur 5 pieux maçonnés. Une règle en bois fixée sur la face supérieure de la poutre porte des graduations décimétriques. Des divisions centimétriques sont peintes sur les côtés. Une borne portant la cote 6,85 m, à première vue arbitraire, a été placée dans le prolongement de l'échelle le jour de son installation. La position du zéro de l'échelle est définie d'une façon assez ambiguë dans le rapport d'installation. On est amené à retenir 2 calages possibles : zéro situé à 6,95 ou à 6,85 en dessous du sommet de la borne. Le rattachement de cette borne effectué par le S.H.O.N. puis par la M.E.F.S., la situe à la cote 6,93 M.E.F.S. d'où les deux altitudes possible: du zéro de l'échelle en 1906 : - 0,02 M.E.F.S. et + 0,08 M.E.F.S. On dispose par ailleurs des données suivantes concernant le calage de l'échelle entre 1904 et 1906 :

- altitude du zéro de l'échelle : 0,951 m dans le système de nivellement Thibault (rattachement effectué par rapport à la 3e marche à gauche en descendant de la Résidence - cotée 8,132 m Thibault).

- altitude du plan d'eau le 16.2.1904 : 0,95 m Thibault qui a été relevée par la Mission Thibault, lors de l'établissement du profil en long BAKEL - PODOR.

Etant donné que le niveau à PODOR varie entre 0,55 m et 1,00 m M.E.F.S. en basses eaux, la prise en compte de ces données conduit à une altitude du zéro très différente de celle établie précédemment. L'hypothèse d'une erreur métrique commise par la Mission Thibault en rattachant l'échelle (zéro à - 0,05 m Thibault au lieu de 0,951 m) est vraisemblable et conduit à des résultats, ci-dessous mentionnés, qui confirment assez bien les données directes (zéro à - 0,02 ou à + 0,08 M.E.F.S., plan d'eau le 16.2.1904 à 0,98 ou 1,08 M.E.F.S.).

	Altitudes (en m)	
	Thibault	M.E.F.S.
Zéro 1904-1906	-0,05	-0,02 ou +0,08
Plan d'eau le 16.2.1904	0,95	0,98 ou 1,08
Borne 685	6,80 ou 6,90	6,93

De cette hypothèse, il résulterait que l'inscription 6,85 m gravée sur la borne située dans le prolongement de l'échelle n'est probablement pas arbitraire étant donné qu'elle exprimerait à 5 cm près, son altitude dans le système Thibault.

Il conviendrait toutefois, pour vérifier la validité de cette hypothèse, de déterminer la valeur de la constante Thibault M.E.F.S. à PODOR en rattachant le repère utilisé par la Mission Thibault (8,132 Thibault) au repère M.E.F.S. de la Résidence (6,92 M.E.F.S.).

Selon une indication trouvée dans les archives, l'échelle a été reconstruite en 1925.

Elle a été rattachée par le S.H.O.N. en 1932 : rattachement effectué par rapport à une borne cotée 11,34 m par le S.H.O.N. et 6,26 m par la M.E.F.S. (la borne 6,85 m est cotée 12,007 m par le S.H.O.N. et 6,93 m par la M.E.F.S.). Ce rattachement montre que l'altitude du zéro à cette date varie de 0,51 M.E.F.S. pour les divisions 0 et 1 m à 0,65 M.E.F.S. pour les divisions 4 et 5 m. Elle est de 0,58 m pour la division 6 m. L'échelle comporte un tronçon incliné gradué de 0 à 5,50 m et un tronçon vertical gradué de 5,50 à 6,20 m environ. Le S.H.O.N. mentionne que la borne 6,85 correspond au maximum de la crue 1922 (le 11 octobre). La hauteur limnimétrique maximale en 1922 étant 6,01 m, on en déduit que le zéro en 1922 se trouvait à la cote 0,92 M.E.F.S.

En mai 1935, la M.E.F.S. trouve le zéro à la cote 0,67 M.E.F.S. (rattachement effectué par rapport au repère M.E.F.S. de la Résidence coté 6,92 M.E.F.S.). L'échelle présente le même aspect qu'en 1932. Son sommet porte la division 6 M. La M.E.F.S. a contrôlé à plusieurs reprises le calage de l'échelle :

- en août 1938, le zéro varie de 0,67 M.E.F.S. pour la division zéro à 0,76 pour la division 6 M.

- en janvier 1941, il est situé à 0,87 M.E.F.S.

En mars 1951, l'altitude du zéro varie progressivement de 0,74 M.E.F.S. pour la division zéro à 0,87 pour la division 5 M. Elle est de 0,79 M.E.F.S. pour la division 6 M (contrôle effectué par la M.A.S.).

En juillet 1951, elle varie de 0,92 M.E.F.S. pour la division zéro à 0,86 pour les divisions 4, 5, 6 et 7 M (contrôle effectué par l'U.H.E.A.). L'échelle a été prolongée de 1 mètre vers le haut.

En 1952, la M.A.S. installe une nouvelle échelle en lave émaillée graduée de 0 à 7 m et calée au zéro M.E.F.S. (zéro nivelé par rapport au repère 6,92 M.E.F.S. de la Résidence). Elle est formée de tronçons verticaux de 1 et 2 m de haut. Le rattachement du repère M.E.F.S. de la Résidence au nivellement général (repère situé sur la Résidence et portant la cote 7,144 IGN) montre qu'il existe un écart de 0,44 m entre les systèmes de nivellement M.E.F.S. et IGN. L'altitude du zéro de l'échelle depuis 1952 s'établit donc à - 0,44 IGN.

Nous avons rassemblé dans le tableau ci-dessous les données, exprimées en alt - M.E.F.S. du calage de l'échelle de PODOR depuis sa mise en service.

