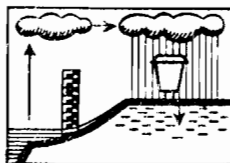


REPUBLIQUE DE
HAUTE - VOLTA

CENTRE ORSTOM DE OUAGADOUGOU
Section d'Hydrologie



**ETUDE HYDROLOGIQUE
DES PLAINES
DE NIENA-DIONKELE ET
FOULASSO - LELASSO**

8. RAPPORT DEFINITIF

TOME 8



J. M. LAMACHERE

SEPTEMBRE 1984

République de Haute-Volta
Direction de l'Hydraulique
et de l'équipement rural

Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Outre-Mer

Centre O.R.S.T.O.M.
OUAGADOUGOU B.P. 182
Haute-Volta.

ETUDE HYDROLOGIQUE DES PLAINES
DE NIÉNA-DIONKÉLÉ ET FOULASSO-LELASSO

Rapport définitif

tome 8.

LAMACHERE J.M.

Septembre 1984.

Cette étude est réalisée à la demande du Projet de développement Rizicole de Niéna-Dionkélé (marché n° 74/81/MEP/HER) en collaboration avec le Service de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural.

	<u>Pages</u>
5.1.4. Etude fréquentielle des débits moyens annuels -----	192 à 197
<u>Tableau n° 66</u> - Débits moyens annuels estimés sur les bassins versants de la plaine de NIENA - DIONKELE -----	193
<u>Tableau n° 67</u> - Etude fréquentielle des débits moyens annuels aux exutoires des bassins versants de la plaine de NIENA - DIONKELE -----	194
• Ajustement de lois statistiques aux échantillons de débits moyens annuels reconstitués aux exutoires des affluents du SESSE figures n° 50 à 52 -----	195 à 197
5.1.5. Conclusions de l'étude des apports -----	198 à 199
5.2. <u>Etude des crues des rivières DOUGO, KUO, KONGA, OUZOU</u> <u>et DOUGBE</u> -----	<u>200 à 283</u>
5.2.1. Méthodologie de l'étude des crues -----	200 à 204
• Pluies et crues du 13 au 15/08/1982 de la rivière DOUGO à DINGASSO, figure n° 53 -----	204
5.2.2. Etude des crues et des tarissements du DOUGO à DINGASSO	205 à 223
<u>Tableau n° 67</u> - Les crues du DOUGO à DINGASSO paramètres hydrométriques des crues -----	207 à 208
<u>Tableau n° 68</u> - Pluies et crues du DOUGO à DINGASSO -----	209 à 210
<u>Tableau n° 69</u> - Courbes de tarissement du DOUGO à DINGASSO ---	211 à 212
• Types de crues standardisées du DOUGO à DINGASSO figure n° 54	213
• Relations entre lames de crue, pluies moyennes et indices d'humidité sur le bassin du DOUGO à DINGASSO figure n°55 et 56	216 à 217
• Relations entre le débit de base en fin de crue, la pluie sur le bassin et le débit de base en début de crue sur le bassin du DOUGO figure n° 57 -----	219
• Tarissements du DOUGO à DINGASSO figure n° 58 -----	222
• Variations du coefficient tarissement avec le cumul des pluies sur le bassin du DOUGO figure n° 59 -----	223

	<u>Pages</u>
5.2.3. Etude des crues du KUO à DIGOUERA -----	224 à 243
<u>Tableau n° 70</u> - Paramètres hydrométriques des crues du KUO à DIGOUERA -----	226 à 227
<u>Tableau n° 71</u> - Pluies et crues du KUO à DIGOUERA -----	228 à 229
<u>Tableau n° 72</u> - Courbes de tarissement du KUO à DIGOUERA -----	230 à 231
• formes des crues du KUO à DIGOUERA figure n° 60 -----	232
• Relations entre lames de crue, pluies moyennes et indices d'humidité sur le bassin du KUO à DIGOUERA figures n° 61 et 62	236 à 237
• Relations entre le débit de base en fin de crue, la pluie moyenne sur le bassin et le débit de base en début de crue du KUO à DIGOUERA figure n° 63 -----	239
• Tarissements du KUO à DIGOUERA figures n° 64 et 65 -----	242 à 243
5.2.4. étude des crues de la rivière KONGA à N'DANA -----	244 à 256
<u>Tableau n° 73</u> - paramètres hydrométriques des crues du KONGA à N'DANA -----	245
<u>Tableau n° 74</u> - Paramètres pluviométriques des crues du KONGA à N'DANA -----	246
<u>Tableau n° 75</u> - étude des tarissements du KONGA à N'DANA -----	247
• Crue du 12 au 18 août 1982 du KONGA à N'DANA figure n° 66 -----	249
• Relations entre lames de crues, pluies moyennes sur le bassin et indices d'humidité sur le bassin du KONGA à N'DANA figure n° 67 -----	251
• Relations entre le débit de base en fin de crue, la pluie moyenne sur le bassin du KONGA, le débit de base en début de crue à N'DANA et l'indice d'humidité figure n° 68 -----	253
• Etude des tarissements du KONGA à N'DANA figures n° 69 et 70	255 à 256
5.2.5. Etude des crues de la rivière DOUGBE à DIGOUERA	257 à 270
<u>Tableau n° 76</u> - Paramètres hydrométriques des crues du DOUGBE à DIGOUERA -----	258 à 259
<u>Tableau n° 77</u> - Paramètres pluviométriques des crues du DOUGBE à DIGOUERA -----	260

	<u>Pages</u>
<u>Tableau n° 78</u> - étude des tarissements du DOUGBE à DIGOUERA	261
• Formes des crues du DOUGBE à DIGOUERA figure n° 71 -----	263
• Relations entre la lame de crue, la pluie moyenne et l'indice d'humidité sur le bassin du DOUGBE à DIGOUERA figure n° 72 -----	265
• Relations entre le débit de base en fin de crue, la pluie moyenne, l'indice d'humidité sur le bassin du DOUGBE et le débit de base en début de crue à DIGOUERA figure n° 73-----	268
• Etude des tarissements du DOUGBE à DIGOUERA figure n° 74----	270
5.2.6. Etude des crues de l'OUZOU à KOUEREDENI -----	271 à 283
<u>Tableau n° 79</u> - Paramètres hydrométriques des crues de l'OUZOU à KOUEREDENI -----	272
<u>Tableau n° 80</u> - Paramètres pluviométriques des crues de l'OUZOU à KOUEREDENI -----	273
<u>Tableau n° 81</u> - Etude des tarissements de l'OUZOU -----	274
• Formes des crues de l'OUZOU à KOUEREDENI figure n° 75 ----	276
• Relations entre la lame de crue, la pluviométrie moyenne et l'indice d'humidité sur le bassin de l'OUZOU à KOUEREDENI figure n° 76 -----	279
• Relations entre le débit de base en fin de crue, la pluie moyenne sur le bassin et le débit de base en début de crue de l'OUZOU à KOUEREDENI figure n° 77 -----	281
• Variations du coefficient de tarissement de l'OUZOU avec l'indice d'humidité figure n° 78 -----	283
<u>5.3. Estimation des crues de projet sur les bassins du KUO, du DOUGO, du KONGA, de l'OUZOU et du DOUGBE</u> -----	<u>284 à 299</u>
5.3.1. Etude fréquentielle des débits maximaux instantanés annuels -----	285 à 289
<u>Tableau n° 82</u> - Débits maximaux annuels observés -----	287

	<u>Pages</u>
<u>Tableau n° 83</u> - Etude fréquentielle des débits maximaux du DOUGO et du KUO -----	287
<u>Tableau n° 84</u> - Etude fréquentielle des débits maximaux du KONGA, du DOUGBE et de l'OUZOU -----	287
• Etude fréquentielle des débits maximaux du DOUGO, du KUO, du KONGA, de l'OUZOU et du DOUGBE figure ^s n° 79 et 80 -----	288 à 289
5.3.2. Estimation des crues de projet par la méthode de l'hydrogramme unitaire -----	290 à 299
<u>Tableau n° 86</u> - estimation des paramètres hydrologiques des crues rares du DCUGO à DINGASSO -----	296
<u>Tableau n° 87</u> - paramètres hydrologiques des crues rares du KUO à DIGOUERA -----	296
<u>Tableau n° 88</u> - paramètres hydrologiques des crues rares du KONGA à N'DANA -----	297
<u>Tableau n° 89</u> - paramètres hydrologiques des crues rares du DOUGBE à DIGOUERA -----	297
<u>Tableau n° 90</u> - paramètres hydrologiques des crues rares de l'OUZOU à KOUEREDENI -----	298
5.3.3. Conclusion de l'estimation des crues de projet sur les affluents du SESSE en amont de la plaine de NIENA - DIONKELE -----	300 à 301
<u>Conclusions de la première partie A</u> -----	302 à 306
Etude hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE et de ses affluents	

<u>Tableau n° 91</u> - Comparaison des estimations des apports annuels du SESSE à KARAMASSASSO et de ses affluents -----	305
<u>Tableau n° 92</u> - Comparaison des estimations des crues rares des affluents du SESSE à KARAMASSASSO -----	306

<u>Tableau n° 109</u> - débits moyens annuels du LONGO à NIAMANA et statistique -----	334
• Ajustements statistiques aux échantillons des modules des affluents des plaines de FOULASSO - LELASSO figure n° 88 -----	335
• Ajustement statistique des modules du LONGO à NIAMANA figure n° 89 -----	336
6.1.5. conclusions de l'étude des apports des affluents de la rivière SELEDOGO et de la rivière LONGO à NIAMANA -----	337
6.2. <u>Etude des crues des rivières SELEDOGO et SANGOUE, affluents des plaines de FOULASSO et LELASSO.</u> -----	338 à 368
6.2.1. Méthodologie de l'étude des crues des rivières SELEDOGO et SANGOUE -----	338 à 339
6.2.2. Etude des crues de la rivière SELEDOGO à N'GOROLANI et à LELASSO -----	340 à 356
• Chroniques des débits moyens journaliers de la rivière SELEDOGO à N'GOROLANI et à LELASSO pour les années 1981 à 1983 figures 90 à 92 -----	341 à 343
<u>Tableau n° 110</u> - Paramètres hydrométriques des crues du SELEDOGO à N'GOROLANI -----	344
<u>Tableau n° 111</u> - Paramètres pluviométriques des crues du SELEDOGO à N'GOROLANI -----	345
<u>Tableau n° 112</u> - Paramètres hydrométriques des crues du SELEDOGO à LELASSO -----	346
<u>Tableau n° 113</u> - Paramètres pluviométriques des crues du SELEDOGO à LELASSO -----	347
• Variations du débit de base du SELEDOGO à N'GOROLANI avec la cote aux échelles de SOUROU. <u>figure 93</u> -----	351
• Variations du débit de base du SELEDOGO à LELASSO avec la cote aux échelles dans la plaine de LELASSO <u>figure 94</u> -----	352
• Coefficients de ruissellement et indices d'humidité des sols sur les bassins du SELEDOGO à N'GOROLANI et à LELASSO <u>figures 95 et 96</u> -----	355 à 356

Pages

6.2.3. Etude des crues du SELEDOGO à S'MAIRI et du SANGOUE à S'MAIRI -----	357 à 367
• Chroniques des débits moyens journaliers des rivières SELEDOGO et SANGOUE à S'MAIRI pour les années 1981 à 1983. figures 97 à 99 -----	359 à 361
<u>Tableau n° 114</u> - Paramètres hydrométriques des crues du SELEDOGO à S'MAIRI -----	362
<u>Tableau n° 115</u> - Paramètres pluviométriques des crues du SELEDOGO à S'MAIRI -----	363
• Coefficients de ruissellement et pluies moyennes journalières des crues du SELEDOGO à S'MAIRI, coefficients de ruissellement et indices d'humidités sur le bassin versant du SELEDOGO à S'MAIRI <u>figure 100</u> -----	367
6.2.4. <u>Conclusion de l'étude des crues de la rivière SELEDOGO.</u> -----	368

	<u>Pages</u>
<u>Chapitre 7. Hydrologie sommaire des plaines de FOULASSO-LELASSO.</u> -----	369 à 384
7.1. <u>Limnimétrie dans les plaines de FOULASSO, de LELASSO et de SOUROU.</u> -----	370 à 378
7.1.1. Résultats des campagnes limnimétriques	
<u>Tableaux n° 116 à 118 - Hauteurs d'eau observées au cours des années 1981, 1982 et 1983 dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU.</u> -----	371 à 373
. <u>Limnigrammes des observations de hauteurs d'eau dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU au cours des années 1981 à 1983</u> <u>figures 101 à 103</u> -----	374 à 376
7.1.2. <u>Interprétation des mesures de niveau d'eau dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU</u> -----	377 à 378
7.2. <u>Etude des apports dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU.</u> -----	379 à 383
7.2.1. <u>Méthodologie de l'estimation des apports</u> -----	379 à 380
7.2.2. <u>Estimation des apports dans la plaine de LELASSO</u> ----	381 à 382
7.2.3. <u>Estimation des apports dans la plaine de FOULASSO</u> --	383
7.3. <u>Conclusions de l'étude hydrologique des plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU.</u> -----	384
<u>Bibliographie.</u> -----	385 à 387

Première partie

tome 8

A

Hydrologie de la plaine de NIENA-DIONKELE
et de ses affluents.

Chapitre 5.

Apports et crues des affluents du SESSE à KARAMASSASSO

- 5.1. étude des apports annuels des rivières DOUGO, KUO, KONGA, DOUGBE et OUZOU
- 5.2. étude des crues des rivières DOUGO, KUO, KONGA, DOUGBE et OUZOU
- 5.3. estimation des crues de projet sur les bassins du KUO, du DOUGO, du KONGA, de l'OUZOU et du DOUGBE.

5.1. Etude des apports annuels des rivières DOUGO, KUO, KONGA,
DOUGBE et OUZOU.

L'étude des apports annuels, évacués par les affluents de la rivière SESSE en amont de la plaine de NIENA-DIONKELE, a pour but la connaissance des régimes hydrologiques de ces rivières et ainsi devrait permettre la détermination des ressources en eaux superficielles en amont de cette plaine.

Afin d'acquérir une connaissance approfondie des régimes hydrologiques il apparaît indispensable d'étendre les mesures hydrologiques de débits effectuées sur de courtes périodes : 3 à 6 ans, à des périodes beaucoup plus longues : 20 à 30 ans. Pour réaliser cette extension nous allons tout d'abord mettre en relation les pluies annuelles et les débits moyens annuels observés dans la région de N'DOROLA puis, à l'aide des deux postes pluviométriques de longue durée : N'DOROLA et KOURROUMA, nous tenterons de constituer pour chaque bassin un estimateur de sa pluie moyenne annuelle. Une fois cet estimateur constitué, il nous suffira alors de générer de longues séries de pluviométries annuelles pour chaque bassin à partir des pluies annuelles observées à N'DOROLA et à KOURROUMA, puis enfin de générer les débits moyens annuels à partir des relations pluies-débits établies grâce aux six campagnes de mesures hydrologiques.

5.1.1. Résultats des campagnes hydrométriques et pluviométriques.

Des observations hydrologiques ont été effectuées sur les bassins versants les plus importants : ceux des rivières DOUGO, KUO, KONGA et OUZOU, et sur des bassins versants de superficie plus réduite : ceux des rivières KOKOULANI et DOUGBE.

Nous ne retiendrons pas les observations effectuées sur le bassin versant de la rivière KOKOULANI à KAYA. Sur la période 1974 à 1976, l'absence de limnigraphe n'a pas permis d'y suivre les variations des niveaux d'eau pendant les crues et sur la période 1981 à 1983, le marigot n'a pratiquement pas coulé.

Nous procéderons donc exclusivement à l'étude des apports annuels sur les bassins versants suivants :

- le Dougo à Dingasso : 158 km²
- le Kuo à Digouera : 67,8 km²
- le Konga à N'Dana : 186 km²
- l'Ouzou à Koueredeni : 77 km²
- le Dougbé à Digouera : 19 km²

Les débits moyens mensuels et annuels observés ainsi que les pluviométries moyennes observées sur les bassins, tirés des rapports hydrologiques des campagnes 1974, 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983, sont consignés sur les tableaux suivants :

- pour le DOUGO à DINGASSO, page 176
débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 55
pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 56
- pour le KUO à DIGOUERA, page 177
débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 57
pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 58
- pour le KONGA à N'DANA, page 178
débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 59
pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 60
- pour le DOUGBE à DIGOUERA, page 179
débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 61
pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 62
- pour l'OUZOU à KOUEREDENI, page 180
débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 63
pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 64.

Tableau n° 55.

DOUGO à DINGASSO.

Débits moyens mensuels en m³/s

Mois Années	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.115	0.591	1.038	0.319	0.106	0.01
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.123	0.02	0.383	0.509	1.435	0.403	0.183	0.024	0.256
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.012	0.855	0.493	0.352	0.219	0.061	0.167
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.006	0.056	0.261	0.087	0.002	0.0	0.034
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.001	0.031	0.052	1.318	0.858	0.249	0.118	0.014	0.223
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.016	0.001	0.026	0.007	0.002	0.0	0.0	0.004

Tableau n° 56.

DOUGOU à DINGASSO

Pluviométries moyennes en mm

Mois Années	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1974	0.0	0.0	*77	*26	* 24	*220	193	292	126	36	0.0	0.0
1975	0.0	0.0	27.0	33.0	102	126	287	180	256	27.5	14.7	0.0	1053
1976	0.0	0.0	0.0	85	137	70	202	289	108	116	6.9	0.0	1014
1981	0.0	*6.0	*1.0	16.2	137	110	270	160	137	31.5	0.0	0.0	869
1982	0.0	*1.2	*2.0	38.7	114	148	214	290	120	50	0.0	0.0	978
1983	0.0	*3.0	*2.0	22.2	51	108	127	229	132	21	6.0	1.0	702

* valeurs estimées non mesurées.

Tableau n° 57.

KUO à DIGOUERA

Débits moyens mensuels en m³/s

Mois Années	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.076	0.808	0.515	0.150	0.058	0.015
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.005	0.0	0.059	0.259	1.002	0.294	0.088	0.028	0.144
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.014	0.513	0.341	0.187	0.118	0.032	0.102
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.004	0.001	0.150	0.380	0.253	0.077	0.007	0.0	0.074
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.008	0.002	0.076	0.675	0.416	0.143	0.018	0.0	0.113
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.016	0.002	0.003	0.035	0.007	0.0	0.0	0.005

Tableau n° 58.

KUO à DIGOUERA

Pluviométries mensuelles en mm

Mois Années	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1974	0.0	0.0	* 38	* 18	* 47	*138	201	370	125	44	0.0	0.0
1975	0.0	0.0	25	6	101	184	264	206	282	25	14	0.0	1107
1976	0.0	0.0	0.0	54	142	76	167	298	120	159	2	0.0	1018
1981	0.0	* 5	0.0	31	97	119	291	133	150	5	0.0	0.0	831
1982	0.0	* 2	* 3	44	86	167	222	257	71	69	0.0	0.0	921
1983	0.0	* 6	* 5	35	52	171	125	146	150	9	* 2	0.0	701

* valeurs estimées sans mesures précises

Tableau n° 59.

KONGA à N'DANA

Débits moyens mensuels en m³/s

Mois Années	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.112	0.283	0.277	0.032	0.0	0.0
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.005	0.0	0.405	0.025	0.0	0.0	0.036
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.002	0.143	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.012
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tableau n° 60.

KONGA à N'DANA

Pluviométries mensuelles en mm

Mois Années	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1974	0.0	0.0	124	4	22	200	202	370	126	51	0.0	0.0
1975	0.0	0.0	*15	5	90	105	304	238	193	51	8	0.0	1009
1976	0.0	0.0	0.0	85	120	89	223	187	103	74	33	0.0	914
1981	0.0	*3.0	0.0	12	92	95	191	163	146	11	0.0	0.0	713
1982	0.0	*10	*30	52	122	146	183	196	75	86	*10	0.0	910
1983	0.0	* 2	* 3	21	133	107	204	185	127	4	* 1	0.0	787

* valeurs estimées sans mesures précises

Tableau n° 61.

DOUGBE à DIGOUERA

Débits moyens mensuels en m³/s

Mois Années	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.002	0.040	0.039	0.034	0.008	0.0
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.003	0.003	0.006	0.037	0.079	0.056	0.016	0.0	0.017
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.004	0.0	0.0	0.009	0.033	0.018	0.008	0.0	0.006

Tableau n° 62.

DOUGBE à DIGOUERA

Pluviométries mensuelles en mm

Mois Années	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1974	0.0	0.0	* 81	* 11	* 35	*169	210	352	138	46	0.0	0.0
1975	0.0	0.0	* 30	10	151	181	347	256	276	38	8	0.0	1297
1976	0.0	0.0	0.0	7	170	56	162	238	148	124	6	0.0	911

* valeurs estimées sans mesures précises

Tableau n° 63.

OUZOU à KOUEREDENI

Débits moyens mensuels en m³/s

Mois Années	Mois												Année
	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.033	0.147	0.223	0.186	0.038	0.0	0.052
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.015	0.0	0.0	0.0	0.126	0.063	0.0	0.0	0.017
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.030	0.134	0.052	0.069	0.020	0.0	0.025

Tableau n° 64.

OUZOU à KOUEREDENI

Pluviométries mensuelles en mm

Mois Années	Mois												Année
	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
1974	0.0	0.0	*101	* 15	* 23	*210	*210	352	138	47	0.0	0.0	1096
1975	0.0	0.0	* 30	5	90	106	163	151	253	39	2	0.0	839
1976	0.0	0.0	0.0	126	150	98	236	241	92	105	28	0.0	1076

* valeurs estimées sans mesures précises

5.1.2. Relations entre pluies annuelles et débits moyens annuels.

Afin de visualiser les relations existant entre les pluies moyennes observées sur les bassins et les débits moyens annuels observés aux exutoires, nous avons dessiné 5 figures sur lesquelles ont été reportés en ordonnées les débits moyens annuels, Q, et en abscisses les pluviométries annuelles, P.

Chaque année est représentée par un point sur chacune des figures. En traçant une courbe, ou une droite, placée à égale distance des points figurant les années observées, on définit une relation $Q = f(P)$.

Nous n'explicitons pas ces relations par des formules mathématiques, bien que dans le cas de droites ce soit assez facile, mais nous utiliserons ultérieurement les graphiques pour la détermination des débits moyens annuels à partir des pluies annuelles reconstituées.

Chaque bassin possède sa propre relation $Q = f(P)$ de la façon suivante :

- le DOUGO à DINGASSO, figure n° 42 page 182
- le KUO à DIGOUERA, figure n° 43, page 183
- l'OUZOU à KOUEREDENI, figure n° 44, page 184
- le KONGA à N'DANA, figure n° 45, page 184
- le DOUGBE à DIGOUERA, figure n° 46, page 185.

Débits moyens annuels
m³/s

DOUGO A DINGASSO

0,250

0,200

0,150

0,100

0,050

83

800

900

1000 Pluie annuelle mm

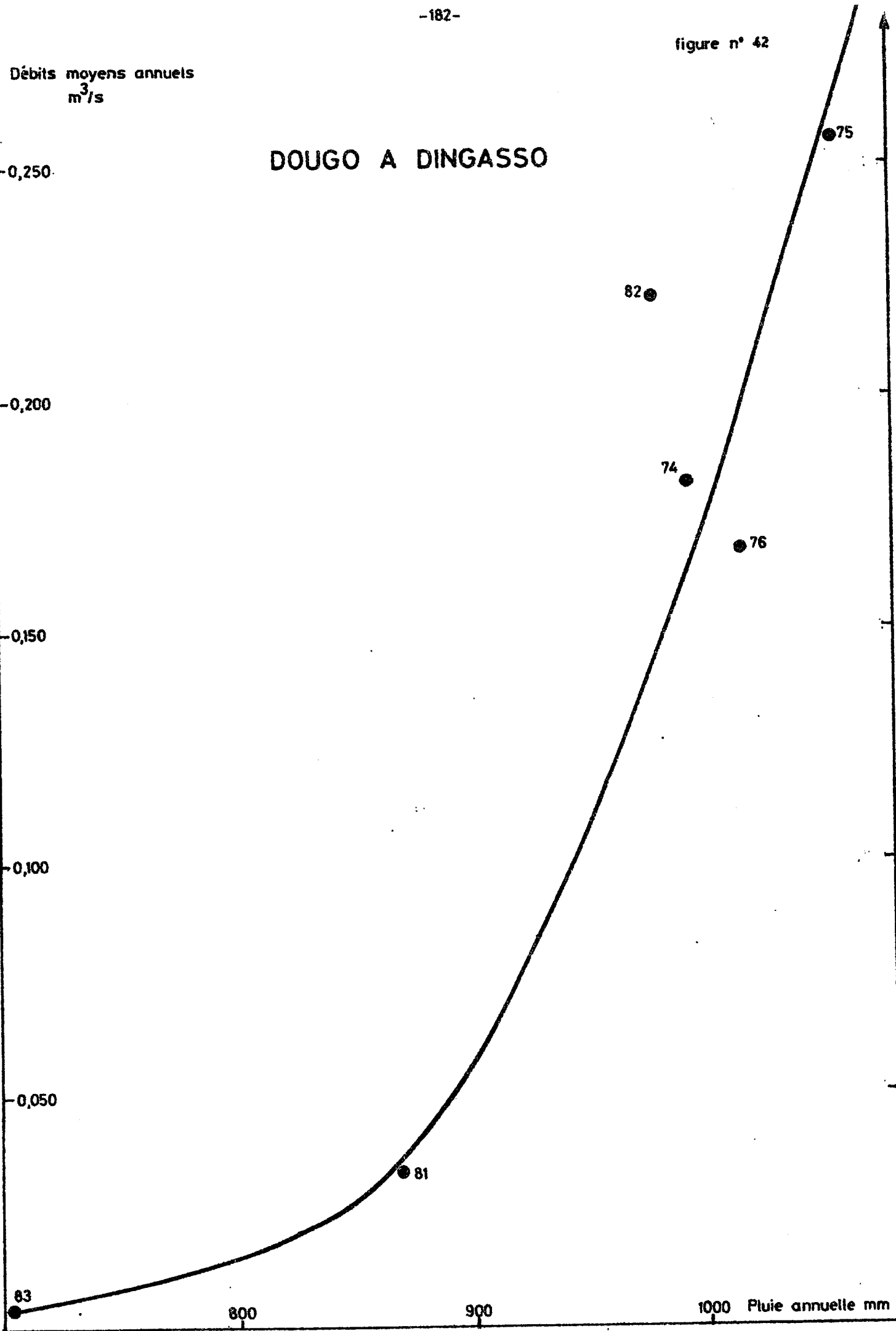
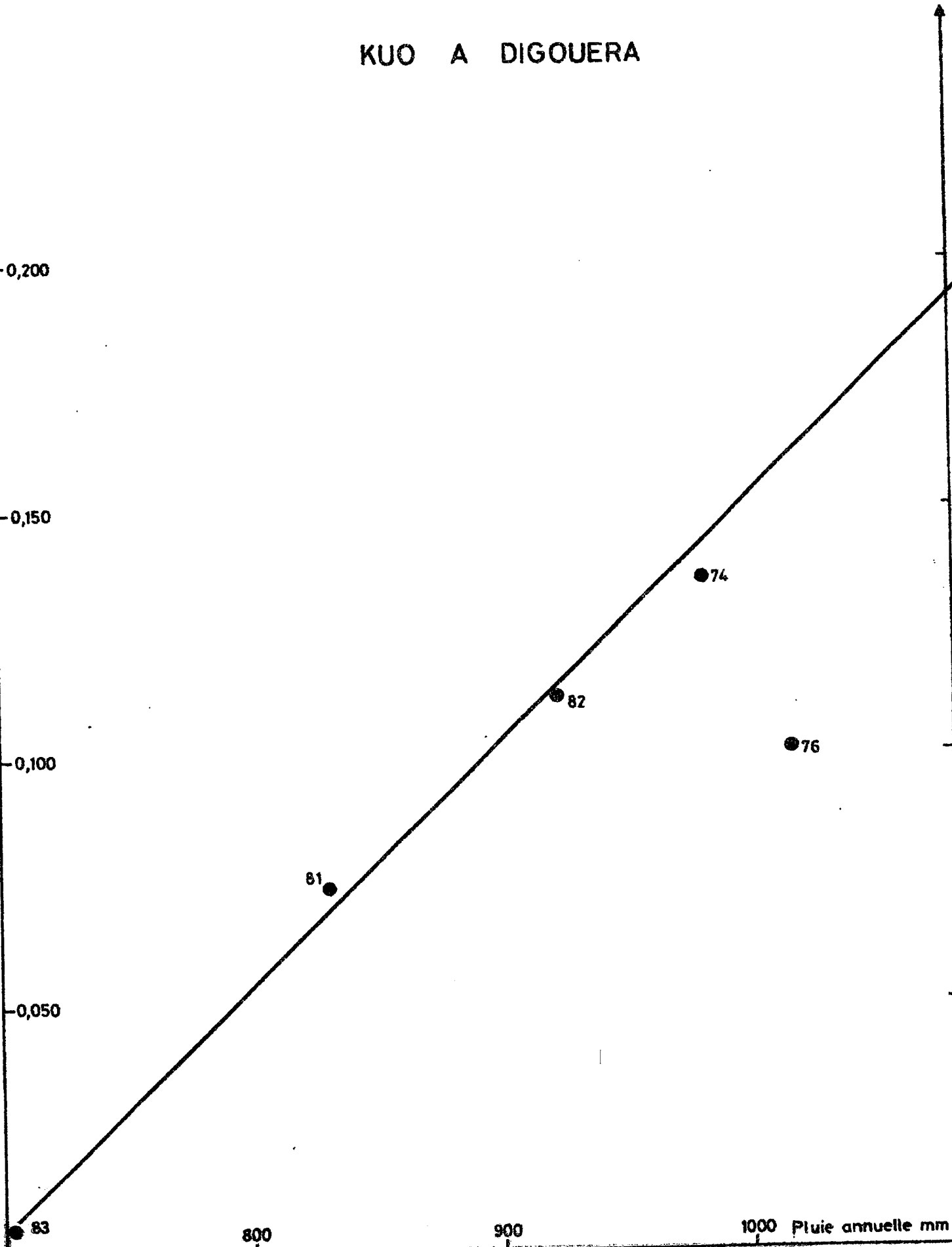


Figure n° 43

KUO A DIGOUERA

Debits moyens annuels
 m^3/s



1000 Pluie annuelle mm

Figure n° 44

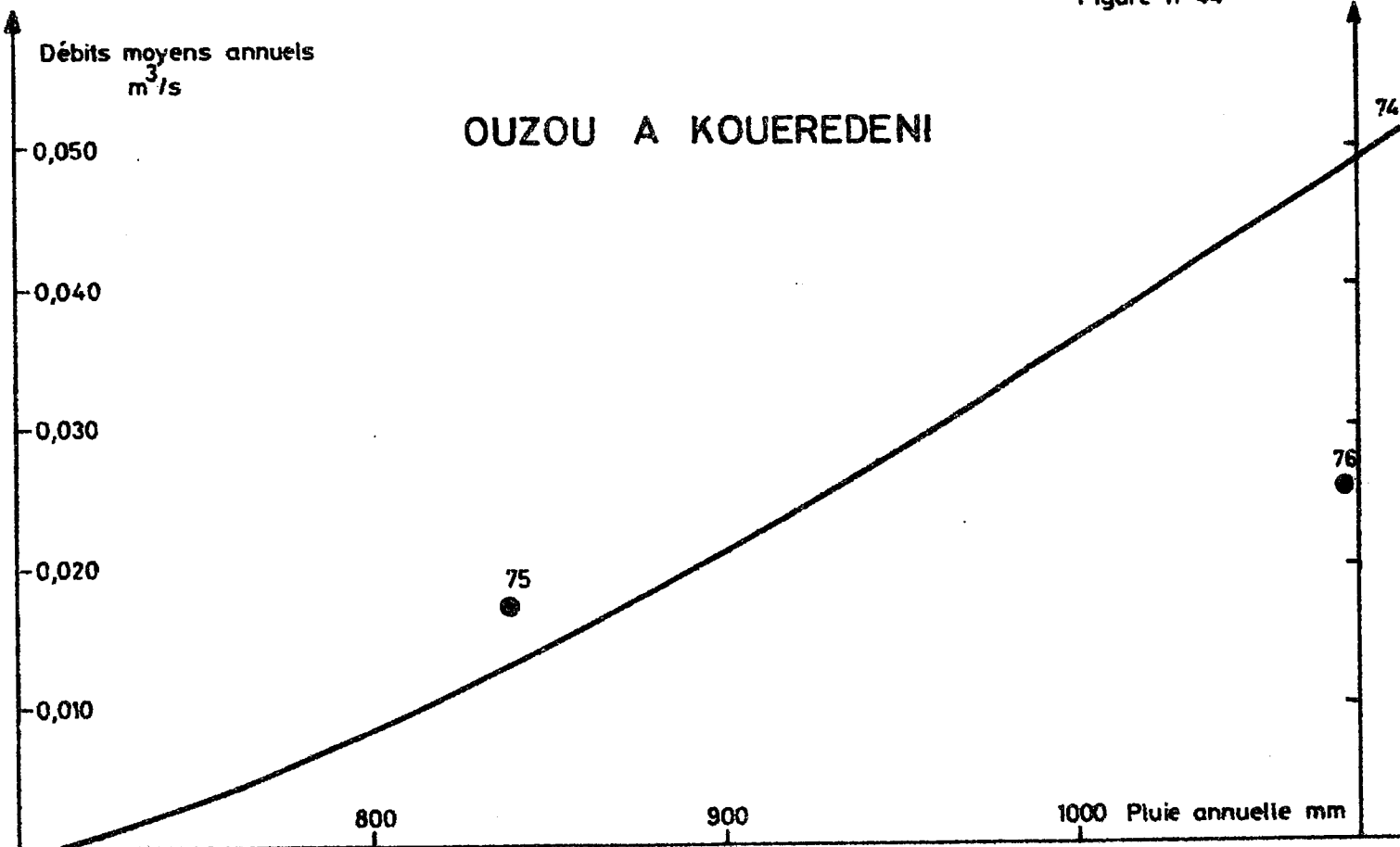


Figure n° 45

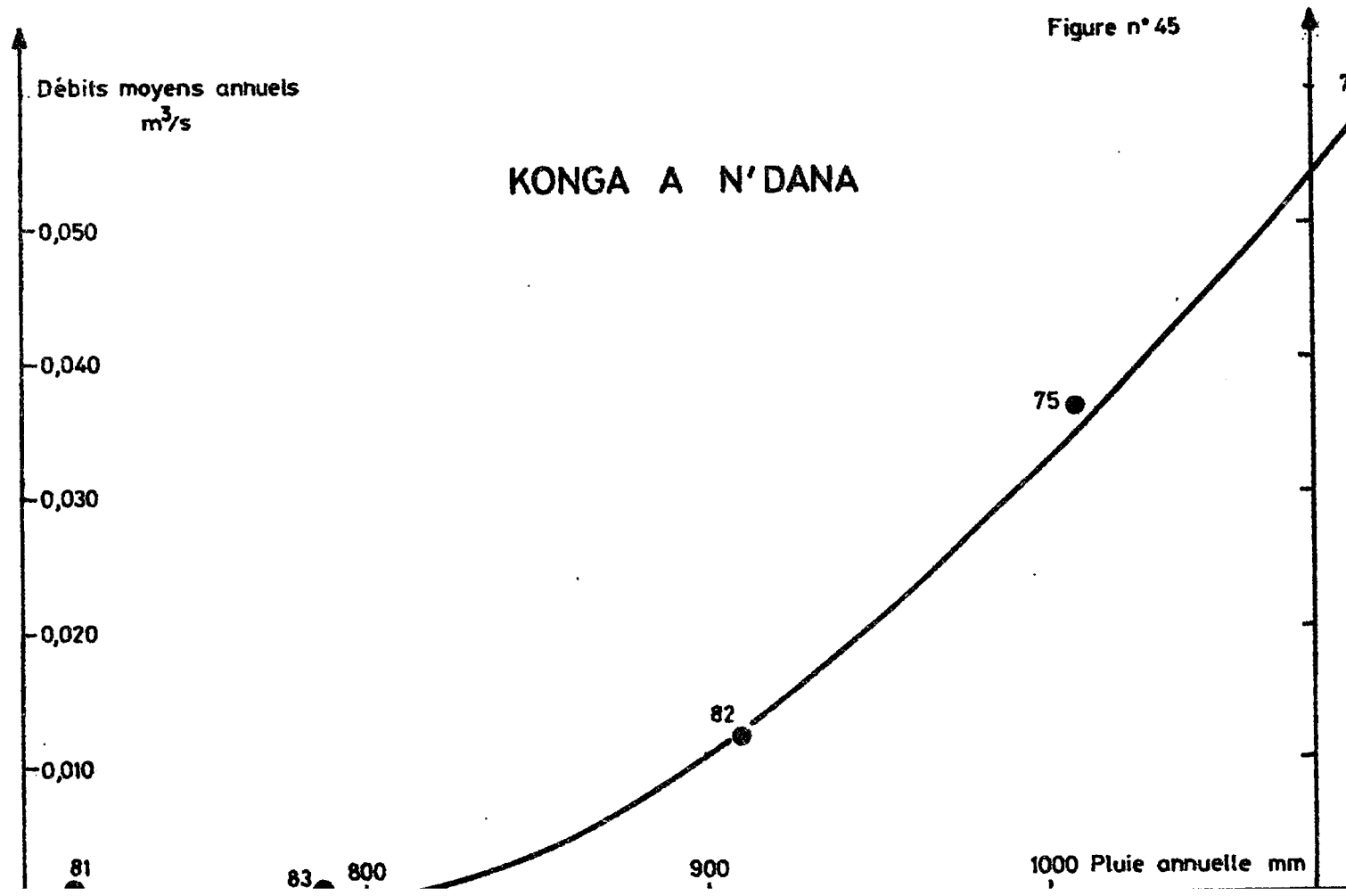
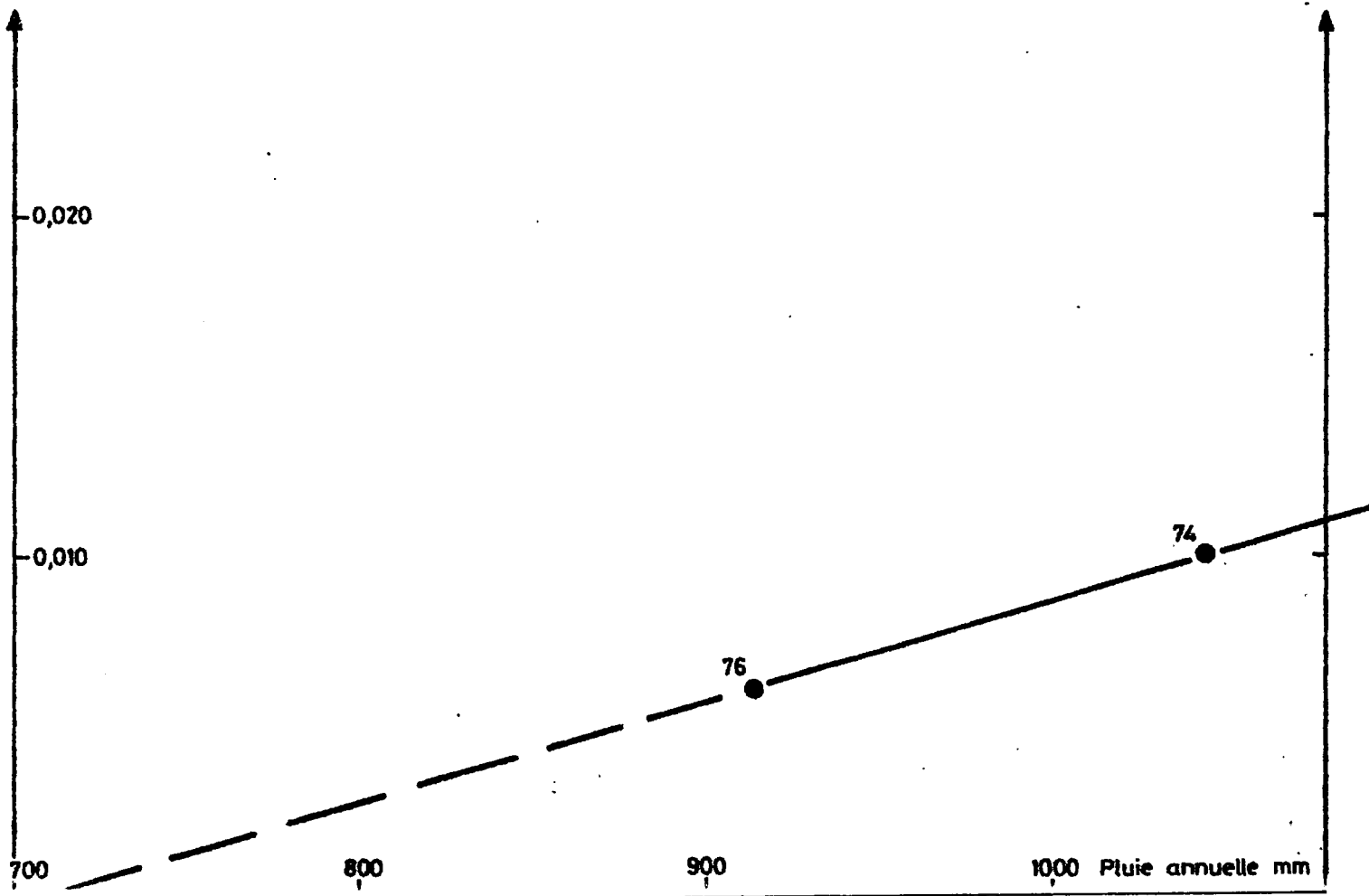
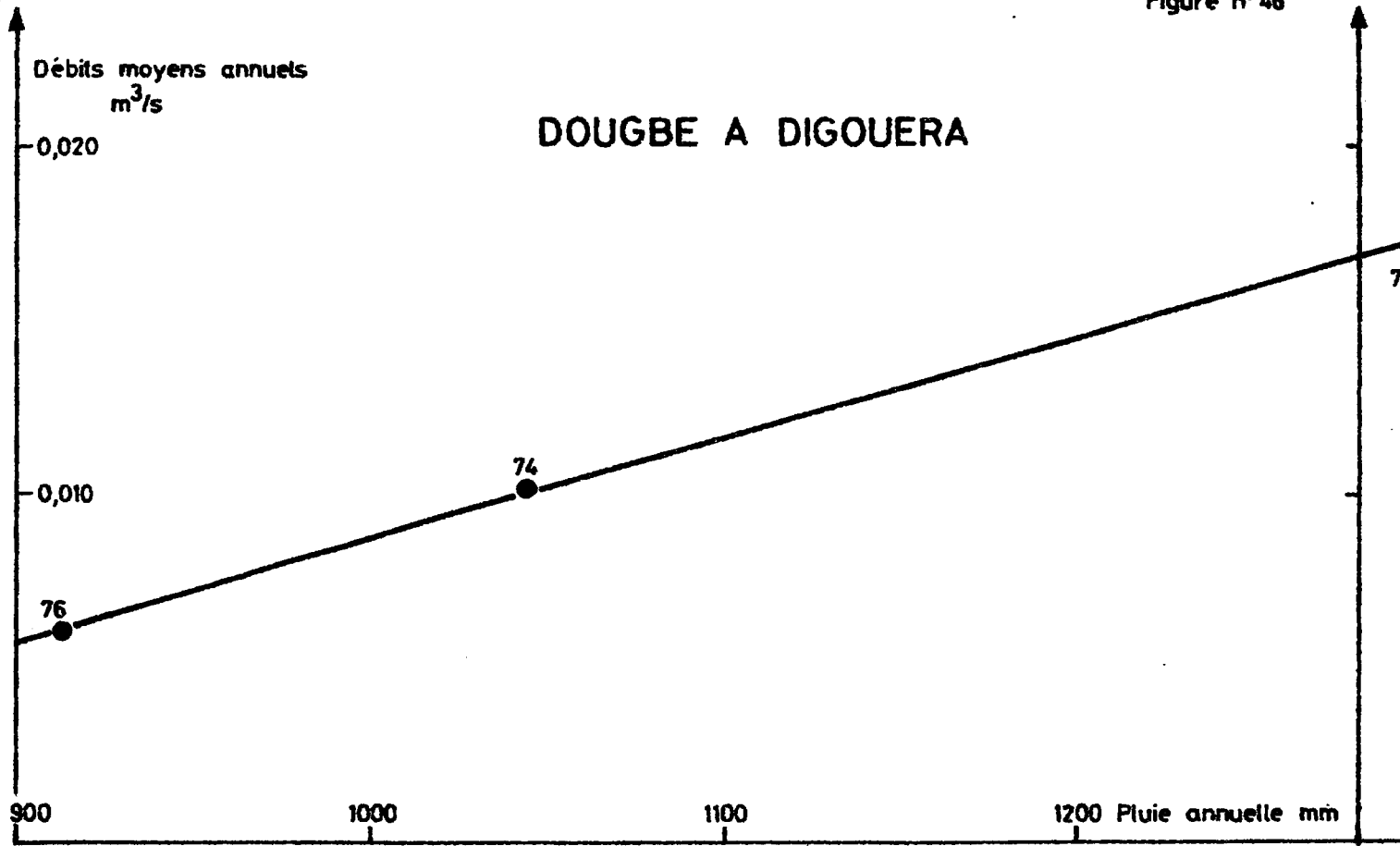


Figure n° 46



5.1.3. Recherche d'un estimateur des pluies moyennes sur les bassins.

Les postes pluviométriques de longue durée dans la région de N'DOROLA sont au nombre de trois : N'DOROLA, KOURROUMA et SAMROGOUAN. Pour les bassins versants situés en amont de la plaine de NIENA-DIONKELE nous nous servirons exclusivement des pluies annuelles observées aux deux premiers postes : N'DOROLA et KOURROUMA, pluviométries qui sont consignées au tableau n° 65 et sont extraites du chapitre 3, paragraphe 3.1. de la présente étude (tableau n° 65 page 188).