Date	Altitude en fonction des graduations					Observations
	0 M	2 M	4 M	5 M	6 M	
1903-1906	-0,02					Valeurs des graduations inconnues
Août 1906	+0,08					Echelle bien graduée
	-0,02					
	+0,08					
1922	?	?	?	?	0,92	Valeurs des graduations inconnues
1932 mai-35	0,51	0,52	0,65	0,65	0,58	Echelle bien graduée
	0,67					
Août 1938 jan-41	0,67	0,71	0,72	0,72	0,76	Valeurs des graduations inconnues
	0,87					
mar-51	0,74			0,87	0,79	
jul-51	0,92	0,90	0,86	0,86	0,86	
1952	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Echelle bien graduée

RELEVÉS

A quelques rares exceptions près, la station a été observée tous les ans depuis 1903. Précisons que jusqu'en 1952, les relevés ne concernent que les moyennes et les hautes eaux. L'absence systématique de lectures de basses eaux de décembre à août est, dans le cas de PODOR, moins regrettable que pour les stations situées à l'amont étant donné que pendant la presque totalité de la période en cause, le plan d'eau subit l'action de la marée. Comme en régime de marée, il n'existe plus de relation entre les hauteurs à l'échelle et les débits, les observations limnimétriques deviennent sans objet du point de vue de la détermination de l'écoulement, lequel est forcément méconnu.

Depuis 1952, les relevés couvrent généralement l'année entière, mais les seules observations valables pour l'étude de la marée, correspondent aux enregistrements recueillis par l'ORSTOM après la mise en service en 1962 d'un limnigraphe BÂR mensuel (marées enregistrées du 15.4.62 au 1.7.62 et du 26.4.63 au 9.7.63).

TARAGE

Le débit total passant dans la vallée au droit de PODOR se répartit entre les lits mineurs du SENEGAL, du KOUNDI sur la rive droite et du DOUE sur la rive gauche, ainsi qu'entre les différentes zones du lit majeur.

Les mesures effectuées par la M.A.S. en 1956 concernaient uniquement le lit mineur du SENEGAL au droit de l'échelle de PODOR. Depuis 1962, la construction d'une digue reliant le DIERI rive gauche à l'endiguement de PODOR est à l'étude. Ce projet est à l'origine des premières mesures effectuées dans le lit majeur. Les zones d'écoulement ont été reconnues et les débits correspondants mesurés lors des crues 1962 (crue moyenne) et 1964 (crue forte) en suivant le tracé projeté pour la digue. Il en est résulté une première approche des débits à prendre en compte dans chaque zone d'écoulement pour des crues de diverses fréquences. Une estimation des débouchés à prévoir sur la digue a été faite dans l'hypothèse d'une crue centenaire. Toutefois, les mesures effectuées sont encore trop peu nombreuses et leur précision trop faible pour qu'on puisse admettre un tarage même provisoire des diverses sections du lit majeur situées au sud de PODOR.

En définitive, le tarage de la transversale de PODOR, apparaît subordonné à la construction de cette digue. Toutefois, le tracé de cette dernière est suffisamment impératif - le franchissement du DOUE à GUIA est un élément immuable du projet - pour qu'on puisse fixer à coup sûr l'emplacement de la transversale à adopter et dresser la liste des sections de jaugeages qui lui correspondent. Pour quatre

d'entre elles, on est certain que l'écoulement naturel ne sera pas modifié par la construction de la digue. Il était donc intéressant, compte tenu des chances de réalisation sérieuses que présente ce projet, d'anticiper sur les possibilités de tarage liées à son exécution et d'entreprendre sans plus attendre l'étalonnage de ces 4 stations qui représente la partie la plus importante du programme total à réaliser sur la transversale considérée.

Ces sections telles qu'on les rencontre du sud au nord sont les suivantes :

- 1) - DOUE à GUIA
- 2) - SENEGAL à PODOR aviation
- 3) - OUALO entre SENEGAL et KOUNDI
- 4) - KOUNDI à SIMOU.

Le choix des sections sur le SENEGAL et le KOUNDI résultent des conditions topographiques et hydrauliques rencontrées dans le OUALO entre ces deux bras, le profil optimal pour l'exécution des mesures dans cette zone se situant à la hauteur de l'endiguement nord de PODOR suivant un tracé reliant l'extrémité nord du terrain d'aviation de PODOR à SIMOU sur la rive droite du KOUNDI.

Il n'est pas possible, dans le secteur de la vallée situé au nord de PODOR, d'admettre une transversale dont l'origine sur le SENEGAL serait la section de l'échelle actuelle (PODOR - Ville) tarée par la M.A.S., en 1956, la section correspondante du OUALO étant hors de proportion avec les débits qui y transitent. Les résultats des jaugeages effectués par la M.A.S. pourront toutefois être pris en compte car il s'est avéré que les débits du lit mineur mesurés à PODOR - Ville et à PODOR - Aviation étaient identiques. On en a d'ailleurs eu confirmation en observant, en 1964, l'absence d'échanges notables entre le SENEGAL et le OUALO rive droite sur la distance séparant les deux sections.

Les résultats concernant le tarage des 4 sections énumérées plus haut se présentent comme suit.

LIT MINEUR DU SENEGAL A PODOR

Comme nous venons de le préciser, le fait que les mesures aient été effectuées dans 2 sections différentes n'intervient pas dans la prise en compte des résultats. Les débits mesurés ont tous été rapportés à l'échelle de PODOR - Ville.

En 1956, la M.A.S. a effectué 50 jaugeages à PODOR - Ville. 5 mesures de contrôle ont été exécutées par l'ORSTOM dans la même section en 1961 - 1962 et 1964 (Les résultats des 2 jaugeages 1961 sont aberrants). Enfin 11 mesures ont été effectuées par l'ORSTOM en 1963 et 1964 à PODOR - Aviation, où une échelle provisoire a été installée (zéro à + 0,04 m IGN). [...]

LIT MINEUR DU DOUE A GUIA

Le village de GUIA est situé sur la rive gauche du DOUE au sud-sud-est de PODOR. La section de jaugeage utilisée est située entre GUIA et l'effluent qui, à l'amont immédiat de OUALI DIALA, alimente le OUALO au sud du DOUE. Elle correspond à l'emplacement du bac prévu, dans le projet de la bretelle de PODOR, pour le franchissement du DOUE. Deux éléments d'échelle 400 - 600 ont été installés dans cette section. L'altitude du zéro est de 0,02 m IGN.

Les 11 jaugeages effectués par l'ORSTOM à GUIA en 1963 et 1964 concernent uniquement les hautes eaux (H GUIA > 4,69). Etant donné l'absence d'apports et de pertes le long du DOUE entre GUEDE et GUIA en basses et moyennes eaux, le tarage de l'échelle de GUIA en dessous de la hauteur 4,60 m, a été déduit de celui de l'échelle de GUEDE à l'aide de la correspondance H (H) aux 2 stations qui sont distantes entre elles de 30 kilomètres seulement.

Les résultats des jaugeages sont consignés dans le tableau n°2.50 dans lequel sont mentionnées en out re les hauteurs à l'échelle de PODOR. [...]

Tableau n° II-50

LISTE DES JAUGEAGES DU LIT MINEUR DU DOUE A GUIA

N°	Date	Cote (cm) GUIA	Cote (cm) PODOR	Débit (m ³ /s)	N°	Date	Cote (cm) GUIA	Cote (cm) PODOR	Débit (m ³ /s)
<u>1963</u>									
1	08-sep	469	443	630	7	21-déc	148	98	120
2	20-sep	494	481	670					
3	28-sep	503	500	655	<u>1964</u>				
4	09-oct	513	521	686	8	16-oct	599	554	850
5	15-oct	517	530	700	9	27-oct	589	641	800
6	14-nov	482	490	520	10	02-nov	571	624	(845) *
					11	13-nov	525	570	512

* - Résultat aberrant

LE KOUNDI A SIMOU

L'implantation de la transversale au nord de PODOR est rendue immédiate par la présence entre le Sénégal et le KOUNDI de la butte de DIABAYE, circonstance particulièrement heureuse parce qu'elle permet de définir tant du côté SENEGAL que du côté KOUNDI, une section valable pour les mesures de débit. Côté KOUNDI, l'extrémité nord-ouest de la butte de DIABAYE détermine, au droit du village de SIMOU, une section caractérisée par l'absence de lit majeur, que nous avons adoptée pour les mesures. Deux éléments d'échelle (400 - 600) ont été installés en 1963 dans cette section, et nivelés par rapport à un repère fixe qui porte la cote limnimétrique 8,20 m. En 1964, les éléments d'échelle étant submergés, la cote du plan d'eau a été mesurée par rapport à ce repère, dont le rattachement au nivellement de l'IGN reste à faire.

A la crue, le KOUNDI se remplit par l'aval par l'intermédiaire du marigot de DIAVANE qui le relie au SENEGAL à l'amont de DAGANA. De la sorte, le KOUNDI a déjà atteint un niveau notable lorsqu'il reçoit les premiers apports du OUALO que le SENEGAL alimente entre BOGHE et PODOR. Etant donné l'importance de la section mouillée à SIMOU, les débits correspondant au début de l'écoulement du KOUNDI en direction du DIAVANE ne sont pas mesurables. L'ORSTOM a effectué 10 jaugeages à SIMOU en 1963 et 1964 pour des débits compris entre 30 et 642 m³/s. [...]

LIT MAJEUR ENTRE SENEGAL ET KOUNDI

La section de jaugeage entre la berge rive droite du SENEGAL et la butte de DIAKAYE ne reçoit d'apports qu'en cas de crue moyenne ou forte. C'est ainsi qu'il n'a pas été observé d'écoulement en 1963, année de faible crue. Deux mesures ont été effectuées en 1964 après le maximum de la crue.

Les résultats sont les suivants :

N°	Date	Cote à PODOR (cm)	Débit (m ³ /s)
1	24.10.64	649	290
2	5.11.64	613	110

La hauteur à l'échelle de PODOR correspondant au débit nul a été estimée à 540 cm. Les faibles vitesses rencontrées sur certaines verticales nuisent à la précision des résultats (erreur à craindre de l'ordre de $\pm 10\%$).

Des jaugeages complémentaires sont nécessaires notamment à la crue pour préciser le tarage.

Cette remarque s'applique aux 4 stations étudiées dont le tarage mérite d'être poursuivi en attendant l'exécution de la bretelle de PODOR qui permettra de mener l'opération envisagée à bon terme.

Pour clore ce paragraphe nous ferons état des résultats des mesures effectuées en 1964 dans le secteur du lit majeur compris entre le DOUE et le SENEGAL. Ces résultats sont donnés sous toutes réserves par le barème ci-dessous :

HPODOR (cm)	Débit (m ³ /s)
580	21,5
600	70
620	162
640	278
660	404

VII.1.12 - Le SENEGAL à DAGANA

B.V. = 268.000 km²

Coordonnées géographiques latitude : 16°31' N
longitude : 15°30' W
P.K. = 169

On possède fort peu de renseignements sur l'équipement limnimétrique de cette station avant 1935. Une première échelle a été posée en 1903 (année correspondant aux premiers relevés). Endommagée les années suivantes, l'échelle a été remise en état en avril 1906 et son zéro calé 30 cm environ plus bas que celui de l'échelle précédente.