Pour chaque bassin versant nous avons défini un estimateur de sa pluviométrie moyenne de la façon suivante :

- Dougo à Dingasso

$$P_{\text{moy.}}^* = \frac{P_{\text{N'DOROLA}} + P_{\text{KOURROUMA}}}{2}$$

- Kuo à Digouera

$$P_{\text{moy.}}^* = P_{\text{KOURROUMA}}$$

- Konga à N'Dana

$$P_{\text{moy.}}^* = P_{\text{N'DOROLA}}$$

- Ouzou à Koueredeni

$$P_{\text{moy.}}^* = P_{\text{N'DOROLA}}$$

- Dougbé à Digouera

$$P_{\text{moy.}}^* = P_{\text{KOURROUMA}}$$

Sur les figures 47 à 49 pages 189 à 191 nous avons ensuite placé en ordonnées les valeurs de l'estimateur et en abscisses les valeurs observées sur les bassins du DOUGO, du KUO et du KONGA pour les années 1974, 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983. Les droites de corrélations nous paraissent significativement s'écarter de la première bissectrice ($y = x$) pour les bassins du DOUGO, du KUO et du KONGA. Pour le bassin de l'OUZOU, la dispersion des points, limités à 3, ne permet pas de conclure et nous conserverons, faute de mieux, le premier estimateur : $P_{\text{moy.}}^* = P_{\text{N'DOROLA}}$.

Pour le bassin du DOUGBE, la droite de corrélation, malgré une assez forte dispersion des points, ne semble pas s'écarter de la première bissectrice et nous conserverons donc comme estimateur de la pluie moyenne sur le bassin la pluie observée à KOURROUMA :

$$P_{\text{moy}}^* = P_{\text{KOURROUMA}}$$

Pour les autres bassins, les estimateurs des pluies moyennes sont les suivants :

- le DOUGO à DINGASSO

$$P_{\text{moy}}^* = \left(\frac{P_{\text{N'DOROLA}} + P_{\text{KOURROUMA}}}{2} \right) - 40$$

- le KUO à DIGOUERA

$$P_{\text{moy}}^* = 0.9 P_{\text{KOURROUMA}} + 70$$

- le KONGA à N'DANA

$$P_{\text{moy}}^* = 0.91 P_{\text{N'DOROLA}} + 8$$

A l'aide de ces relations, nous avons dressé le tableau n°65 page 188 où sont consignées les pluviométries moyennes de chaque bassin année par année sur la période 1949-1983.

Tableau n° 65.

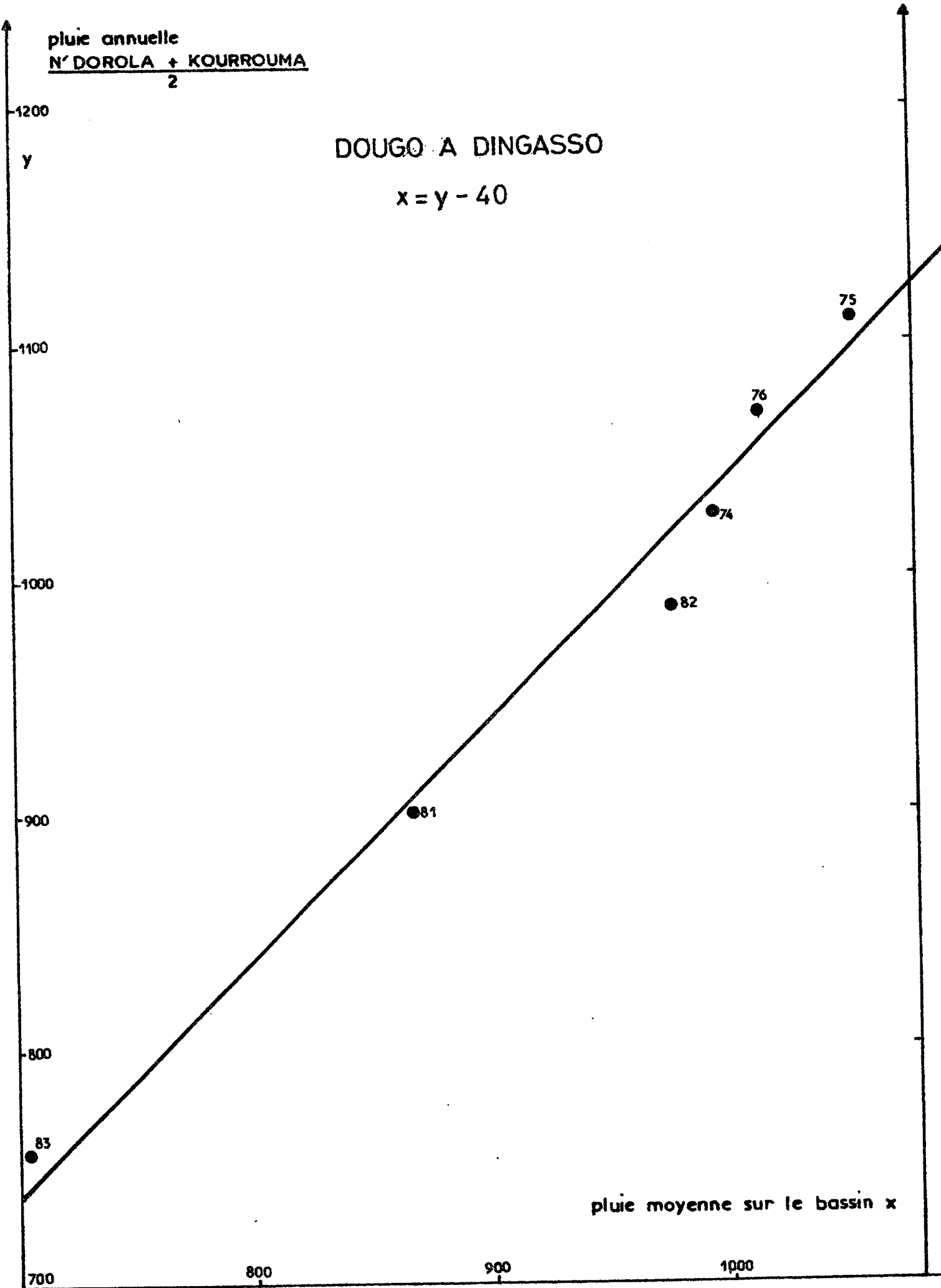
Pluviométries annuelles moyennes estimées
sur les bassins de la plaine de NIENA-DIONKELE.

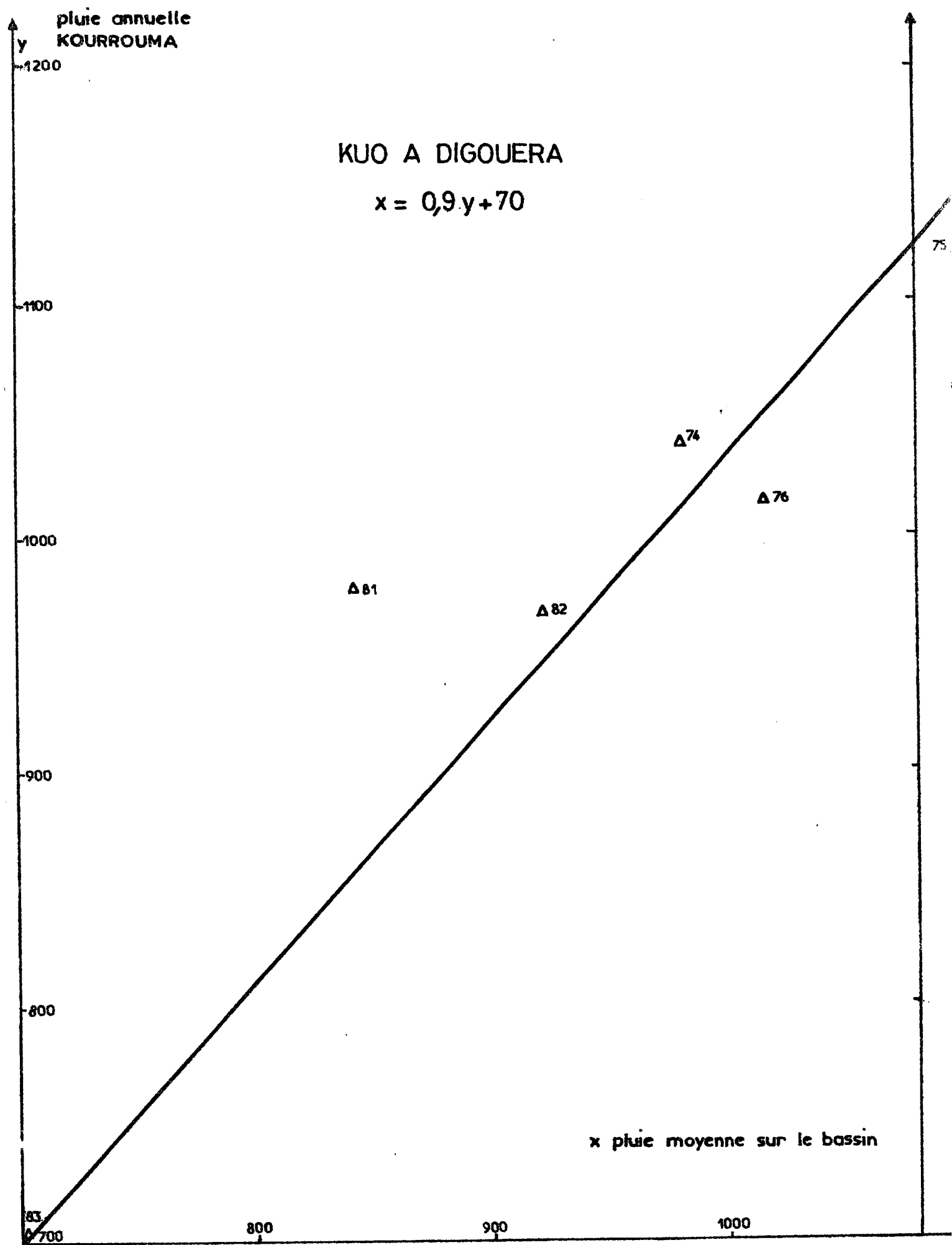
Année	N'DOROLA	KOURROUMA	KUO à DIGOUERA	DOUGO à DINGASSO	KONGA à N'DANA	OUZOU à KOUEREDENI	DOUGBE à DIGOUERA
1949	900	917	895	868	827	900	917
1950	900	917	895	868	827	900	917
51	1 200	1 203	1 153	1 161	1 100	1 200	1 203
52	1 100	1 108	1 067	1 064	1 009	1 100	1 108
53	1 000	1 013	982	966	918	1 000	1 013
54	1 274	1 273	1 215	1 233	1 167	1 274	1 273
55	1 137	1 143	1 098	1 100	1 043	1 137	1 143
56	1 087	1 095	1 055	1 051	997	1 087	1 095
57	1 225	1 227	1 174	1 186	1 123	1 225	1 227
58	1 175	1 179	1 131	1 137	1 077	1 175	1 179
59	802	824	811	773	738	802	824
1960	1 157	1 011	980	1 044	1 061	1 157	1 011
61	838	976	948	867	771	838	976
62	902	976	948	899	829	902	976
63	1 079	1 051	1 016	1 025	990	1 079	1 051
64	1 274	1 183	1 134	1 188	1 167	1 274	1 183
65	947	905	884	886	870	947	905
66	934	1 061	1 025	957	858	934	1 061
67	1 098	1 029	996	1 023	1 007	1 098	1 029
68	1 167	1 315	1 253	1 201	1 070	1 167	1 315
69	1 134	1 059	1 023	1 056	1 040	1 134	1 059
1970	1 130	1 167	1 120	1 108	1 036	1 130	1 167
71	826	732	729	739	760	826	732
72	823	981	953	862	757	823	981
73	721	717	715	679	585	721	717
74	1 017	1 042	* 981	* 994	* 1 099	* 1 096	* 1 042
75	1 099	1 121	* 1 107	* 1 053	* 1 009	* 839	* 1 297
76	1 124	1 017	* 1 018	* 1 014	* 914	* 1 076	* 911
77	740	957	931	808	681	740	957
78	911	1 160	1 114	995	837	911	1 160
79	973	910	889	901	893	973	910
1980	1 038	872	855	915	952	1 038	872
81	822	980	* 831	* 869	* 713	822	980
82	1 009	970	* 921	* 978	* 910	1 009	970
83	810	705	* 701	* 702	* 787	810	705

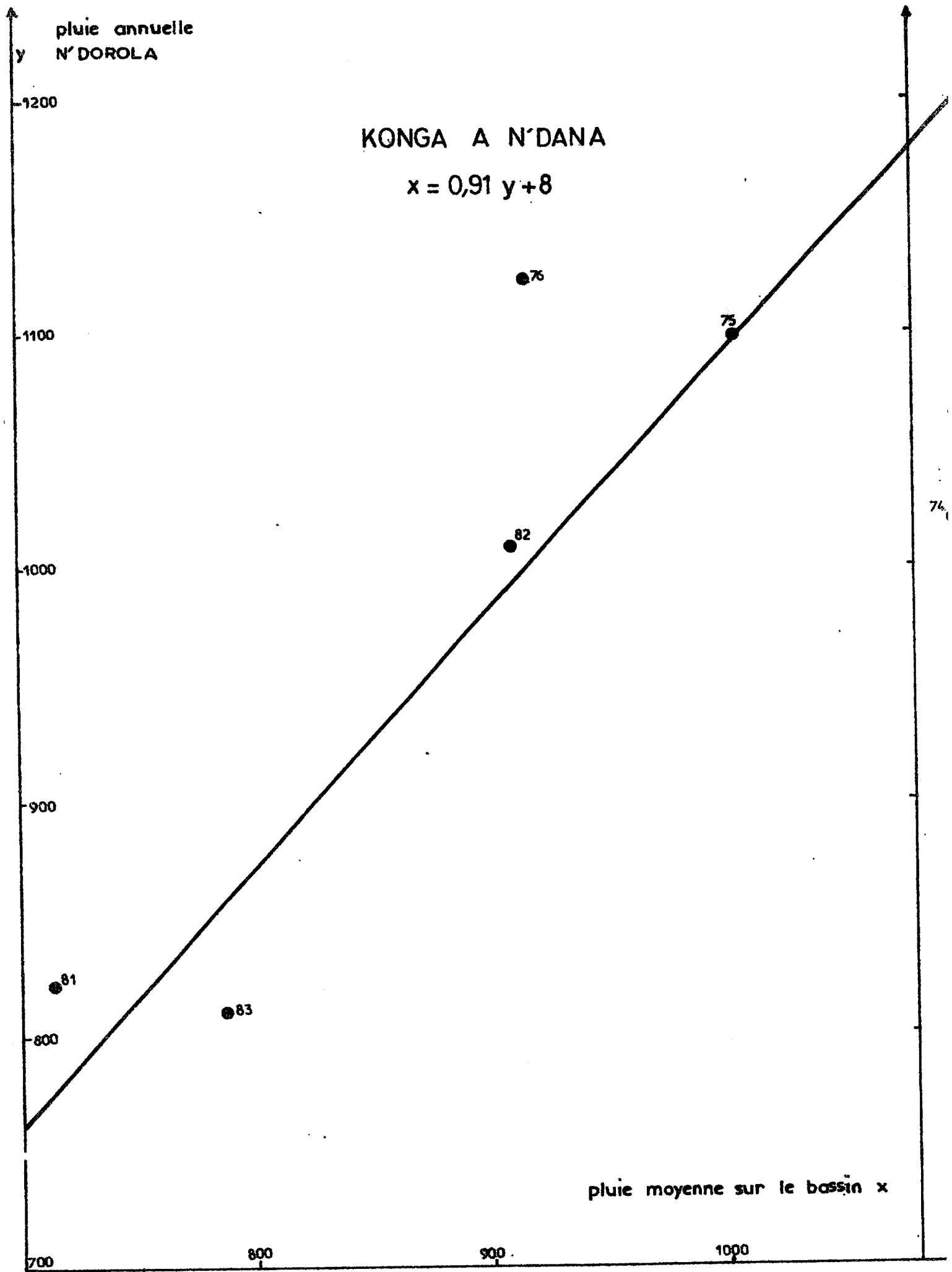
pluie annuelle
N' DOROLA + KOURROUMA
2

DOUGO A DINGASSO

$$x = y - 40$$







5.1.4. Etude fréquentielle des débits moyens annuels.

A partir des pluviométries moyennes annuelles sur les bassins versants (tableau n° 65 page 188) et des relations entre pluviométries annuelles et débits moyens annuels, relations établies au paragraphe 5.1.2., nous avons dressé le tableau n° 66 des échantillons de débits moyens annuels sur les bassins versants du KUO à DIGOUERA, du DOUGO à DINGASSO, du KONGA à N'DANA, de l'OUZOU à KOUEREDENI et du DOUGBE à DIGOUERA (tableau n° 66 page 193).

Il a été quelquefois nécessaire d'extrapoler les relations, définies dans les limites des ~~plages~~ pluviométries annuelles observées, à des valeurs plus fortes ou plus faibles. Ces extrapolations ont été effectuées linéairement en prolongeant par une droite les courbes dessinées sur les figures 42 à 46 page 182 et 185.

Sur le tableau n° 67 page 194 nous avons ensuite classé par ordre décroissant toutes les valeurs reconstituées ou observées en calculant pour chaque rang, r, les fréquences expérimentales correspondantes par la formule :

$$f = (r-1/2)N$$

f étant la fréquence,
r le rang,
N, la taille de l'échantillon
c'est-à-dire 35.

Enfin sur les figures n° 50 à 52, pages 195 à 197, nous avons dessiné les courbes d'ajustement ~~aux~~ échantillons observés en utilisant du papier gaussique.

Les débits moyens annuels du KUO à DIGOUERA et du DOUGBE à DIGOUERA s'ajustent bien sur la totalité de leurs échantillons à des lois de type GAUSSIQUE (loi normale) figurées par des droites sur les figures n° 50 et 52.

Les autres échantillons de débits moyens annuels ne paraissent se satisfaire de la loi normale qu'à partir d'une certaine fréquence ou d'un certain débit :

- le DOUGO à DINGASSO, au dessous de la fréquence au dépassement 0.70 et au-dessus du débit moyen annuel 0.040 m³/s,

- le KONGA à N'DANA, au-dessous de la fréquence au dépassement 0.40 et au-dessus du débit moyen annuel 0.030 m³/s,

- l'OUZOU à KOUEREDENI, au-dessous de la fréquence au dépassement 0.50 et au-dessus du débit moyen annuel 0.035 m³/s.

Tableau n° 66.

Débits moyens annuels estimés sur les bassins
versants de la plaine de NIENA-DIONKELE.

Année	KUO à DIGOUERA	DOUGO à DINGASSO	KONGA à N'DANA	OUZOU à KOUEREDENI	DOUGBE à DIGOUERA
1949	0.100	0.037	0.002	0.021	0.006
1950	0.100	0.037	0.002	0.021	0.006
51	0.227	0.420	0.060	0.068	0.014
52	0.185	0.275	0.035	0.052	0.012
53	0.144	0.128	0.014	0.036	0.012
54	0.257	0.544	0.078	0.080	0.016
55	0.201	0.327	0.044	0.058	0.012
56	0.180	0.255	0.032	0.050	0.0108
57	0.189	0.468	0.066	0.072	0.0153
58	0.168	0.380	0.053	0.064	0.014
59	0.059	0.011	0.000	0.009	0.0035
1960	0.143	0.242	0.049	0.061	0.009
61	0.127	0.036	0.000	0.013	0.008
62	0.127	0.058	0.002	0.021	0.008
63	0.161	0.213	0.030	0.048	0.010
64	0.218	0.473	0.078	0.080	0.014
65	0.095	0.049	0.006	0.028	0.006
66	0.165	0.117	0.004	0.026	0.0104
67	0.150	0.210	0.034	0.051	0.0095
68	0.275	0.492	0.051	0.062	0.018
69	0.165	0.262	0.043	0.057	0.0104
1970	0.212	0.340	0.042	0.056	0.0135
71	0.018	0.007	0.000	0.012	0.001
72	0.120	0.033	0.000	0.011	0.008
73	0.012	0.002	0.000	0.001	0.0004
74	* 0.136	* 0.182	* 0.059	* 0.052	* 0.010
75	* 0.144	* 0.256	* 0.036	* 0.017	* 0.017
76	* 0.102	* 0.167	* 0.000	* 0.025	* 0.006
77	0.118	0.017	0.000	0.002	0.0075
78	0.208	0.169	0.002	0.023	0.0134
79	0.097	0.060	0.009	0.032	0.006
1980	0.080	0.072	0.021	0.042	0.005
81	* 0.074	* 0.034	* 0.000	0.011	0.008
82	* 0.113	* 0.223	* 0.012	0.037	0.0078
83	* 0.005	* 0.004	* 0.000	0.000	0.000

* valeurs observées.

Tableau n° 67.

Etude fréquentielle des débits moyens annuels aux
exutoires des bassins versants de la plaine de
NIENA-DIONKELE

Rang	Fréquence	KUO à DIGOUERA	DCUGO à DINGASSO	KONGA à N'DANA	OUZOU à KOUEREDENI	DOUGBE à DIGOUERA
1	0.0143	0.275	0.544	0.078	0.080	0.018
2	0.0429	0.257	0.492	0.078	0.080	0.017
3	0.0714	0.227	0.473	0.066	0.072	0.016
4	0.1000	0.218	0.468	0.060	0.068	0.0153
5	0.1286	0.212	0.420	0.059	0.064	0.014
6	0.1571	0.208	0.380	0.053	0.062	0.014
7	0.1857	0.201	0.340	0.051	0.061	0.014
8	0.2143	0.189	0.327	0.049	0.058	0.0135
9	0.2429	0.185	0.275	0.044	0.057	0.0134
10	0.2714	0.180	0.262	0.043	0.056	0.012
11	0.3000	0.168	0.256	0.042	0.052	0.012
12	0.3286	0.165	0.255	0.036	0.052	0.012
13	0.3571	0.165	0.242	0.035	0.051	0.0108
14	0.3857	0.161	0.223	0.034	0.050	0.0104
15	0.4143	0.150	0.213	0.032	0.048	0.0104
16	0.4429	0.144	0.210	0.030	0.042	0.010
17	0.4714	0.144	0.182	0.021	0.037	0.010
18	0.5000	0.143	0.169	0.014	0.036	0.0095
19	0.5286	0.136	0.167	0.012	0.032	0.009
20	0.5571	0.127	0.128	0.009	0.028	0.008
21	0.5857	0.127	0.117	0.006	0.026	0.008
22	0.6143	0.120	0.072	0.004	0.025	0.008
23	0.6429	0.118	0.060	0.002	0.023	0.008
24	0.6714	0.113	0.058	0.002	0.021	0.0078
25	0.7000	0.102	0.049	0.002	0.021	0.0075
26	0.7286	0.100	0.037	0.002	0.021	0.006
27	0.7571	0.100	0.037	0.000	0.017	0.006
28	0.7857	0.097	0.036	0.000	0.013	0.006
29	0.8143	0.095	0.034	0.000	0.012	0.006
30	0.8429	0.080	0.033	0.000	0.011	0.006
31	0.8714	0.074	0.017	0.000	0.011	0.005
32	0.9000	0.059	0.011	0.000	0.009	0.004
33	0.9286	0.018	0.007	0.000	0.002	0.0035
34	0.9571	0.012	0.004	0.000	0.001	0.001
35	0.9857	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000

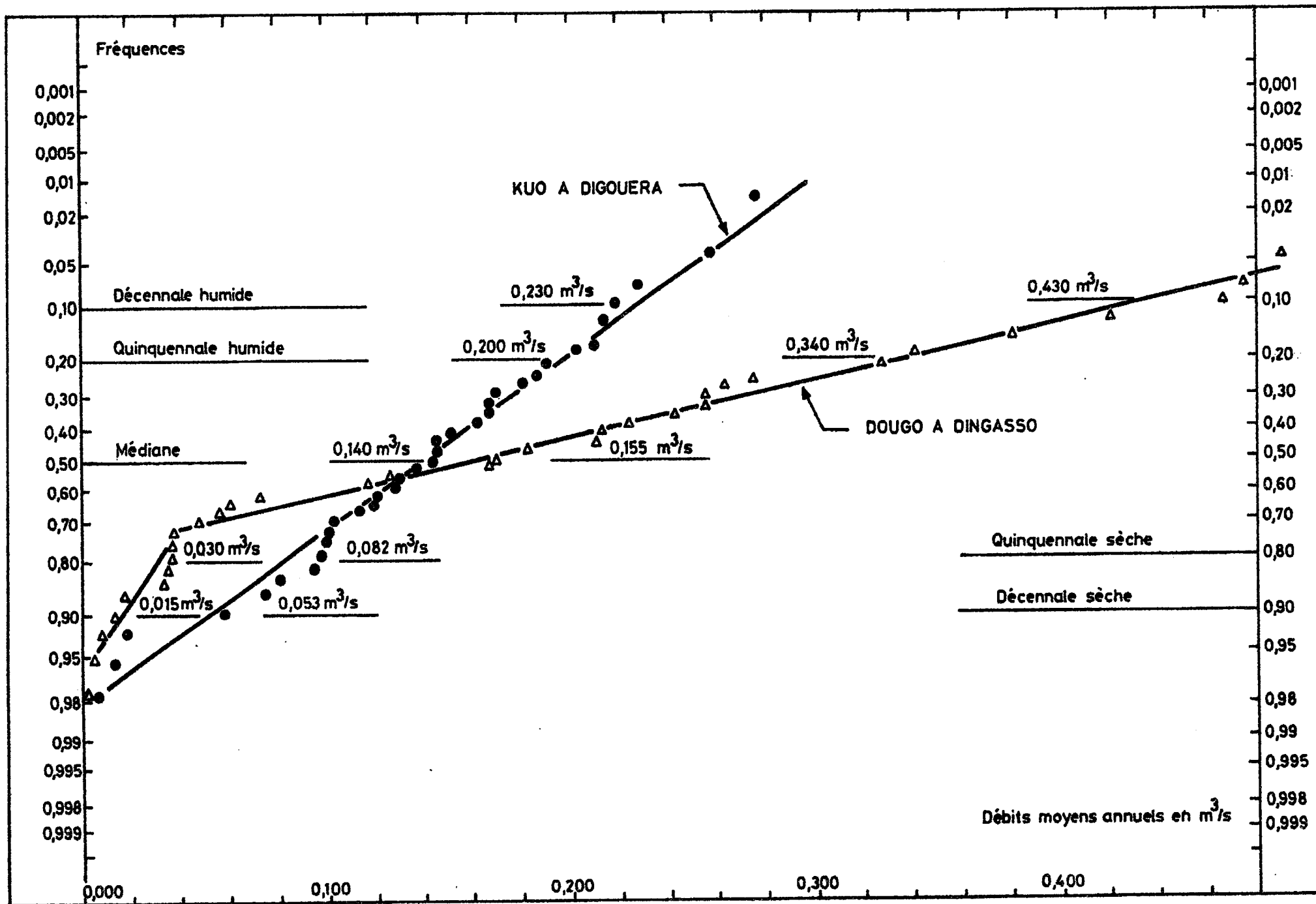


Figure n° 50

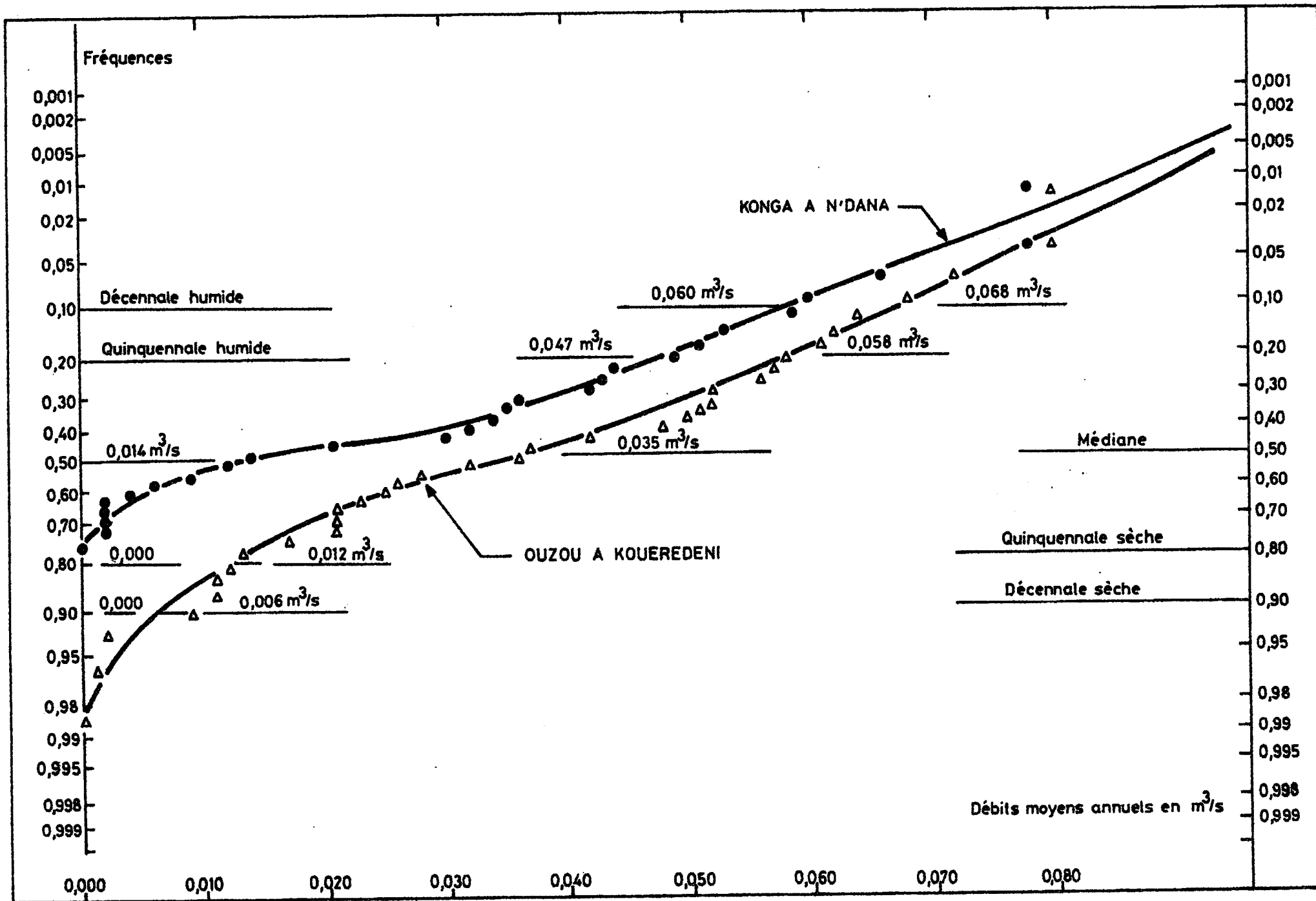
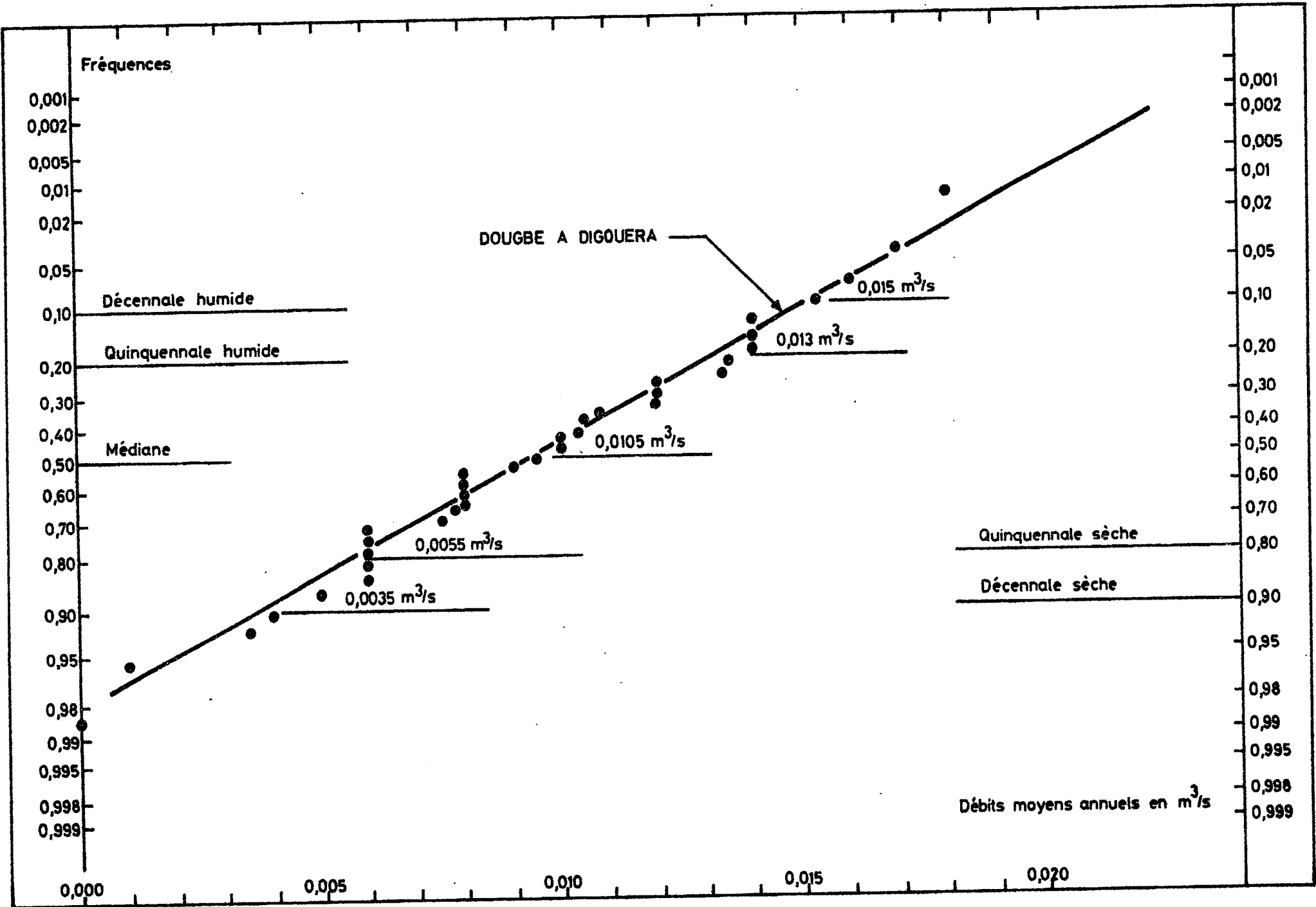


Figure n° 51



5.1.5. Conclusions de l'étude des apports.

En guise de conclusion nous comparerons les estimations des apports réalisées dans la présente étude aux estimations antérieures.

Dans ce but nous ne retiendrons que les estimations des apports annuels exprimés en millions de mètres cubes de fréquence décennale humide ($f = 0.1$), médiane ($f = 0.5$) et quinquennale sèche ($f = 0.8$).

Le tableau de comparaison est le suivant :

Apports en millions de m ³ .					
Fréquences	DOUGO à DINGASSO	KUO à DIGOUERA	KONGA à N'DANA	OUZOU à KOUEREDENI	DOUGBE à DIGOUERA
<u>Etude hydrologique ORSTOM 1984.</u>					
0.1	13.6	7.25	1.89	2.14	0.473
0.5	4.89	4.42	0.442	1.10	0.331
0.8	0.946	2.59	0.000	0.189	0.110
<u>Etude hydrologique ORSTOM 1977.</u>					
0.1	11.1	6.4	4.2	2.40	0.63
0.5	6.0	4.40	1.2	0.97	0.36
0.8	3.5	3.20	0.000	0.22	0.28
<u>Etude SCET - Rapport général mai, 1976.</u>					
0.1	20.5	7.20	13.3	8.32	-
0.5	7.58	4.50	5.31	3.07	-
0.8	3.63	2.64	1.77	1.47	-

On remarquera d'une façon générale que les études antérieures ont très nettement surestimé les apports annuels des années sèches, ce qui paraît normal puisque les observations des années 1974 à 1976 ont été faites en années relativement humides.

La période 1981-1983 apporte donc des renseignements indubitablement nouveaux pour le projet d'aménagement de la plaine de NIENA-DIONKELE sur le régime des apports en années sèches.

A ce propos on remarquera que seul le régime hydrologique de la rivière KUO paraît correct dans les estimations fournies par le rapport SCET en 1976 et l'on ne peut que s'étonner des écarts importants entre les estimations effectuées par l'O.R.S.T.O.M., estimations consécutives à des campagnes de mesures hydrologiques et les estimations fournies par la S.C.E.T.

Il semble en l'occurrence que les apports annuels des rivières KONGA et OUZOU aient été estimés dans le rapport S.C.E.T. sans tenir compte des mesures effectuées sur le terrain pendant les campagnes 1974 et 1975.

Pour la rivière DOUGO l'écart n'est vraiment important que pour l'année de fréquence décennale humide.

En définitive, les apports annuels en années sèches des bassins versants en amont de la plaine de NIENA-DIONKELE sont beaucoup plus faibles, à l'exception remarquable du KUO, que prévu et ceci ne devrait pas être sans conséquence sur les orientations futures du plan directeur d'aménagement.

5.2. Etude des crues des rivières DOUGO, KUO KONGA, OUZOU et DOUGBE.

5.2.1. Méthodologie de l'étude des crues.

Une étude des crues sur un bassin consiste à mettre en relation les chutes de pluies observées sur le bassin : pluie moyenne et intensités de pluie, et les hydrogrammes des crues générées par ces pluies.

Il est indispensable de bien mettre en correspondance les averses et les crues, cette opération est possible si les crues sont bien individualisées et si les appareils enregistreurs des pluies et des crues sont bien synchronisés.

L'étude des crues commence par le dessin graphique des hydrogrammes observés, courbe des débits en fonction du temps, et des hyéto-grammes observés, courbe des intensités de pluie en fonction du temps.

A titre d'exemple nous avons dessiné à la figure n° 53 page 204 l'hydrogramme de crue de la rivière DOUGO à DINGASSO entre le 13 et le 15 août 1982 et le hyétogramme des pluies enregistrées au poste de N'DOROLA.

Nous nous efforcerons, pour chaque crue observée, de fournir tous les éléments nécessaires à l'estimation des paramètres suivants :

- paramètres pluviométriques de l'averse
 - . la hauteur pluviométrique moyenne sur le bassin de la totalité de l'averse,
 - . la hauteur pluviométrique maximale en n heures de l'averse.

Le nombre d'heures n, pour lequel nous rechercherons la hauteur pluviométrique maximale de l'averse, est fonction de la taille du bassin et de son aptitude au ruissellement. Nous prendrons n égal à la moitié du temps de réponse moyen du bassin.

- paramètres hydrométriques de crue
 - . le débit de base en début de crue, noté Qbd, est le débit observé avant la montée de la crue,
 - . le débit de base en fin de crue, noté Qbf, est le débit observé en fin de crue,
 - . le débit maximum, noté QMAX, est le débit le plus fort de la crue,

- le volume de base, noté VB, est le volume écoulé complémentaire du volume de crue, en pratique on suppose que l'évolution du débit de base de la rivière est une fonction linéaire croissante en fonction du temps :

$$Q_b = \frac{(Q_{bf} - Q_{bd})}{TB} t + Q_{bd}$$

le volume de base se trouve donc déterminé dès lors que l'on a estimé les débits de base en début et en fin de crue ainsi que le temps de base TB,

$$VB = \frac{(Q_{bf} + Q_{bd})}{2} TB$$

- le volume écoulé, VE, est l'intégrale de la fonction $Q = f(t)$ sur le temps de base de la crue, TB, il est déterminé en mesurant la surface comprise entre la courbe des débits en fonction du temps, l'axe des débits nuls et les droites de début de crue et de fin de crue,
- le volume de crue, noté VC, est défini comme la différence entre le volume écoulé, VE, et le volume de base VB,
- le débit moyen, noté QM, est le rapport du volume écoulé au temps de base :

$$QM = \frac{VE}{TB}$$

- la lame de crue, IC, est la hauteur d'eau moyenne sur le bassin équivalente au volume de crue :

$$IC = \frac{VC}{S}$$

S étant la surface du bassin,

- paramètres de temps liés à la crue

- le temps de montée, TM, est l'intervalle de temps qui sépare le début de la crue de la pointe de crue,

- le temps de base, TB, est défini ici comme l'intervalle de temps qui sépare le début de la crue de la fin de la crue.

- paramètres de temps liés à l'averse

Nous ne définirons aucun paramètre de temps lié à l'averse car ils sont sans grande signification pratique.

Il nous semble plus intéressant de définir un paramètre de temps lié à l'aptitude au ruissellement du bassin étudié, paramètre de temps que nous utiliserons ensuite pour le découpage des averses, paramètre déjà défini comme la moitié du temps de réponse moyen du bassin.

- paramètres synchroniques entre averses et crues.

- le temps de réponse, noté TR, est l'intervalle de temps qui sépare le coeur de l'averse, centre de gravité temporel de l'averse, et la pointe de crue,
- le temps de concentration, noté TC, est l'intervalle de temps qui sépare la fin de la pluie qui ruisselle de la fin de crue.

Remarques : La notion de ruissellement, appliquée à l'hydrogramme de crue est assez ambiguë, en pratique on observe en décrue, sur la plupart des hydrogrammes, un ou deux changements assez nets dans la décroissance des débits en fonction du temps. On assimile un peu abusivement ce changement du régime des gradients de débits à la fin du ruissellement.

Nous préférons parler de fin de crue, il faudrait mieux parler également de volume de crue plutôt que de volume ruisselé.

Dans le même ordre d'idées, la notion d'écoulement hypodermique appliqué à l'hydrogramme de crue semble plus relever de la métaphore que d'une réalité.

On remplace souvent le terme d'écoulement hypodermique par le terme d'écoulement retardé qui ne semble avoir guère plus de consistance réelle et contribue surtout à brouiller l'analyse des hydrogrammes en particulier lorsqu'il faut interpoler entre les débits en début de crue et en fin de crue pour obtenir un hydrogramme des débits retardés, hydrogramme que l'on ne pourra jamais observer.

Après avoir déterminé, pour chaque crue d'un même bassin, les paramètres ainsi définis, nous essaierons de mettre en relation les paramètres pluviométriques et les paramètres hydrométriques de telle sorte qu'il soit possible de déterminer à tout instant les crues engendrées par des pluies connues.