Comme l'échelle initiale, celle posée en 1906 est verticale et située à une certaine distance du quai. Elle porte des divisions centimétriques. Les renseignements que l'on possède concernant le calage de ces deux échelles successives sont incomplets et difficilement exploitables. On sait que l'échelle restaurée en 1906 était repérée par une borne qui était placée sur le mur du quai de DAGANA et portait la cote 4,94 m.

On ignore la dénivellée entre le sommet de cette borne et le zéro de l'échelle. Mais on peut supposer, par analogie avec l'installation de l'échelle de PODOR réalisée quelques jours avant par la même équipe, que l'altitude 4,94 m donnée à cette borne correspond à sa cote limnimétrique. Malheureusement cela reste incontrôlable étant donné que la borne a disparu sans avoir été rattachée.

La Mission topographique Thibault, situe le zéro de l'échelle à l'altitude 0,996 m Thibault. La date à laquelle le rattachement a été effectué est indéterminée en sorte que l'on ignore si cette donnée s'applique à l'échelle installée en 1903 ou à celle restaurée en 1906. De plus, les repères utilisés par la Mission Thibault, un situé sur la résidence (6,64 Thibault) l'autre, sur le poste militaire de DAGANA (6,34 Thibault) sont difficilement identifiables.

En définitive, à moins qu'un résultat positif puisse être obtenu dans l'identification de ces repères, ce qui paraît assez improbable, on doit considérer que le calage de l'échelle de DAGANA est inconnu dans les premiers temps de son exploitation, c'est-à-dire jusqu'en 1935.

En 1935, l'échelle est fixée au mur de soutènement du quai, au droit de l'ancien poste militaire. Elle comprend un tronçon vertical dont la base porte la division zéro et un tronçon incliné qui est gradué de - 0,70 m à 1 m, et fait double emploi avec le précédent entre 0 et 1 m.

L'échelle est rattachée au repère M.E.F.S. de la Résidence (plaque scellée avec trait gravé portant l'altitude 6,02 M.E.F.S.). Aux défauts de graduation près, le zéro n'aurait pas varié de 1935 à 1951 (contrôles effectués en 1937, 1938 et mars 1951), et serait à la cote de 0,73 M.E.F.S.

En janvier 1951, l'U.H.E.A. installe une nouvelle échelle formée de 5 éléments métriques verticaux en lave émaillée scellés contre le mur du quai, à proximité de l'échelle ancienne. Le zéro de la nouvelle échelle, rattaché comme celui de l'échelle précédente au repère de la Résidence, coïncide avec l'origine des altitudes M.E.F.S. L'altitude IGN du zéro est de - 0,44 m IGN (rattachement effectué après 1953 au repère IGN situé sur le mur d'enceinte du poste militaire et portant la cote 5,064 m IGN). L'écart M.E.F.S. IGN s'établit comme à PODOR à 0,44 m. L'échelle n'a subi aucune modification depuis 1951.

La station de KEUR - MOUR, située à 4 km seulement à l'aval, ne peut être considérée comme réellement distincte de celle de DAGANA. Un limnigraphe BÂR mensuel a été installé en 1951 par l'U.H.E.A. et exploité par cet organisme en altitudes M.E.F.S. à partir d'une borne U.H.E.A. portant l'altitude 4,85 M.E.F.S. En 1955, la M.A.S. a doté l'installation d'une échelle de contrôle dont le zéro est le même que celui de l'échelle de DAGANA. L'exploitation de ce limnigraphe devrait théoriquement permettre d'étudier l'évolution de la pente superficielle entre les deux stations. En fait, la dénivelée étant de l'ordre de grandeur des erreurs de lecture ou de calage des limnigrammes, une utilisation à cet effet des données des 2 stations n'est guère possible. L'exploitation du limnigraphe de KEUR - MOUR permet surtout de contrôler la cote à DAGANA et éventuellement de pallier les défaillances éventuelles de l'observateur. Elle permet, en outre, l'enregistrement de la marée fluviale.

RELEVES

On fait au sujet de la consistance des relevés antérieurs à 1951, les mêmes observations que pour la station de PODOR. Comme à PODOR, l'action de la marée de janvier à juillet, s'oppose à l'établissement des données relatives à l'écoulement pendant cette période. Depuis 1951, les relevés à DAGANA sont corrects et complets si on exclut la période où le plan d'eau est soumis à la marée. De 1953 à 1961, la plupart des enregistrements fournis par le limnigraphe de KEUR - MOUR sont inexploitable. Depuis 1961, le limnigraphe a fonctionné correctement en moyennes et hautes eaux. En outre, un nettoyage annuel du canal d'amenée et du puits du limnigraphe a permis d'obtenir des enregistrements valables de la marée fluviale à KEUR - MOUR de 1961 à 1963.

JAUGEAGES

La station de jaugeage est située à 1 km à l'aval de l'échelle. On peut admettre qu'au droit de cette station, il n'existe pas d'écoulement en dehors de celui qui s'effectue dans le lit mineur du SENEGAL et en bordure immédiate de ce dernier. Aussi les débits mesurés représentent sensiblement la totalité des apports de la vallée, d'où leur intérêt.

77 jaugeages au total ont été effectués à DAGANA depuis 1950 par 3 organismes successifs : l'U.H.E.A. en 1950 et 1951, la M.A.S. de 1953 à 1956 et l'ORSTOM de 1961 à 1964. [...]