Il nous faut cependant faire intervenir un dernier paramètre qui permette de tenir compte de l'état du bassin au moment où survient l'averse génératrice de crue. Nous utiliserons dans ce but l'indice IH, indice de saturation des sols tel qu'il a été déjà défini au paragraphe 4.3.1. page 116 de ce rapport.

$$IH_j = IH_{j-1} + P_{j-1} - ETR$$

$$ETR = ETP \text{ si } IH_{j-1} + P_{j-1} \geq ETP$$

$$ETR = IH_{j-1} + P_{j-1} \text{ si } IH_{j-1} + P_{j-1} < ETP$$

ETP = 6 millimètres en mai et juin

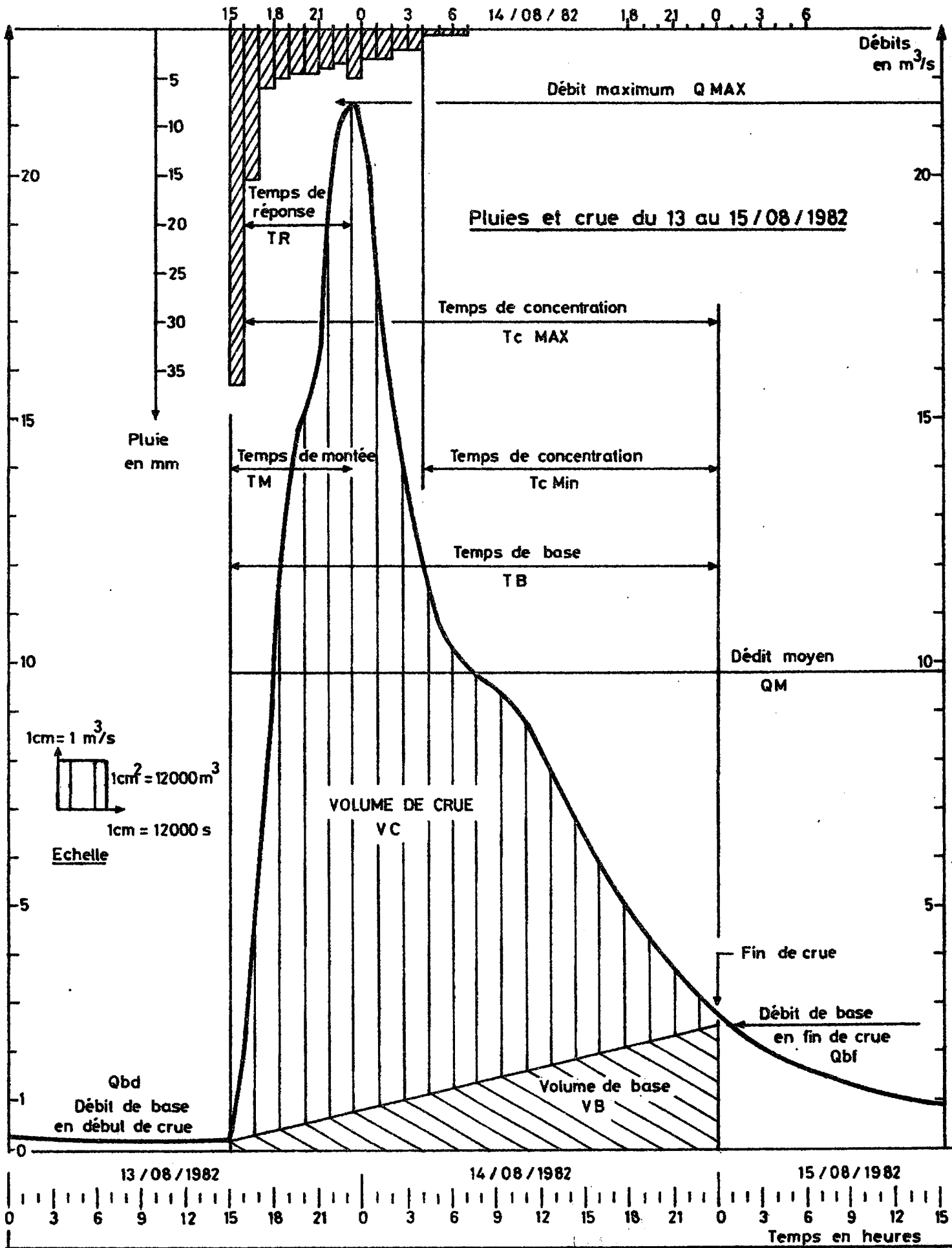
ETP = 5 millimètres en juillet, août et septembre.

Enfin, dans le but de fournir une estimation des crues de fréquence décennale, nous tenterons de définir pour chaque bassin un hydrogramme type et nous examinerons les variations possibles de cet hydrogramme en calculant le rapport du débit maximum au débit moyen sur le temps de base, rapport que nous appellerons coefficient de forme de la crue :

$$CF = \frac{Q_{MAX}}{QM}$$

A titre de complément à l'étude des crues, nous nous intéresserons également à l'étude des tarissements afin de permettre la reconstitution complète des chroniques de débits.

DOUGO A DINGASSO



5.2.2. Etude des crues et des tarissements du DOUGO
à DINGASSO.

La détermination des paramètres hydropluviométriques des crues observées à la station DINGASSO au cours des campagnes hydrologiques 1974, 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983, permet de dresser le tableau n° 67 pages 207 et 208 où sont consignés les paramètres hydrométriques, et le tableau n° 68 pages 209 et 210 où sont consignés les paramètres pluviométriques des crues.

A ces deux tableaux nous avons ajouté le tableau n° 69 pages 211 et 212 où sont consignés les tarissements observés du DOUGO à DINGASSO.

L'étude des tarissements, étude de la décroissance des débits en l'absence de pluies, complète utilement l'étude des crues car elle permet de déterminer les débits de la rivière DOUGO chaque jour d'une période sèche placée entre deux crues et par conséquent permet de calculer le débit de base au début d'une crue, connaissant le débit de base en fin de la crue précédente.

a) forme des crues.

Trois paramètres définissent la forme des crues :

- . le temps de montée, TM,
- . le temps de base, TB,
- . le coefficient de forme, CF.

Pour des pluies moyennes supérieures à 30 millimètres sur le bassin versant du DOUGO, on peut définir schématiquement trois types de crues :

- . un premier type de crues en début de saison humide avec :

$$IH < 150 \text{ mm}$$

$$TB = 40 \text{ heures}$$

$$TM = 8 \text{ heures}$$

$$CF = 2.8$$

- . un second type de crues au milieu de la saison humide avec :

$$150 < IH < 200 \text{ mm}$$

$$TB = 50 \text{ heures}$$

TM = 12 heures

CF = 2.0

. un troisième type de crues en fin de saison humide lorsque les pluies sont abondantes avec :

IH > 200 mm

TB = 70 heures

TM = 22 heures

CF = 2.0

En fait, les phénomènes naturels n'étant jamais aussi nets que l'image qu'il nous plaît de leur donner, tous les termes de passage existent entre ces trois types de crues. Il existe même des crues au temps de base et au temps de montée plus courts ou plus longs que ceux définis ci-dessus.

Sur la figure n° 54 page 213 nous avons dessiné les trois types de crues de la rivière DOUGO à DINGASSO.

Tableau n° 67.

Les crues du DOUGO à DINGASSO

paramètres hydrométriques des crues

S = 158 km²

N°	Dates début de crue	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB 10 ³ m ³	VC 10 ³ m ³	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s	CF	LC mm
1	15/07/74	8	40	0	0	0	222.9	1.55	4.63	2.99	1.4
2	13/09/74	22	88	0.7	0.98	266.1	456.5	2.28	4.64	2.04	2.9
3	17/09/74	14	104	0.7	0.7	259.5	303.0	1.50	4.32	2.88	1.9
4	23/09/74	10	46	0.6	0.63	101.8	67.7	1.02	1.70	1.67	0.42
5	23/05/75	6	34	0	0	0	347.9	2.84	7.92	2.79	2.2
6	13/07/75	8	52	0	0	0	143.3	0.765	2.38	3.11	0.91
7	22/07/75	6	54	0.05	0.290	33.0	277.2	1.596	5.40	3.38	1.75
8	28/07/75	10	76	0.23	0.24	64.3	411.8	1.74	5.25	3.01	2.6
9	12/08/75	4	40	0.35	0.35	50.4	64.6	0.799	1.85	2.31	0.4
10	4/09/75	12	76	0.76	1.12	257.2	444.5	2.56	5.25	2.05	2.8
11	17/09/75	12	60	0.75	0.75	161.8	151.5	1.45	2.57	1.77	0.95
12	25/07/76	2	26	0	0	0	23.8	0.254	1.1	4.33	0.15
13	2/08/76	3	44	0	0	0	56.7	0.358	1.27	3.55	0.36
14	4/08/76	12	40	0.05	0.07	8.64	18.0	0.185	0.320	1.73	0.11
15	6/08/76	4	52	0.06	0.13	17.7	51.6	0.370	1.140	3.08	0.32
16	12/08/76	6	56	0.15	0.23	38.4	151.5	0.942	2.94	3.12	0.96
17	16/08/76	8	52	0.3	0.66	89.9	440.6	2.83	6.14	2.17	2.80
18	20/08/76	12	52	0.8	0.80	149.8	216.1	1.95	3.84	1.97	1.36
19	11/07/81	-	-	0.0	0.0	0	1.12	-	-	-	0.007
20	31/07/81	8	34	0.0	0.0	0	19.35	0.158	0.460	2.91	0.122
21	5/08/81	8	60	0.0	0.030	3.24	52.70	0.259	0.810	3.13	0.334
22	10/08/81	8	52	0.0	0.040	3.74	8.09	0.063	0.110	-	0.051
23	19/08/81	-	48	0.055	0.064	11.06	3.63	0.085	-	-	0.023
24	23/08/81	12	44	0.045	0.060	7.13	6.87	0.088	-	-	0.043
25	1/09/81	-	56	0.036	0.065	10.18	11.09	0.106	0.130	-	0.070
26	4/09/81	-	44	0.065	0.115	14.26	5.78	0.127	0.140	-	0.037
27	6/09/81	8	40	0.115	0.150	21.60	12.24	0.235	0.310	-	0.077
28	7/09/81	12	60	0.150	0.200	43.20	37.44	0.373	0.470	-	0.236
29	14/09/81	22	78	0.220	0.260	73.00	154.08	0.808	1.600	1.98	0.975
39	26/09/81	-	34	0.160	0.160	19.58	2.16	-	0.170	-	0.014
31	27/09/81	16	74	0.160	0.170	45.29	14.40	-	0.280	-	0.091

Tableau n° 67. (suite)

Les crues du DOUGO à DINGASSO

paramètres hydrométriques des crues

S = 158 km²

N°	Dates début de crue	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB 10 ³ m ³	VC 10 ³ m ³	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s	CF	LC mm
32	24/05/82	7	24	0	0	0	0.94	0.011	0.039	-	0.006
33	29/05/82	-	20	0	0	0	1.64	0.023	0.083	-	0.010
34	3/06/82	6	16	0	0.060	1.73	8.17	0.172	0.380	2.21	0.052
35	4/06/82	7	18	0.030	0.060	2.92	5.57	0.131	0.230	2.29	0.035
36	9/06/82	7	10	0.020	0.140	2.88	31.54	0.956	2.18	2.28	0.200
37	17/06/82	-	20	0	0.013	0.47	1.37	0.026	0.077	-	0.009
38	22/06/82	-	14	0.003	0.018	0.53	1.41	0.038	0.100	-	0.009
39	27/06/82	4	32	0.010	0.010	1.12	1.17	0.020	0.025	-	0.007
40	30/06/82	4	16	0.003	0.018	0.61	1.54	0.037	0.089	-	0.009
41	6/07/82	2	18	0	0	0	1.73	0.027	0.054	-	0.011
42	9/07/82	3	18	0	0.032	1.67	3.00	0.072	0.116	-	0.019
43	14/07/82	3	32	0	0.040	1.73	6.34	0.070	0.104	-	0.040
44	17/07/82	3	23	0.025	0.056	3.60	5.83	0.114	0.212	1.86	0.037
45	19/07/82	2	16	0.050	0.094	4.15	6.02	0.177	0.320	1.81	0.038
46	21/07/82	4	24	0.053	0.070	5.41	1.44	0.079	0.090	-	0.009
47	30/07/82	3	18	0	0.100	3.24	7.20	0.161	0.280	1.74	0.046
48	4/08/82	4	46	0.080	0.360	36.72	216.72	1.53	3.47	2.27	1.372
49	11/08/82	4	36	0.194	0.250	28.66	35.06	0.492	0.696	-	0.222
50	13/08/82	8	39	0.200	1.50	119.34	1077.0	8.52	21.5	2.52	6.82
51	16/08/82	12	44	0.500	0.550	83.16	102.0	1.17	1.75	1.50	0.646
52	24/08/82	16	37	0.700	2.00	181.1	344.5	3.95	6.30	1.60	2.18
53	27/08/82	30	60	0.650	0.700	150.0	117.0	1.24	1.96	1.58	0.740
54	1/09/82	8	31	0.430	1.60	115.6	149.0	2.37	3.58	1.51	0.937
55	2/09/82	-	14	1.52	1.60	78.6	11.95	1.80	1.96	-	0.076
56	7/09/82	20	56	0.550	0.760	132	143.4	1.37	2.30	1.68	0.908
57	11/09/82	-	56	0.520	0.600	113.5	51.3	0.817	1.06	-	0.679
58	14/09/82	-	36	0.480	0.600	70	17.3	0.674	0.750	-	0.109
59	18/09/82	20	68	0.380	0.730	136.5	254.6	1.598	2.93	1.83	1.61
60	16/10/82	16	44	0.210	0.250	38.3	10.4	0.307	0.340	-	0.066
61	15/06/83	6	22	0	0	0	42.3	0.534	1.72	3.22	0.268
62	8/07/83	-	-	0	0	0	1.47	-	-	-	0.009
63	20/08/83	10	26	0	0	0	70.27	0.751	2.4	3.20	0.445
64	9/09/83	-	24	0	0.013	0.562	0.260	0.010	0.020	-	0.002
65	13/09/83	-	24	0.015	0.015	1.296	0.864	0.025	-	-	0.005
66	4/10/83	-	24	0.008	0.008	6.91	1.64	0.099	-	-	0.010

Tableau n° 68.

LE DOUGO à DINGASSO

PLUIES et CRUES

S = 158 km²

N°	Dates	Pluie moyenne mm	Pluie maximale en 2 h	TR en heures	TC en heures	IH en mm	$\frac{LC}{P} = K$ %
1	15/07/74	60	-	-	-	35	2.33
2	13/09/74	34	-	-	-	276	8.53
3	17/09/74	23	-	-	-	278	8.26
4	23/09/74	6	-	-	-	263	7.00
5	23/05/75	70	-	-	-	0	3.14
6	13/07/75	55	-	-	-	19	1.65
7	22/07/75	49	-	-	-	45	3.57
8	28/07/75	59	-	-	-	80	4.41
9	12/08/75	6	-	-	-	130	0.67
10	4/09/75	56	-	-	-	190	5.00
11	17/09/75	30	-	-	-	220	3.17
12	25/07/76	53	-	-	-	0	0.283
13	2/08/76	55	-	-	-	44	0.655
14	4/08/76	13	-	-	-	100	0.846
15	6/08/76	21	-	-	-	98	1.524
16	12/08/76	36	-	-	-	104	2.67
17	16/08/76	35	-	-	-	111	8.00
18	20/08/76	25	-	-	-	139	5.44
19	11/07/81	40	27	-	-	0	0.018
20	31/07/81	30	28	8	32	104	0.407
21	5/08/81	28	27	8	58	147	1.193
22	10/08/81	20	18	14	42	155	0.255
23	19/08/81	14	14	-	-	151	0.164
24	23/08/81	* 20	* 18	16	46	148	0.215
25	1/09/81	16	16	-	-	142	0.438
26	4/09/81	12	12	12	30	148	0.308
27	6/09/81	9	9	6	32	154	0.856
28	7/09/81	12	12	16	66	153	1.967
29	14/09/81	44	* 42	* 22	* 80	136	2.216
30	26/09/81	12	12	-	-	125	0.117
31	27/09/81	19	18	18	74	127	0.479

* valeurs estimées

Tableau n° 68. (suite)

LE DOUGO à DINGASSO

PLUIES et CRUES

S = 158 km²

N°	Dates	pluie moyenne mm	pluie maximale en 2 h	TR en heures	TC en heures	I.E. mm	$\frac{LC}{P} = K$ %
32	24/05/82	17	12	7	18	0	0.035
33	29/05/82	14	* 10	-	-	0	0.071
34	3/06/82	20	20	5	14	0	0.260
35	4/06/82	18	13	6	18	14	0.194
36	9/06/82	19	14	* 7	* 13	4	1.05
37	17/06/82	22	20	3	19	0	0.041
38	22/06/82	25	20	-	-	0	0.036
39	27/06/82	17	15	4	29	0	0.041
40	30/06/82	10	10	2	13	3	0.09
41	6/07/82	16	15	2	13	0	0.069
42	9/07/82	32	30	3	17	0	0.059
43	14/07/82	31	30	3	31	27	0.129
44	17/07/82	22	20	3	22	43	0.168
45	19/07/82	19	18	2	15	57	0.200
46	21/07/82	14	14	4	19	66	0.064
47	30/07/82	28	27	3	17	52	0.164
48	4/08/82	66	40	* 5	* 43	73	2.08
49	11/08/82	16	(15)	5	35	127	1.39
50	13/08/82	47	43	* 7	* 33	134	14.5
51	16/08/82	11	9	* 12	* 40	167	5.87
52	24/08/82	23	18	* 17	* 36	198	9.48
53	27/08/82	24	15	* 29	* 56	206	3.08
54	1/09/82	29	29	* 8	* 28	205	3.23
55	2/09/82	11	10	-	-	229	0.69
56	7/09/82	16	(8)	* 20	48	220	5.68
57	11/09/82	17	16	28	56	215	3.99
58	14/09/82	10	10	-	-	217	1.09
59	18/09/82	22	20	* 20	68	207	0.732
60	16/10/82	9	9	18	44	117	0.733
61	15/06/83	27	21	6	19	0	0.993
62	8/07/83	19	-	-	-	0	0.047
63	20/08/83	45	44	7	32	46	0.989
64	9/09/83	28	11	-	-	89	0.007
65	13/09/83	19	* 18	-	-	116	0.026
66	4/10/83	18	* 18	-	-	54	0.056

* valeurs estimées

Tableau n° 69.

Courbes de tarissement du DOUGO à DINGASSO.

Périodes	Nombre de jours	Q1	Q2	Log $\frac{Q1}{Q2}$	constante de temps a	Pluies antérieures en mm
20/08 au 24/08/74	4	0.600	0.260	0.8372	-0.210	750
31/08 au 2/09/74	2	0.920	0.530	0.5539	-0.277	860
8/09 au 9/09/74	1	0.570	0.420	0.3075	-0.308	898
20/09 au 22/09/74	2	1.100	0.610	0.5878	-0.294	980
24/09 au 25/09/74	1	0.830	0.640	0.2623	-0.262	987
25/09 au 27/09/74	2	0.610	0.520	0.1570	-0.0785	987
3/10 au 06/10/74	3	0.550	0.410	0.2925	-0.0975	1002
6/10 au 20/10/74	14	0.410	0.260	0.4574	-0.0327	1003
1/11 au 16/11/74	15	0.170	0.110	0.4318	-0.0288	1017
16/11 au 01/12/74	15	0.110	0.040	1.0116	-0.0674	1017
1/12 au 14/12/74	13	0.040	0.010	3.6889	-0.284	1017
30/07 au 04/08/75	5	0.750	0.310	0.8837	-0.177	601
18/08 au 20/08/75	2	0.620	0.400	0.4382	-0.219	690
27/08 au 28/08/75	1	0.540	0.440	0.2070	-0.207	771
25/09 au 28/09/75	3	0.930	0.640	0.3715	-0.124	1087
28/09 au 6/10/75	8	0.640	0.480	0.2851	-0.0356	1087
6/10 au 20/10/75	14	0.480	0.350	0.2851	-0.0204	1105
20/10 au 31/10/75	11	0.360	0.280	0.2546	-0.0231	1139
31/10 au 15/11/75	15	0.280	0.180	0.4447	-0.0296	1142
15/11 au 30/11/75	15	0.180	0.120	0.3102	-0.0207	1142
30/11 au 18/12/75	18	0.12	0.010	3.0910	-0.172	1152
5/08 au 09/08/76	4	0.420	0.130	1.1725	-0.293	643
27/08 au 29/08/76	2	0.710	0.560	0.239	-0.120	873
1/09 au 5/09/76	4	0.600	0.350	0.5365	-0.134	873
10/09 au 13/09/76	3	0.700	0.360	0.6627	-0.221	902
22/09 au 24/09/76	2	0.750	0.430	0.5539	-0.277	953
24/09 au 30/09/76	6	0.430	0.320	0.2926	-0.0488	953
15/10 au 18/10/76	3	0.360	0.270	0.2851	-0.0950	1019
19/10 au 21/10/76	2	0.340	0.290	0.157	-0.0785	1030
26/10 au 28/10/76	2	0.360	0.290	0.2151	-0.1076	1053
1/11 au 15/11/76	14	0.440	0.20	0.7884	-0.0563	1053
15/11 au 30/11/76	15	0.200	0.13	0.4318	-0.0288	1070
30/11 au 15/12/76	15	0.130	0.06	0.7747	-0.0516	1071
15/12 au 31/12/76	16	0.060	0.01	4.0943	-0.375	1081

Tableau n° 69. (suite)

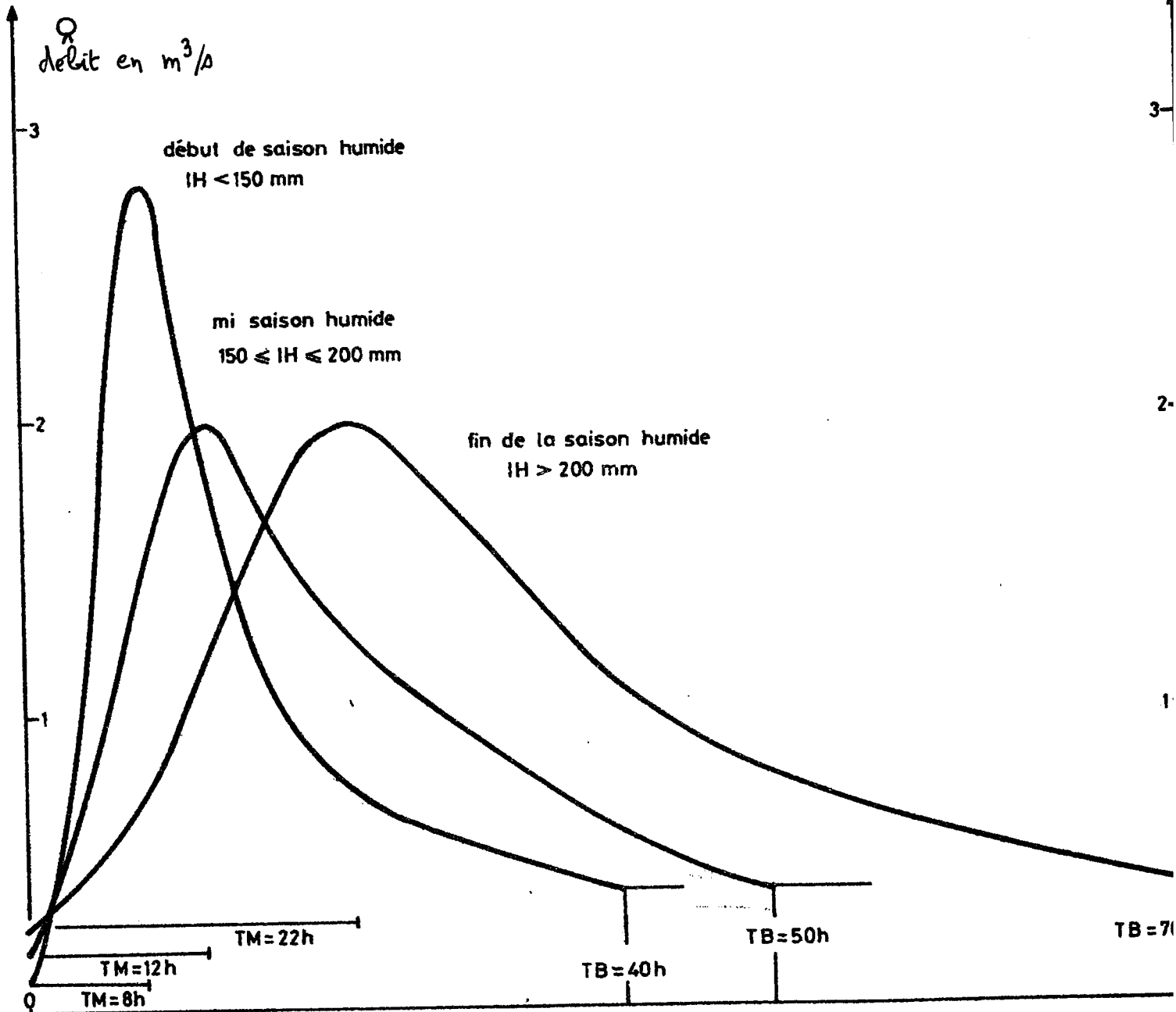
Courbes de tarissement du DOUGO à DINGASSO.

Périodes	Nombre de jours	Q1	Q2	Log $\frac{Q1}{Q2}$	Constante de temps a	Pluies antérieures en mm
20/08 au 22/08/81	2	0.094	0.055	0.5365	-0.268	612
25/08 au 28/08/81	3	0.069	0.037	0.6205	-0.207	633
9/09 au 12/09/81	3	0.300	0.180	0.5128	-0.171	698
17/09 au 20/09/81	3	0.310	0.210	0.392	-0.131	748
20/09 au 25/09/81	5	0.210	0.160	0.270	-0.054	750
29/09 au 1/10/81	2	0.215	0.165	0.2623	-0.131	783
1/10 au 11/10/81	10	0.165	0.080	0.7227	-0.0723	783
15/10 au 30/10/81	15	0.126	0.027	1.541	-0.103	788
30/10 au 3/11/81	4	0.027	0.014	0.6575	-0.164	788
10/06 au 12/06/82	2	0.07	0.014	3.912	-1.956	219
10/07 au 11/07/82	1	0.038	0.023	0.5007	-0.501	360
26/07 au 28/07/82	2	0.072	0.038	0.6365	-0.318	488
1/08 au 2/08/82	1	0.110	0.090	0.1988	-0.199	517
10/09 au 12/09/82	2	0.270	0.230	0.157	-0.0785	864
15/09 au 16/09/82	1	0.240	0.220	0.0861	-0.0861	891
19/09 au 24/09/82	5	0.265	0.250	0.0582	-0.0116	913
4/10 au 06/10/82	2	0.300	0.240	0.2231	-0.112	948
11/10 au 12/10/82	1	0.250	0.230	0.0861	-0.0861	960
15/10 au 16/10/82	1	0.240	0.220	0.0861	-0.0861	961
19/10 au 31/10/82	12	0.260	0.201	0.2546	-0.0212	973
4/11 au 15/11/82	11	0.170	0.148	0.892	-0.0811	988
15/11 au 30/11/82	15	0.118	0.062	0.6418	-0.0428	988
30/11 au 13/12/82	13	0.062	0.010	1.825	-0.140	988
8/09 au 09/09/83	1	0.130	0.100	0.2623	-0.262	566
19/09 au 21/09/83	2	0.120	0.050	0.8755	-0.438	640
23/09 au 25/09/83	2	0.120	0.040	1.0986	-0.549	643
5/10/au 07/10/83	2	0.080	0.020	1.3863	-0.693	655

Figure n° 54

LE DOUGO A DINGASSO

TYPES DE CRUES STANDARDISEES
POUR $Q_M = 1 \text{ m}^3/\text{s}$



b) relations entre la lame de crue ou lame ruisselée et les paramètres pluviométriques.

Il semble que l'on puisse expliquer la lame de crue, hauteur d'eau moyenne sur le bassin équivalente au volume de crue, grâce à deux paramètres pluviométriques : la pluie moyenne sur le bassin, P, et l'indice de saturation, IH.

Sur les figures n° 55 et 56 pages 216 et 217 sont reportés les couples des valeurs observées : lame de crue, LC, et pluie moyenne, P.

Chaque point est affecté d'un numéro d'ordre correspondant au numéro de la liste des crues sur les tableaux 67 et 68 pages 207 à 210.

Les points situés le plus à gauche sur le dessin correspondent à un état de saturation maximal des sols du bassin et s'ajustent bien sur une droite telle que :

$$LC = 0,1 (P - 8) \text{ avec } IH \gg 200 \text{ mm}$$

Cette droite correspond exactement à un coefficient de ruissellement de 10 %.

Les points situés le plus à droite sur la figure n° 55 correspondent à un état minimal de saturation du sol, sol sec, et s'ajustent assez bien sur une droite telle que :

pour $P \gg 52 \text{ mm}$

$$LC = 0,1 (P - 50) \text{ avec } IH = 0 \text{ mm}$$

De la même façon, pour des valeurs de l'indice d'humidité comprises entre 0 et 200 millimètres on peut poser :

pour $P \gg 52 - \frac{IH}{5}$

$$LC = 0,1 \left(P - 50 + \frac{IH}{5} \right) \text{ avec } 0 \ll IH < 200$$

Pour la partie basse des courbes représentant les variations des lames de crue en fonction de la pluie moyenne, nous avons dessiné la figure n° 56 page 217.

Dans l'ensemble on peut considérer que toutes les courbes se rejoignent au point $LC = 0$ $P = 8 \text{ mm}$, c'est à dire qu'une pluie inférieure à 8 millimètres ne produit aucun écoulement sur le bassin quelque soit son état de saturation.

On peut approximativement considérer les formules suivantes comme représentant assez bien les variations de la lame ruisselée :

$$\text{pour } P \ll 52 - \frac{IH}{5}$$

$$\boxed{LC = -1 + CH(z)}$$

$$\text{avec } CH(z) = \frac{e^z + e^{-z}}{2}$$

$$0 \ll IH \ll 50$$

$$z = \frac{P - 8}{80 - 0.5 IH}$$

$$50 \ll IH \ll 100$$

$$z = \frac{P - 8}{55 - 0.4 (IH - 50)}$$

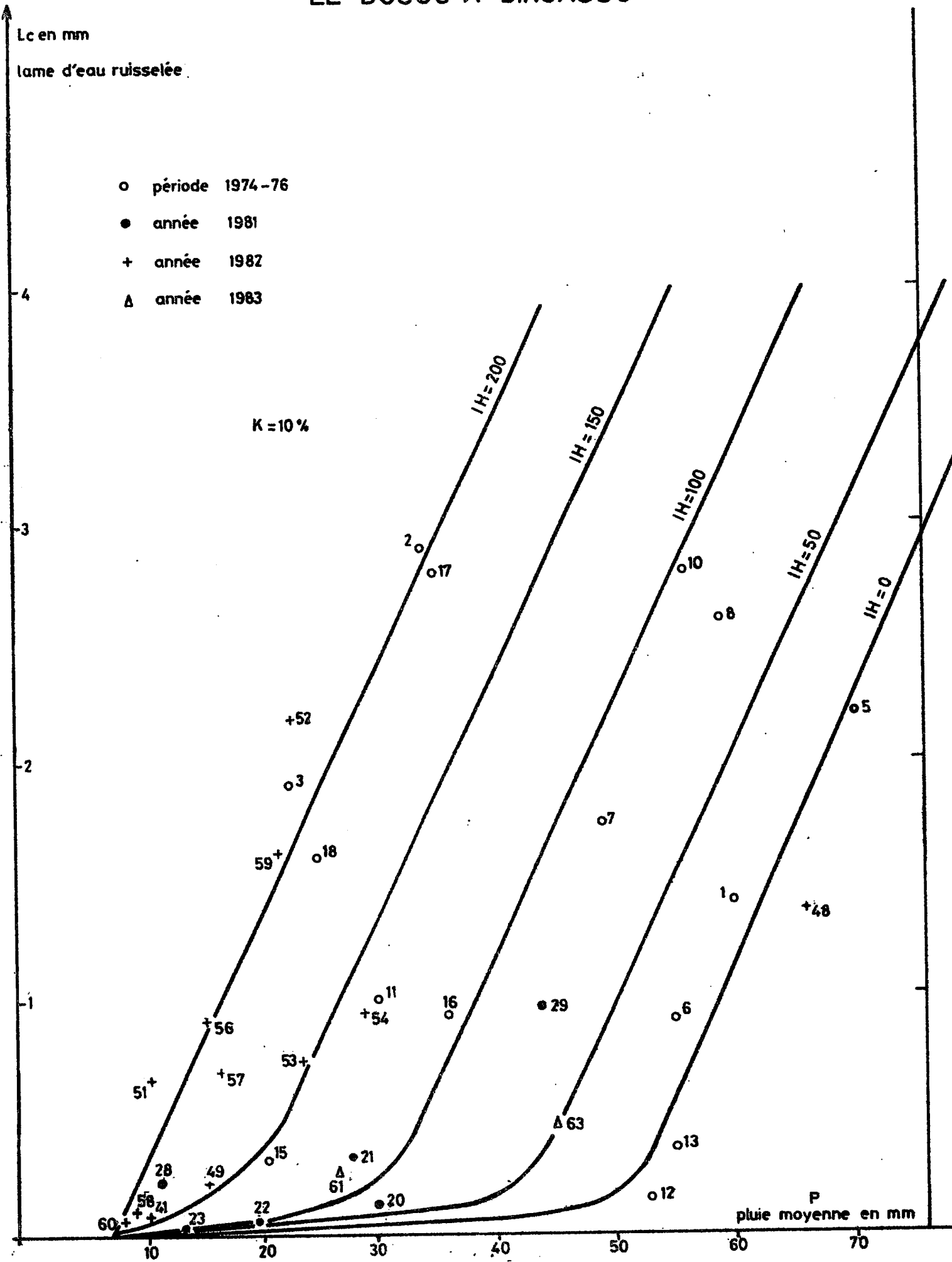
$$100 \ll IH \ll 150$$

$$z = \frac{P - 8}{35 - 0.3 (IH - 100)}$$

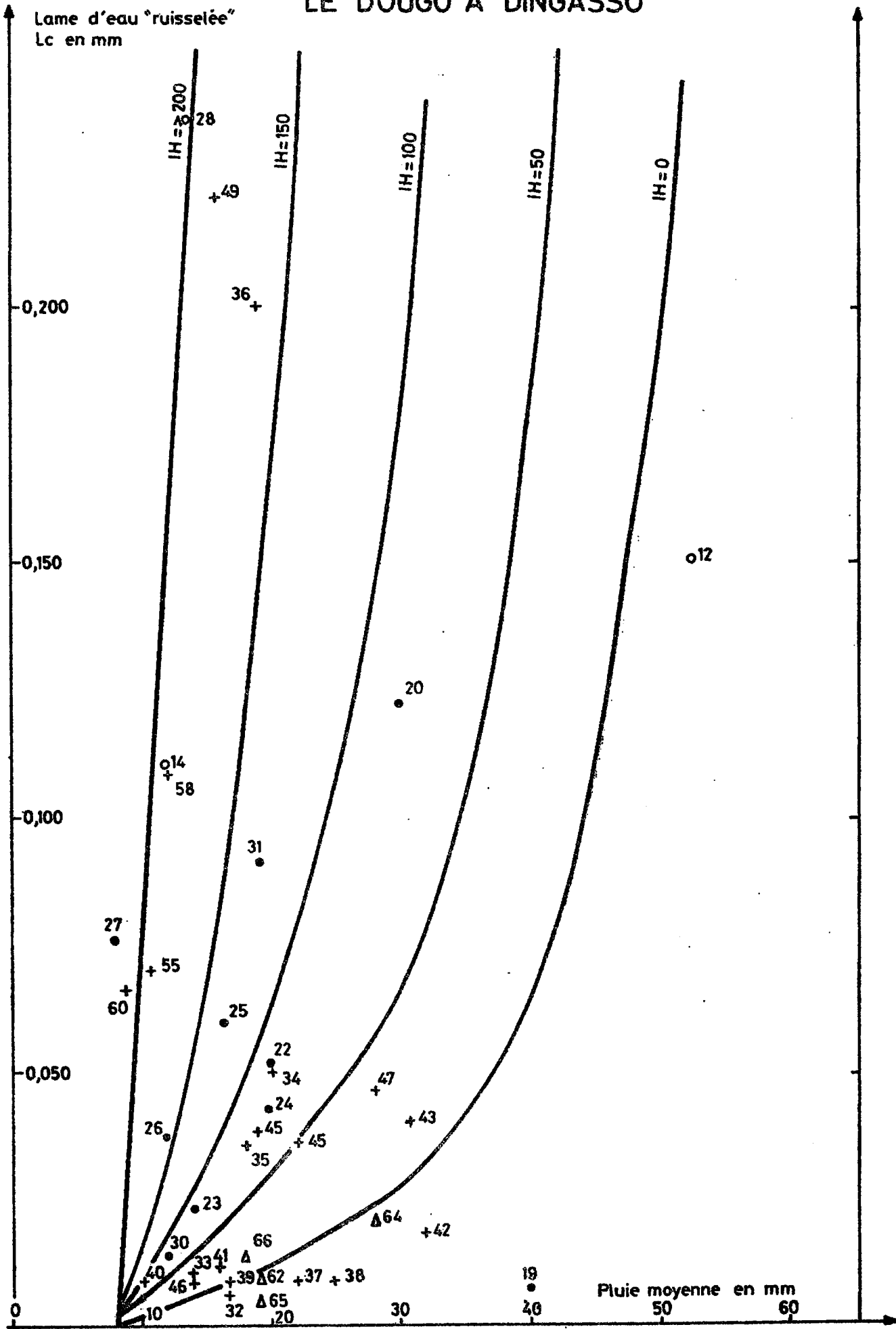
$$150 \ll IH \ll 200$$

$$z = \frac{P - 8}{20 - 0.2 (IH - 150)}$$

LE DOUGO A DINGASSO



LE DOUGO A DINGASSO



c) relations entre le débit de base en fin de crue,
la pluie moyenne sur le bassin et le débit en
début de crue.

Sur la figure n° 57 page 219 sont reportés les points correspondant aux couples de valeurs débit de base en fin de crue, Q_{bf} , et pluie moyenne sur le bassin, P .

Avec une assez bonne précision on peut admettre les relations suivantes :

pour $Q_{bd} \geq 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ et $Q_{bf} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\underline{Q_{bf} = 0.02 (P - 10) + Q_{bd}}$$

pour $Q_{bd} < 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ et $P \leq 70 \text{ mm}$

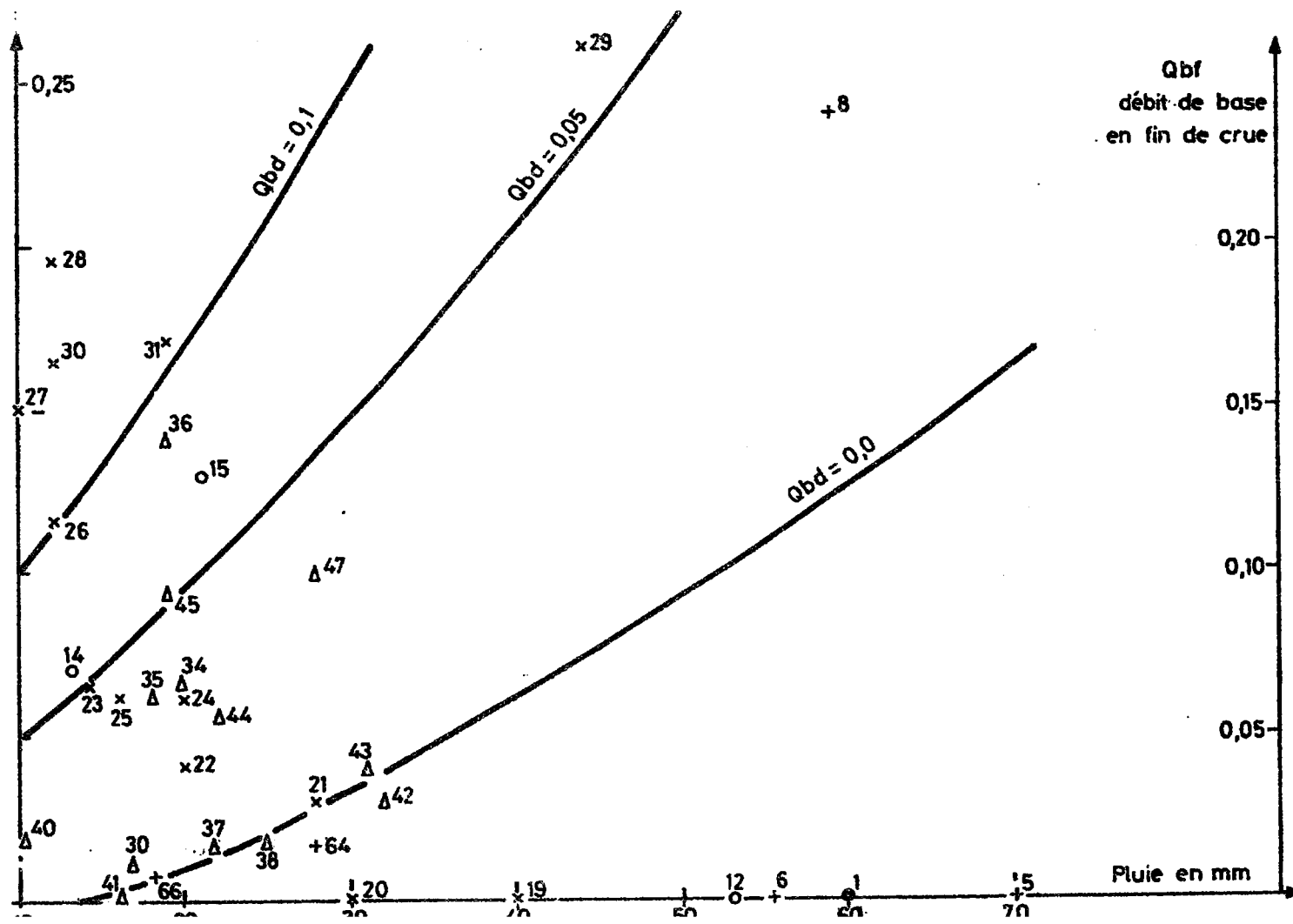
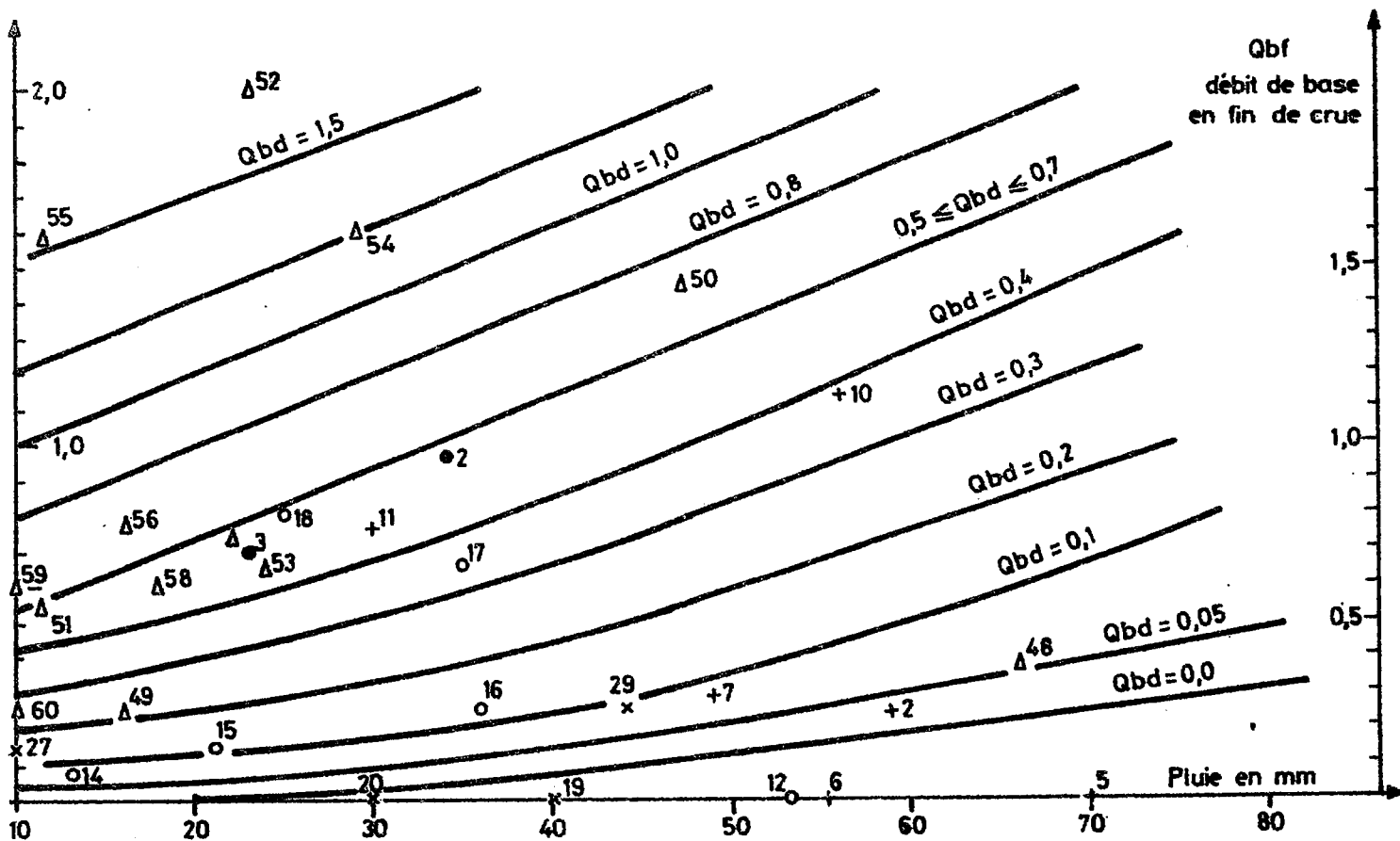
$$\underline{Q_{bf} = Q_{bd} + e^z - 1}$$

$$0 \leq Q_{bd} \leq 0.10 \quad z = (0.003 + 0.04 Q_{bd})$$

$$0.1 < Q_{bd} < 0.5 \quad z = (0.005 + 0.02 Q_{bd})$$

Faute d'utiliser ces formules on peut se servir de la figure n° 57 comme d'un abaque.