VII.2 - DELTA DU SENEGAL

VII.2.1 - Le SENEGAL à RICHARD-TOLL

Coordonnées géographiques	latitude :	16°27' N
	longitude :	15°42' W

P.K. = 145

On ne possède aucun relevé ancien à RICHARD-TOLL bien que les archives mentionnent qu'une première échelle a été installée en avril 1906 et qu'une seconde existait en 1935. L'échelle posée en 1906 était située à l'embouchure de la TAOUEY. Elle consistait en une règle inclinée fixée sur un bâti en maçonnerie. Elle a été rattachée par la Mission Thibault (zéro à 0,801 m Thibault) mais les repères très sommaires utilisés par cette mission n'ayant pu être identifiés ce renseignement est sans intérêt pratique.

En 1935, la M.E.F.S. nous donne une description complète de l'échelle qui était installée à peu près à l'emplacement du quai actuel. L'échelle comprend 2 tronçons formés par des rails inclinés le premier gradué de 2 à 3 M, le second de 3 à 6 M. Son zéro est à l'altitude - 2,04 M.E.F.S. (rattachements effectués à la borne 4,54 M.E.F.S. située près de la culée rive gauche de l'ancien pont sur la TAOUEY et au repère 6,944 M.E.F.S. de la Résidence).

Une troisième échelle a été installée en 1949 sur le pont barrage de la TAOUEY, côté SENEGAL (zéro à +0 02 M.E.F.S.). Elle a été remplacée en juin 1951 sans modification du zéro et on lui substituait en juillet 1959 une échelle en lave émaillée calée 9 cm plus haut. Cette échelle, dite échelle n° 2, n'a pas été lue régulièrement sauf en 1952 et en 1953 avant la mise en service de l'échelle du quai, dite échelle n° 1.

Cette dernière a été installée en 1954 sur le parement amont du quai de RICHARD-TOLL. C'est la seule qui a été lue de façon régulière, année 1963 exceptée, depuis son installation. Elle comprend 3 tronçons verticaux en lave émaillée gradués respectivement 0 - 100, 100 - 200, 200 - 400. Son rattachement au nivellement général de l'IGN, effectué à partir du repère 4,878 m IGN du pont barrage, situe son zéro à l'altitude de - 0,40 m IGN.

L'échelle du pont barrage a été également rattachée au nivellement IGN :

- zéro à - 0,43 m IGN de 1949 à juillet 1959
- zéro à - 0,34 m IGN depuis juillet 1959

La station de RICHARD-TOLL est purement limnimétrique. Cependant un jaugeage a été effectué le 31.8.1962 : 1430 m³/s pour une cote à l'échelle de 2,225 m.

V II.2.2 - Système TAOUEY - LAC de GUIERS

Depuis la construction d'un barrage équipé de vannes sur la TAOUEY, des volumes assez importants sont prélevés chaque année d'août à novembre dans le SENEGAL au droit de RICHARD-TOLL et stockés dans le LAC de GUIERS à des fins hydro-agricoles. Des dispositions ont été prises peu après la construction de l'ouvrage en vue de la détermination des volumes qui transitent annuellement vers le LAC de GUIERS.

En août 1950, l'U.H.E.A. a installé un limnigraphe BÂR mensuel sur la rive ouest du LAC de GUIERS à NIET-YONE. L'appareil était calé au zéro M.E.F.S. (- 0,45 IGN). Détruite en 1954, l'installation a été refaite en 1955 sur la rive est, en face du village de SANENTE. La cote du zéro est de - 0,48 IGN. On observe d'assez nombreuses lacunes dans les enregistrements effectués à chacune de ces stations : relevés inexistantes en 1954, très incomplets en 1953, 1955, 1957 et 1958, années pour la plupart desquelles nous sommes parvenus à une reconstitution approximative mais acceptable des données limnimétriques.

Sur le TAOUEY, une échelle, non observée de façon régulière, a été installée près de l'usine de pompage à l'aval immédiat du pont barrage. Son zéro est à la cote - 0,36 IGN. Elle présente un certain intérêt pour l'étude du remplissage du LAC de GUIERS.

Enfin des jaugeages, 37 au total, ont été effectués sur la TAOUEY en 1951 et 1952 par l'U.H.E.A., puis par la M.A.S. de 1953 à 1957. [...]

VII.2.3 - Le SENEGAL à ROSSO

Coordonnées géographiques : latitude : 16°30' N
 longitude : 15°48' W
 P.K. = 133

Une première échelle a été installée en 1951, par les Travaux Publics de MAURITANIE, près de l'accès rive droite du Bac, mais détruite l'année suivante elle n'a pas été remplacée. Son zéro était à la cote + 0,46 M.E.F.S. (0,00 IGN). Les lectures se rapportant à l'année 1951 n'ont pas été retrouvées. En 1954, la M.A.S. a installé à 500 m en amont de l'emplacement précédent et sur la même rive, une échelle en lave émaillée graduée de 0 à 5 m. Cette échelle est constituée par 5 éléments métriques verticaux. Son zéro est à la cote de - 0,227 m IGN (rattachement effectué au repère 3,379 IGN situé sur le bâtiment des P et T de ROSSO). Les éléments 300 - 400 et 400 - 500 sont calés respectivement 2 et 4 cm trop haut par rapport aux éléments inférieurs. Depuis son installation l'échelle n'a pas subi de modifications et a été observée régulièrement.