LE DOUGO DINGASSO



d) étude des tarissements.

Nous nous sommes efforcé de rechercher dans les chroniques des débits moyens journaliers du DOUGO à DINGASSO les périodes pendant lesquelles le débit de la rivière n'était pas perturbé par des crues.

Les caractéristiques de ces périodes de tarissement, ou supposées telles, sont consignées sur le tableau n° 69 pages 211 et 212.

Nous avons supposé que la décroissance des débits suivait une loi exponentielle décroissante en fonction du temps :

$$Q_2 = Q_1 e^{a(t_2 - t_1)}$$

a est appelée constante de temps.

a se détermine très facilement à l'aide de Q_2 et Q_1 et s'exprime ici en jours⁻¹.

$$a = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \operatorname{Log} \frac{Q_2}{Q_1} = - \frac{1}{(t_2 - t_1)} \operatorname{Log} \frac{Q_1}{Q_2}$$

Sur la figure n° 58 page 222 nous avons reporté en ordonnées les débits du DOUGO sur une échelle logarithmique et en abscisses les jours de l'année du 1er juillet au 30 octobre. Chaque année a été différenciée par un signe utilisé pour représenter les débits.

Sur ce graphique, les courbes de tarissement sont représentées par des droites.

Il semble exister trois types de tarissement pour la rivière DOUGO :

- . un tarissement rapide en début de saison humide :
- $0.3 \ll a \ll -0.2$
- . un tarissement plus modéré à la mi-saison :
- $0.1 \ll a \ll -0.05$
- . un tarissement lent en fin de saison humide :
- $0.03 \ll a \ll -0.02$

Ces trois types de tarissement coexistent au cours d'une même année lorsque celle-ci est assez humide : c'est le cas des années 1974, 1975 et 1982.

Pour les années sèches, 1981, et 1983, les tarissements restent rapides, voire très rapides pour l'année 1983.

Par ailleurs, au dessus d'un certain débit de base de l'ordre de 0.6 m³/s, les tarissements sont toujours rapides à modérés.

Afin de nous fixer des règles simples et suffisamment souples, nous avons représenté sur la figure n° 59 les variations du coefficient de tarissement en fonction du cumul des pluies antérieures au début du tarissement (page 223).

Soient SP la somme des pluies antérieures à la période considérée et Q₀ le débit de la rivière en début de période de tarissement :

$$\text{pour } \underline{Q_0 > 0.6 \text{ m}^3/\text{s}} \quad \text{on prendra } a = - 0.280$$

$$\text{pour } \underline{Q_0 \leq 0.4 \text{ m}^3/\text{s}} \quad a = 6 \cdot 10^{-4} (\text{SP} - 1000)$$

$$\text{et } \underline{\text{SP} \leq 800 \text{ mm}}$$

$$\text{pour } \underline{0.4 < Q_0 \leq 0.6 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{et } \underline{\text{SP} \leq 800 \text{ mm}}$$

$$a = 6 \cdot 10^{-4} \left[\text{SP} - 1000 - 400 (Q_0 - 0.4) \right]$$

$$\text{pour } \underline{800 \leq \text{SP} \leq 1200}$$

$$\text{et } \underline{Q_0 \leq 0.4}$$

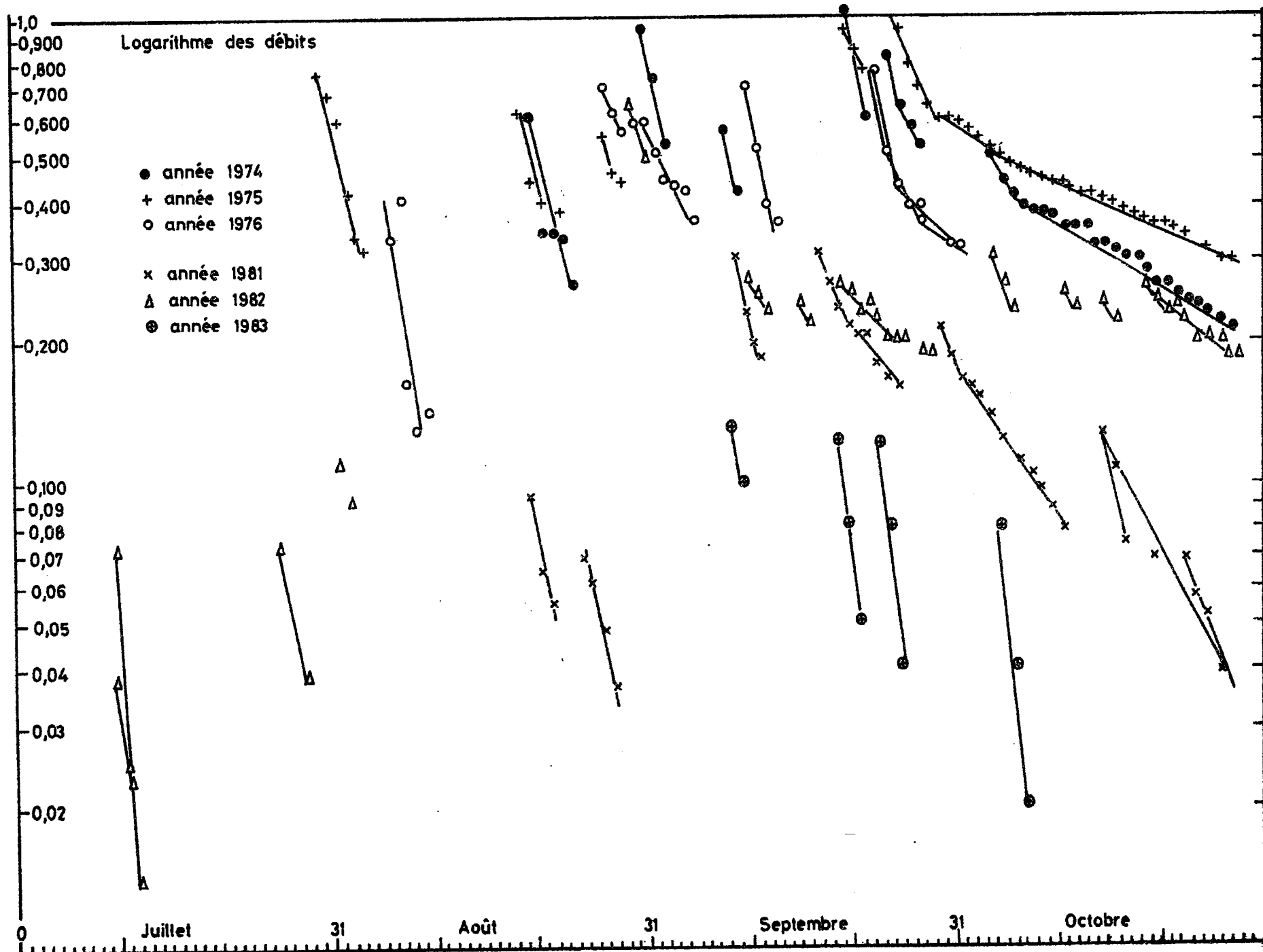
$$a = - 0.1 \left(\frac{\text{SP} - 1200}{400} \right)^2 - 0.02$$

$$\text{pour } \underline{800 \leq \text{SP} \leq 1140 \text{ mm}}$$

$$\underline{0.4 < Q_0 \leq 0.6 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$a = - 10^{-4} \left[3 + 5 (Q_0 - 0.4) \right] (\text{SP} - 1200)$$

En lieu et place de ces formules on peut utiliser la figure n° 59 comme un abaque.



LE DOUGO A DINGASSO

Figure n° 58

Coefficient de tarissement

$$Q = Q_0 \cdot e^{at}$$

a

-0,300

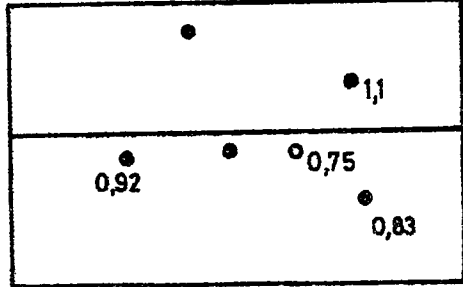
-0,200

-0,100

$Q_0 \leq 0,4$

$Q_0 = 0,6$

0,42



$Q_0 > 0,6$

- année 1974
- + année 1975
- année 1976
- △ année 1981
- x année 1982
- ⊙ année 1983

LE DOUGO A DINGASSO

Cumul des pluies en mm

200

400

600

800

1000

1200

0,43

Figure n°59

5.2.3. Etude des crues du KUO à DIGOUERA.

Les paramètres hydrométriques et pluviométriques des crues observées, grâce aux campagnes hydrologiques des années 1974, 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983, à la station de DIGOUERA sur le cours de la rivière KUO, sont consignés aux tableaux suivants :

- . paramètres hydrométriques des crues :
tableau n° 70 pages 226 et 227,
- . paramètres pluviométriques et synchroniques entre pluies et crues :
tableau n° 71 pages 228 et 229,

L'étude des crues est complétée d'une étude des tarissements dont les paramètres caractéristiques sont regroupés sur le tableau n° 72 pages 230 et 231.

a) formes des crues.

L'analyse des hydrogrammes des crues de la rivière KUO met en évidence une forme principale d'hydrogramme et deux formes secondaires, toutes trois dessinées à la figure n° 60 page 232.

La forme principale est observée en cours de saison humide dès que l'~~indice d'humidité des sols~~ atteint une valeur voisine de 50 millimètres ; ses caractéristiques sont les suivantes :

TM = 8 à 14 heures, temps de montée,

TB = 38 à 48 heures, temps de base,

$\frac{Q_{MAX}}{Q_M} = CF = 2.8$, coefficient de forme

Une première forme d'hydrogramme est observée en début de saison humide avec :

TM = 2 à 4 heures

TB = 10 à 20 heures

CF = 2.6

et IH < 50 mm

Une troisième forme d'hydrogramme est observée en fin de saison humide pour des averses de faible intensité avec :

TM = 30 heures

TB = 66 à 74 heures

CF = 1.6

et P << 30 millimètres.

Tableau n° 70.

Les crues du KUO à DIGOUERA

paramètres hydrométriques des crues.

$$S = 67,8 \text{ km}^2$$

N°	Dates début de crue	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB 10 ³ m ³	VC 10 ³ m ³	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s	CF	LC en mm
1	17/07/74	8	50	0.03	0.118	13.30	47.5	0.338	0.820	2.43	0.701
2	16/08/74	-	118	0.42	0.42	178.0	355.0	1.255	2.90	2.31	5.236
3	28/08/74	14	48	1.06	1.06	183.5	446.5	3.646	6.40	1.76	6.586
4	30/08/74	14	62	0.60	0.64	138.4	373.4	2.293	6.50	2.83	5.507
5	13/09/74	-	-	0.30	-	110.8	115.0	-	1.30	-	1.696
6	17/09/74	-	-	0.40	-	172.4	201.6	-	2.00	-	2.973
7	22/07/75	4	42	0.03	0.090	9.1	60.5	0.460	1.45	3.15	0.892
8	27/07/75	8	66	0.0	0.126	15.0	47.5	0.200	0.78	3.90	0.700
9	24/08/75	10	60	0.20	0.369	61.4	213.5	1.273	2.96	2.33	3.149
10	4/09/75	-	108	0.40	0.711	216.0	371.5	1.511	3.05	2.02	5.479
11	8/09/75	-	146	0.68	0.734	371.5	796.0	2.22	5.70	2.57	11.74
12	29/09/75	28	128	0.28	0.350	144.9	290.9	0.946	2.45	2.59	4.29
13	2/08/76	13	50	0.0	0.202	18.1	110.6	0.715	1.79	2.50	1.63
14	16/08/76	4	62	0.28	0.463	82.9	116.1	0.892	1.62	1.82	1.71
15	20/08/76	14	60	0.68	0.728	152.1	71.7	1.036	1.44	1.39	1.06
16	29/08/76	30	110	0.43	0.501	184.3	164.2	0.88	1.43	1.63	2.42
17	29/05/81	6	16	0.0	0.0	0.0	10.4	0.181	0.370	2.04	0.153
18	10/06/81	4	9	0.0	0.0	0.0	3.5	0.108	0.240	2.22	0.052
19	5/07/81	4	29	0.0	0.0	0.0	29.9	0.286	0.590	2.06	0.441
20	10/07/81	4	46	0.0	0.04	3.0	57.2	0.364	0.980	2.69	0.844
21	17/07/81	4	11	0.0	0.0	0.0	2.5	0.063	0.090	-	0.037
22	20/07/81	10	72	0.0	0.085	11.0	98.2	0.421	1.050	2.49	1.448
23	23/07/81	16	76	0.085	0.185	34.9	62.1	0.355	0.730	2.06	0.916
24	28/07/81	16	64	0.100	0.180	33.5	36.9	0.306	0.540	1.76	0.544
25	1/08/81	* -	228	0.183	0.237	173.0	222.0	0.481	1.100	2.29	3.274
26	13/08/81	* -	240	0.170	0.270	189.0	233.0	0.488	1.150	2.36	3.437
27	6/09/81	* -	174	0.183	0.223	127.9	51.8	0.287	0.390	1.36	0.764
28	13/09/81	* 8	174	0.223	0.251	150.3	61.9	0.339	0.440	1.30	0.913
29	25/09/81	8	44	0.196	0.200	33.1	6.3	0.249	0.330	1.33	0.092

Tableau n° 70. (suite)

Les crues du KUO à DIGOUERA
paramètres hydrométriques des crues

S = 67,8 km²

N°	Dates début de crue	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB 10 ³ m ³	VC 10 ³ m ³	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s	CF	LC en mm
30	10/05/82	2	11	0.0	0.015	0.299	8.75	0.229	0.610	2.66	0.129
31	19/05/82	2	11	0.0	0.0	0.0	2.88	0.073	0.180	2.47	0.042
32	29/05/82	2	13	0.0	0.019	0.460	7.56	0.171	0.360	2.11	0.111
33	03/06/82	1	9	0.0	0.024	0.389	2.40	0.086	0.205	2.38	0.035
34	09/07/82	2	12	0.0	0.043	0.907	6.90	0.181	0.360	1.99	0.101
35	12/07/82	5	20	0.0	0.035	1.30	5.86	0.099	0.185	1.87	0.086
36	14/07/82	3	17	0.004	0.037	1.30	2.80	0.067	0.127	1.90	0.041
37	17/07/82	2	35	0.024	0.065	5.50	6.90	0.098	0.170	1.73	0.101
38	22/07/82	5	42	0.050	0.175	17.03	42.30	0.392	0.740	1.89	0.623
39	30/07/82	5	29	0.050	0.100	7.85	26.75	0.331	0.760	2.30	0.395
40	5/08/82	5	53	0.0	0.250	23.85	123.84	0.774	1.500	1.94	1.826
41	8/08/82	3	73	0.180	0.330	68.40	179.0	0.941	2.000	2.13	2.640
42	24/08/82	* -	107	0.340	0.620	185.0	364.3	1.426	3.00	2.10	5.373
43	1/09/82	38	80	0.540	0.685	176.0	60.3	0.82	1.05	1.28	0.889
44	3/09/82	25	54	0.650	0.685	131.4	22.5	0.792	0.900	1.14	0.332
45	6/06/83	3	24	0.0	0.02	8.64	23.4	0.371	0.760	2.05	0.345
46	15/06/83	4	16	0.0	0.005	0.144	11.20	0.023	0.060	2.61	0.018
47	19/06/83	2	6	0.0	0.02	0.022	0.598	0.029	0.063	2.17	0.009
48	30/07/83	-	48	0.011	0.032	3.715	5.01	0.050	-	-	0.074
49	7/09/83	-	48	0.003	0.050	4.58	10.80	0.089	-	-	0.159

Tableau n° 71.

Le KUO à DIGUERA
pluies et crues

$$S = 67,8 \text{ km}^2$$

N°	Dates	pluies moyennes mm	TR heures	TC heures	IH mm	$\frac{LC}{P} = K$ %
1	15/07/74	28	-	-	86	2.50
2	16/08/74	* 90	-	-	190	5.82
3	28/08/74	36	-	-	313	18.29
4	30/08/74	(30)	-	-	341	18.36
5	13/09/74	(40)	-	-	314	4.24
6	17/09/74	(26)	-	-	362	11.43
7	22/07/75	47	-	-	42	1.90
8	27/07/75	44	-	-	92	1.59
9	24/08/75	62	-	-	116	5.08
10	4/09/75	63	-	-	227	8.70
11	8/09/75	* 94	-	-	260	12.49
12	29/09/75	43	-	-	281	9.98
13	2/08/76	10	-	-	28	16.30
14	16/08/76	30	-	-	94	5.70
15	20/08/76	15	-	-	165	7.07
16	29/08/76	35	-	-	171	6.91
17	29/05/81	37.1	6	15	12	0.412
18	10/06/81	35.3	5	9	3	0.147
19	5/07/81	45.3	2	26	0	0.974
20	10/07/81	36.6	2	42	21	2.306
21	17/07/81	34.0	-	-	24	0.030
22	20/07/81	51.3	16	72	43	2.82
23	23/07/81	30.9	-	-	83	2.96
24	28/07/81	29.7	-	-	89	1.83
25	01/08/81	* 95.8	18	104	99	3.42
26	13/08/81	* 80.9	20	192	146	4.25
27	6/09/81	46.0	16	120	148	1.66
28	13/09/81	43.4	20	144	125	2.10
29	25/09/81	21.0	6	44	104	0.438

* pluie de deux jours consécutifs.

Tableau n° 71. (suite)

Le KUO à DIGOUERA

Pluies et crues

S = 67,8 km²

N°	Dates	pluies moyennes mm	TR heures	TC heures	IH mm	$\frac{LC}{P} = K$ %
30	10/05/82	17.9	-	-	0	0.721
31	19/05/82	10.4	4	13	0	0.404
32	29/05/82	13.8	2	13	0	0.804
33	03/06/82	22.4	2	9	0	0.156
34	09/07/82	21.5	2	10	0	0.470
35	12/07/82	13.4	5	19	4	0.642
36	14/07/82	36.8	3	16	7	0.111
37	17/07/82	46.7	-	-	29	0.216
38	22/07/82	30.8	5	41	64	2.02
39	30/07/82	31.5	5	29	55	1.25
40	05/08/82	50.6	4	-	57	2.59
41	08/08/82	26.1	-	-	113	10.11
42	24/08/82	53.7	12	105	131	10.0
43	01/09/82	24.0	-	-	145	3.70
44	03/09/82	5.5	-	-	154	6.04
45	06/06/83	42.6	2	23	0	0.810
46	15/06/83	44.3	3	15	0	0.041
47	19/06/83	32.5	2	5	14	0.028
48	30/07/83	34.5	-	-	9	0.214
49	07/09/83	39.1	-	-	21	0.407

Tableau n° 72

Courbes de tarissement du KUO à DIGGUERA

Périodes	Nombre de jours	Q1 m ³ /s	Q2 m ³ /s	Log $\frac{Q1}{Q2}$	Constante de temps a	IH en mm
17/07/au 22/07/74	5	0.13	0.04	1.179	- 0.236	135
9/08/au 12/08/74	3	0.21	0.16	0.270	- 0.050	200
19/08/au 21/08/74	2	0.82	0.44	0.621	- 0.310	266
6/09/au 11/09/74	5	0.40	0.25	1.792	- 0.358	324
19/09/au 22/09/74	3	0.89	0.34	0.963	- 0.321	362
22/09/au 24/09/74	2	0.34	0.29	0.157	- 0.079	350
28/09/au 20/10/74	22	0.29	0.12	0.884	- 0.040	323
22/10/au 12/11/74	21	0.12	0.06	2.996	- 0.143	242
24/07/au 26/07/75	2	0.13	0.03	1.466	- 0.733	103
20/08/au 21/08/75	1	0.24	0.21	0.131	- 0.131	128
21/08/au 23/08/75	2	0.21	0.18	0.157	- 0.079	123
28/08/au 30/08/75	2	0.23	0.16	0.365	- 0.182	215
13/09/au 16/09/75	3	1.01	0.58	0.554	- 0.185	322
16/09/au 21/09/75	5	0.58	0.38	0.425	- 0.085	307
26/09/au 28/09/75	2	0.39	0.30	0.262	- 0.131	296
03/10/au 06/10/75	3	0.49	0.31	0.457	- 0.152	266
6/10/au 30/10/75	24	0.31	0.14	0.793	- 0.033	252
1/11/au 15/11/75	14	0.13	0.08	0.482	- 0.034	153
15/11/au 30/11/75	15	0.08	0.05	0.470	- 0.031	78
1/12/au 31/12/75	30	0.05	0.01	1.609	- 0.054	3
28/07/au 30/07/76	2	0.08	0.01	2.079	- 1.04	22
5/08/au 07/08/76	2	0.18	0.12	0.406	- 0.203	60
7/08/au 09/08/76	2	0.12	0.10	0.182	- 0.091	55
26/08/au 29/08/76	3	0.76	0.46	0.501	- 0.167	186
01/09/au 04/09/76	3	0.77	0.42	0.604	- 0.201	184
04/09/au 07/09/76	3	0.42	0.32	0.270	- 0.090	172
11/09/au 13/09/76	2	0.35	0.27	0.262	- 0.131	212
19/09/au 25/09/76	6	0.37	0.23	0.476	- 0.079	204
29/09/au 03/10/76	4	0.23	0.16	0.365	- 0.091	176
09/10/au 12/10/76	3	0.26	0.17	0.425	- 0.142	167
02/11/au 04/11/76	2	0.19	0.16	0.174	- 0.087	120
04/11/au 30/11/76	26	0.16	0.08	0.6931	- 0.027	110
1/12/au 21/12/76	20	0.08	0.02	1.3863	- 0.069	0

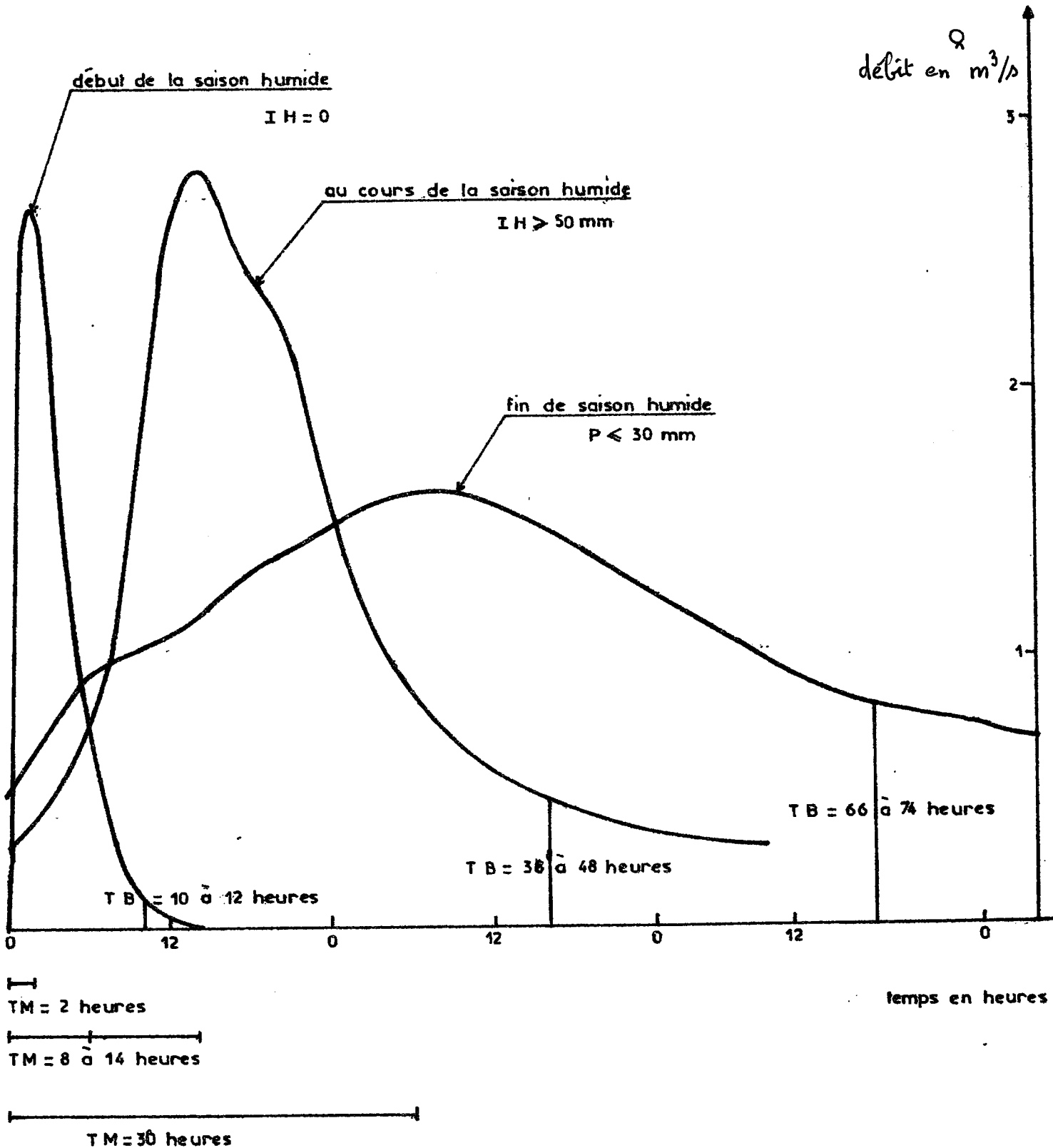
Tableau n° 72 (suite)

Courbes de tarissement du KUO à DIGOUERA .

Période	Nombre de jours	Q1 m ³ /s	Q2 m ³ /s	Log Q1 Q2	Constante de temps a	I H mm
06/08/au 08/08/81	2	0.809	0.315	0.9439	- 0.472	170
20/08/au 27/08/81	7	0.385	0.191	0.703	- 0.100	192
27/08/au 3/09/81	7	0.191	0.163	0.157	- 0.022	174
9/09/au 12/09/81	3	0.317	0.241	0.278	- 0.0925	150
16/09/au 23/09/81	7	0.369	0.200	0.615	- 0.0879	150
28/09/au 5/10/81	7	0.205	0.112	0.604	- 0.0863	110
5/10/au 30/10/81	25	0.112	0.04	1.030	- 0.0412	72
23/07/au 24/07/82	1	0.248	0.137	0.593	- 0.593	88
24/07/au 26/07/82	2	0.137	0.082	0.513	- 0.256	85
10/08/au 12/08/82	2	0.528	0.250	0.747	- 0.373	123
15/08/au 16/08/82	1	0.250	0.200	0.223	- 0.223	140
17/08/au 20/08/82	3	0.241	0.155	0.438	- 0.146	130
5/09/au 7/09/82	2	0.814	0.552	0.385	- 0.193	154
7/09/au 13/09/82	6	0.552	0.381	0.372	- 0.062	145
21/09/au 29/09/82	8	0.262	0.181	0.372	- 0.046	103
7/10/au 24/10/82	17	0.183	0.105	0.554	- 0.033	32
24/10/au 5/11/82	12	0.105	0.05	0.742	- 0.062	7
5/11/au 21/11/82	16	0.05	0.002	3.219	- 0.201	0
17/09/au 21/09/82	4	0.048	0.03	0.470	- 0.118	41
23/09/au 28/09/82	5	0.037	0.013	1.047	- 0.209	31
8/10/au 11/10/82	3	0.020	0.010	2.996	- 1.000	11
11/10/au 16/10/82	5	0.010	0.002	3.912	- 0.782	0

LE KUO à DIGOUERA

formes standardisées des hydrogrammes des crues



b) relations entre lame de crue, pluies moyennes et indice d'humidité.

Les points représentatifs des couples de valeurs lame de crue - pluie moyenne, sur le bassin du KUO à DIGOUERA, sont reportés sur les figures n° 61 et 62 pages 236 et 237.

Chaque point est affecté d'un numéro correspondant au numéro d'ordre du tableau n° 70 pages 226 et 227.

La figure n° 62 est simplement destinée à mieux définir la partie inférieure des courbes représentant l'évolution des lames de crues en fonction de la pluie moyenne et de l'indice d'humidité.

Le tracé des courbes représentant l'évolution des lames de crue apparaît ici plus délicat que pour la rivière DOUGO.

Une mauvaise estimation de la pluviométrie moyenne à l'échelle de l'averse sur le bassin, nous paraît être la cause essentielle de la dispersion des points.

La pluviométrie moyenne sur le bassin du KUO est en effet calculée à partir de postes pluviométriques situés le plus souvent en limite du bassin, exceptions faites de la période allant du mois d'août 1975 au mois d'octobre 1976 avec le poste de Zamagoloko et de l'année 1983 avec le pluviographe de KUO.

Les averses tropicales étant de type orageux, elles se caractérisent par une forte hétérogénéité spatiale de la répartition des pluies. Dans ces conditions, une bonne estimation des hauteurs pluviométriques moyennes par averse nécessite une forte densité de postes pluviométriques journaliers.

Quoiqu'il en soit, le nombre des crues observées pallie un peu l'imprécision des estimations pluviométriques.

La droite de ruissellement maximum, située à gauche de la figure n° 61, a pu être tracée sans difficultés. Elle correspond à un coefficient de ruissellement de 25 %, nettement supérieur à celui du DOUGO, son équation est la suivante :

$$LC = 0.25 (P - 8)$$

avec $IH \geq 350$ mm

Nous avons supposé que, au-dessus d'un certain seuil de saturation, le bassin se comportait de façon identique aux sollicitations pluviométriques.

Dans l'ensemble, la disposition des points sur la figure n° 61 semble confirmer cette hypothèse. Il convient cependant de se montrer prudent quant à l'extrapolation des courbes ainsi définies hors des limites du champ des observations.

Les relations suivantes peuvent donc être établies :

relation n° 1. Pour $P \geq 58 - 0.12 IH$

$$LC = 0.25 (P - 50 + 0.12 IH)$$

relation n° 2. Pour $P < 58 - 0.12 IH$

et $350 > IH > 300$ $LC = \frac{2 (P - 8)}{14 - 0.12 (IH - 300)}$

et $300 \geq IH \geq 200$ $LC = -1 + e^z$

$$z = \frac{P - 8}{13 + 0.1 (300 - IH)}$$

et $200 > IH \geq 150$ $z = \frac{P - 8}{23 + 0.16 (200 - IH)}$

relation n° 3. Pour $P < 58 - 0.12 IH$

et $P > 32 + 0.04 (150 - IH)$

$$LC = -1 + e^{z^{1+n}}$$

on pose $n = 0.02 (150 - IH)$

pour $100 \leq IH \leq 150$ $z = \frac{P - 8}{31 + 5 n}$

pour $50 \leq IH \leq 100$ $z = \frac{P - 8}{36 + 3 n}$

pour $0 \leq IH < 50$ $z = \frac{P - 8}{41 + 3 n}$

relation n° 4. Pour $8 \leq P < 32 + 0.04 (150 - IH)$

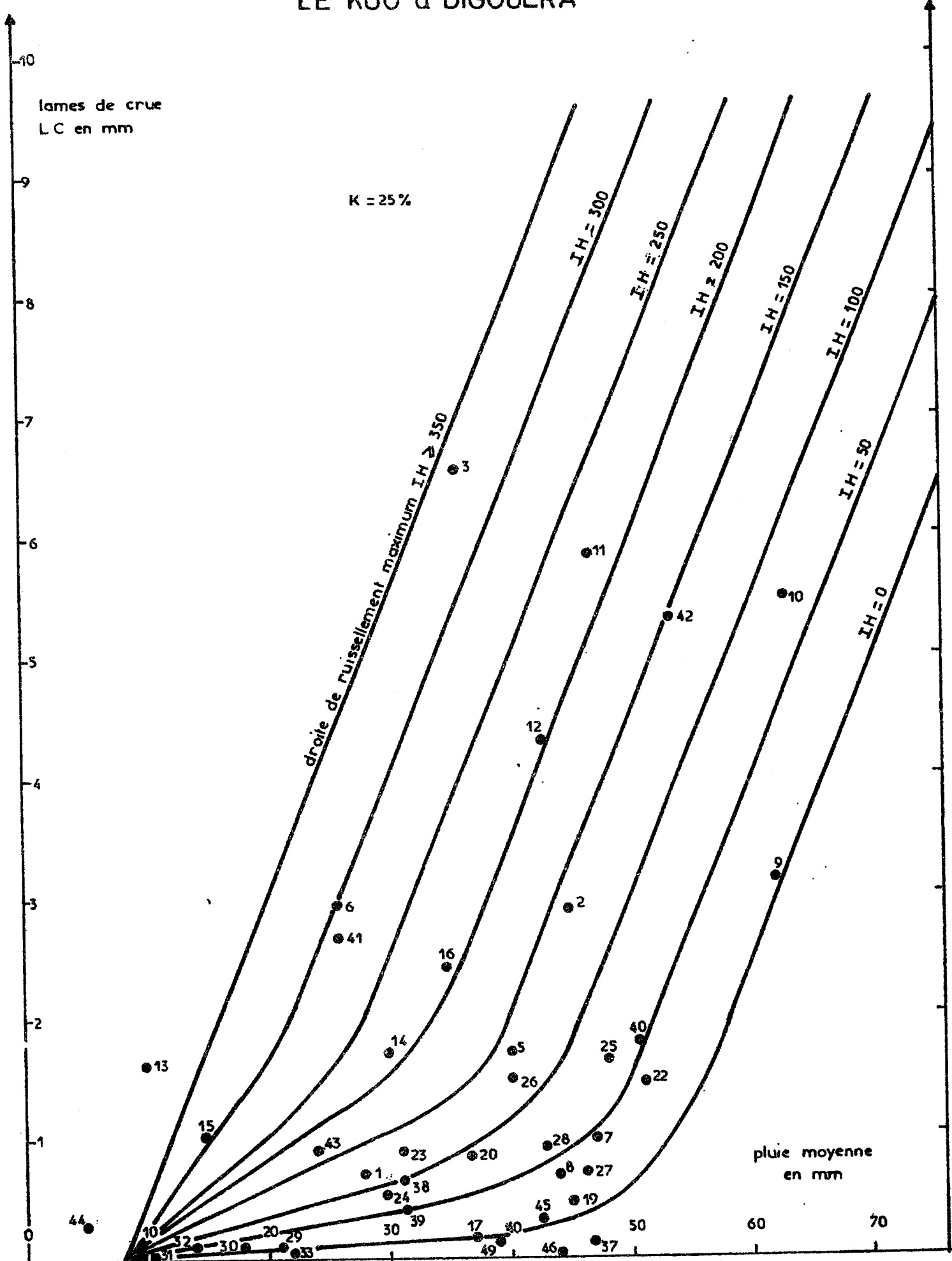
$$\text{et } 100 \leq IH \leq 150 \quad LC = (P - 8) [0.040 - 3 \cdot 10^{-4} (150 - IH)]$$

$$50 \leq IH \leq 100 \quad LC = (P - 8) [0.025 - 2,5 \cdot 10^{-2} (100 - IH)]$$

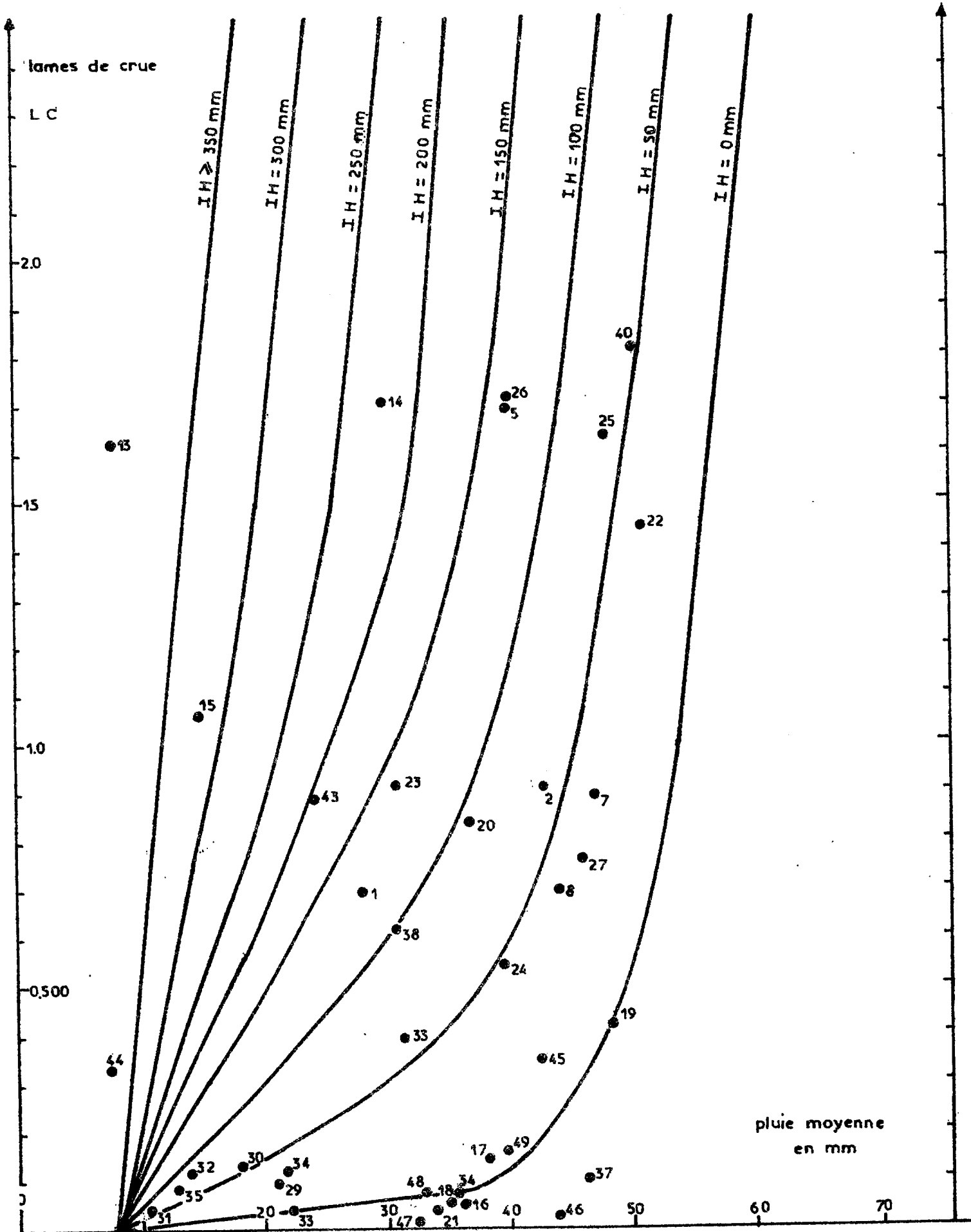
$$0 \leq IH \leq 50 \quad LC = (P - 8) [0.0125 - 2 \cdot 10^{-4} (50 - IH)]$$

Les relations n° 1 et 4 sont de type linéaire, les relations n° 2 et 3 sont de type exponentielle.

LE KUO à DIGOUERA



LE KUO à DIGOUERA



c) relations entre le débit de base en fin de crue,
la pluie moyenne sur le bassin et le débit de base
en début de crue.

Les points figurant les couples de valeurs : débit de base en fin de crue - pluie moyenne sur le bassin du KUO, sont reportés sur la figure n° 63 avec leurs numéros d'ordre (conf. tableaux n° 70 et 71 pages 226 à 229).