Les 42 jaugeages effectués par la M.A.S. en 1957, concernent uniquement les débits du lit mineur. [...] L'écoulement dans le lit majeur n'a pas fait l'objet de mesures systématiques. A ROSSO, l'exécution de telles mesures ne pose aucun problème. Les débits se répartissent entre les 18 ponceaux de la digue qui donne accès à la route de NOUAKCHOTT (rive droite) et le pont de la NATCHIE en rive gauche. Une mesure effectuée au pont de la NATCHIE a donné 13 m³/s pour une cote de 3,30 m à ROSSO. D'après les observations faites en 1957, les débits dans les ouvrages, pour une cote de 3 m à l'échelle de ROSSO sont pratiquement négligeables. Le fait de pouvoir mesurer le débit total du SENEGAL à ROSSO pour n'importe quelle cote est d'autant plus important que cette station est située en tête du delta et qu'il n'en existe plus d'autres à l'aval où de telles mesures puissent s'envisager. Les apports à ROSSO doivent différer sensiblement de ceux mesurés à DAGANA puisqu'ils ne comprennent pas les débits dérivés par le GARAK vers le LAC de R'KIZ, ni ceux qui transitent par la TAOUEY jusqu'au LAC de GUIERS. [...]

VII.2.4 - Stations du SENEGAL de RONQ à GUEYLOUBE

L'équipement du lit mineur du SENEGAL entre ROSSO et SAINT-LOUIS remonte seulement à quelques années. Des échelles et des limnigraphes ont été installés en vue essentiellement de déterminer les caractéristiques limnimétriques indispensables à l'étude des possibilités d'aménagement hydro-agricoles du delta : forme et évolution des lignes d'eau, distribution en fréquence des hauteurs maximales et des hauteurs caractéristiques.

Les premières échelles furent installées par la M.A.S. en 1955 à DEBI (P.K. = 65) et à DIAMA (P.K. = 28). Malheureusement ces échelles n'ont été observées ni régulièrement, ni de façon sérieuse et les quelques relevés qui les concernent sont inexploitable. De 1961 à 1963, 4 limnigraphes furent installés à des dates diverses par la SOGREAH qui effectuait l'étude hydrologique du Delta rive droite pour le compte du Service du Génie Rural de MAURITANIE. Prévu pour la durée des opérations inscrites au programme de cette étude, ces stations ont cessé d'exister après 1963, en sorte qu'on dispose pour chacune d'entre elles de relevés correspondant à

1, 2 ou 3 ans d'enregistrement seulement. La situation et la période d'observation de chaque station sont données par le tableau ci-après.

Situation	Désignation	Relevés		
		1961	1962	1963
P.K. 109	SENEGAL I (L 18)	x	x	
P.K. 75	SENEGAL II (L 13)	x	x	x
P.K. 46	M'REOU (L 5)		x	x
P.K. 17	GUEYLOUBE (L 9)			x

Les hauteurs limnimétriques observées à ces stations ont toutes été traduites en altitudes IGN.

En 1963-64, la M.A.S. commençait l'exécution d'un important programme de travaux pour la mise en exploitation agricole du Delta rive gauche. Une digue allant de RICHARD-TOLL à DIAMA et comportant des ouvrages de prise implantés au droit des principaux effluents, fut construite le long de la rive gauche du fleuve avant l'hivernage 1964. Pour la mise en valeur du périmètre ainsi protégé de la crue du SENEGAL, il importait d'étudier les conditions d'écoulement dans le système de chenaux et de dépressions que ce périmètre comporte. Dans le cadre des études hydrologiques qui furent effectuées à cet effet, la M.A.S. a installé en 1964, dans le lit mineur du SENEGAL entre ROSSO et SAINT-LOUIS, un certain nombre d'échelles et de limnigraphes dont la liste et les caractéristiques sont données par le tableau ci-après. Les échelles ont toutes été posées à l'entrée des ouvrages de prise, en sorte que leurs indications dépendent du régime d'exploitation de ces ouvrages. On possède des indications sur les manoeuvres effectuées à ces derniers et nous en avons tenu compte pour traduire les hauteurs brutes en hauteurs réelles du fleuve au droit de chaque échelle. Les échelles ont été lues 1 ou 2 fois par semaine, ce qui est suffisant compte tenu de la forme régulière des limnigrammes. On note que l'échelle de GOROM-aval est située dans la section qu'occupait le limnigraphe de M'REOU exploité par le G.R. de MAURITANIE. Nous avons en conséquence cumulé les relevés effectués à ces 2 stations

LISTE DES ECHELLES ET LIMNIGRAPHERS R.G. DU SENEGAL ENTRE ROSSO ET SAIN-LOUIS (M.A.S. 1964)

Situation	Désignation	Altitude du zéro	Relevés	
			1964	1965
P.K. 127	N'TIAGAR (E)	0,00 IGN	x	x
P.K. 113	RONQ (E)	0,00 IGN	x	x
P.K. 102	DIAOUAR ou BOUNDOUM nord (E)	0,00 IGN	x	x
P.K. 100	DIAOUAR (L)	- 0,45 IGN	x	
P.K. 82	Ile aux caïmans (E)	0,00 IGN	x	x
P.K. 67	DEBI (E)	0,00 IGN	x	x
P.K. 65	DEBI (L)	- 0,51IGN		
P.K. 58	DJOU DJ (E)	0,00 IGN		x
P.K. 46	GOROM aval (E)	0,00 IGN		x
P.K. 40	DIEG (E)	+ 0,40 IGN		x
P.K. 35	MAKA (E)	- 0,10 IGN		x
P.K. 28	DIAMA (L)	(?)	x	

(E) : Echelle

(L) : Limnigraphe

(E) : Echelle

(L) : Limnigraphe

Les limnigraphes de DIAOUAR et de DEBI doublent les échelles correspondantes situées 2 km en amont. Pour les 2 années d'exploitation de ces limnigraphes, les résultats se limitent aux seules hauteurs à DIAOUAR en 1964. Le limnigraphe de DIAMA a fourni des enregistrements corrects en 1964. Ceux de 1965 ont été éliminés par manque de données valables sur le calage de l'appareil. La cote + 0,10 IGN attribuée au zéro du limnigraphe est de toute évidence erronée : elle conduit à une hauteur maximale supérieure à celle enregistrée à MAKA et à DIEG. Il en résulte une indétermination de la ligne d'eau relative au maximum de la crue 1965 dans cette région du fleuve, qui est d'autant plus regrettable que la crue de 1965 est la plus forte enregistrée dans le delta, depuis 1961. Cette lacune mise à part, l'ensemble des données recueillies par le G.R. MAURITANIE et par la M.A.S. permet l'établissement des lignes d'eau relatives à la période 1961-65.

VII.2.5 - Le SENEGAL à SAINT-LOUIS

Coordonnées géographiques latitude : 16°02' N
longitude : 16°30' W
P.K. = 0

Le plan d'eau à SAINT-LOUIS subit toute l'année l'influence de la marée. Bien que quelques mesures de vitesse aient été effectuées, en particulier au pont FAIDHERBE, il n'est évidemment pas question d'y étalonner une quelconque station limnimétrique. Les installations anciennes ou récentes ont toutes pour but de suivre l'évolution des marées. Un premier marégraphe a été installé dans le fleuve même, vraisemblablement vers 1930, à 60 m en aval du pont FAIDHERBE, au service du Port (actuelle capitainerie). Il était doublé d'une échelle limnimétrique. Son zéro, qui correspond sensiblement au niveau des marées les plus basses à SAINT-LOUIS a été adopté par la M.E.F.S. en 1935, pour origine de son nivellement. La M.E.F.S. a posé à 1,50 m au-dessus du zéro du marégraphe un repère constitué par un trait gravé sur une plaque de fonte scellée sur la culée rive droite du pont FAIDHERBE. Le rattachement de ce repère (1,50 m M.E.F.S.) au repère IGN situé à l'extrémité rive droite du pont FAIDHERBE montre que la cote du zéro du marégraphe est de - 0,455 m IGN. A une date relativement récente qui n'a pu être précisée par la capitainerie, l'installation a été désaffectée et un nouveau

limnigraphe à révolution hebdomadaire a été installé sur la rive, au droit de l'ancien. C'est celui qui fonctionne encore actuellement. Son zéro est le même que celui de l'ancien marégraphe. La nouvelle installation ne comporte pas d'échelle auxiliaire. Elle est exploitée par la capitainerie du Port qui utilise un repère situé à l'aplomb du puits du limnigraphe, et dont la hauteur par rapport au zéro est connue, pour vérifier les indications de l'appareil.

En 1954, une échelle de contrôle a été installée par la M.A.S. sur le quai à l'extrémité nord des bureaux de cet organisme soit 500 m environ en amont du pont FAIDHERBE. Les lectures ont cessé après 1961.

Les marégrammes les plus anciens que l'on connaisse remontent à 1931. Jusqu'en 1961, nombreuses sont les années où les données sont fragmentaires ou manquent totalement. En outre, l'absence d'indications limnimétriques sur beaucoup de marégrammes anciens et récents rendent leur exploitation difficile, voire impossible étant donné que l'on dispose rarement de séries continues d'enregistrements. Une liste des hauteurs maximales annuelles a été établie mais celles de la période 1931 - 1947 sont données sous toutes réserves compte tenu de la valeur discutable des documents utilisés. De 1949 à 1960, on possède des séries valables d'enregistrements pour 7 ou 8 années. Depuis 1961, le marégraphe a fonctionné correctement et les données sont complètes et sûres.

VII.2.6 - Le SENEGAL à GANDIOLE

Le village de GANDIOLE est situé à 15 km à l'aval de SAINT-LOUIS. En mars 1959, une nouvelle embouchure s'est formée à 1 km à l'aval de GANDIOLE, soit 10 km au nord de l'ancienne qui s'est rapidement colmatée. Depuis l'embouchure se déplace vers l'aval de quelques centaines de mètres par an. Elle est encore actuellement à moins de 3 km de GANDIOLE.

Cette proximité de l'embouchure a incité l'ORSTOM à installer un limnigraphe. Ce dernier a été posé en septembre 1961 sur les piliers de l'ancien wharf (800 m à l'aval du phare de GANDIOLE). L'appareil est un RICHARD à mouvement bihebdomadaire. L'installation a été complétée par une échelle constituée par 2 éléments métriques en métal émaillé posés sur la berge au droit du limnigraphe. La station a été rattachée au repère de nivellement du phare de GANDIOLE : tube scellé sur la base du phare et portant la cote 2,747 IGN (rattachement effectué par la société topographique GEOFFROY). Le sommet de la gaine du limnigraphe est à la cote 1,523 IGN. La cote du zéro est à - 0,955 IGN soit 0,50 m en dessous du zéro du marégraphe de SAINT-LOUIS. A noter, que la cote du zéro hydrographique adopté par l'annuaire des marées de DAKAR, et auquel sont rapportées les hauteurs des marées de ce port, est de - 0,98 IGN.

La station a été exploitée du 22 septembre 1961 au 21 mars 1964, avec toutefois 2 interruptions assez longues de novembre 1961 à mai 1962 et de février à mai 1963. En dehors de ces périodes, le limnigraphe a fonctionné correctement. L'appareil et son abri ont été démontés en mai 1964.

La station n'a pas été remise en service depuis.

En décembre 1962, un marégraphe a été installé par l'ORSTOM sur la plage de SAINT-LOUIS en face des bureaux que la M.A.S. possède près de l'hydrobase. La marée océanique a été enregistrée du 29.12.62 au 25.1.63 puis du 28.5 au 10.6.63. L'installation avait pour but de comparer pendant la période des basses eaux l'amplitude de la marée de SAINT-LOUIS avec celle de la marée à DAKAR d'une part, et avec celle de la marée fluviale à GANDIOLE et à SAINT-LOUIS d'autre part.