Les relations entre le débit de base en fin de crue Q_{bf} , la pluie moyenne sur le bassin, P , et le débit de base en début de crue, Q_{bd} , peuvent s'exprimer de la façon suivante :

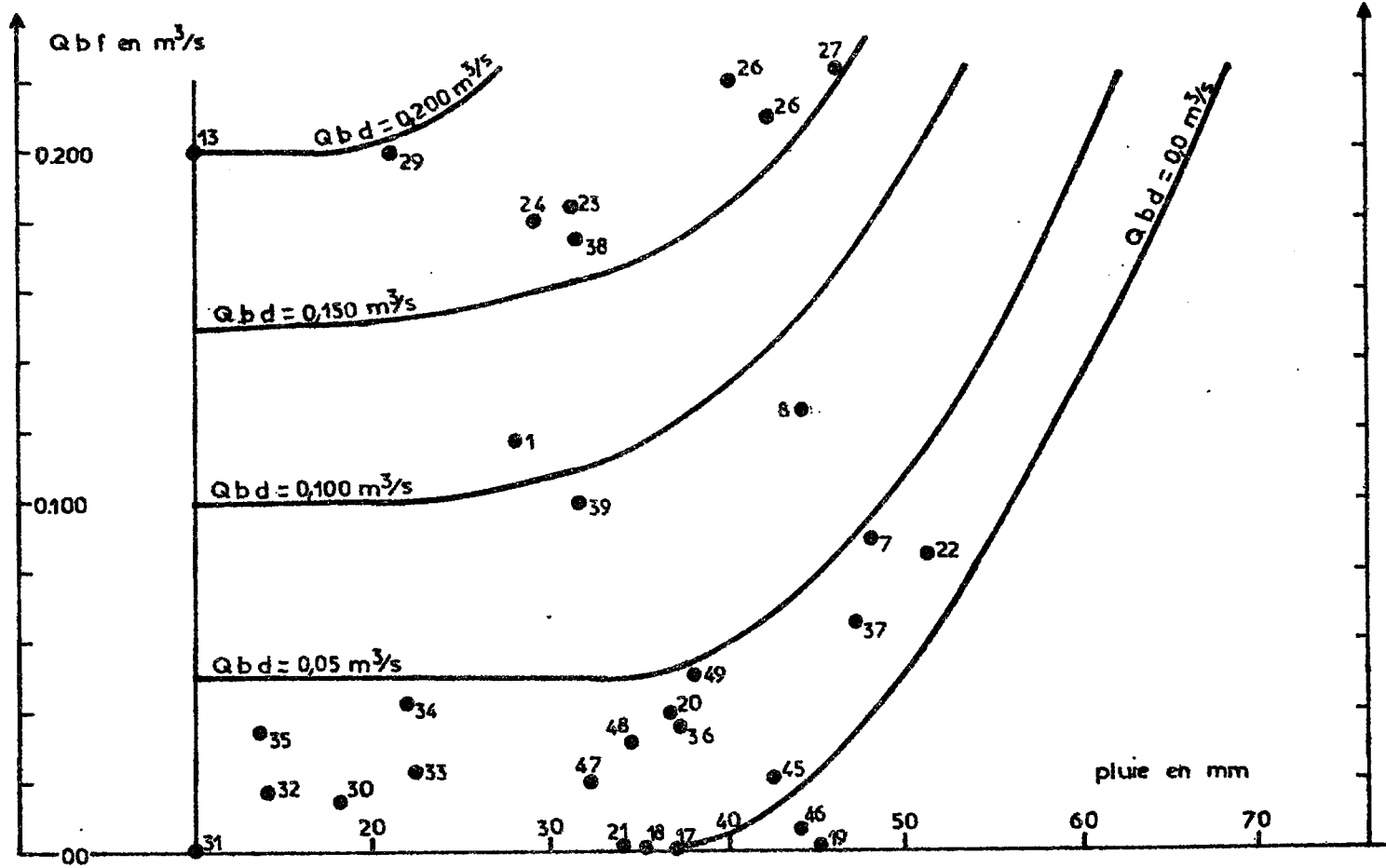
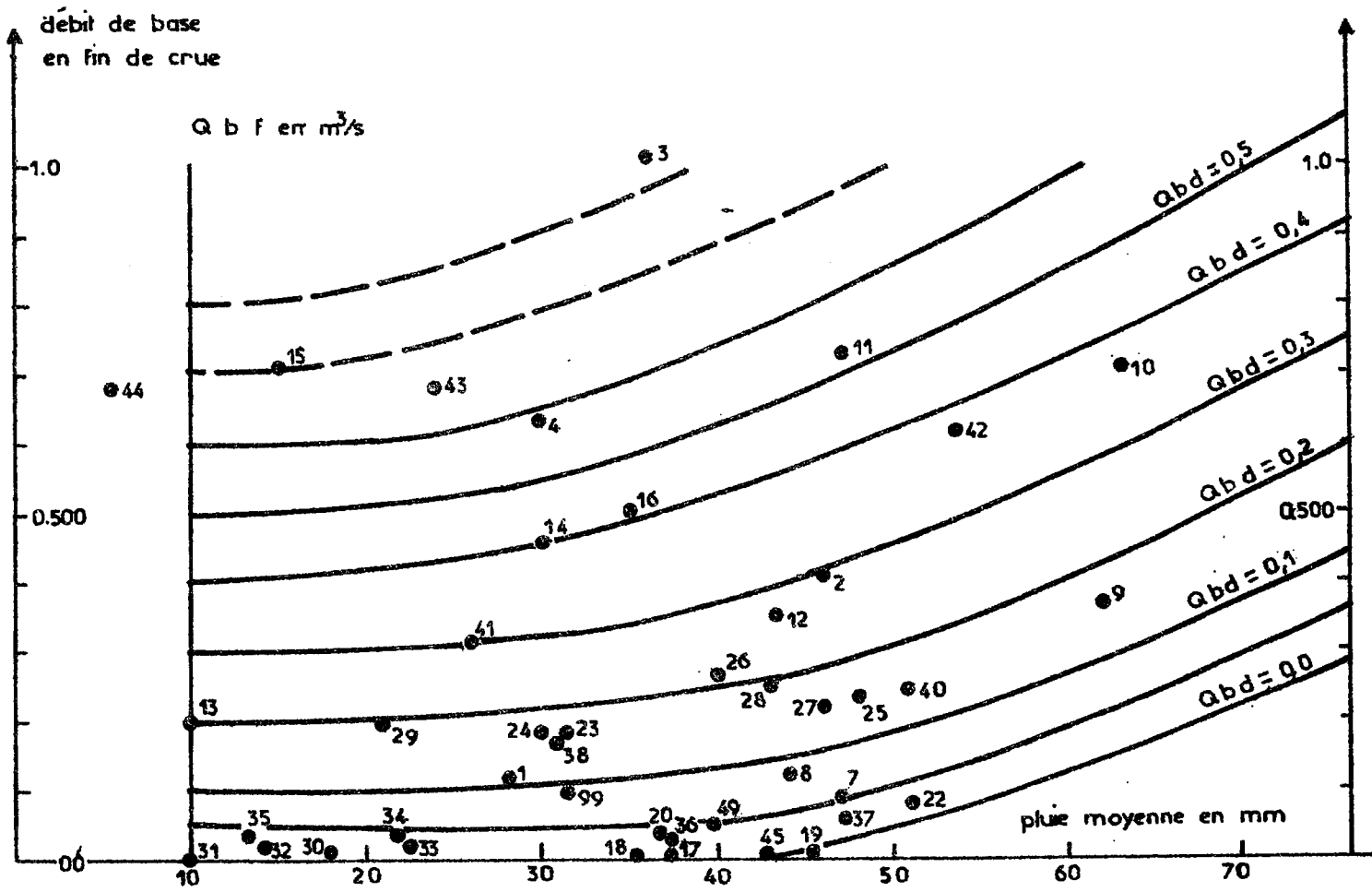
$$Q_{bf} = - 1 + e(z) + Q_{bd}$$

avec $z = \frac{P - 40 + 50 Q_{bd}}{150}$ pour $0 \leq Q_{bd} \leq 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$

et $z = \frac{P - 10}{150}$ pour $0.6 \leq Q_{bd} \leq 1 \text{ m}^3/\text{s}$

et $P < 70 \text{ mm.}$

LE KUO à DIGOUERA



d) étude des tarissements du KUO à DIGOUERA.

Les tarissements observés sur la rivière KUO sont dessinés à la figure n° 64 page 242 et correspondent aux périodes répertoriées dans le tableau n° 72 pages 230 et 231.

Les valeurs de la constante de temps, a , ont été couplées avec les valeurs de l'indice d'humidité IH en début de tarissement et les points représentatifs de ces couples de valeurs sont reportés sur la figure n° 65 page 243.

Les relations qui peuvent être établies entre le coefficient de tarissement, a , le débit en début de tarissement, Q_0 , et l'indice d'humidité ne sont pas très franches et les points restent assez dispersés sur le graphique.

Toutefois on dégage de la répartition des points une gradation descendante des coefficients de tarissement (a est négatif) avec le débit de base et une progression ascendante avec l'indice d'humidité.

On peut retenir les relations suivantes :

En début de saison humide, $IH < 40$ mm,

$$a = - 0.80$$

En cours de saison humide, $IH > 40$ mm

pour $Q_0 \geq 0.8$

$$a = - 0.30$$

pour $0.5 \leq Q_0 \leq 0.8$

$$a = - e^{-z}$$

$$z = \frac{IH}{120}$$

pour $0.3 \leq Q_0 \leq 0.5$

$$a = - e^{-z}$$

$$z = \frac{IH}{120 - 150 (0.5 - Q_0)}$$

pour $0.2 \leq Q_0 \leq 0.3$

$$a = - e^{-z} + 0.3 (0.3 - Q_0)$$

$$z = \frac{IH}{90 - 350 (0.3 - Q_0)}$$

$$\underline{0.1 \leq Q_0 \leq 0.2}$$

$$\underline{a = - \frac{e^{-z}}{IH} + 0.03}$$

$$z = \frac{55 - 350 (0.2 - Q_0)}{IH}$$

En fin de saison humide

$$\underline{a = - 0.030}$$

pour $IH \geq 40$

$$\underline{a = - 0.060}$$

pour $IH < 40$

LE KUO A DIGOUERA

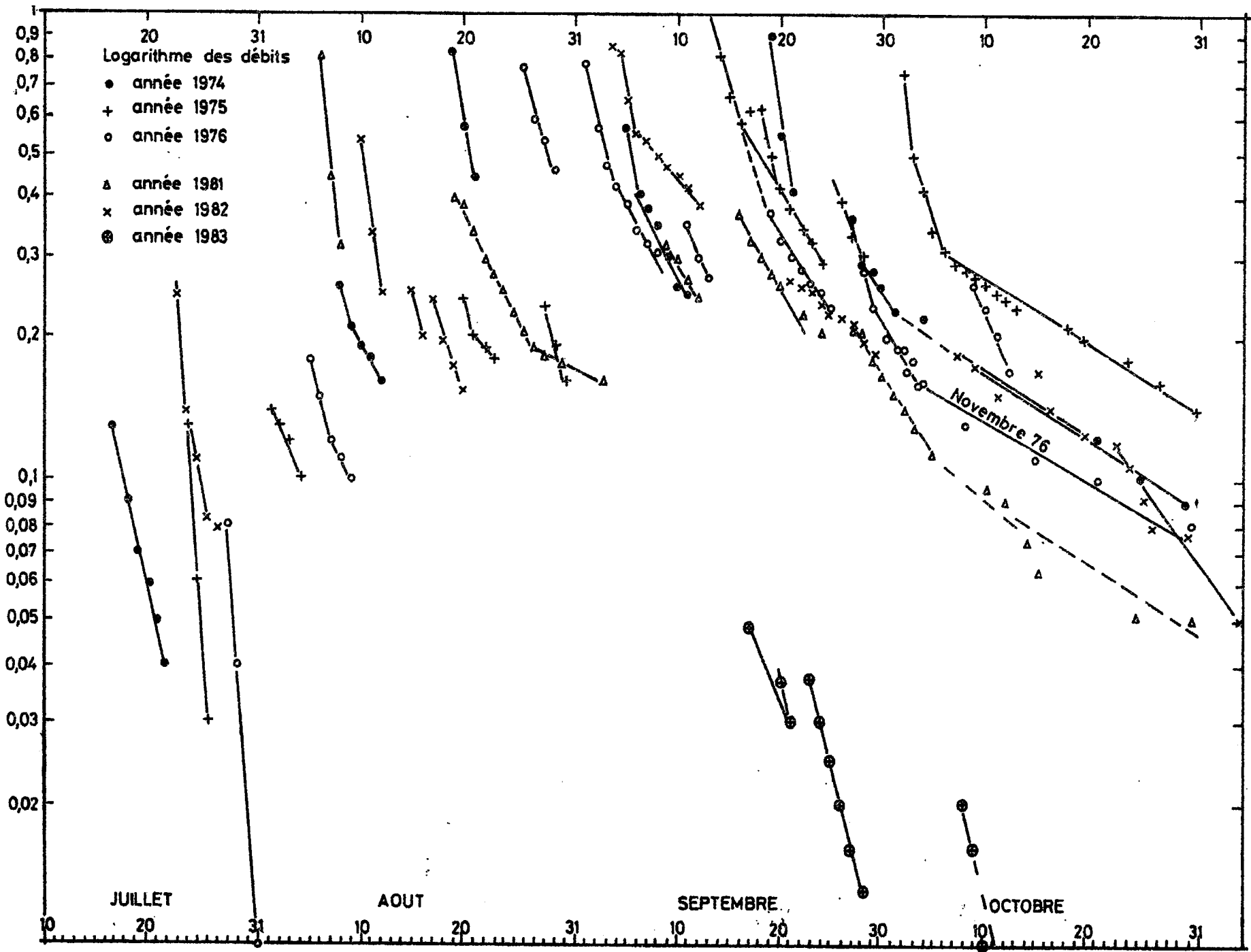


Figure n° 64

LE KUO à DINGOUERA

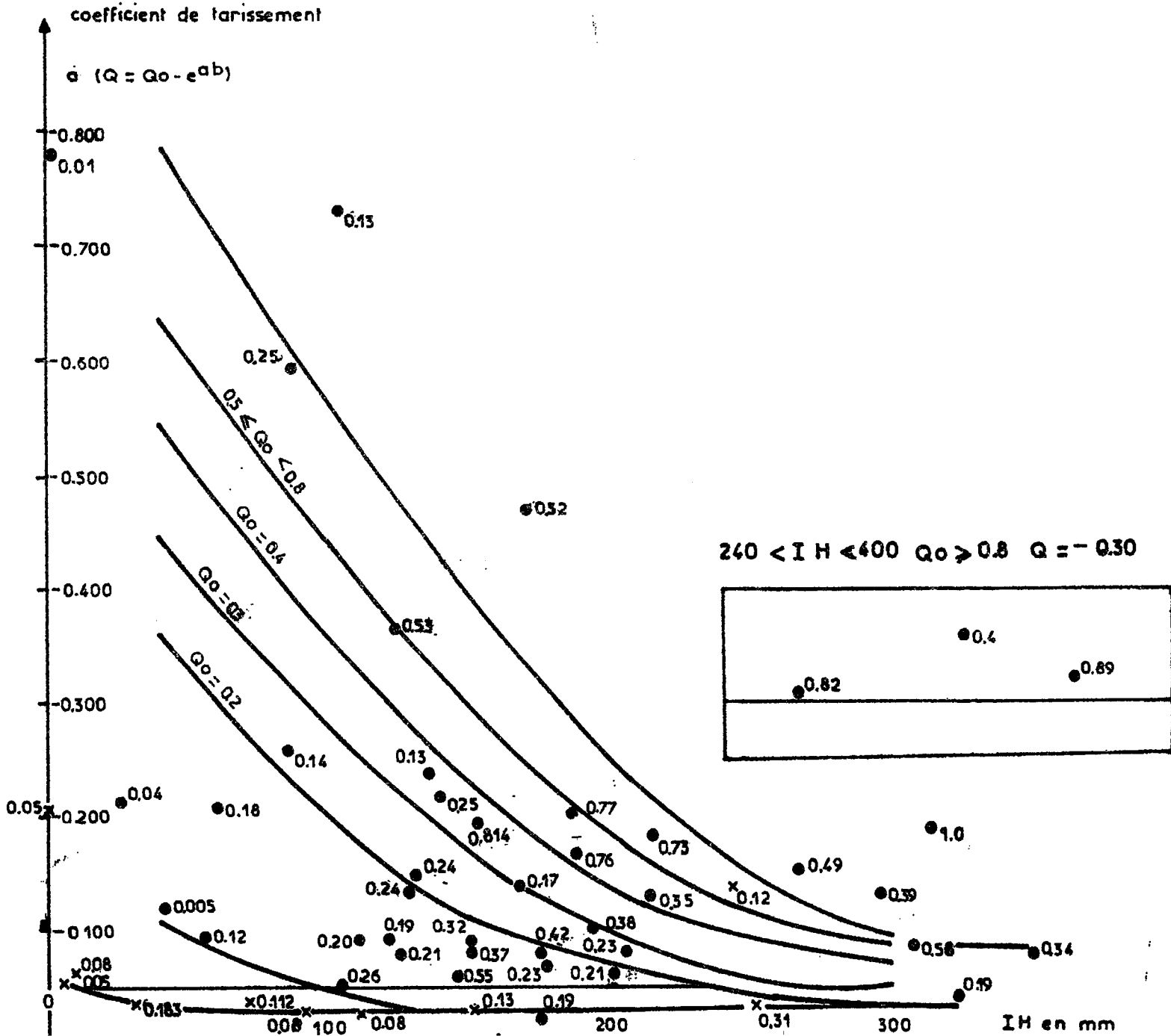


Figure n° 65

5.2.4. Etude des crues et des tarissements de la rivière
KONGA à N'DANA.

Le bassin versant de la rivière KONGA est un peu plus étendu que celui du DOUGO à DINGASSO mais son régime hydrologique se caractérise par la faiblesse de ses apports et de ses crues.

Ainsi, parmi les 6 années observées :

1974, 1975, 1976, 1981, 1982 et 1983, la rivière KONGA est restée à sec pendant trois ans ; 1976, 1981 et 1983.

Même pendant les années pluvieuses, les écoulements restent très limités dans le temps : 4 mois en 1974, 2 mois en 1975 et 1 mois en 1982.

Les résultats de l'estimation des paramètres hydrométriques et pluviométriques des crues de la rivière KONGA sont consignés sur les deux tableaux suivants :

- . les paramètres hydrométriques sur le tableau n° 73 page 245,
- . les paramètres pluviométriques et synchroniques au tableau n° 74 page 246.

L'étude des tarissements au tableau n° 75 page 247 complète l'étude du régime des débits de la rivière KONGA.

Tableau n° 73

LF KONGA à N' DANA

parametres hydrométriques des crues

S = 186 Km²

N°	Dates début de crue	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB 10 ³ m ³	VC 10 ³ m ³	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s	CF	LC mm
1	7/07/74	4	32	0.0	0.047	2.70	21.30	0.208	0.350	1.68	0.115
2	9/07/74	4	60	0.03	0.050	8.60	49.00	0.267	0.500	1.87	0.263
3	13/07/74	20	60	0.03	0.222	27.20	44.80	0.333	0.680	2.04	0.241
4	15/07/74	4	60	0.03	0.076	11.50	83.50	0.440	0.820	1.86	0.449
5	24/07/74	-	24	0.0	0.01	0.432	3.025	0.04	-	-	0.016
6	2/08/74	8	72	0.0	0.066	8.60	63.40	0.278	0.550	1.98	0.341
7	16/08/74	20	92	0.04	0.206	40.80	130.60	0.518	0.840	1.62	0.702
8	20/08/74	-	56	0.16	0.161	32.50	28.80	0.304	0.500	1.64	0.155
9	23/08/74	12	48	0.15	0.15	26.00	23.00	0.284	0.420	1.48	0.124
10	27/08/74	10	24	0.10	0.155	11.00	14.40	0.294	0.430	1.46	0.077
11	28/08/74	16	144	0.18	0.255	112.80	210.60	0.624	1.01	1.62	1.132
12	3/09/74	-	24	0.40	0.40	34.56	1.73	0.042	-	-	0.009
13	7/09/74	-	24	0.20	0.20	17.80	3.46	0.024	-	-	0.018
14	12/09/74	8	120	0.10	0.238	72.90	168.20	0.558	1.10	1.97	0.904
15	28/09/74	-	72	0.06	0.06	15.55	8.64	0.093	-	-	0.046
16	3/10/74	-	24	0.06	0.06	5.18	2.59	0.090	-	-	0.014
17	28/07/75	8	20	0.0	0.0	0.0	16.70	0.232	0.450	1.94	0.090
18	4/09/75	20	120	0.0	0.106	23.0	158.40	0.420	0.700	1.67	0.852
19	9/09/75	-	252	0.25	0.280	238.10	411.30	0.716	1.75	2.44	2.21
20	11/09/75	12	96	0.23	0.230	79.50	220.90	0.870	1.20	1.38	1.19
21	22/09/75	-	72	0.18	0.26	57.02	24.19	0.310	-	-	0.130
22	5/10/75	-	24	0.05	0.05	4.32	2.59	0.080	-	-	0.014
23	17/07/82	1	6	0.0	0.0	0.0	0.382	0.018	0.083	-	0.002
24	8/08/82	1	8	0.0	0.0	0.0	0.446	0.015	0.054	-	0.002
25	12/08/82	13	57	0.0	0.05	5.40	52.20	0.281	0.540	1.92	0.281
26	14/08/82	18	105	0.02	0.110	24.57	295.50	0.847	2.00	2.36	1.590
27	24/08/82	-	48	0.008	0.008	1.382	6.39	0.045	-	-	0.034
28	28/08/82	-	48	0.004	0.004	0.691	2.07	0.016	-	-	0.011

Tableau n° 74

LE KONGA à N'DANA

S = 186 Km²

paramètres pluviométriques des crues

N°	Dates	P mm	TR heures	TC heures	I H mm	K= IC %
1	8/07/74	44	-	-	61	0.261
2	10/07/74	13	-	-	95	0.692
3	12/07/74	26	-	-	107	0.927
4	15/07/74	47	-	-	119	0.955
5	24/07/74	27	-	-	128	0.059
6	2 au 5/08/74	* 52	-	-	138	0.656
7	15 au 17/08/74	* 90	-	-	122	0.780
8	20 au 22/08/74	25	-	-	190	0.620
9	23 au 25/08/74	30	-	-	200	0.413
10	27/08/74	21	-	-	229	0.367
11	28/08 au 3/09/74	46	-	-	224	2.461
12	3/09/74	15	-	-	247	0.060
13	7/09/74	14	-	-	243	0.129
14	12 au 17/09/74	42	-	-	231	2.15
15	28 au 30/09/74	* 45	-	-	224	0.102
16	3/10/74	19	-	-	250	0.074
17	28/07/75	54	-	-	92	0.167
18	4 au 9/09/75	45	-	-	210	1.893
19	9 au 19/09/75	* 97	-	-	227	2.278
20	22/09/75	58	-	-	261	2.052
21	22 au 25/09/75	* 58	-	-	260	0.224
22	5/10/75	12	-	-	266	0.117
23	17/07/82	43	1	5	155	0.005
24	08/08/82	48	-	-	144	0.004
25	12/08/82	13	18	60	152	2.16
26	14/08/82	57	14	110	162	2.88
27	24 au 26/08/82	15	-	-	158	0.227
28	28 au 29/08/82	11	-	-	150	0.100

* pluies tombées en 2 jours

Tableau n° 75

LE KONGA à N' DANA

étude des tarissements

Périodes	Nombre de jours	Q1 m ³ /s	Q2 m ³ /s	Log $\frac{Q2}{Q1}$	a	TH en mm
18/07/au 20/07/74	2	0.05	0.01	1.609	0.805	153
07/08/au 10/08/74	3	0.17	0.001	2.833	0.944	146
18/09/au 23/09/74	5	0.38	0.10	1.281	0.256	257
25/09/au 27/09/74	2	0.09	0.05	0.470	0.235	240
04/10/au 09/10/74	5	0.07	0.04	0.560	0.112	258
13/10/au 20/10/74	7	0.04	0.01	1.386	0.198	230
17/09/au 21/09/75	4	0.52	0.18	1.061	0.265	284
07/10/au 10/10/75	3	0.05	0.03	0.513	0.171	253
12/10/au 18/10/75	6	0.04	0.01	1.386	0.231	228
18/08/au 21/08/82	3	0.052	0.001	5.024	1.675	165

a) forme des crues.

La plus forte crue de la rivière KONGA, observée à N'DANA le 14 août 1982, a été dessinée sur la figure n° 66 page 249. Elle représente assez fidèlement une crue type de cette rivière lorsque les pluies sont suffisamment abondantes et l'indice d'humidité supérieur à 150 millimètres.

Plus généralement on peut adopter pour les crues de la rivière les caractéristiques suivantes :

IH > 150 mm

10 < P <= 20 mm

TB = 24 heures
TM = 8 à 10 heures
CF = 1.8 à 2.0

20 < P <= 30 mm

TB = 48 heures
TM = 10 à 12 heures
CF = 1.5 à 2.0

30 < P <= 50 mm

TB = 72 heures
TM = 12 à 16 heures
CF = 1.5 à 2.0

P > 50 mm

TB = 96 à 120 heures
TM = 18 à 20 heures
CF = 1.5 à 2.5

En début de saison humide, pour un indice d'humidité compris en 50 et 150 millimètres, temps de base et temps de montée de crue chutent très fortement, ainsi :

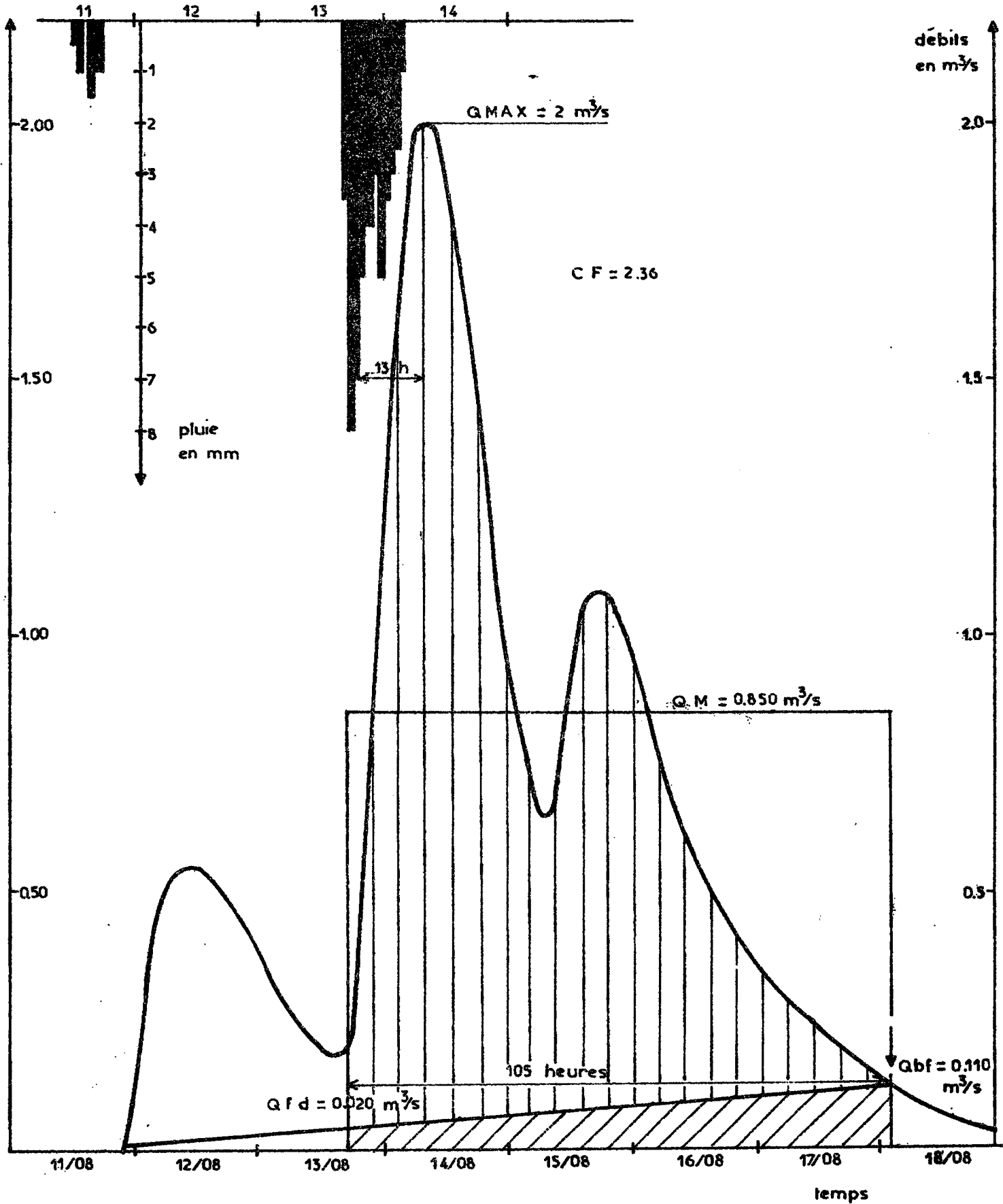
pour 100 < IH < 150 mm

et 20 < P < 50 mm

TB = 6 à 60 heures
TM = 1 à 8 heures
CF = 1.6 à 2.0

LE KONGA à N'DANA

crue du 12 au 18 aout 1982



b) relations entre la lame de crue, la pluie moyenne sur le bassin et l'indice d'humidité.

Les points représentatifs des couples de valeurs lame de crue - pluie moyenne du bassin versant du KONGA à N'DANA sont reportés sur la figure n° 67 page 251.

Nous sommes confronté pour le bassin versant du KONGA à N'DANA aux mêmes difficultés que pour le bassin versant du KUO à DIGOUERA. Ces difficultés sont liées à l'estimation des pluies moyennes sur le bassin, les pluviomètres totalisateurs étant insuffisants à l'estimation des pluies à l'échelle de l'averse.

Il est toutefois possible de dessiner les courbes de variation des lames de crue avec la pluie moyenne sur le bassin et l'indice d'humidité, telles qu'elles apparaissent sur la figure n° 67 page 251.

Les relations suivantes peuvent être établies :

$$\text{Pour } P > 84 - 0.28 \text{ IH} \quad \text{et} \quad 0 \leq \text{IH} \leq 200$$

$$\underline{LC = 0.05 (P - 78 + 0.28 \text{ IH})}$$

$$\text{pour } \text{IH} \geq 200 \quad \text{et} \quad P \geq 28$$

$$\underline{LC = 0.05 (P - 22)}$$

$$\text{pour } \text{IH} \geq 200 \quad \text{et} \quad P \leq 28$$

$$\underline{LC = -1 + e^{z^2}}$$

$$z = \frac{P - 10}{35}$$

$$\text{pour } 0 \leq \text{IH} \leq 200$$

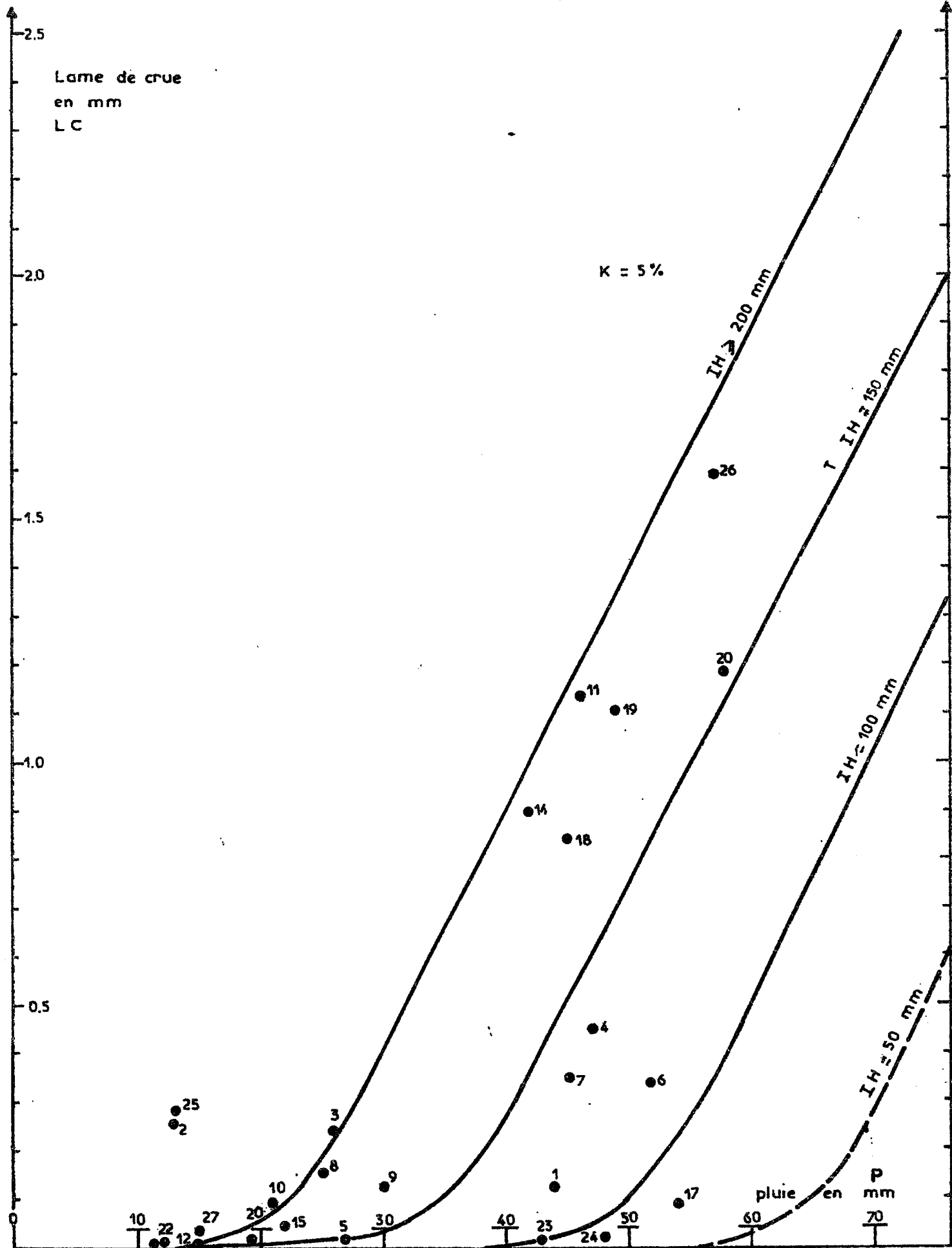
$$\text{on pose } n = 0.28 \text{ IH}$$

$$\text{et pour } \underline{66 - n < P < 84 - n}$$

$$\underline{LC = -1 + e^{z^2}}$$

$$z = \frac{P - 66 + n}{35}$$

LE KONGA à N'DANA



c) relations entre le débit en fin de crue, la pluie moyenne sur le bassin et le débit en début de crue.

Les points représentatifs des couples de valeurs : débit de base en fin de crue à N'DANA et pluie moyenne sur le bassin du KONGA, sont reportés sur la figure n° 68 page 253.

Malgré le petit nombre des points et l'imprécision dans l'estimation des pluies moyennes, les relations suivantes peuvent dégagées :

pour $IH \geq 150$

et $Q_{bd} = 0.0 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_{bf} = -1 + CH(z)$$

$$z = \frac{P - 20}{82}$$

et $0 \leq Q_{bd} \leq 0.300 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_{bf} = -1 + CH(z) + Q_{bd}$$

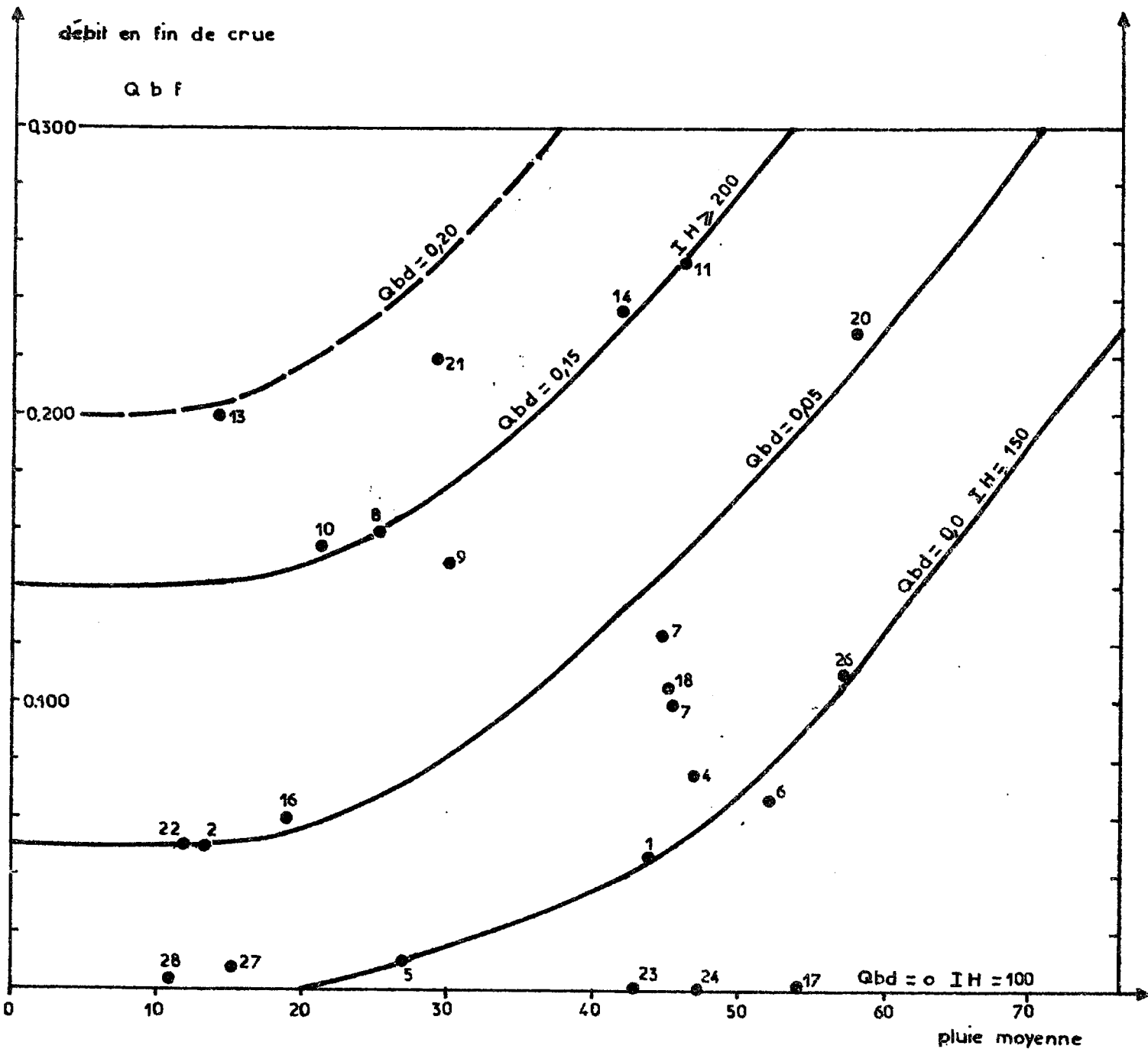
$$z = \frac{P - 10}{82}$$

pour $IH \leq 100$

et $Q_{bd} = 0.0$

$Q_{bf} = 0.0$

LE KONGA à N'DANA



d) étude des tarissements du KONGA à N'DANA.

Comparés aux tarissements des autres rivières de la région de N'DOROLA, les tarissements du KONGA sont très rapides, d'autant plus rapides que l'indice d'humidité est faible.

Nous avons représenté sur la figure n° 70 page 256 l'évolution du coefficient de tarissement de la rivière KONGA en fonction de l'indice d'humidité.

Les relations suivantes ont été retenues :

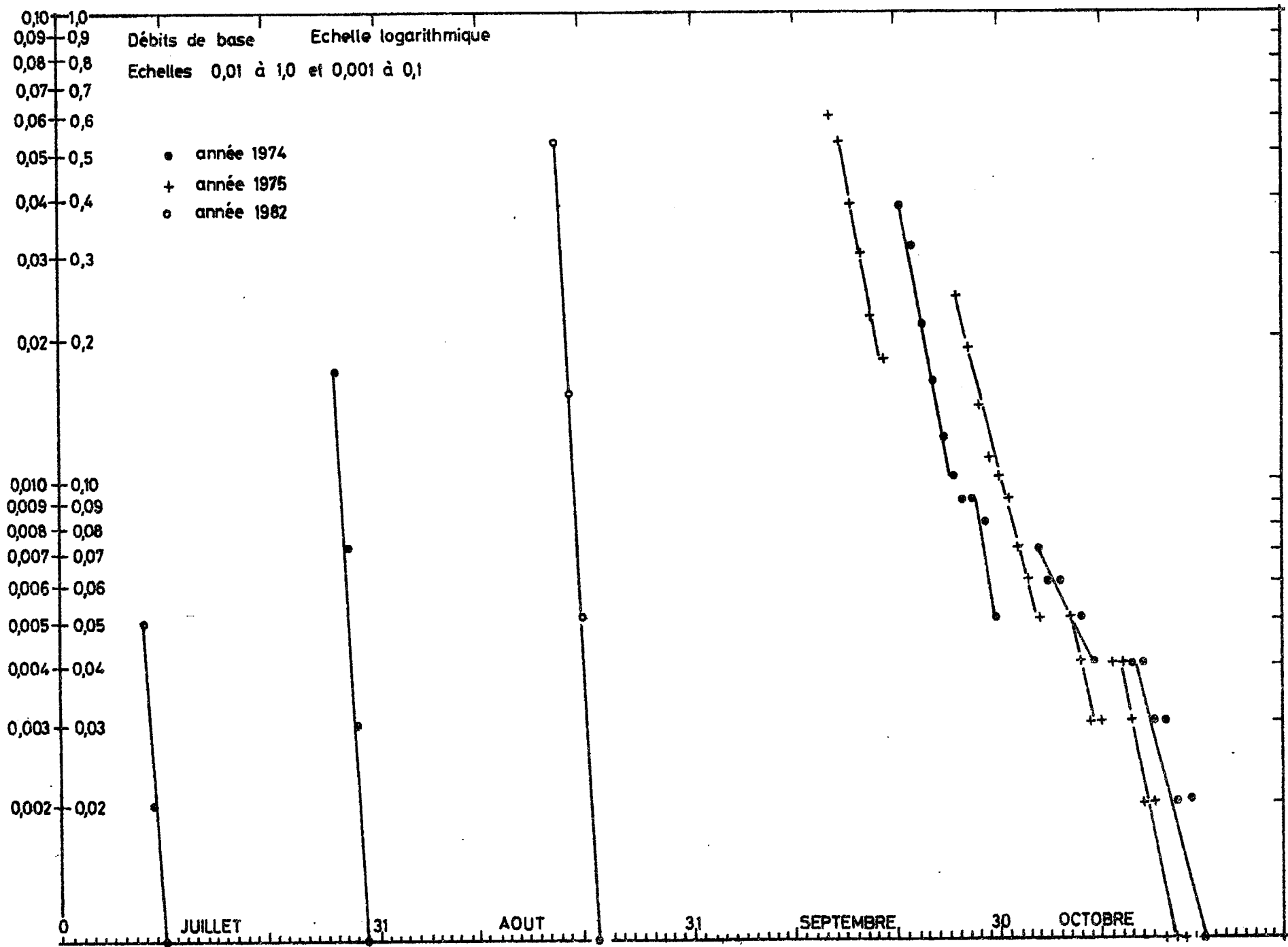
pour $100 \leq IH \leq 250$ mm

$$a = - 2 e^{-z}$$

$$z = \frac{IH - 100}{60}$$

et pour $IH > 250$

$$a = - 0.200$$

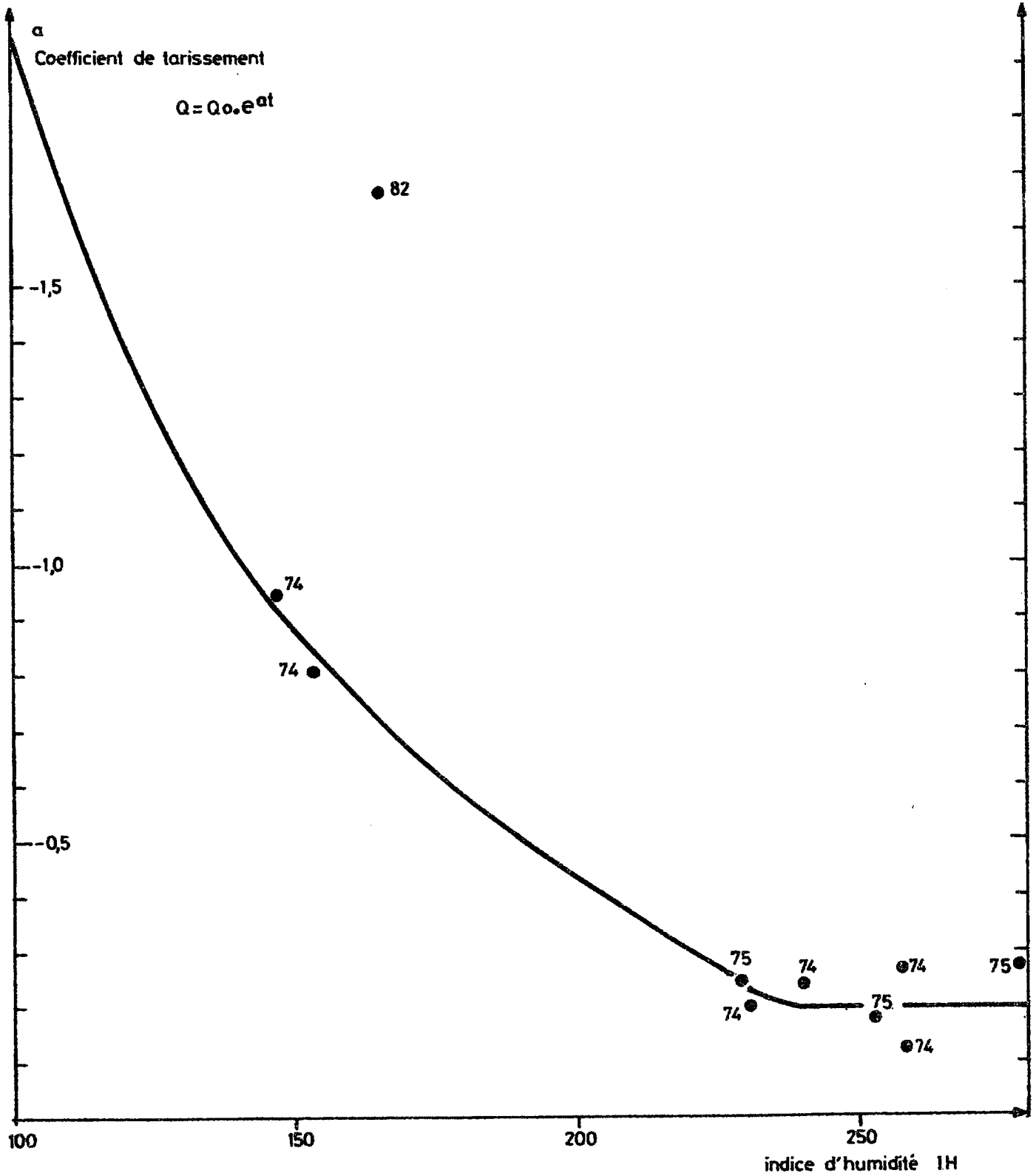


LE KONGA A N'DANA

Figure n° 69

Figure n° 70

LE KONGA A N'DANA



5.2.5. Etude des crues et des tarissements de la rivière DOUGBE à DIGOUERA.

Pour l'étude des crues de la rivière DOUGBE, petit bassin d'environ 19 km² de superficie situé près du bassin du KUO, nous avons repris l'essentiel des résultats figurant dans le rapport : "Etude hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE - 5 (rapport définitif) L. LE BARBE - mai 1977", pages 46 à 54.

Toutefois l'étude des crues a été complétée par l'adjonction de nombreuses petites crues qui définissent mieux les relations entre la lame de crue (lame ruisselée) et la pluviométrie moyenne sur le bassin dans les basses valeurs de la lame de crue.

D'autre part, dans le souci d'homogénéiser la présentation des études de crues nous avons repris pour ce bassin un indice d'humidité conforme à celui des autres bassins, alors que Monsieur LE BARBE préférait utiliser pour ce bassin un indice IH₅ représentant l'indice de saturation dans les 5 jours précédant la crue.

Les résultats de l'étude des crues et de l'étude des tarissements sont consignés sur les tableaux suivants :

- au tableau n° 76 pages 258 et 259 sont consignés les paramètres hydrométriques de crues,
- au tableau n° 77 page 260 sont consignés les paramètres pluviométriques,
- au tableau n° 78 page 261 sont consignés les périodes de tarissement de la rivière DOUGBE et leurs paramètres caractéristiques.

Tableau n° 76

LE DOUGBE à DIGOUERA

paramètres hydrométriques des crues

S = 19 Km²

N°	Dates	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB 10 ³ m ³	VC 10 ³ m ³	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s	CF	LC mm
1	8/07/74	-	24	0.0	0.0	0.0	0.432	0.005	-	-	0.023
2	10/07/74	-	24	0.0	0.0	0.0	1.987	0.023	-	-	0.105
3	12/07/74	-	24	0.0	0.0	0.0	0.346	0.004	-	-	0.018
4	15/07/74	-	24	0.0	0.0	0.0	3.110	0.036	-	-	0.164
5	4/08/74	2	10	0.0	0.028	0.500	6.700	0.200	0.750	3.75	0.353
6	17/08/74	3	13	0.03	0.043	1.700	17.300	0.406	1.10	2.71	0.910
7	19/08/74	-	24	0.0	0.0	0.0	4.061	0.047	-	-	0.214
8	21/08/74	-	24	0.0	0.0	0.0	1.728	0.020	-	-	0.091
9	25/08/74	1h30	17	0.0	0.046	1.400	22.200	0.386	1.05	2.72	1.168
10	27/08/74	2	14	0.04	0.071	2.800	13.200	0.317	0.86	2.71	0.695
11	28/08/74	-	24	0.03	0.034	2.765	11.145	0.151	-	-	0.587
12	3/09/74	-	24	0.029	0.030	2.549	0.907	0.040	-	-	0.048
13	7/09/74	-	24	0.033	0.033	2.851	0.778	0.042	-	-	0.041
14	13/09/74	2	15	0.02	0.054	2.000	11.500	0.250	0.92	3.68	0.605
15	17/09/74	-	24	0.04	0.045	3.672	1.512	0.060	-	-	0.080
16	28/09/74	-	24	0.029	0.030	2.549	0.475	0.035	-	-	0.025
17	2/10/74	-	24	0.029	0.035	2.765	5.270	0.093	-	-	0.277
18	5/10/74	-	24	0.033	0.033	2.851	0.519	0.039	-	-	0.027
19	17/05/75	1	7	0.0	0.028	0.350	6.050	0.254	1.05	4.13	0.318
20	23/05/75	-	24	0.0	0.0	0.0	4.060	0.047	-	-	0.214
21	18/06/75	-	24	0.01	0.01	0.864	2.592	0.04	-	-	0.136
22	7/07/75	-	24	0.0	0.0	0.0	2.506	0.029	-	-	0.132
23	13/07/75	1	7	0.0	0.040	0.500	7.560	0.320	1.05	3.28	0.398
24	23/07/75	-	24	0.0	0.0	0.0	3.197	0.037	-	-	0.168
25	28/07/75	-	24	0.002	0.002	0.173	1.987	0.025	-	-	0.105
26	7/08/75	-	24	0.0	0.012	0.518	3.456	0.046	-	-	0.182
27	11/08/75	-	24	0.01	0.01	0.864	0.864	0.020	-	-	0.045
28	15/08/75	-	24	0.0	0.013	0.561	3.370	0.045	-	-	0.177
29	18/08/75	-	24	0.013	0.015	1.210	2.419	0.042	-	-	0.127
30	24/08/75	3	15	0.0	0.078	2.100	25.90	0.519	1.40	2.70	1.363
31	26/08/75	2h30	15	0.04	0.064	2.800	20.20	0.426	0.92	2.16	1.063
32	1/09/75	-	24	0.035	0.045	3.456	0.605	0.047	-	-	0.032
33	4/09/75	-	24	0.045	0.060	4.536	30.93	0.410	-	-	1.628
34	8/09/75	-	24	0.060	0.080	6.048	2.246	0.096	-	-	0.118
35	10-11/09/75	-	48	0.080	0.080	13.82	8.467	0.129	-	-	0.446
36	22-23/09/75	-	48	0.060	0.065	10.80	1.123	0.069	-	-	0.059
37	18/10/75	-	24	0.055	0.063	5.098	0.950	0.070	-	-	0.050

Tableau n° 76 (suite)

LE DOUGBE à DIGCUERA

paramètres hydrométriques des crues

N°	Dates	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB 10 ³ m ³	VC 10 ³ m ³	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s	CF	LC mm
38	19-20/05/76	-	24	0.0	0.010	0.432	8.035	0.098	-	-	0.423
39	26/05/76	-	24	0.0	0.0	0.0	1.210	0.014	-	-	0.064
40	22/07/76	-	24	0.0	0.0	0.0	0.173	0.002	-	-	0.009
41	4/08/76	-	24	0.0	0.0	0.0	0.086	0.001	-	-	0.005
42	10/08/76	-	24	0.0	0.0	0.0	0.173	0.002	-	-	0.009
43	12/08/76	-	24	0.0	0.0	0.0	0.605	0.007	-	-	0.032
44	16/08/76	3	10	0.0	0.026	0.470	5.180	0.157	0.40	2.55	0.273
45	23/08/76	-	24	0.0	0.006	0.259	1.469	0.020	-	-	0.077
46	29/08/76	2	12	0.02	0.058	1.690	5.690	0.171	0.43	2.52	0.299
47	6/09/76	2h30	14h30	0.02	0.057	2.020	10.150	0.233	0.69	2.96	0.534
48	9/09/76	-	24	0.025	0.033	2.506	4.665	0.083	-	-	0.246
49	14/09/76	-	24	0.025	0.035	2.592	6.307	0.103	-	-	0.332
50	25/09/76	-	24	0.025	0.025	2.160	0.691	0.033	-	-	0.036
51	7/10/76	-	24	0.017	0.029	1.987	1.642	0.042	-	-	0.086
52	23/10/76	-	24	0.0	0.015	0.648	3.413	0.047	-	-	0.180
53	31/10/76	3	11	0.02	0.056	1.510	5.220	0.170	0.33	1.94	0.275

Tableau n° 77

LE DOUGBE à DIGCUERA
paramètres pluviométriques

S = 19 Km²

N°	Dates	P mm	IH mm	K = $\frac{LC}{P}$ %	N°	Dates	P mm	IH mm	K = $\frac{LC}{P}$ %
1	8/07/74	35	63	0.066	38	19/05/76	44.5	0	0.951
2	10/07/74	9.4	88	1.112	39	26/05/76	* 30.0	32	0.213
3	12/07/74	19.5	88	0.092	40	22/07/76	* 24.5	0	0.037
4	15/07/74	33.8	92	0.485	41	4/08/76	27.0	31	0.185
5	3/08/74	58.4	100	0.604	42	10/08/76	27.0	30	0.333
6	17/08/74	53.9	195	1.69	43	12/08/76	14.0	47	0.229
7	18/08/74	33.2	224	0.645	44	16/08/76	* 62.5	63	0.436
8	20/08/74	8.8	218	1.034	45	23/08/76	15.5	100	0.497
9	25/08/74	56.7	212	2.06	46	29/08/76	34.0	97	0.879
10	27/08/74	20.6	259	3.37	47	6/09/76	44.0	95	1.214
11	28/08/74	36.4	275	1.61	48	9/09/76	31.5	127	0.781
12	3/09/74	9.4	291	0.51	49	14/09/76	37.0	115	0.897
13	7/09/74	10.4	291	0.394	50	25/09/76	13.0	108	0.277
14	13/09/74	40.7	280	1.486	51	7/10/76	20.0	83	0.430
15	17/09/74	10.8	328	0.741	52	23/10/76	25.0	15	0.720
16	28/09/74	9.9	294	0.253	53	31/10/76	34.0	12	0.809
17	2/10/74	27.7	286	1.00					
18	6/10/74	8.1	289	0.333					
19	17/05/75	74.6	0	0.426					
20	23/05/75	54.4	39	0.393					
21	18/06/75	26.0	73	0.523					
22	7/07/75	30.3	43	0.436					
23	13/07/75	* 85.5	85	0.465					
24	23/07/75	72.3	114	0.232					
25	28/07/75	* 64.5	203	0.163					
26	7/08/75	24.3	212	0.749					
27	11/08/75	12.0	218	0.375					
28	15/08/75	32.0	211	0.553					
29	18/08/75	28.7	228	0.443					
30	24/08/75	82.6	235	1.65					
31	26/08/75	35.5	307	2.99					
32	1/09/75	24.0	323	0.133					
33	4/09/75	49.0	358	3.32					
34	8/09/75	35.5	401	0.332					
35	10-11/09/75	* 67.3	440	0.663					
36	22-23/09/75	* 30.9	457	0.191					
37	18/10/75	28.5	369	0.175					

Tableau n° 78

LE DOUGBE à DIGOUERA

étude des tarissements

Période	Nombre de jours	Q1 m ³ /s	Q2 m ³ /s	Log $\frac{Q1}{Q2}$	a	IH en mm
31/08/au 02/09/74	2	0.049	0.029	0.5247	- 0.262	299
8/au 11/09/74	3	0.031	0.025	0.2151	- 0.072	286
08/10/au 12/11/74	30	0.033	0.005	1.887	- 0.063	292
8/08/au 9/08/75	1	0.012	0.005	0.876	- 0.876	232
20/08/au 23/08/75	3	0.015	0.007	0.761	- 0.254	246
28/au 31/08/75	3	0.043	0.035	0.207	- 0.065	333
12/au 15/09/75	3	0.076	0.063	0.191	- 0.064	497
17/au 19/09/75	2	0.065	0.060	0.077	- 0.0385	479
24/au 30/09/75	6	0.065	0.060	0.077	- 0.0128	478
01/au 15/10/75	14	0.060	0.055	0.086	- 0.0062	448
20/10/au 31/10/75	11	0.063	0.045	0.337	- 0.0306	391
1/11/au 30/11/75	29	0.041	0.001	3.689	- 0.127	341
25/au 26/08/76	1	0.006	0.002	1.0986	- 1.10	107
1/au 05/09/76	4	0.033	0.017	0.6627	- 0.166	116
7/au 08/09/76	1	0.057	0.025	0.824	- 0.824	134
11/au 13/09/76	2	0.033	0.025	0.2776	- 0.139	129
16/au 23/09/76	7	0.035	0.025	0.3365	- 0.048	142
27/09/au 02/10/76	5	0.025	0.015	0.5128	- 0.103	112
8/au 13/10/76	5	0.029	0.017	0.531	- 0.106	98
15/au 19/10/76	4	0.015	0.005	1.099	- 0.275	55
25/au 30/10/76	5	0.015	0.007	0.761	- 0.152	31
2/au 10/11/76	8	0.037	0.005	1.988	- 0.248	0

a) forme des crues.

Deux formes de crues sont observées à la station DIGOUERA sur la rivière DOUGBE :

. une première forme en début de saison humide avec les caractéristiques suivantes :

TM = 1 heure

TB = 7 heures

CF = 3 à 4

. une seconde forme en cours de saison humide avec :

TM = 2 à 3 heures

TB = 10 à 17 heures

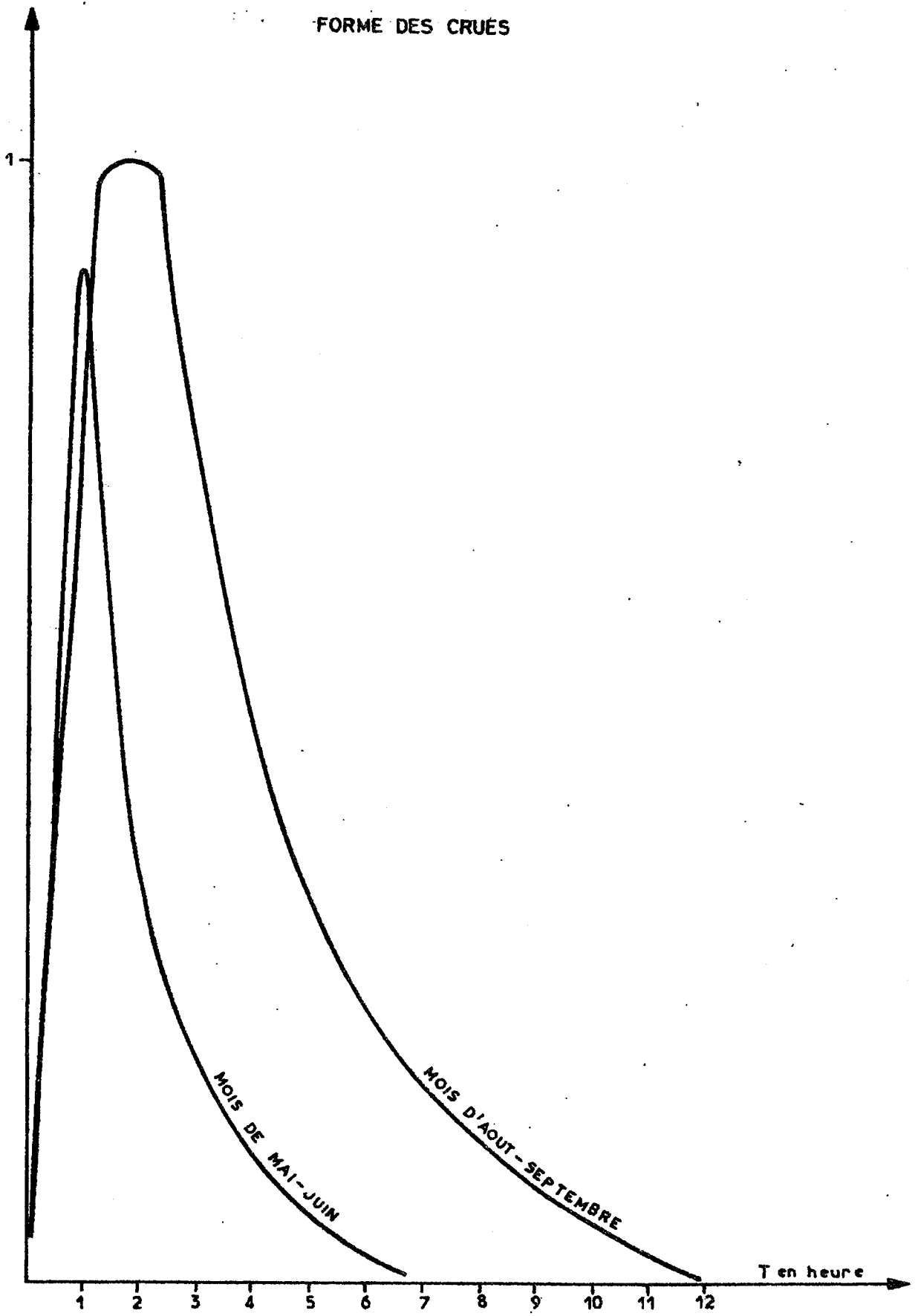
CF = 2 à 3

La première forme de crue a été observée en 1975 pour deux averses de forte intensité : 74,6 et 85,5 millimètres au mois de mai et au mois de juillet.

Ces deux formes sont dessinées sur la figure n° 71 page 263.

DOUGBE A DIGOUERA

Figure n° 71



b) relations entre lame de crue, pluie moyenne sur le bassin et indice d'humidité.

Le report des couples de valeurs lame de crue et pluie moyenne sur le bassin versant du DOUGBE sur la figure n° 72 page 265 permet d'établir les relations suivantes :

Pour des conditions maximales de ruissellement :

IH \geq 300 mm

LC = 0.04 (P - 6)

posons :

$$\frac{IH}{5} = n$$

pour

P \geq 79 - n

LC = 0.04 (P - 66 + n)

pour

P < 79 - n

et 0 \leq IH \leq 50

LC = - 1 + e^{z²}

avec

z = $\frac{P - 45 + 1.9 n}{55 + n}$

pour

P < 79 - n

et 50 \leq IH \leq 100

LC = - 1 e^{z²}

avec z = $\frac{P - 36 + n}{65}$

pour

P < 79 - n

et 100 \leq IH \leq 200

LC = - 1 + e^{z $\frac{40}{n}$}

avec z = $\frac{P - 26 + 0.5 n}{40 + 1.25 n}$

pour

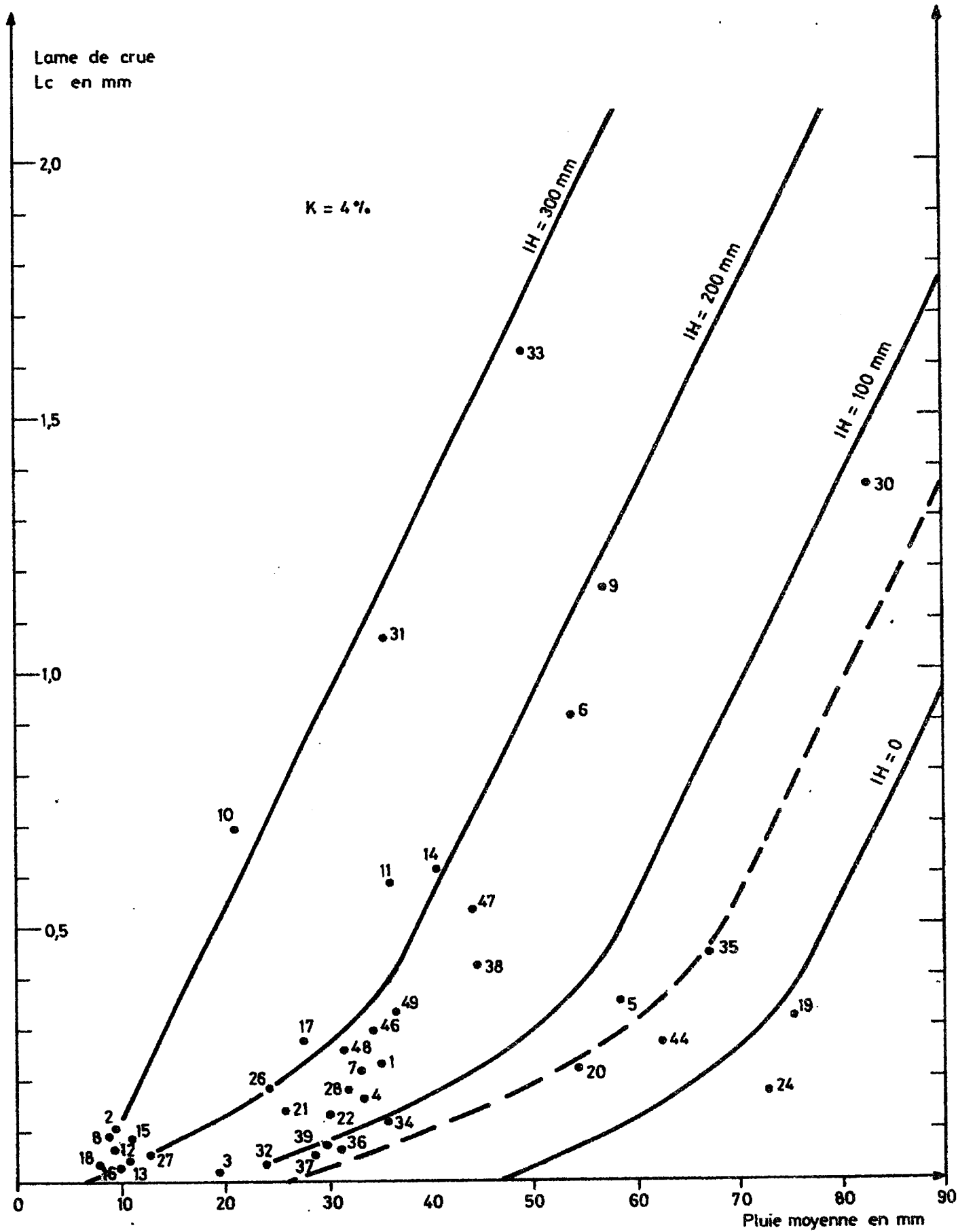
P < 79 - n

et 200 \leq IH \leq 300

LC = - 1 + e^z

z = $\frac{P - 6}{210 - 3 n}$

LE DOUGBE A DIGOUERA



c) relations entre le débit en fin de crue, la pluie moyenne et le débit en début de crue.

Les couples de valeurs : débit en fin de crue et pluie moyenne sur le bassin du DOUGBE sont reportés sur la figure n° 73 page 268. La numérotation des points correspond très exactement aux numéros d'ordre du tableau n° 76 pages 258 et 259.

Les relations entre le débit en fin de crue et la pluie moyenne sur le bassin du DOUGBE semblent faire intervenir deux paramètres supplémentaires : le débit de base en début de crue et l'indice d'humidité des sols du bassin.

Sur les autres bassins de la région de N'DOROLA, il n'a pas été nécessaire de faire intervenir l'indice d'humidité des sols, le débit de base en début de crue étant lui-même lié à l'indice d'humidité IH.

Les relations sont les suivantes :

Pour IH = 0
$$Q_{bf} = -1 + CH(z) + Q_{bd}$$

et $P < 90 \text{ mm}$

$$z = \frac{P - 50}{120}$$

On pose $n = \frac{IH}{5}$

Pour $0 \leq IH \leq 100 \text{ mm}$

et $P > 90 - n$

$$Q_{bf} = 0.05 + 2.25 \cdot 10^{-3} (P - 90 - n)$$

et $50 - n < P < 90 - n$

$$Q_{bf} = -1 + CH(z) + Q_{bd}$$

avec
$$z = \frac{P - 50 + n}{120}$$

et $P < 50 - n$

$$Q_{bf} = Q_{bd}$$

Pour $100 \leq IH \leq 200 \text{ mm}$

et $P > 80 - 0.5 n$

$$Q_{bf} = 0.05 + 2.25 \cdot 10^{-3} (P - 80 - 0.5 n)$$

et $40 - 0.5 n < P < 80 - 0.5 n$

$$Q_{bf} = -1 + CH(z) + Q_{bd}$$

avec
$$z = \frac{P - 40 + 0.5 n}{120}$$

et $\underline{P < 40 - 0.5 n}$

$$\underline{Q_{bf} = Q_{bd}}$$

Pour $IH \geq 200 \text{ mm}$

$$Q_{bf} = -1 + CH(z) + Q_{bd}$$

et $\underline{20 < P < 60}$

$$z = \frac{P - 20}{120}$$

et $\underline{P < 20}$

$$\underline{Q_{bf} = Q_{bd}}$$

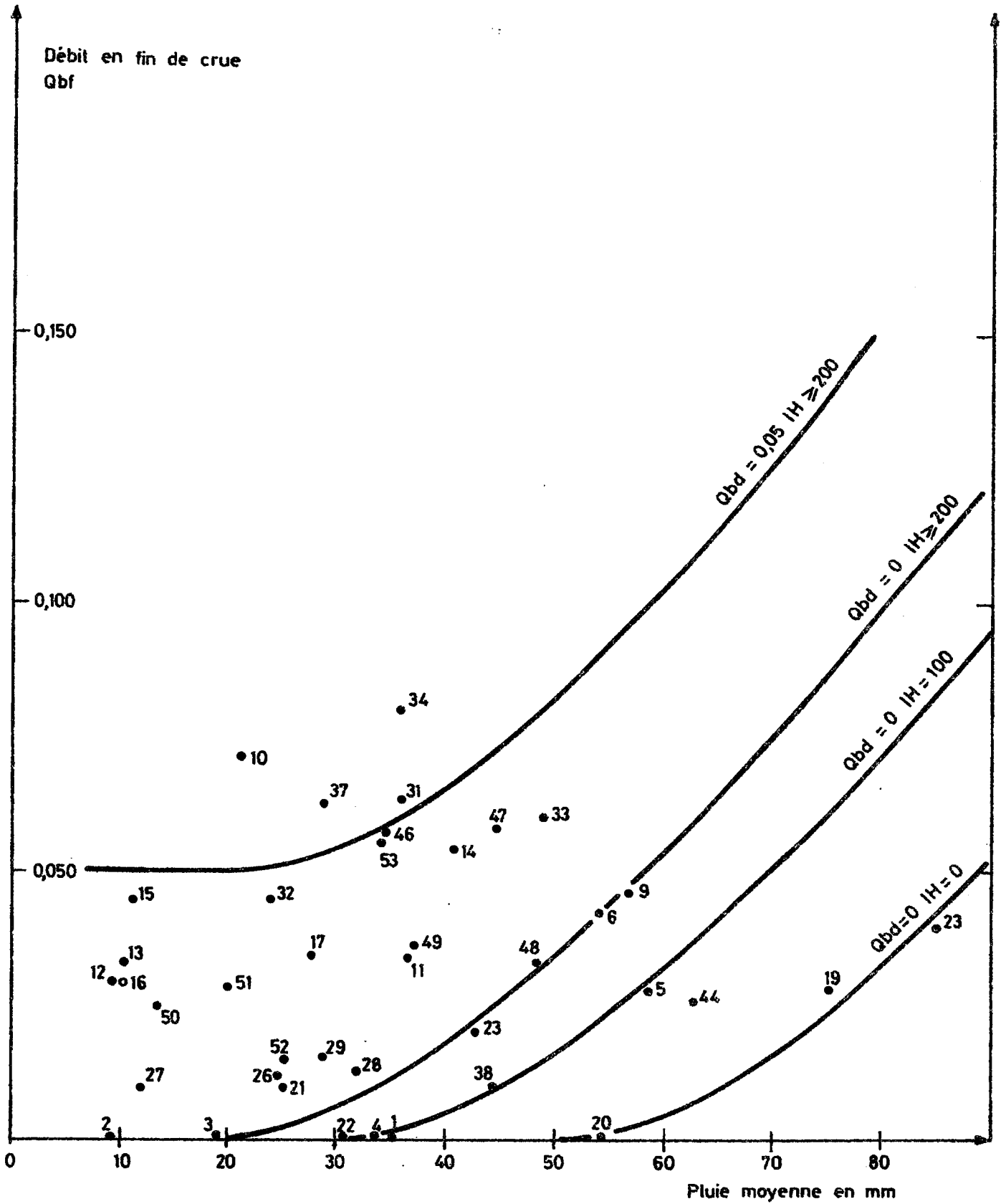
et $\underline{P > 60}$

$$Q_{bf} = Q_{bd} + 2.25 \cdot 10^{-3} (P - 38)$$

En introduisant l'indice d'humidité comme paramètre supplémentaire on constate que les relations se multiplient assez rapidement.

Figure n° 73

LE DOUGBE A DIGOUERA



d) étude des tarissements du DOUGBE à DIGOUERA.

La rivière DOUGBE connaît deux formes de tarissement : une première forme rapide en début de saison des pluies avec un coefficient de l'ordre de - 0.9 pour le mois d'août et une seconde forme d'autant plus lente que la saison des pluies est avancée avec un coefficient de tarissement croissant de - 0.250 à - 0.050 pour les années les plus pluvieuses telles les années 1975 et 1974.

Pour une année peu humide comme l'année 1976 on peut prendre quelque soit l'indice d'humidité un coefficient de tarissement égal à - 0.150 à partir du mois de septembre.

Pour une année humide comme les années 1974 et 1975 on prendra un coefficient de tarissement égal à - 0.060 à partir du mois de septembre.

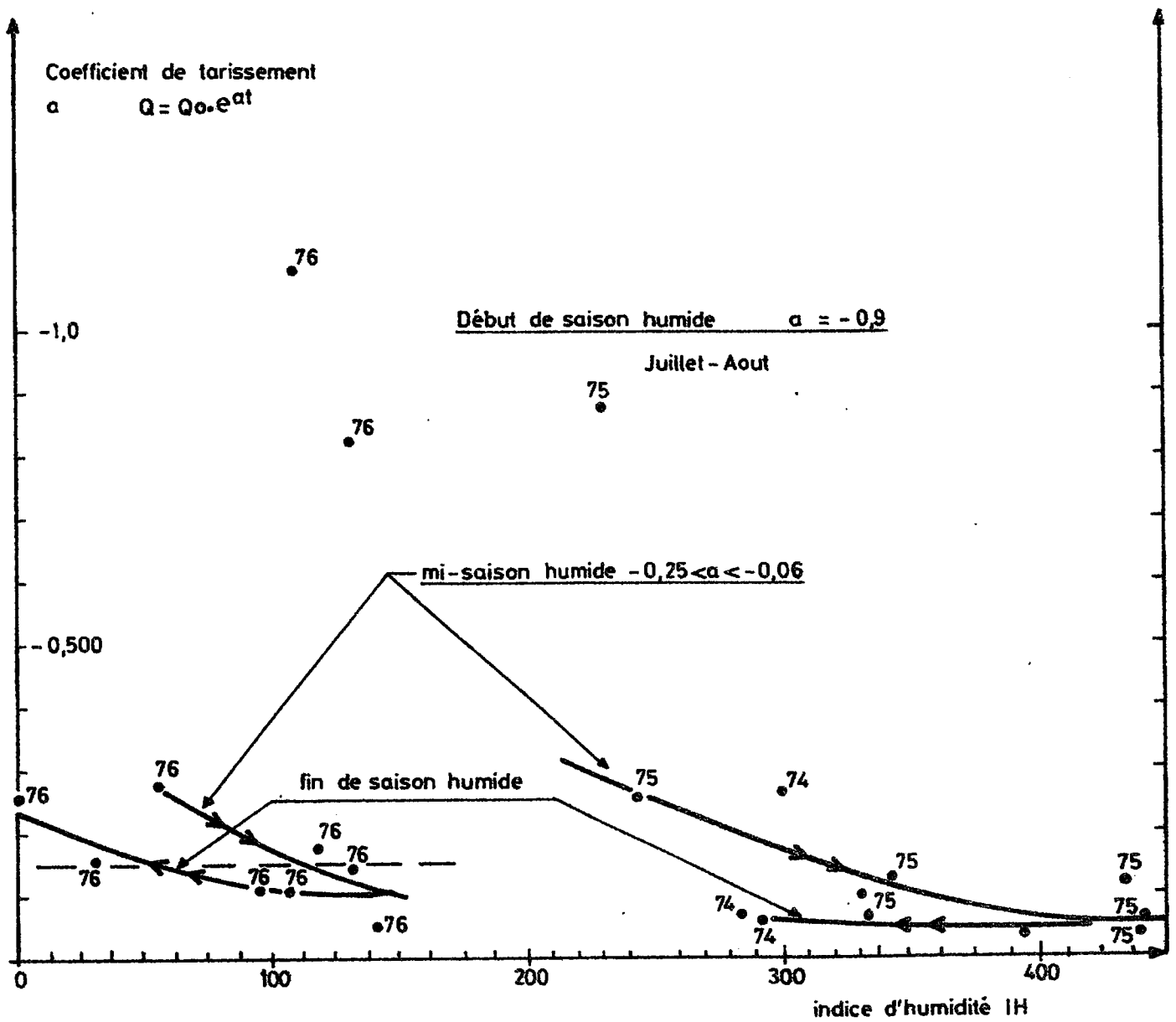
Des coefficients de tarissement voisins de - 0.250 peuvent être observés à la fin du mois d'août ou au début du mois de septembre et font la transition entre les deux formes décrites précédemment.

La figure n° 74 page 270 permet de visualiser l'évolution des coefficients de tarissements du DOUGBE à DIGOUERA.

La croissance des coefficients de tarissement en fonction de l'indice d'humidité est ici moins nette que pour les autres bassins et les variations de ce coefficient plus brutales.

Figure n° 74

LE DOUGBE A DIGOUERA



5.2.6. Etude des crues et des tarissements de l'Ouzou
à Koueredeni.

Pour l'étude des crues et des tarissements de la rivière OUZOU à KOUEREDENI, nous avons repris les données de l'étude hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE, rapport définitif, tome 5 publié en 1977 par Monsieur LE BARBE.

Nous avons complété l'étude des crues par l'adjonction d'un grand nombre de petites crues, ce qui permet de préciser les relations entre la lame de crue et la pluie moyenne sur le bassin de l'Ouzou pour des faibles pluies.

L'étude des crues se complète également d'une étude des tarissements de la rivière OUZOU, ce qui devrait permettre une reconstitution des débits de la rivière à partir de simples séries de pluies journalières.

Au tableau n° 79 page 272 sont consignés les paramètres hydro-métriques des crues de l'OUZOU sur la période 1974-1976.

Au tableau n° 80 page 273 sont consignés les paramètres pluviométriques de ces mêmes crues.

Au tableau n° 81 page 274 sont reportés les tarissements de la rivière OUZOU à KOUEREDENI.

Tableau n° 79

L'OUZOU à KOUEREDENI

paramètres hydrométriques de crues

S = 65 Km²

N°	Dates	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB 10 ³ m ³	VC 10 ³ m ³	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s	CF	LC mm
1	10-11/07/74	-	24	0.0	0.0	0.0	7.60	0.088	-	-	0.117
2	12/07/74	-	24	0.0	0.01	0.864	6.740	0.088	-	-	0.104
3	15/07/74	-	*32	0.0	0.0	0.0	31.7	0.275	0.750	2.7	0.488
4	24/07/74	-	24	0.0	0.01	0.864	10.8	0.135	-	-	0.166
5	27/07/74	-	24	0.002	0.005	0.302	4.018	0.05	-	-	0.062
6	2/08/74	-	48	0.0	0.02	1.728	7.950	0.056	-	-	0.122
7	5/08/74	-	48	0.02	0.042	5.357	34.30	0.229	-	-	0.528
8	16/08/74	-	48	0.0	0.150	12.96	39.14	0.302	-	-	0.602
9	28/08/74	10	56	0.09	0.127	21.90	44.90	0.331	0.870	2.63	0.691
10	30/08/74	10	54	0.13	0.137	26.00	55.90	0.421	0.960	2.28	0.860
11	3/09/74	10	52	0.12	0.150	25.30	31.70	0.304	0.540	1.78	0.488
12	7/09/74	-	24	0.168	0.168	14.52	4.834	0.224	-	-	0.074
13	12/09/74	-	48	0.152	0.250	34.73	7.00	0.241	-	-	0.108
14	18/09/74	-	48	0.184	0.200	33.18	7.95	0.238	-	-	0.122
15	2/10/74	-	48	0.168	0.184	30.41	4.15	0.200	-	-	0.064
16	12/10/74	-	48	0.152	0.168	27.65	1.38	0.168	-	-	0.021
17	23/05/75	4	24	0.0	0.0	0.0	48.70	0.564	2.25	4.00	0.749
18	4/09/75	-	48	0.0	0.03	2.592	3.54	0.035	-	-	0.054
19	7/09/75	-	24	0.0	0.048	2.07	2.08	0.048	-	-	0.032
20	9-10/09/75	-	48	0.048	0.100	12.78	50.98	0.369	-	-	0.784
21	11-12/09/75	-	48	0.100	0.100	17.28	34.99	0.302	-	-	0.538
22	17/09/75	-	24	0.050	0.050	4.32	1.56	0.068	-	-	0.024
23	22/09/75	-	72	0.054	0.080	17.34	30.70	0.185	-	-	0.472
24	3/10/75	-	48	0.054	0.060	9.85	1.55	0.066	-	-	0.024
25	7/10/75	-	48	0.060	0.072	11.40	4.15	0.090	-	-	0.064
26	22/07/76	6	32	0.0	0.0	0.0	12.10	0.105	0.30	2.86	0.186
27	26/07/76	4	52	0.0	0.0	0.0	61.60	0.329	1.35	4.10	0.948
28	2/08/76	6	48	0.04	0.06	8.60	61.10	0.403	0.96	2.38	0.940
29	10/08/76	-	48	0.017	0.04	4.92	5.02	0.058	-	-	0.077
30	12/08/76	-	24	0.04	0.045	3.67	0.650	0.050	-	-	0.010
31	16/08/76	-	48	0.032	0.080	9.68	15.64	0.147	-	-	0.241
32	19/08/76	10	84	0.06	0.096	23.60	116.90	0.465	1.14	2.45	1.80
33	26/08/76	-	24	0.090	0.090	7.78	5.27	0.151	-	-	0.081
34	30/08/76	-	24	0.070	0.085	6.70	1.29	0.092	-	-	0.020
35	3/09/76	-	24	0.037	0.037	3.20	1.55	0.055	-	-	0.024
36	8/09/76	-	48	0.05	0.05	8.64	3.89	0.073	-	-	0.060
37	14/09/76	-	48	0.04	0.09	11.23	26.96	0.221	-	-	0.415

Tableau n° 80

L' O U Z O U à K O U E R E D E N I

paramètres pluviométriques

S = 65 Km²

N°	Dates	P en mm	IH en mm	K %
1	8/07/74	(44)	70	0.257
2	12/07/74	28	94	0.400
3	15/07/74	20	106	2.44
4	23/07/74	27.2	107	0.610
5	27/07/74	12.1	122	0.512
6	2/08/74	29.1	116	0.419
7	4/08/74	30.0	135	1.76
8	15-16/08/74	* 37.2	125	1.62
9	28/08/74	27	140	2.56
10	30/08/74	18	156	4.78
11	3/09/74	15	154	3.25
12	7/09/74	9.7	157	0.763
13	12/09/74	19.7	142	0.548
14	18/09/74	13.1	158	0.931
15	2/10/74	19.0	107	0.337
16	13/10/74	7.3	87	0.288
17	23/05/75	32	2	2.34
18	4/09/75	30	103	0.180
19	7/09/75	15.7	206	0.204
20	8-9/09/75	* 43.0	201	1.823
21	10-11/09/75	* 34.0	196	1.58
22	17/09/75	12.0	191	0.200
23	22-23/09/75	* 43.0	210	1.10
24	3/10/75	14.7	224	0.163
25	7/10/75	28.4	220	0.225
26	22/07/76	* 25	14	0.744
27	26/07/76	92	18	1.03
28	2/08/76	54	100	1.74
29	10/08/76	21	138	0.367
30	12/08/76	12	149	0.083
31	15-16/08/76	* 28	146	0.861
32	19/08/76	* 50	204	3.60
33	25/08/76	13	199	0.623
34	29/08/76	11	192	0.182
35	3/09/76	10.5	178	0.229
36	8-9/09/76	22	168	0.272
37	14/09/76	32.5	160	1.277

Tableau n° 81

L'OUZOU à KOUEREDENI

étude des tarissements

Périodes	Nombre de jours	Q1	Q2	Log $\frac{Q1}{Q2}$	a coefficient de tarissement	IH indice d'humidité
17 au18/07/74	1	0.015	0.003	1.61	- 1.61	117
25 au26/07/74	1	0.010	0.002	1.61	- 1.61	124
29 au30/07/74	1	0.005	0.001	1.61	- 1.61	127
7 au11/08/74	4	0.042	0.003	2.6391	- 0.660	150
21 au24/08/74	3	0.076	0.054	0.3436	- 0.115	165
14 au17/09/74	3	0.250	0.184	0.3075	- 0.103	160
20 au23/09/74	3	0.200	0.152	0.278	- 0.093	162
29/10 au10/11/74	12	0.096	0.036	0.982	- 0.082	0
13 au16/09/75	3	0.096	0.054	0.577	- 0.192	212
19 au21/09/75	2	0.072	0.042	0.542	- 0.271	206
27 au30/09/75	3	0.075	0.054	0.329	- 0.110	210
9 au17/10/75	8	0.072	0.036	0.693	- 0.087	168
28 au29/07/76	1	0.006	0.002	1.099	- 1.10	101
5 au 9/08/76	4	0.120	0.017	1.95	- 0.488	157
14 au15/08/76	1	0.045	0.032	0.344	- 0.344	156
22 au23/08/76	1	0.114	0.090	0.239	- 0.239	204
27 au29/08/76	2	0.110	0.070	0.451	- 0.226	202
1 au 3/09/76	2	0.085	0.070	0.199	- 0.099	188
5 au 7/09/76	2	0.080	0.050	0.375	- 0.187	178
16 au21/09/76	5	0.110	0.045	0.892	- 0.178	183
9 au13/10/76	4	0.061	0.040	0.425	- 0.106	124
17 au22/10/76	5	0.091	0.049	0.621	- 0.124	84
5 au14/11/76	9	0.065	0.010	1.872	- 0.208	0

a) forme des crues.

Classiquement, comme pour les autres bassins de la région de N'DOROLA on distingue pour l'Ouzou à Koueredeni deux types de crues :

- . une première forme en début de saison humide, de mai à juillet caractérisée par les paramètres suivants :

TM = 4 à 6 heures
TB = 24 à 32 heures
CF = 3 à 5

- . une seconde forme de crue en cours de saison humide avec :

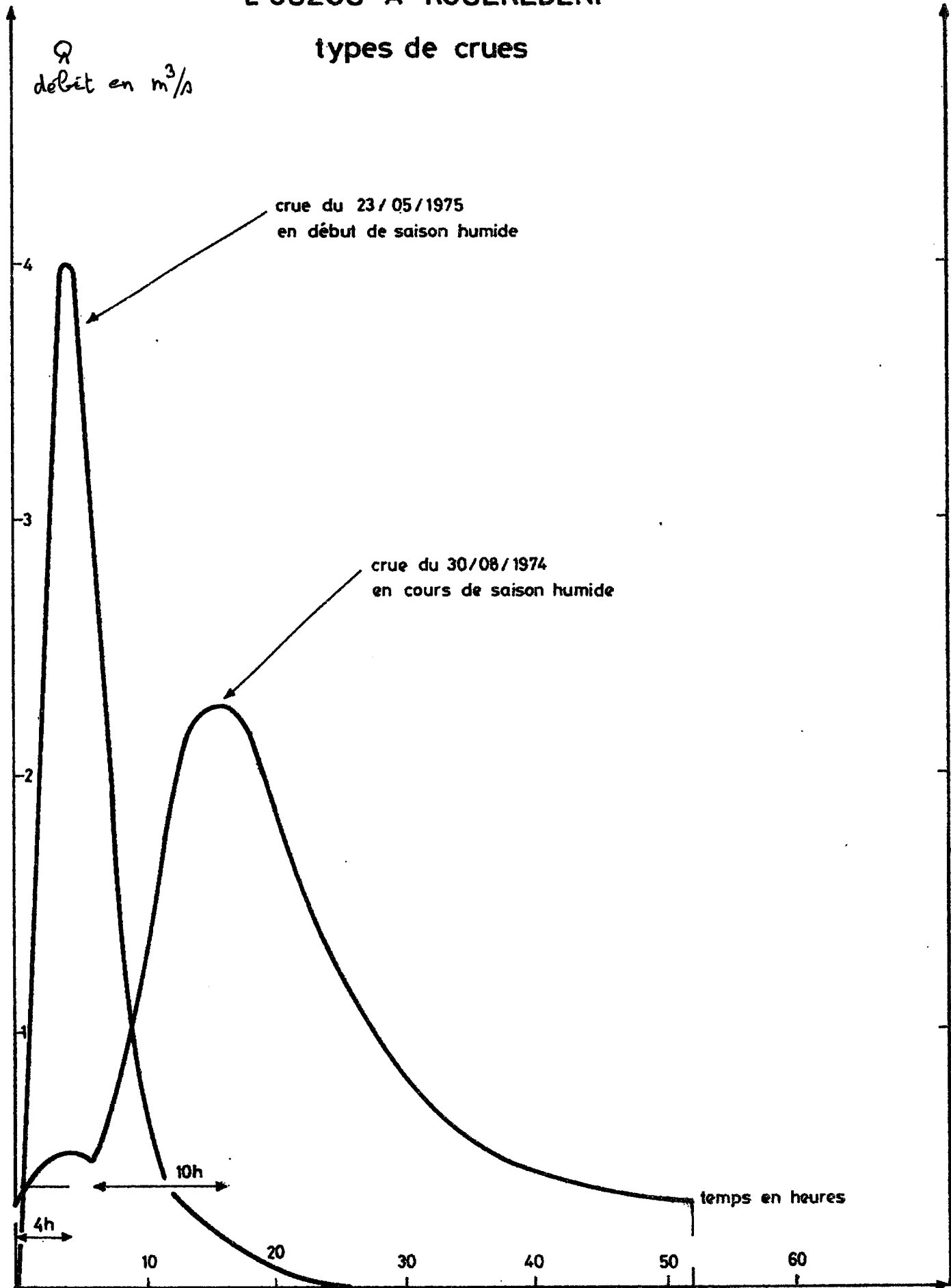
TM = 10 heures
TB = 50 à 60 heures
CF = 2 à 2.5

TM étant le temps de montée, TB le temps de base et CF le coefficient de forme égal au rapport du débit maximum sur le débit moyen.

page 276 . Ces deux types de crues sont représentées à la figure n° 75

L'OUZOU A KOUEREDENI

types de crues



b) relations entre la lame de crue, la pluviométrie moyenne et l'indice d'humidité.