VII.3 - STATIONS DU MARIGOT DE DOUE

VII.3.1 - Le DOUE à N'GOUI

Coordonnées géographiques	latitude :	16°09' N
	longitude :	13°55' W

Nous avons cité cette station à propos du tarage du SENEGAL à SALDE. Elle a été créée par la M.A.S. en 1955. L'échelle graduée de 2 à 12 mètres est installée sur la rive gauche du DOUE à 100 m à l'aval du bac et comprend 10 éléments métriques verticaux. La cote du zéro est de - 0,45 IGN : rattachement effectué à la borne IGN de N'GOUI (10,893 IGN).

Les relevés ont été poursuivis depuis 1955 avec toutefois des lacunes importantes : absence totale de relevés en 1956 et 1958 et absence de relevés de hautes eaux en 1960.

Les mesures de débit consistent en 48 jaugeages effectués par la M.A.S. en 1955 et 6 jaugeages effectués par l'ORSTOM de 1961 à 1963. [...]

VII.3.2 - Le DOUE à MADINA

Coordonnées géographiques :	latitude :	16°18' N
	longitude :	14°08' W

Un limnigraphe BÄR mensuel a été installé en 1952, par l'U.H.E.A., sur la rive gauche du DOUE, 800 m en amont de MADINA.

Mis en service le 25 avril 1952, il a été exploité d'abord en altitudes M.E.F.S. à partir d'une borne (U.H.E.A. n° 80) placée au droit de l'appareil et portant la cote 10,305 M.E.F.S.

La M.A.S. a pris la station en charge à partir de février 1953 et posé une échelle de contrôle dont le zéro est à la cote + 0,09 M.E.F.S. (rattachement effectué par l'ORSTOM en 1962). Il convient donc de retrancher 9 cm aux relevés 1952 pour les rapporter au zéro de l'échelle actuelle. Celle-ci a été rattachée au nivellement général de l'IGN à partir de la borne M.A.S. (rivet au sol à 9,523 IGN) situé sur la rive droite du DOUE en face de MADINA. L'altitude du zéro est de - 0,50 IGN (constante M.E.F.S. IGN : 0,59 m).

Le limnigraphe a fonctionné correctement d'avril 1952 à mai 1956. En 1957, la M.A.S. a remplacé l'appareil initial par un BÄR 120 jours, qu'elle n'est pas parvenue à exploiter correctement : pannes fréquentes et limnigrammes existants inexploitable. La station a été remise en état par l'ORSTOM en août 1961 et a été exploité régulièrement depuis.

On dispose par suite de relevés assez complets d'avril 1952 à mai 1956 et d'août 1961 à février 1964 (Nous n'avons pas eu communication des relevés effectués en 1964). Les principales lacunes concernent les basses eaux. Elles sont dues au colmatage du canal d'aménée qui fausse les indications du limnigraphe en dessous de la hauteur 3 m. Toutefois, ces lacunes sont comblées en partie par les lectures d'échelle faites lors des changements de feuilles d'enregistrement.

Les jaugeages effectués (1 jaugeage U.H.E.A., 14 jaugeages M.A.S. et 5 jaugeages ORSTOM) ne concernent que les débits de basses eaux (débits inférieurs à 160 m³/s). Le jaugeage U.H.E.A. est nettement aberrant. Les résultats des 14 jaugeages M.A.S. (débits compris entre 4 et 25 m³/s) sont très dispersés notamment en dessous de la hauteur 2,80 (débit = 15 m³/s). Cela n'a rien d'étonnant car cette hauteur correspond à la limite d'étalonnage de la station. En effet, en dessous de 2,80 m les vitesses dans la section sont trop faibles pour qu'on puisse prétendre les mesurer. La mesure effectuée à COGGA le 13 mai 1963 : Q = 1,1 m³/s pour une cote à MADINA de 2,39 m permet toutefois de préciser le tarage pour les faibles débits. [...]

VII.3.3 - Le DOUE à GUEDE

Coordonnées géographiques : latitude : 16°33' N
longitude : 14°47' W

Une échelle a été posée par la M.A.S. en 1940. On ne possède pas de description de l'installation ni les références de son rattachement. La cote du zéro figure dans les carnets de hauteur d'eau de la M.A.S. : le zéro est donné à + 0 65 M.E.F.S. de 1941 à 1943 inclus. Pour le reste de la période d'exploitation, l'échelle est calée au zéro de SAINT-LOUIS (0,00 M.E.F.S.). En 1954, une nouvelle échelle graduée de 0 à 8 m a été installée par la M.A.S. Elle est située à l'amont immédiat de l'ancienne station de pompage de GUEDE et comprend 8 éléments métriques verticaux. Le rattachement effectué à partir de la borne 7,204 IGN située sur la rive droite du DOUE à une centaine de mètres à l'aval de l'échelle situe le zéro à la cote - 0,63 IGN. L'échelle ancienne a été lue régulièrement de 1940 à 1953 mais les relevés ne concernent en général que les moyennes et hautes eaux. La nouvelle échelle a été lue régulièrement depuis sa mise en service et les relevés couvrent l'année.

L'étude des corrélations avec PODOR, lesquelles ont porté à la fois sur les hauteurs maximales et sur l'ensemble des limnigrammes, met en évidence un décalage de zéro de + 15 cm en 1940 et de + 80 cm de 1941 à 1943 par rapport au zéro actuel. Pour la période 1944 - 1953, le zéro coïncide sensiblement avec celui de l'échelle 1954 et il n'y a pas lieu de corriger les relevés.

Le tarage de la station est obtenu au moyen de 75 jaugeages dont 64 ont été effectués par la M.A.S. en 1956 et 11 par l'ORSTOM de 1961 à 1964. [...]