Les points figurant les couples de valeurs : lame de crue (lame ruisselée) et pluviométrie moyenne sur le bassin de l'Ouzou à Koueredeni sont reportés sur la figure n° 76 page 279.

On pourra constater une certaine dispersion des points sur cette figure.

La taille du bassin de l'Ouzou à KOUEREDENI, analogue à celle du KUO à DIGOUERA, limite la précision des estimations des pluies moyennes à partir des seuls postes de RADIER OUZOU et KOUEREDENI, d'où la dispersion des points sur le dessin. Par ailleurs le pluviographe de RADIER OUZOU n'a été installé qu'en 1975 et les averses journalières de l'année 1974 sont estimées à partir du seul poste de KOUEREDENI.

Il semble toutefois que la droite de ruissellement maximum corresponde à un coefficient de 5 pour cent, identique à celui du bassin du KONGA et proche de celui du DOUGBE.

Les relations établies entre la lame de crue, la pluie moyenne et l'indice d'humidité sont les suivantes :

$$\text{Posons } n = \frac{IH}{5}$$

$$\text{Pour } P > 72 - 1.5n$$

$$LC = 0.05 (P - 66 + 1.5n)$$

$$\text{Pour } IH \geq 200 \text{ mm}$$

$$LC = 0.05 (P - 6)$$

$$\text{Pour } 36 - n < P < 72 - 1.5n$$

$$\text{et } 0 \leq IH \leq 100$$

$$LC = -1 + e^{z^2}$$

$$\text{avec } z = \frac{P - 36 + n}{70 - 2.5n} \text{ pour } 0 \leq IH \leq 50$$

$$\text{et } z = \frac{P - 36 + n}{60 - 0.5n} \text{ pour } 50 \leq IH \leq 100$$

$$\text{Pour } 36 - n < P < 72 - 1.5n$$

$$\text{et } 100 \leq IH \leq 150$$

$$\text{LC} = -1 + e^{z(4 - 0.1 n)}$$

avec $z = \frac{P - 36 + n}{2.5 n}$

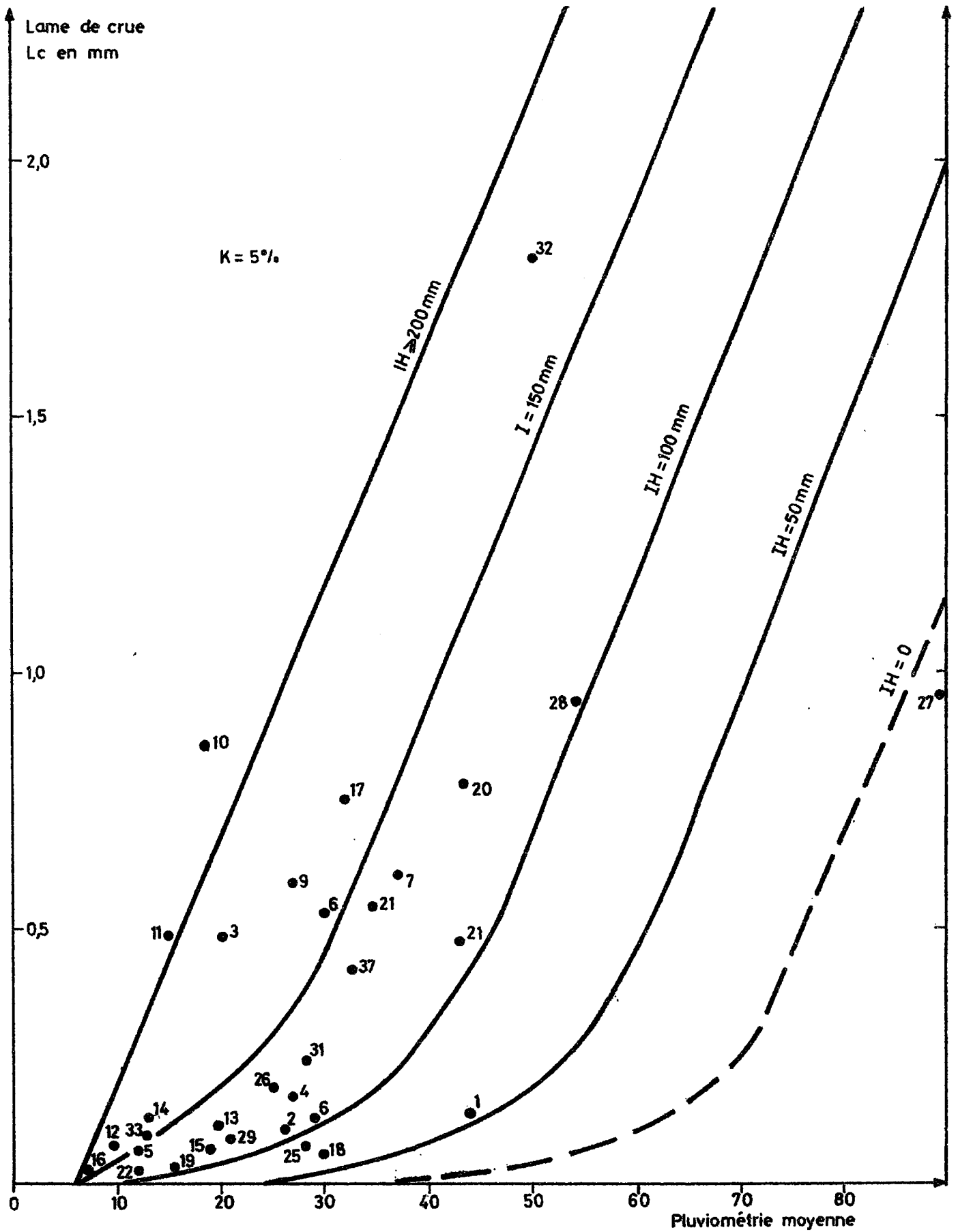
Pour $6 < P < 72 - 1.5 n$

et $200 \geq \text{IH} \geq 150$

$$\text{LC} = -1 + e^z$$

avec $z = \frac{P - 6}{225 - 5 n}$

L'OUZOU A KOUEREDENI



c) relations entre le débit de base en fin de crue, la pluviométrie moyenne sur le bassin et le débit de base en début de crue.

Les couples de valeurs : débit en fin de crue et pluie moyenne sur le bassin de l'Ouzou à Koueredeni ont été reportés sur la figure n° 77 page 281.

Chaque point est affecté d'un numéro correspondant au numéro d'ordre du tableau n° 79 page 272.

Les relations entre débit de base en fin de crue et pluie moyenne sur le bassin de l'Ouzou ressemblent de façon frappante à celles qui ont été établies pour la rivière KONGA à N'DANA.

Ainsi :

pour $Q_{bd} = 0.0 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{bf} = 0.0$
et $IH = 0. \text{ mm}$ quelque soit P.
pour $IH \geq 100$ et $10 < P < 70 \text{ mm}$

$$Q_{bf} = Q_{bd} + CH(z) - 1$$

$$CH(z) = \frac{e^z + e^{-z}}{2}$$

avec $z = \frac{P - 10}{105}$

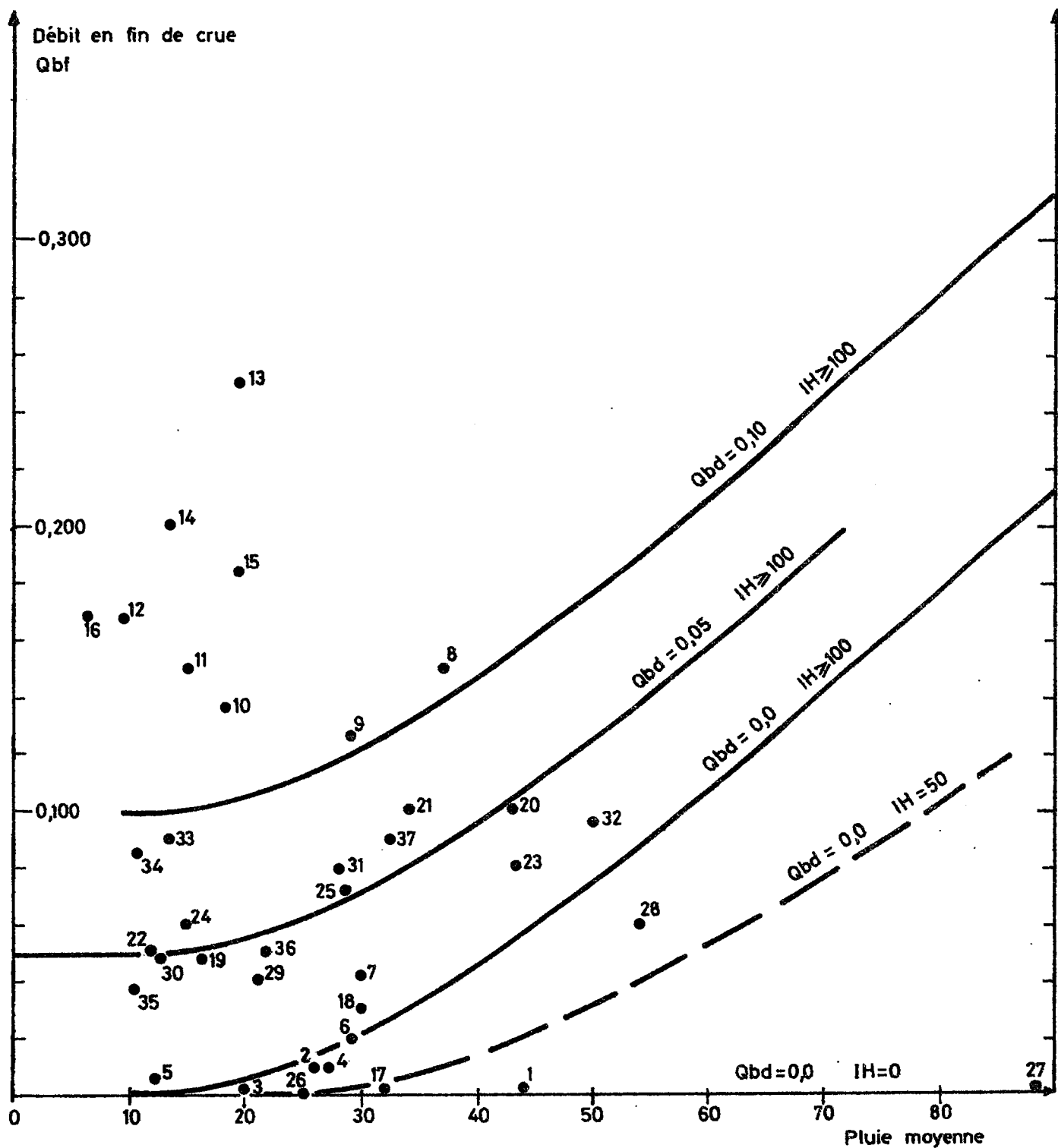
pour $P < 10 \text{ mm}$ $Q_{bf} = Q_{bd}$

Pour une pluie supérieure à 70 millimètres aucune observation ne permet d'orienter les courbes de variation du débit de base en fin de crue.

Pour un indice d'humidité compris entre 0.0 et 50 millimètres aucune observation ne permet de fournir une allure de courbe. On peut simplement penser que celles-ci sont intermédiaires entre la droite des abscisses ($Q_{bf} = Q_{bd}$) et la courbe $IH \geq 100$.

Figure n°77

L'OUZOU A KOUEREDENI



d) étude des tarissements de l'OUZOU à KOUEREDENI.

Les périodes de tarissement de l'OUZOU à KOUEREDENI sont répertoriées sur le tableau n° 81 page 274 avec leurs paramètres caractéristiques.

Nous avons tenté de mettre en relation le coefficient de tarissement a ($Q = Q_0 e^{at}$) et l'indice d'humidité IH sur la figure n° 78 page 283.

Il ne semble exister entre les deux paramètres qu'une relation très lâche, variable d'une année à l'autre.

On peut toutefois adopter les relations suivantes avec une bonne approximation :

Pour $IH \leq 220 \text{ mm}$ de juillet à septembre

$$a = - 0.100 + 1 - e^{z^2}$$

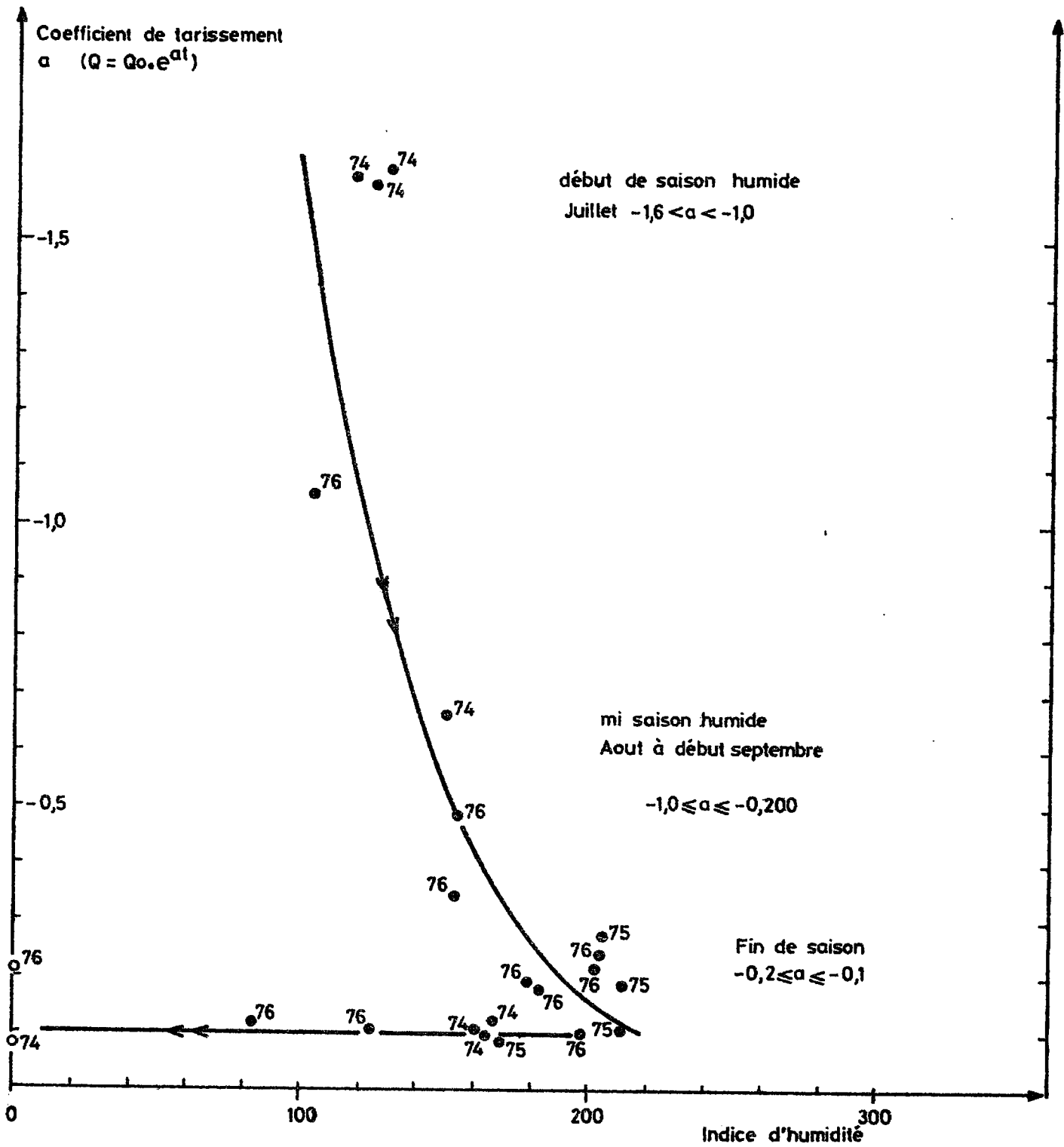
$$\text{avec } z = \frac{220 - IH}{125}$$

Pour $IH \leq 220 \text{ mm}$ en fin de saison humide et $IH > 220 \text{ mm}$.

$$a = - 0.100$$

Figure n° 78

L'OUZOU A KOUEREDENI



5.3. Estimation des crues de projet sur les bassins du KUO, du DOUGO, du KONGA, de l'OUZOU et du DOUGBE.

Nous procéderons à trois estimations des crues de projet des affluents de la rivière SESSE en amont de la plaine de NIENA-DIONKETE.

La première estimation sera effectuée par une méthode statistique à partir de l'échantillon des débits maximaux instantanés annuels. Malgré le petit nombre des valeurs de chaque échantillon : 6 valeurs pour les rivières KUO et DOUGO, 3 valeurs pour les rivières KONGA, DOUGBE et OUZOU, en supposant que l'échantillon, si petit soit-il, est représentatif de la population mère, on obtient des résultats tout à fait significatifs et très corrects.

La seconde estimation sera effectuée par la méthode appelée "méthode de l'hydrogramme unitaire", en appliquant les relations établies lors des études de crues pour différentes averses d'occurrence rare survenant en début de saison des pluies. On observe en effet, sur la plupart des bassins, des formes très pointues d'hydrogrammes en début de saison humide, susceptibles de fournir les débits maximaux les plus élevés.

La troisième estimation sera effectuée par la méthode de l'hydrogramme unitaire en appliquant les relations établies lors de l'étude des crues pour différentes averses d'occurrence rare survenant en cours de saison des pluies.

5.3.1. Etude fréquentielle des débits maximaux instantanés annuels.

Au tableau n° 82 page 287 ont été consignés les débits maximaux instantanés annuels observés sur les bassins versants du DOUGO à DINGASSO, du KUO à DIGOUERA, du KONGA à N'DANA, du DOUGBE à DIGOUERA et de l'OUZOU à KOUEREDENI.

Les échantillons comprennent 6 valeurs pour les bassins du DOUGO et du KUO, 3 valeurs pour les bassins du KONGA, du DOUGBE et de l'OUZOU.

Le bassin du KONGA comprend en fait 6 valeurs dont 3 valeurs nulles et il faudrait théoriquement appliquer à cet échantillon une loi tronquée. Compte tenu du petit nombre des valeurs observées, l'opération est assez hasardeuse et nous avons préféré ne tenir compte que des 3 valeurs supérieures à 0.0 m³/s. La conformité des résultats de l'étude fréquentielle et de l'estimation par la méthode de l'hydrogramme unitaire semble nous donner raison.

Au tableau n° 83 page 287 sont présentés les échantillons classés du DOUGO et du KUO avec les fréquences correspondantes. Les fréquences expérimentales ont été calculées d'après la formule $f = \frac{r - 1/2}{n}$, r étant le rang de la valeur et n la taille de l'échantillon. Or cette formule a pour inconvénient de sousestimer les fréquences de rang 1 et de surestimer la fréquence de rang n (nous parlons ici de fréquence au dépassement). Les fréquences des deux valeurs extrêmes sont en fait comprises entre les fréquences $\frac{0,5}{n}$ et $\frac{1}{n}$ pour la plus forte valeur, $\frac{n - 0,5}{n}$ et $\frac{n-1}{n}$ pour la plus

faible valeur.

Au tableau n° 84 page 287 sont présentés les échantillons classés des maxima annuels des rivières KONGA, DOUGBE et OUZOU. Les fréquences des valeurs extrêmes des échantillons ont été calculées par les formules $\frac{1}{n}$ et $\frac{n - 1}{n}$.

Malgré la petitesse des échantillons nous verrons que les estimations fournies pour des faibles fréquences sont tout à fait comparables aux estimations fournies par la méthode de l'hydrogramme unitaire.

Sur les figures n° 79 et 80 pages 288 et 289 nous avons reporté sur papier Gausso-Logarithmique les fréquences observées et les débits maximaux correspondants.

Compte tenu de la petitesse des échantillons, il est préférable d'effectuer un ajustement graphique aux valeurs observées.

Les résultats sont les suivants :

débits maximaux d'occurrence rare en m^3/s

Bassins versants	fréquence quinquennale	fréquence décennale	fréquence vingtennale
DOUGO à DINGASSO	9.7	14.0	19.0
KUO à DIGOUERA	6.5	10.0	17.0
KONGA à N'DANA	3.0	4.3	5.5
DOUGBE à DIGOUERA	2.0	3.0	4.0
OUZOU à KOUEREDENI	3.0	4.8	6.7

Pour fixer les limites de cette méthode estimative nous terminons cette étude fréquentielle en fournissant, pour la fréquence décennale, les fourchettes suivantes :

<u>DOUGO à DINGASSO</u>	$12 \leq Q_{MAX} \leq 18 \text{ m}^3/s$
<u>KUO à DIGOUERA</u>	$8.5 \leq Q_{MAX} \leq 12 \text{ m}^3/s$
<u>KONGA à N'DANA</u>	$3.5 \leq Q_{MAX} \leq 6 \text{ m}^3/s$
<u>DOUGBE à DIGOUERA</u>	$2.5 \leq Q_{MAX} \leq 3.5 \text{ m}^3/s$
<u>OUZOU à KOUEREDENI</u>	$3.5 \leq Q_{MAX} \leq 5.5 \text{ m}^3/s$

On remarquera que les fourchettes sont d'inégale amplitude. Ceci est dû à la plus ou moins grande dispersion des points sur le graphique.

On remarquera également que l'estimation du débit maximum, pour la fréquence décennale, n'est pas toujours centrée sur l'intervalle de définition. La valeur estimée se rapproche de l'une ou de l'autre limite de l'intervalle en fonction du poids accordé aux valeurs limites de l'échantillon.

Tableau n° 82

débits maximaux annuels observés

en m³/s

Bassin versant	superficie Km ²	1974	1975	1976	1981	1982	1983
DOUGO à DINGASSO	158	4.64	7.92	6.14	1.60	21.5	2.4
KUO à DIGOUERA	67.8	6.50	5.70	1.79	1.15	3.0	0.760
KONGA à N'DANA	186	1.10	1.75	0.0	0.0	2.0	0.0
DOUGBE à DIGOUERA	19	1.10	1.40	0.69	-	-	-
OUZOU à KOUEREDENI	65	0.960	2.25	1.35	-	-	-

Tableau n° 83

étude fréquentielle des débits maximaux
du D O U G O et du K U O

Rang r	Fréquences f	D O U G O	K U O
1	0.0833	21.5	6.50
2	0.250	7.92	5.70
3	0.417	6.14	3.00
4	0.583	4.64	1.79
5	0.750	2.40	1.15
6	0.917	1.60	0.760

$$f = \frac{r - 1/2}{n}$$

$$n = 6$$

Tableau n° 84

étude fréquentielle des débits maximaux
du KONGA, du DOUGBE et de l'OUZOU

Rang	Fréquences	K O N G A	D O U G B E	O U Z O U
1	0.333	2.0	1.4	2.25
2	0.50	1.75	1.1	1.35
3	0.667	1.10	0.69	0.96

AJUSTEMENT STATISTIQUE DES DEBITS MAXIMAUX

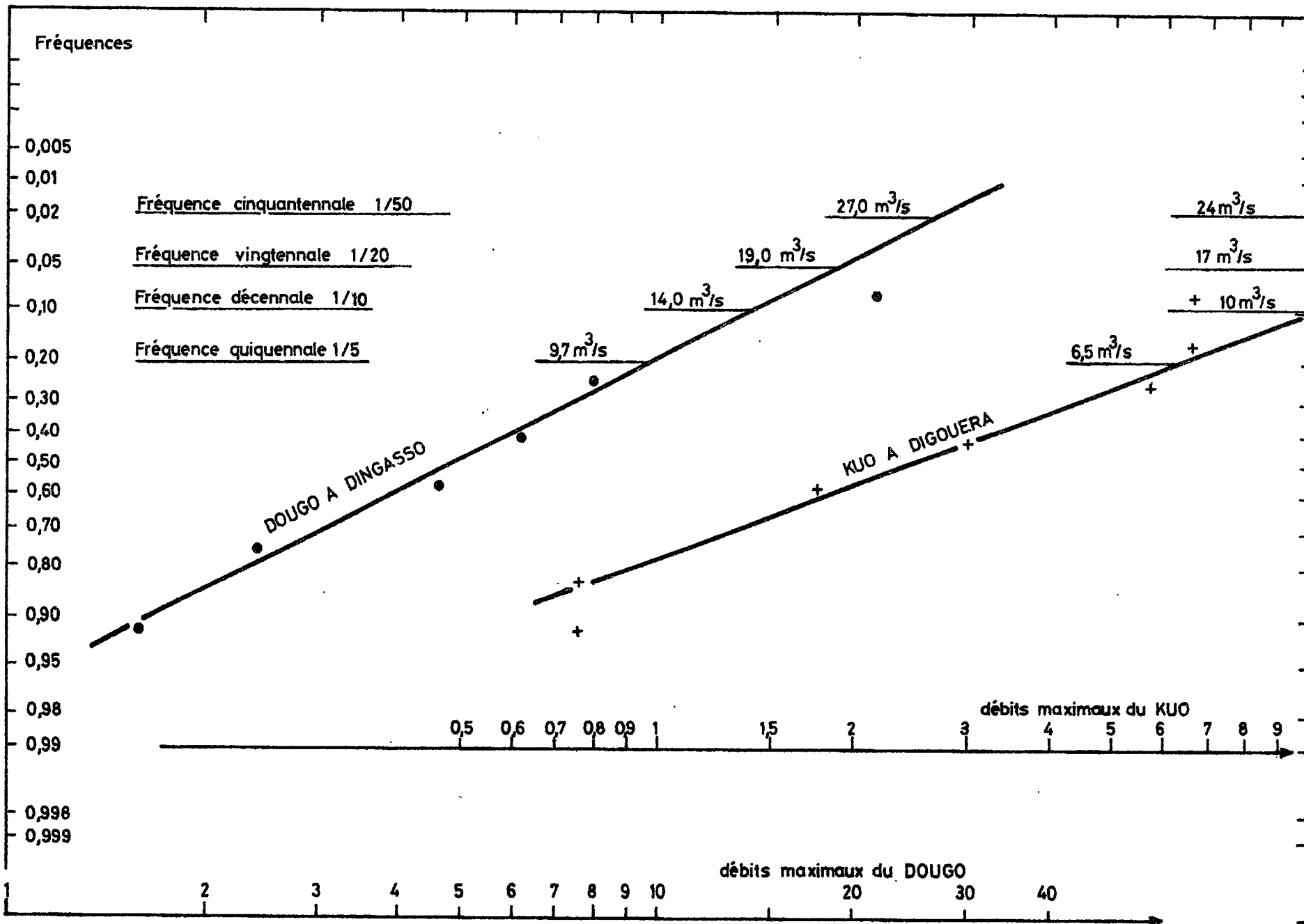


Figure n°79

AJUSTEMENT STATISTIQUE DES DEBITS MAXIMAUX

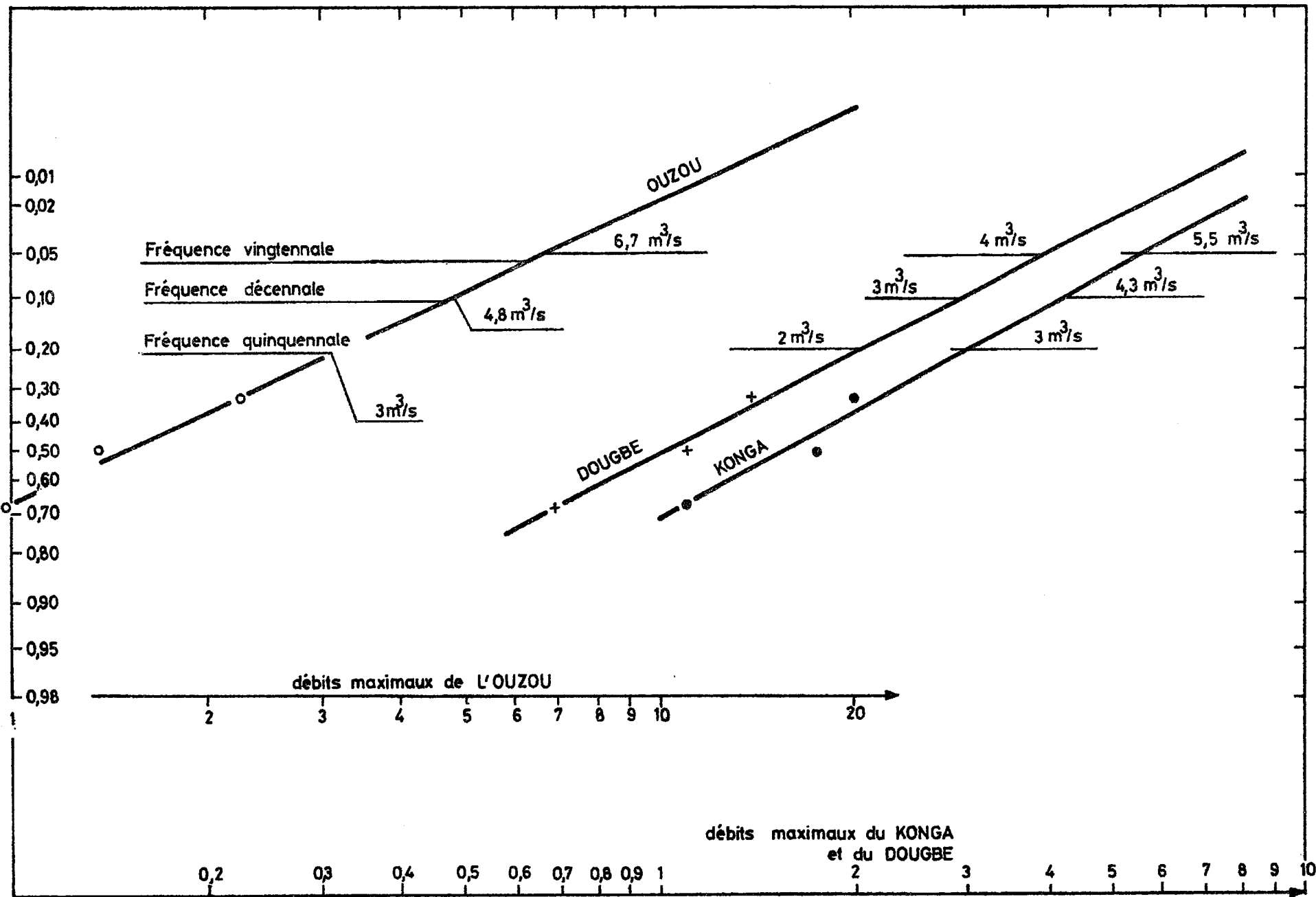


Figure n° 80

5.3.2. Estimation des crues de projet par la méthode dite de l'hydrogramme unitaire.

L'estimation des crues de projet par la méthode de l'hydrogramme unitaire est en fait une application des relations établies pour chaque bassin au chapitre 5, sous chapitre 5.2., entre les paramètres hydrométriques des crues et les paramètres pluviométriques.

La méthode de l'hydrogramme unitaire pose trois principes fondamentaux :

- principe n° 1 : les averses sont homogènes dans l'espace et dans le temps,
- principe n° 2 : les hydrogrammes de ruissellement d'un même bassin se déduisent les uns des autres par une affinité selon l'axe des débits, ils peuvent donc être réduits à un type standard d'hydrogramme appelé hydrogramme unitaire,
- principe n° 3 : les hydrogrammes de ruissellement jouissent de la propriété d'additivité, une crue complexe résultant de l'addition de crues unitaires.

Ces trois principes se trouvent plus ou moins contredits, par les faits mais dans la pratique, la théorie de l'hydrogramme unitaire rend de très grands services et se trouve partiellement justifiée par les résultats obtenus qui concordent généralement avec ceux qui résultent de l'application d'autres méthodes estimatives.

Pour les bassins versants de la région de NIENA-DIONKELE nous avons fait une entorse à la théorie de l'hydrogramme unitaire en considérant deux types d'hydrogrammes : une première forme en début de saison des pluies avec un temps de base court, un temps de montée très court et un coefficient de forme élevé, puis une seconde forme d'hydrogramme en cours de saison des pluies avec un temps de base et un temps de montée plus longs, un coefficient de forme généralement plus faible.

Pour estimer les crues de projet par la méthode de l'hydrogramme unitaire, on commence par l'estimation des pluies moyennes sur les bassins correspondant à des averses de fréquences choisies à priori.

On définit ensuite les conditions initiales antérieures à l'averse qui vont déterminer la réponse du bassin.

Enfin on applique les relations établies pour chaque bassin, lors des études de crues. L'application des relations établies à partir des mesures hydrologiques et pluviométriques ne va pas sans poser quelques problèmes souvent difficiles sinon impossibles à résoudre en particulier lorsqu'il faut extrapoler hors du champ des observations des relations qui devraient être limitées dans leurs applications au domaine des valeurs déjà observées.

D'autre part on se heurte également, plus particulièrement en Afrique tropicale, au problème de l'estimation des pluies moyennes sur les bassins.

En Afrique tropicale, les averses se caractérisent généralement par une bonne homogénéité temporelle mais une forte hétérogénéité spatiale qui limite assez rapidement la précision des estimations des pluies moyennes et gêne les utilisateurs de la méthode de l'hydrogramme unitaire.

a) estimation des pluies journalières maximales sur les bassins du DOUGO, du KUO, du KONGA, du DOUGBE et de l'OUZOU.

Le détail de cette opération est exposé à la page 293 et les résultats sont reportés au tableau n° 85 de cette même page.

Pour la détermination des pluies journalières au poste de N'DOROLA, on se reportera au paragraphe 3.3. du chapitre 3.

On remarquera que nous aboutissons à des estimations de pluies décennales plus faibles que celles figurant dans le rapport hydrologique de mai 1977 :

"~~Etude~~ hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE - 5 (rapport définitif) ORSTOM - Mr LE BARBE - mai 1977.

Ceci tient à l'estimation de la pluie ponctuelle de fréquence décennale, estimée à 122 millimètres par Mr le BARBE et estimée à 105 millimètres dans le présent rapport.

A titre de comparaison, l'étude générale des averses exceptionnelles en Afrique Occidentale par Y. BRUNET-MORET - ORSTOM pour le compte du C.I.E.H., étude publiée en juin 1963, fournit des valeurs comprises entre 116 et 128 millimètres pour la région de BOBO-DIOULASSO. Il faut cependant remarquer que cette étude est relative à une période relativement plus pluvieuse que la période actuelle qui contribue très probablement à diminuer légèrement l'estimation de la pluie journalière de fréquence décennale.

Les valeurs des coefficients d'abattement sont extraites de l'ouvrage :

"Estimation des débits de crues décennales pour des bassins versants de superficie inférieure à 200 km² en Afrique Occidentale" J. RODIER et C. AUVRAY - juillet 1965.

Tableau n° 85

pluviométries journalières maximales
sur les bassins des affluents de la
plaine de N I E N A - D I O N K E L E

Fréquences	N'DOROLA mm	DOUGO	KUO	KONGA	DOUGBE	OUZOU
quinquennale 1/5	95	76	86	76	95	86
décennale 1/10	105	84	95	84	105	95
vingtennale 1/20	120	96	108	96	120	108
cinquantennale 1/50	140	112	126	112	140	126

estimation des coefficients d'abattement

$$C A = \frac{P M}{P M A X}$$

CA : coefficient d'abattement
PM : pluie moyenne de
fréquence donnée
PMA X : pluie ponctuelle
maximale de même fréquence

DOUGO à DIONGASSO S = 158 Km² CA = 0.80
KUO à DIGOUERA S = 67.8 Km² CA = 0.90
KONGA à N'DANA S = 186 Km² CA = 0.80
DOUGBE à DIGOUERA S = 19 Km² CA = 1
OUZOU à KOUEREDENI S = 65 Km² CA = 0.90

b) estimation des paramètres hydrologiques des crues rares.

Les résultats des estimations effectuées pour des crues de fréquences quinquennale., décennale, vingtennale et cinquantiennale sont consignés sur les tableaux n° 86 à 90 pages 296 à 298; chaque tableau correspond à un même bassin.

Nous avons choisi des conditions initiales moyennes pour l'ensemble des bassins :

IH = 0 à 100 en début de saison humide,

IH = 150 à 200 en cours de saison humide, avec des débits de base en début de crue choisis parmi les valeurs les plus fréquemment observées aux indices d'humidité correspondants.

Par contre nous avons choisi, dans la plupart des cas les coefficients de forme les plus forts parmi les valeurs observées.

Les temps de base sont parmi les valeurs les plus faibles observées pour des pluviométries journalières fortes à très fortes. Il semble par ailleurs que la pluie et son intensité aient une certaine influence sur le temps de base des crues des affluents de la rivière SESSE.

Il ne serait donc pas raisonnable de prendre systématiquement les temps de base les plus courts, ce qui conduirait surestimer les débits moyens de crue et les débits maximaux.

L'estimation des débits de base en fin de crue ne pose pas de difficultés particulières si ce n'est une extrapolation hors du champ des observations pour les pluies supérieures à 80 millimètres.

L'élément déterminant dans la méthode de l'hydrogramme unitaire est constitué par la détermination de la lame de crue ou lame ruisselée.

Pour tous les bassins étudiés nous avons supposé que, passé un certain seuil pluviométrique, variable avec l'indice d'humidité des sols IH, le bassin se comportait de façon identique à la courbe enveloppe des ruissellements maximaux, courbe assimilée dans tous les cas à une droite.

Pour vérifier cette hypothèse, il faudrait observer avec une bonne précision les événements les plus exceptionnels.

A ce propos, il semble que nous ayons observé sur le bassin du DOUGO à DINGASSO une crue de caractère vraiment exceptionnel les 13 et 14 août 1982 puisque son débit maximum est estimé à 21.5 m³/s alors que la crue la plus forte qui la suit n'a pour débit maximum qu'une valeur de 7.92. m³/s. Malheureusement, la connaissance que nous avons de la pluie moyenne sur le bassin versant du DOUGO n'est pas aussi précise que celle des débits malgré les 3 pluviomètres placés à l'intérieur du bassin et les deux pluviomètres qui le bordent. La méthode de THIESSEN fournit une estimation de la pluviométrie moyenne de 47 mm et la méthode des isohyètes une estimation égale à 50 mm. Le coefficient de ruissellement global d'une telle crue est de 14 %, coefficient déjà supérieur aux 10 % de la droite de ruissellement maximum. Dans les conditions définies par les relations entre les lames de crues et la pluviométrie moyenne, il faudrait une pluie

moyenne de 90.5 millimètres pour atteindre les 6.85 mm de la lame de crue du 13 au 14 août 1982.

Sur la droite de ruissellement maximum, il faudrait encore une pluie moyenne de 77 millimètres pour atteindre cette lame de crue.

En tout état de cause, il semble bien que la pluviométrie moyenne sur le bassin du DOUGO soit sous estimée pour la journée du 13 août car aucune autre crue ne vient confirmer cette disposition toute particulière du bassin au ruissellement. Cette crue du 13 au 14 août 1982 sur le bassin du DOUGO mériterait un plus long développement qu'il est impossible de poursuivre dans les délais impartis à cette étude d'autant que le résultat de l'expertise n'est pas certain d'aboutir à une conclusion satisfaisante, conforme aux autres valeurs observées.

Faute d'indication concluante quant à la manière d'extrapoler les courbes figurant les relations entre les lames de crues et les pluies moyennes sur les bassins, nous utiliserons les relations établies au sous chapitre 5.2.

Tableau n° 86

estimation des paramètres hydrologiques
des crues rares du DOUGO à DINGASSO

S = 158 Km²

Fréquences	P mm	IH mm	CF	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	T M heures	TB heures	LC mm	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s
Quinquennale 1/5	76	100	2.8	0.05	0.45	8	40	4.6	5.3	14.8
	76	150	2.0	0.60	1.90	12	50	5.6	6.2	12.3
Décennale 1/10	84	100	2.8	0.05	0.55	8	40	5.4	6.2	17.4
	84	150	2.0	0.60	2.10	12	50	6.4	7.0	<u>14.0</u>
Vingtennale 1/20	96	100	2.8	0.05	0.70	8	40	6.6	7.6	21.3
	96	150	2.0	0.60	2.30	12	50	7.6	8.1	16.2
Cinquantennale 1/50	112	100	2.8	0.05	0.90	8	40	8.2	9.5	26.5
	112	150	2.0	0.60	2.70	12	50	9.2	9.7	19.5

Tableau n° 87

paramètres hydrologiques des crues rares
du KUO à DIGOUERA

S = 67.8 Km²

Fréquences	P mm	IH mm	CF	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	TM heures	TB heures	LC mm	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s
Quinquennale 1/5	86	0	2.65	0.0	0.40	4	40	9.0	4.4	11.8
	86	150	2.8	0.5	1.20	10	48	13.5	6.1	17.0
Décennale 1/10	95	0	2.65	0.0	0.50	4	40	11.3	5.6	14.8
	95	150	2.8	0.5	1.35	10	48	15.8	7.1	<u>20.0</u>
Vingtennale 1/20	108	0	2.65	0.0	0.65	4	40	14.5	7.2	19.0
	108	150	2.8	0.5	1.50	10	48	19.0	8.5	24.0
Cinquantennale 1/50	126	0	2.65	0.0	0.90	4	40	19.0	9.4	25.0
	126	150	2.8	0.5	1.80	10	48	23.5	10.4	29.0

Tableau n° 88

Paramètres hydrologiques
des crues rares du KONGA à N'DANA

S = 186 Km²

Fréquences	P mm	IH mm	CF	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	TM heures	TB heures	LC mm	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s
Quinquennale 1/5	76	120	2.0	0.0	0.100	8	60	1.58	1.4	2.82
	76	200	2.5	0.15	0.420	20	120	2.70	1.5	3.62
Décennale 1/10	84	120	2.0	0.0	0.130	8	60	1.98	1.8	3.60
	84	200	2.5	0.15	0.460	20	120	3.10	1.64	<u>4.10</u>
Vingtennale 1/20	96	120	2.0	0.0	0.140	8	60	2.58	2.3	4.60
	96	200	2.5	0.15	0.540	20	120	3.70	1.94	4.9
Cinquantennale 1/50	112	120	2.0	0.0	0.200	8	60	3.38	3.0	6.0
	112	200	2.5	0.15	0.630	20	120	4.50	2.33	5.8

Tableau n° 89

paramètres hydrologiques
des crues rares du DOUGBE à DIGOUERA

S = 19 Km²

Fréquences	P mm	IH mm	CF	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	TM heures	TB heures	LC mm	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s
Quinquennale 1/5	95	0	4	0.0	0.060	1	7	1.16	0.90	3.6
	95	200	3	0.03	0.158	3	17	2.76	0.95	2.9
Décennale 1/10	105	0	4	0.0	0.080	1	7	1.56	1.22	4.9
	105	200	3	0.03	0.180	3	17	3.16	1.10	<u>3.3</u>
Vingtennale 1/20	120	0	4	0.0	0.110	1	7	2.16	1.68	6.7
	120	200	3	0.03	0.215	3	17	3.76	1.29	3.9
Cinquantennale 1/50	140	0	4	0.0	0.150	1	7	2.96	2.31	9.2
	140	200	3	0.03	0.260	3	17	4.56	1.56	4.7

Tableau n° 90

paramètres hydrologiques

des crues rares de l'OUZOU à KOUEREDENI

S = 65 Km²

Fréquences	P mm	IH mm	CF	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	TM heures	TB heures	LC mm	QM m ³ /s	QMAX m ³ /s
Q _{inquennale} 1/5	86	0	4	0.0	0.0	5	32	1.0	0.56	2.26
	86	150	2.5	0.10	0.30	10	60	3.25	1.18	2.95
Décennale 1/10	95	0	4	0.0	0.0	5	32	1.45	0.82	<u>3.3</u>
	95	150	2.5	0.10	0.34	10	60	3.70	1.34	<u>3.4</u>
Vingtennale 1/20	108	0	4	0.0	0.0	5	32	2.10	1.18	4.7
	108	150	2.5	0.10	0.39	10	60	4.35	1.55	3.9
Cinquantennale 1/50	126	0	4	0.0	0.0	5	32	3.00	1.70	6.8
	126	150	2.5	0.10	0.50	10	60	5.25	1.88	4.7

c) résultats.

Pour chaque bassin et chaque fréquence pluviométrique choisie, nous fournissons deux estimations de la crue de projet correspondant à une même pluie tombant sur un bassin dans deux conditions initiales différentes.

Nous retiendrons la plus forte des deux valeurs et le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des résultats :

débits maximaux de fréquence rare en m³/s

méthode de l'hydrogramme unitaire.

Bassins versants	fréquence quinquennale	fréquence décennale	fréquence vingtennale	fréquence cinquantenale
DOUGO à DINGASSO	15.0	18.0	21.0	27.0
KUO à DIGOUERA	17.0	20.0	24.0	29.0
KONGA à N'DANA	3.6	4.1	4.9	5.8
DOUGBE à DIGOUERA	3.6	4.9	6.7	9.2
OUZOU à KOUEREDENI	3.0	3.4	4.7	6.8

La méthode de l'hydrogramme unitaire fournit dans l'ensemble des valeurs nettement plus fortes que l'analyse statistique sauf pour les bassins du KONGA à N'DANA et de l'OUZOU à KOUEREDENI.

5.3.2. Conclusion de l'estimation des crues de projet sur les affluents du SESSE en amont de la plaine de NIENA-DION-KELE.

Nous retiendrons finalement les estimations les plus fortes fournies soit par la méthode statistique soit par la méthode de l'hydrogramme unitaire.

Débits maximaux instantanés en m³/s

de fréquence faible au dépassement.

Bassins versants	fréquence quinquennale	fréquence décennale	fréquence vingtennale	fréquence cinquantennale.
DOUGO à DINGASSO	15.0	18.0	21.0	27.0
KUO à DIGOUERA	17.0	20.0	24.0	29.0
KONGA à N'DANA	3.6	4.3	5.5	-
DOUGBE à DIGOUERA	3.6	4.9	6.7	9.2
OUZOU à KOUEREDENI	3.0	4.8	6.7	-

Les résultats obtenus par cette étude sont nettement plus faibles que ceux avancés dans l'étude hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE - 5 (rapport définitif) ORSTOM - Mr LE BARBE - mai 1977.

Il semble que les différences déjà signalées ci-avant au paragraphe 5.3.2. a. et concernant les pluies maximales journalières, soient responsables de ces écarts entre les deux estimations.

Si, pour l'ensemble des bassins, les observations des fortes crues semblent confirmer les valeurs figurant au tableau ci-dessus, il n'en va pas de même pour le bassin du KUO à DIGOUERA qui constitue une exception très importante.

Pour le KUO à DIGOUERA, l'échantillon des crues observées est très loin de fournir des valeurs similaires aux estimations obtenues par la méthode de l'hydrogramme unitaire : 12 m³/s pour la fréquence décennale (limite supérieure de la fourchette fournie par l'analyse statistique) au lieu de 20 m³/s, valeur fournie par la méthode de l'hydrogramme unitaire.

Si la rivière KUO est susceptible d'être aménagée (barrage ou canalisation des écoulements), il conviendrait de réinstaller un limnigraphe sur ce bassin afin d'y continuer l'observation des crues.

En effet, seule l'observation des crues sur une assez longue période est susceptible de confirmer ou d'infirmier les résultats obtenus par la méthode de l'hydrogramme unitaire. Il se peut qu'au cours des six années observées, une anomalie d'échantillonnage provoque une distorsion de la loi statistique et conduise à la non représentativité des valeurs observées relativement à la population mère. Toutefois il serait bon de s'en assurer par des mesures complémentaires afin de ne pas engager des travaux de protection disproportionnés par rapport aux risques réellement encourus.

Conclusions de la première partie A.

Etude hydrologique de la plaine de
NIENA-DIONKELE
et de ses affluents

Grâce aux mesures hydrologiques effectuées pendant 6 ans dans la région de N'DOROLA, il est possible maintenant de définir avec une bonne précision les paramètres hydrologiques qui conditionnent l'aménagement de la plaine de NIENA-DIONKELE.

Parmi les 6 années pendant lesquelles des observations ont été effectuées dans cette région, les années 1974 et 1975 sont très humides, les années 1976 et 1982 sont de pluviosité moyenne et les années 1981 et 1983 sont très sèches. Nous disposons donc dans la région de N'DOROLA d'un éventail d'années aux pluviosités richement variées et la dernière période 1981 à 1983 apporte des renseignements très précieux sur le fonctionnement hydrologique des bassins en années sèches.

Nous avons dressé deux tableaux, n° 91 et 92 pages 305 et 306, qui permettent de comparer les estimations successives des apports et des crues du bassin du SESSE à KARAMASSASSO et de ses affluents.

Comparées aux premières estimations effectuées par l'O.R.S.T.-O.M. en 1977, les estimations les plus récentes des apports sont en baisse sensible sur la plupart des bassins, en particulier sur le bassin du DOUGO à DINGASSO au-dessous de la fréquence 0.5 c'est à dire au-dessous de la médiane.

Pour le KONGA à N'DANA et l'OUZOU à KOUEREDENI, les résultats obtenus montrent qu'il est toujours très risqué de faire des estimations sans mesures hydrologiques, les apports estimés initialement par la S.C.E.T., sans mesures hydrologiques, sont en effet 3 à 6 fois supérieurs aux apports réels.

Le seul bassin pour lequel les estimations de la S.C.E.T. se révèlent excellentes, est le bassin du KUO à DIGOUERA.

En ce qui concerne les estimations des crues de projet à la fréquence décennale, il semble que les estimations antérieures aient été quelque peu excessives dans la plupart des cas.

Les estimations effectuées par l'O.R.S.T.O.M. en 1977 s'appuient sur une pluie ponctuelle de fréquence décennale égale à 122 millimètres alors que les estimations les plus récentes ont été effectuées avec une pluie ponctuelle journalière décennale égale à 105 millimètres.

Les estimations effectuées en 1984 s'accordent mieux aux échantillons des débits maximaux observés.

Toutefois il nous faut signaler le cas singulier du KUO pour lequel l'échantillon des débits maximaux observés fournit des estimations de crues de projet beaucoup plus faibles que la méthode de l'hydrogramme unitaire. Il serait souhaitable que ce bassin fasse l'objet de mesures hydrologiques de crues pendant plusieurs années.

Les estimations des crues de projet à la fréquence décennale peuvent être considérées comme sûres. Par contre les estimations fournies aux fréquences vingtennale et cinquantenale doivent être utilisées avec prudence car la précision des estimations diminue dès que l'on s'éloigne du champ des valeurs observées. De plus il est à craindre que le choix d'un coefficient de ruissellement maximum parmi les plus fortes valeurs observées ne conduise à sous-estimer les débits maximaux pour les averses exceptionnelles. Il est en effet probable que le coefficient de ruissellement croisse très sensiblement avec l'intensité de l'averse comme on peut le constater dans l'étude des crues de la rivière SESSE (figure n° 37 page 133).

Il est toutefois bien difficile d'effectuer une extrapolation et les risques de surestimation sont aussi grands que ceux de sous-estimation.

Si le projet d'aménagement de la plaine de NIENA-DIONKELE désire disposer de valeurs sûres des débits maximaux pour les fréquences vingtennale et cinquantenale, des observations hydrologiques de crues devront être poursuivies là où l'importance des travaux de protection contre les crues le justifie.

En ce qui concerne la gestion de l'ouvrage vanne de KARAMASSASSO, l'étude de gestion a fixé les limites de ce qu'il est possible de réaliser en matière de protection des périmètres agricoles. La cote à ne pas dépasser par le plan d'eau étant fixée à 331 mètres du nivellement général de Haute-Volta, cette cote serait dépassée en moyenne tous les cinq ans fin août ou début septembre et tous les dix ans début août ou fin septembre. Si on désire protéger les périmètres agricoles, ou certaines parties des périmètres agricoles, contre des crues de fréquences plus faibles au dépassement (fréquence vingtennale ou cinquantenale), il apparaît nécessaire de fixer des cotes de protection plus élevées que la cote 331 mètres, cotes qui seront déterminées par une étude analogue à celle qui a été menée dans ce rapport pour les fréquences quinquennale et décennale.

Le mieux serait encore de simuler le fonctionnement du barrage sur une longue période en générant les débits du SESSE à partir des pluies, ce qui est réalisable grâce à l'étude des crues du SESSE à KARAMASSASSO, sous-chapitre 4.3. de ce rapport.

Enfin, si les travaux envisagés pour augmenter le débit de la rivière SESSE en aval du barrage ne peuvent que favoriser l'écoulement des eaux, il semble que la débitance du lit restera inférieure à 14 m³/s dans le meilleur des cas pour des cotes du plan d'eau voisines de 331 mètres à l'aval du barrage.

Pour conclure cette étude, nous ajouterons que les mesures hydrologiques qui se poursuivent dans la région de N'DOROLA sous la responsabilité du Service Hydrologique du H.E.R. de Bobo-Dioulasso, amélioreront certainement les connaissances hydrologiques acquises dans cette région. Cependant les derniers développements de l'étude nous amènent à proposer un léger rédéploiement du dispositif des mesures en privilégiant les mesures des niveaux d'eau à l'amont et à l'aval du barrage ainsi que l'observation des crues du KUO à DIGOUERA.

La gestion du barrage de KARAMASSASSO nécessite en outre un suivi au jour le jour, du 15 juillet au 15 septembre, de la pluviométrie sur le bassin du SESSE et de l'évolution des niveaux d'eau dans la retenue, tout retard dans la décision d'ouvrir les vannes pouvant être fatal aux cultures. Une bonne gestion nécessite également une prévision des apports du SESSE de façon à anticiper l'évolution du plan d'eau et c'est là que le Service Hydrologique du H.E.R. pourrait jouer, auprès du projet rizicole de NIENA-DIONKELE, le rôle de conseiller hydrologique, pourvu qu'une bonne communication téléphonique ou radiophonique puisse être établie régulièrement entre BOBO-DIOULASSO et N'DOROLA.

Tableau n° 91

Comparaison des estimations des apports annuels du SESSE à KARAMASSASSO et de ses affluents en millions de m³.

Fréquences	SESSE à KARAMASSASSO		DOUGO à DINGASSO			KOU à DIGOUERA		
	ORSTOM 77	ORSTOM 84	SCET 76	ORSTOM 77	ORSTOM 84	SCET 76	ORSTOM 77	ORSTOM 84
0.1	104	75.06	20.54	11.1	13.6	7.20	6.4	7.25
0.2	-	56.8	-	9.2	10.7	-	5.6	6.31
0.3	-	45.7	-	8.0	8.6	-	5.2	5.55
0.5	36	31.5	7.58	6.0	4.9	4.50	4.4	4.42
0.7	16.9	18.9	5.05	4.3	1.58	3.30	3.6	3.22
0.8	10.8	12.6	3.63	3.5	0.95	2.64	3.2	2.59
0.9	8.0	4.7	2.37	2.4	0.47	1.80	2.7	1.67

Fréquences	KONGA à N'DANA			OUZOU à KOUEREDENI			DOUGRE à DIGOUERA	
	SCET 76	ORSTOM 77	ORSTOM 84	SCET 76	ORSTOM 77	ORSTOM 84	ORSTOM 77	ORSTOM 84
0.1	13.7	(4.2)	1.89	8.32	(2.4)	2.14	0.63	0.473
0.2	-	(3.0)	1.48	-	(2.0)	1.83	0.53	0.410
0.3	-	(2.5)	1.20	-	(1.6)	1.58	0.47	0.378
0.5	5.31	1.2	0.442	3.07	0.97	1.10	0.36	0.331
0.7	-	0.15	0.063	1.98	0.48	0.568	0.30	0.221
0.8	-	0	0.0	1.47	0.22	0.378	0.28	0.173
0.9	1.77	0	0.0	0.96	0	0.189	0.17	0.110

Tableau n° 92

Comparaison des estimations des crues rares des affluents du SESSE
à KIRAMASSASSO :
débits maximaux en m³/s

Fréquences	DOUGO à DINGASSO		KUC à DIGOUERA		KONGA à N'DANA	
	ORSTOM 77	ORSTOM 84	ORSTOM 77	ORSTOM 84	ORSTOM 77	ORSTOM 84
0.02		27.0		29.0		-
0.05		21.0		24.0		5.5
0.10	23.4	18.0	28.0	20.0	10.0	4.3
0.20		15.0		17.0		3.6

Fréquences	OUZOU à KOUREDE- NI		DOUGBE à DIGOUERA	
	ORSTOM 77	ORSTOM 84	ORSTOM 77	ORSTOM 84
0.02		-		9.2
0.05		6.7		6.7
0.10	5.0	4.8	6.4	4.9
0.20		3.0		3.6

Deuxième partie

B.

Hydrologie des plaines de FOULASSO-LELASSO
et de leurs affluents.

Chapitre 6

Apports et crues des affluents des plaines
de FOULASSO-LELASSO.

- 6.1. Etude des apports annuels des rivières
SELEDOGO, SANGOUE, GORO et LONGO.
- 6.2. Etude des crues des rivières SELEDOGO,
SANGOUE et GORO.

6.1. Etude des apports annuels des rivières SELEDOGO, SANGOUE, GORO et LONGO.

L'étude des apports annuels des affluents de la rivière SELEDOGO a pour but la connaissance des régimes hydrologiques de ces rivières afin de déterminer les ressources en eaux superficielles en amont des plaines de FOULASSO et LELASSO.

Afin d'acquérir une meilleure connaissance des régimes hydrologiques il apparaît indispensable d'étendre les données hydrologiques des débits, mesurés sur une courte période de quelques années, à des périodes beaucoup plus longues : 10 à 20 ans.

Malheureusement nous ne disposons sur le secteur sud du bassin du LONGO que de 3 années de mesures hydrologiques : les années 1981, 1982 et 1983, années qui se sont révélées être des années de faible pluviosité.

Les relations entre pluies et débits annuels observés ne seront donc bien définies que pour une plage très réduite de valeurs et l'extrapolation de ces relations aux années à forte pluviosité sera effectuée selon un processus dont il est difficile de définir la précision des résultats.

Il apparaît d'ores et déjà nécessaire de poursuivre les mesures hydrologiques dans ce secteur si l'on veut améliorer la connaissance des apports des affluents de la rivière SELEDOGO en années humides.

6.1.1. Résultats des campagnes hydrométriques et pluviométriques.

Quatre stations hydrométriques ont été installées sur le bassin versant du SELEDOGO, branche sud de la rivière LONGO :

. la station KOURROUMA sur la rivière GORO contrôlant un bassin de superficie 65,6 km²,

. la station N'GOROLANI sur la rivière SELEDOGO, contrôlant un bassin de superficie 654 km²,

. la station LELASSO sur la rivière SELEDOGO, contrôlant un bassin de superficie 724 km²,

. la station S'MAIRI sur la rivière SELEDOGO, contrôlant un bassin de superficie 1369 km².

La station de N'GOROLANI contrôle les apports à l'entrée de la plaine de LELASSO.

La station LELASSO a été placée à l'exutoire de la plaine du même nom.

La station S'MAIRI cumule les débits évacués hors des plaines de FOULASSO et de LELASSO ainsi que les débits résultant des ruissellements d'un petit bassin versant complémentaire d'environ 33 km² de superficie.

Il n'a pas été possible de placer une station hydrométrique à l'amont ou à l'aval de la plaine de FOULASSO et le bassin du GORO n'est pas représentatif des autres bassins qui alimentent en eau la plaine de FOULASSO.

Les débits moyens mensuels et annuels observés ainsi que les pluviométries moyennes observées sur les bassins, extraits des rapports hydrologiques des campagnes 1981, 1982 et 1983, sont consignés sur les tableaux suivants :

- pour la rivière GORO à KOUROUMA, page 312, débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 93 pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 94,

- pour le SELEDOGO à N'GOROLANI, débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 95 page 313, pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 97 page 314,

- pour le SELEDOGO à LELASSO, débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 96 page 313, pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 98 page 314,

- pour le SELEDOGO à S'MAIRI, page 315, débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 99, pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 100,

- pour la rivière SANGOUE à l'aval de la plaine de FOULASSO, page 316, débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 101, pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 102,

- pour le LONGO à NIAMANA, page 317, débits moyens mensuels et annuels au tableau n° 103, pluviométries mensuelles et annuelles au tableau n° 104.

La station du LONGO à NIAMANA contrôle les débits de la rivière LONGO formée par la confluence de la rivière SESSE au nord et de la rivière SELEDOGO au sud.

Bien que le régime des apports du LONGO soit influencé sur la branche SESSE par le barrage de KARAMASSASSO, nous avons tout de même effectué une étude des apports de cette rivière.

Les apports de la rivière SANGOUE à l'aval de la plaine de FOULASSO ont été calculés par différence entre les apports de la rivière SELEDOGO à S'MAIRI et de la rivière SELEDOGO à LELASSO.

On néglige ainsi les apports d'un petit bassin versant complémentaire de 33 km² de superficie dont il ne semble pas nécessaire de tenir compte en l'état actuel des connaissances hydrologiques dans cette région.

Tableau n° 93

GORO à KOUROUMA

Débits moyens mensuels et annuels en m³/s

Mois Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
	1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tableau n° 94

GORO à KOUROUMA

Pluviométries mensuelles en mm

Mois Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
	1981	0.0	* 6	0.0	45	127	119	238	211	82	29	0.0	0.0
1982	0.0	* 1	* 2	53	91	169	215	254	90	69	0.0	0.0	944
1983	0.0	* 5	* 3	53	72	116	139	189	153	27	* 1	0.0	758

* valeurs estimées

Tableau n° 95

SELEDOGO à N'GOROLANI

Débits moyens mensuels et annuels

Mois Année	Jan	Fév.	Mars.	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.460	3.02	3.85	0.826	0.170	0.005
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.022	1.55	2.91	0.929	0.314	0.012	0.479
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.003	0.0	0.012	0.089	0.001	0.0	0.0	0.009

Tableau n° 96

SELEDOGO à LELASSO

Débits moyens mensuels et annuels

Mois Année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.001	0.012	1.82	3.65	1.00	0.189	0.027
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.005	0.660	2.14	0.496	0.097	0.0	0.283
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.004	0.007	0.029	0.062	0.015	0.0	0.0	0.010

Tableau n° 97

SELEDOGO à N'GOROLANI

Pluies mensuelles en mm

Mois Année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	0.0	*2	*2	55	102	95	235	286	193	38	0.0	0.0
1982	0.0	*45	*10	113	104	163	225	298	143	72	0.0	0.0	1173
1983	0.0	*5	*2	32	76	124	208	182	156	24	* 2	0.0	811

* valeurs estimées

Tableau n° 98

SELEDOGO à LELASSO

Pluies mensuelles en mm

Mois Année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	0.0	*2	*2	54	107	98	235	282	185	40	0.0	0.0
1982	0.0	*45	*10	107	107	158	219	289	141	70	0.0	0.0	1146
1983	0.0	*5	*2	33	76	124	208	182	156	24	* 2	0.0	812

* valeurs estimées

Tableau n° 99

SELEDOGC à S'MAIRI

Débits moyens mensuels et annuels en m³/s

Mois année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	-	-	-	0.016	0.098	0.039	0.296	3.24	5.76	2.08	0.379	0.093
1982	0.02	0.003	0.003	0.003	0.196	0.052	0.103	1.47	4.27	1.12	0.281	0.054	0.631
1983	0.019	0.010	0.008	0.007	0.007	0.194	0.172	1.06	0.602	0.542	0.131	0.031	0.234

Tableau n° 100

SELEDOGC à S'MAIRI

Pluies mensuelles et annuelles en mm

Mois année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	0.0	* 4	* 1	50	108	93	230	246	151	38	0.0	0.0
1982	0.0	* 23	* 6	82	105	150	202	277	127	61	0.0	0.0	1033
1983	0.0	* 5	* 3	41	73	113	201	184	147	34	* 2	0.0	803

* valeurs estimées

Tableau n° 101

SANGOUE

Débits moyens mensuels et annuels évacués
par la plaine de F O U L A S S O

S = 612 Km²

Mois Année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	-	-	-	0.016	0.098	0.038	0.284	1.42	2.11	1.08	0.150	0.066
1982	0.02	0.003	0.003	0.003	0.196	0.052	0.098	0.81	2.13	0.524	0.184	0.054	0.348
1983	0.019	0.010	0.008	0.007	0.007	0.190	0.155	1.03	0.54	0.527	0.131	0.031	0.224

Tableau n° 102

SANGOUE

Pluviométries mensuelles en mm

S = 612 Km²

Mois Année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	0.0	* 4	* 1	31.0	97.9	91.8	222.4	213.1	112.3	37.7	0.0	0.0
1982	0.0	* 23	* 6	55.6	102.4	143.5	182.1	266.1	110.5	51.6	0.0	0.0	940.8
1983	0.0	* 5	* 3	49.5	70.4	97.5	192.2	187.0	138.3	41.3	* 2	0.0	786.2

* valeurs estimées

Tableau n° 103

LONGO à NIAMANA

Débits moyens mensuels en m³/s

Mois Année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.654	0.587	0.898	6.36	7.45	2.10	0.374	0.100
1982	0.016	0.0	0.0	0.0	0.904	0.988	0.649	3.93	8.58	2.20	0.370	0.074	1.47
1983	0.005	0.0	0.0	0.0	0.400	1.046	0.861	3.57	1.49	0.651	0.085	0.009	0.68

Tableau n° 104

LONGO à NIAMANA

Pluies mensuelles et annuelles en mm

Mois Année	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	1981	0.0	* 4	* 1	36	113	101	231	198	133	29	0.0	0.0
1982	0.0	* 18	* 17	70	107	145	196	251	120	61	* 9	0.0	994
1983	0.0	* 5	* 3	32	76	114	186	196	135	26	* 1	0.0	774

* valeurs estimées

6.1.2. Relations entre pluies et débits moyens annuels.

L'examen des tableaux de débits moyens mensuels de la rivière SELEDOGO et de ses affluents permet de constater l'absence d'écoulement sur l'ensemble des bassins en début de saison des pluies.

Les premiers écoulements sont observés au mois de juillet ; seule la rivière SELEDOGO à S'MAIRI réagit un peu plus tôt, dès le mois de mai ou le mois de juin, ainsi que la rivière LONGO même en année sèche comme l'année 1983.

Ces observations nous ont conduit à tenter une mise en relation des pluies cumulées du mois de juillet au mois de septembre et des débits moyens annuels observés sur les bassins du SELEDOGO.

Par contre, pour le bassin du LONGO nous avons mis en relation les pluies cumulées du mois de mai au mois de septembre et les débits moyens annuels observés.

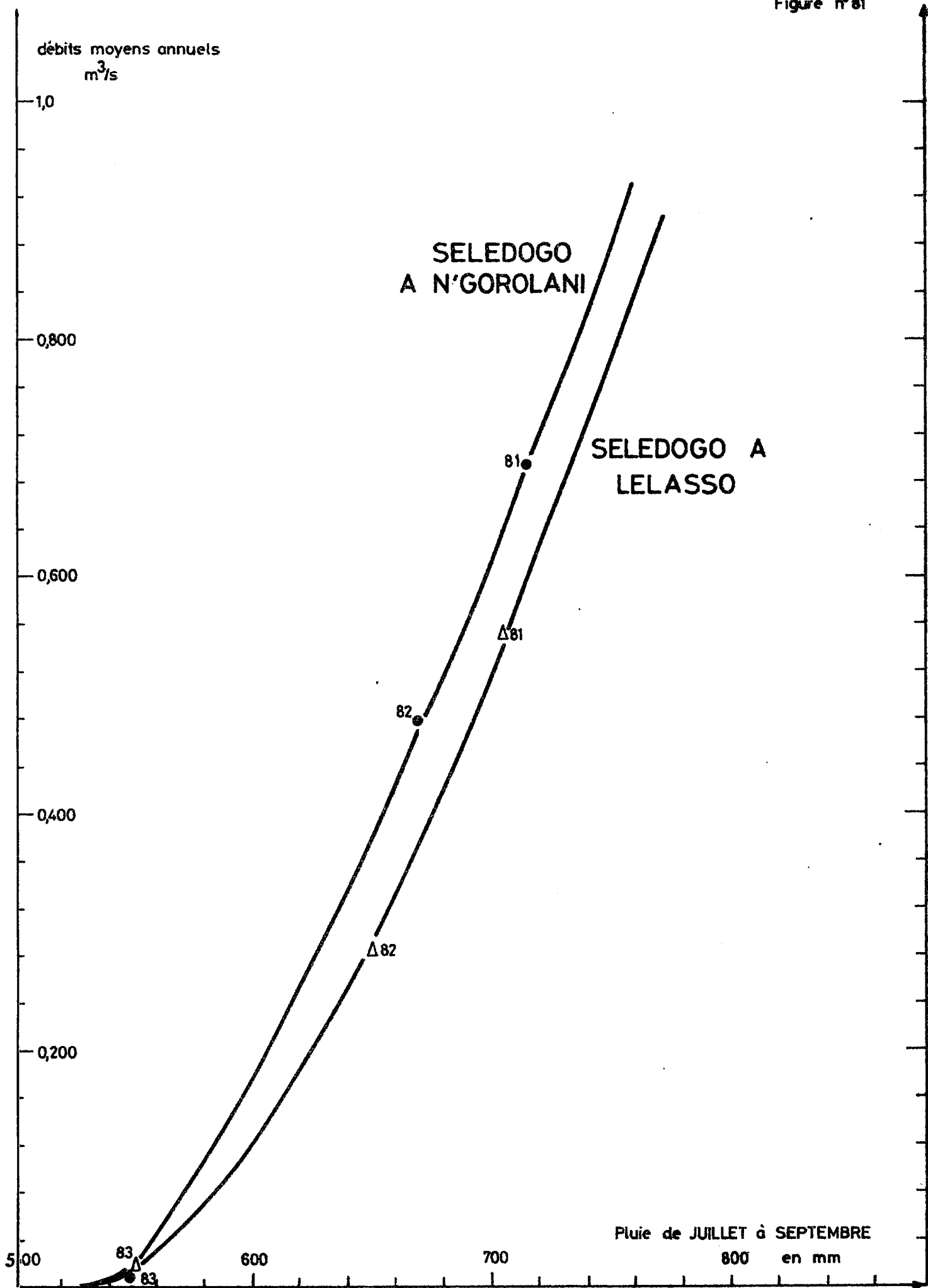
Cet artifice permet de réduire la dispersion des points sur les graphiques et d'établir des relations opérationnelles entre pluies et débits observés.

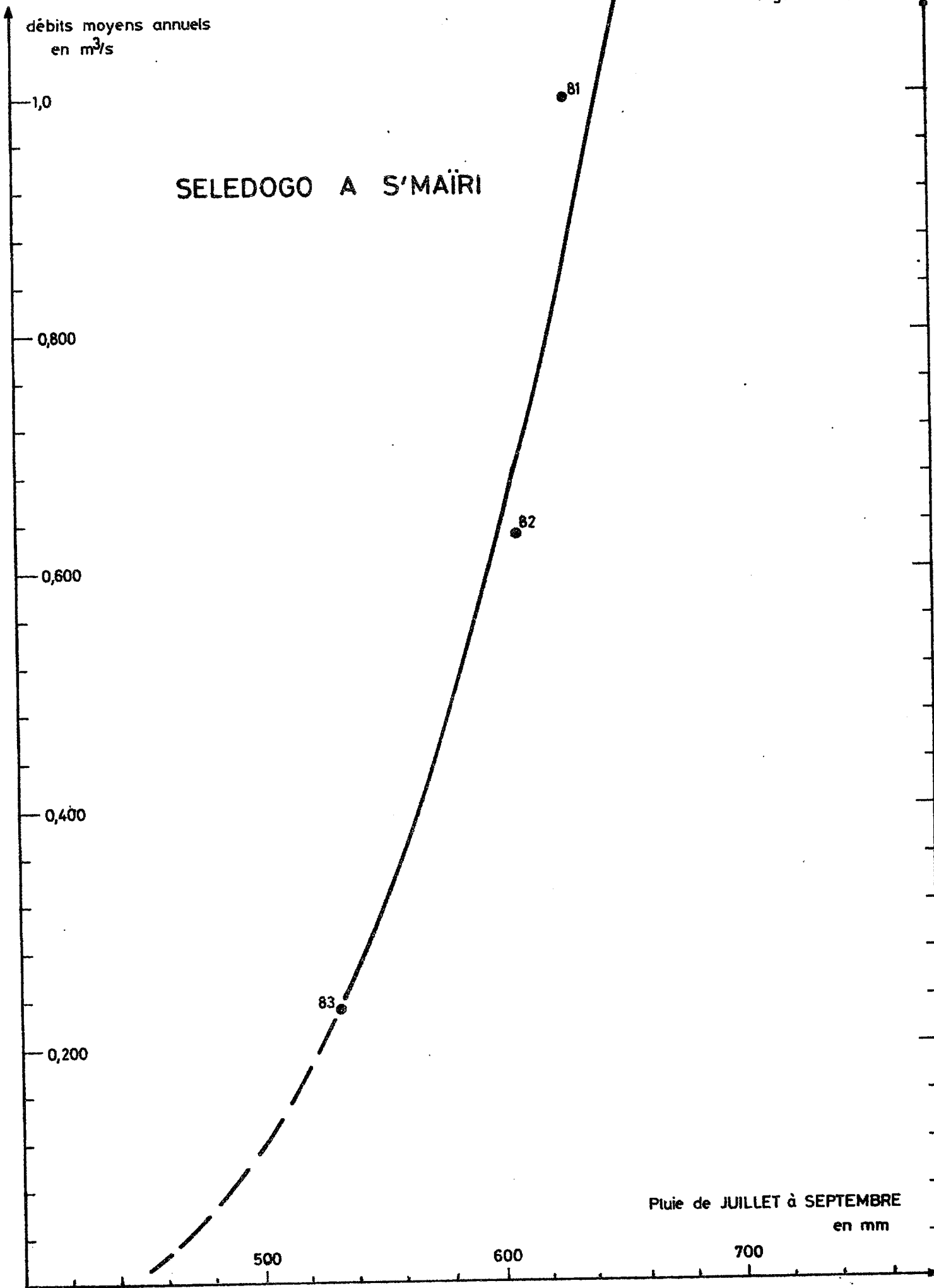
La poursuite des observations hydrométriques permettra de confirmer la véracité des relations établies sur ces bassins et d'envisager un ajustement de ces relations pour de fortes valeurs pluviométriques.

Chaque bassin possède sa propre relation $Q = f(P)$ établie de la façon suivante :

- le SELEDOGO à N'GOROLANI figure n° 81 page 319,
- le SELEDOGO à LELASSO figure n° 81 page 319,
- le SELEDOGO à S'MAIRI figure n° 82 page 320,
- le SANGOUE à l'aval de la plaine de FOULASSO figure n° 83 page 321,
- le LONGO à NIAMANA figure n° 84 page 322,

Figure n° 81





débits moyens annuels
en m³/s

SELEDOGO A S'MAÏRI

Pluie de JUILLET à SEPTEMBRE
en mm

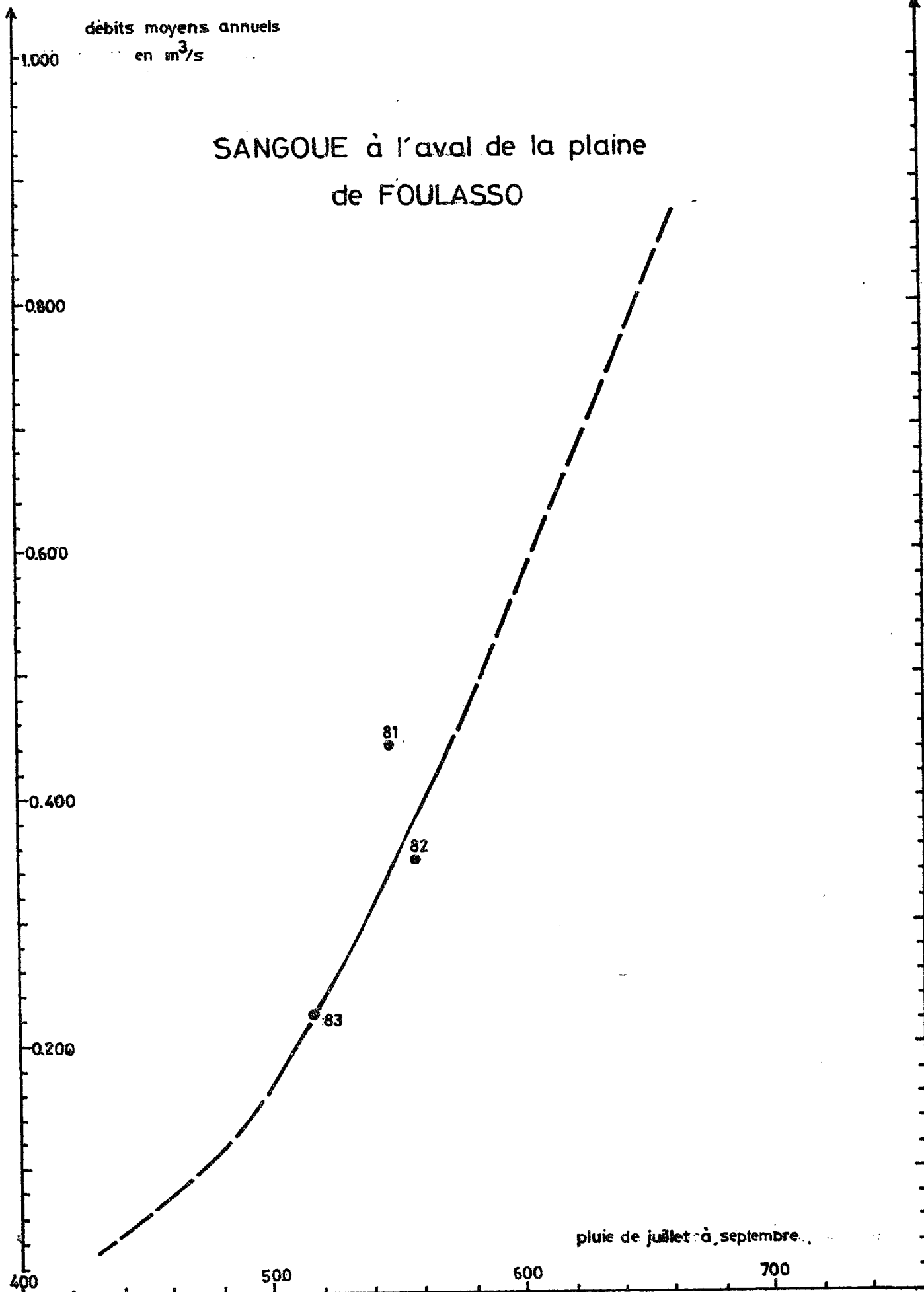
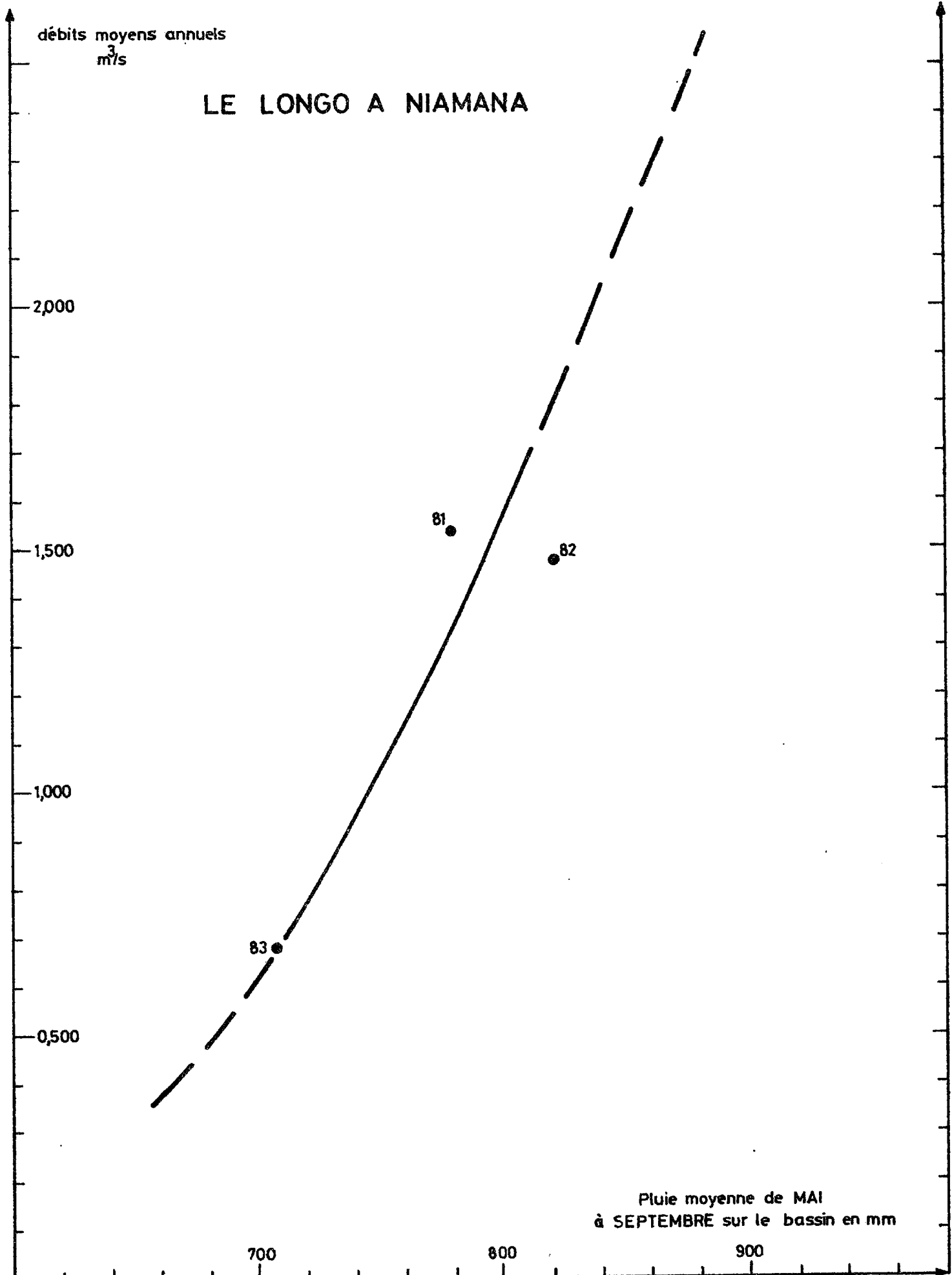


Figure n° 84



6.1.3. Recherche d'un estimateur des pluies moyennes sur les bassins.

Les postes pluviométriques de longue durée sur les bassins versants du SELEDOGO et du LONGO sont au nombre de trois : N'DOROLA, KOUROUMA et SAMOROGOUAN.

Sur les bassins versants du SELEDOGO à N'GOROLANI, à LELASSO et à S'MAIRI nous utiliserons les postes pluviométriques de KOUROUMA et SAMOROGOUAN pour estimer les pluies moyennes.

Sur le bassin versant du SANGOUE à l'aval de FOULASSO nous utiliserons le seul poste de SAMOROGOUAN et sur le bassin versant du LONGO à NIAMANA nous utiliserons la moyenne pluviométrique des trois postes.

La recherche d'un estimateur des pluies moyennes sur les bassins versants consiste à établir des relations entre les pluies moyennes observées (période 1981 à 1983) et les pluies moyennes estimées de manière aussi simple que possible à partir des postes pluviométriques de longue durée.

Au tableau n° 105 page 325 sont consignées les pluies observées de juillet à septembre aux postes pluviométriques de KOUROUMA et SAMOROGOUAN ainsi que les pluies moyennes observées sur les bassins du SELEDOGO de juillet à septembre des années 1981, 1982 et 1983.

Sur la figure n° 85 page 327 nous avons reporté les points représentatifs des couples de valeurs (x, y), x étant la moyenne des pluies observées de juillet à septembre aux postes de KOUROUMA et SAMOROGOUAN, y étant la pluie moyenne observée sur les bassins du SELEDOGO de juillet à septembre.

Les relations entre les variables x et y sont linéaires et s'établissent ainsi :

- pour le SELEDOGO à N'GOROLANI

$$y = 1.5 x - 190$$

- pour le SELEDOGO à LELASSO

$$y = 1.35 x - 115$$

- pour le SELEDOGO à S'MAIRI

$$y = 0.89 x + 93$$

Pour le bassin versant du SANGOUE à l'aval de la plaine de FOULASSO, x a été défini comme le cumul des pluies de juillet à septembre au poste de SAMOROGOUAN et la relation entre les variables y et x établie sur la figure n° 86, est la suivante :

$$y = 1.06 x - 68.$$

Pour le bassin versant du LONGO à NIAMANA, x a été défini comme la moyenne des pluies cumulées de mai à septembre aux poste de N'DOROLA, KOUROUMA et SAMOROGOUAN, la pluie moyenne sur le bassin versant du LONGO est alors liée à la variable x de la façon suivante :

$$y = 0.69 x + 235$$

figure n° 87 page 329.

Grâce aux relations ainsi établies nous avons reconstitué 14 ans de pluies moyennes sur les bassins versants du SELEDOGO et du LONGO. Les valeurs reconstituées sont consignées au tableau n° 105 page 325 pour les bassins versants du SELEDOGO à N'GOROLANI, à LELASSO et à S'MAIRI, du SANGOUE à l'aval de la plaine de FOULASSO et au tableau n° 106 page 326 pour le bassin versant du LONGO à NIAMANA.

Tableau n° 105

Pluies de Juillet à Septembre sur
les bassins versants des plaines de
FOULASSO - LELASSO

Années	KOURROUMA	SAMOROGOUAN	SELEDOGO à N'OROLANI	SELEDOGO à LELASSO	SELEDOGO à S'MAIRI	SANGOUE à FOULASSO
1967	704	774	919	883	751	752
68	661	817	919	883	751	798
69	722	666	851	822	711	638
1970	855	1 020	1 216	1 150	927	1 013
71	494	727	726	709	636	703
72	527	513	590	587	556	476
73	442	482	503	509	504	443
74	767	730	933	895	759	706
75	841	609	898	864	738	578
76	629	621	748	729	649	590
77	738	595	810	785	686	563
78	771	676	895	862	737	649
79	493	701	706	691	624	675
1980	550	679	732	715	640	652
81	612	581	* 714	* 702	* 627	* 548
82	566	588	* 666	* 649	* 606	* 559
83	430	551	* 546	* 546	* 532	* 518

* valeurs observées sur les bassins versants

Tableau n° 106

Pluies de mai à septembre sur le bassin
versant du LONGO à NIAMANA

Années	N'DOROLA X	KOURROUMA Y	SAMOROGOUAN Z	$\frac{X+Y+Z}{3}$	pluie moyenne sur le bassin
1967	1 008	933	929	957	* 895
68	953	1 040	1 054	1 016	* 936
69	962	917	900	926	* 874
1970	1 062	1 070	1 277	1 136	* 1 019
71	664	614	934	737	* 744
72	699	825	793	772	* 768
73	683	636	708	676	* 701
74	896	952	942	930	* 877
75	1 003	1 062	958	1 008	* 931
76	879	824	861	855	* 825
77	651	873	891	805	* 790
78	815	961	862	879	* 842
79	922	883	1 049	951	* 891
1980	873	763	989	875	* 839
81	800	889	802	830	* 776
82	787	853	780	807	819
83	737	622	699	686	707

* valeurs reconstituées

Figure n° 85

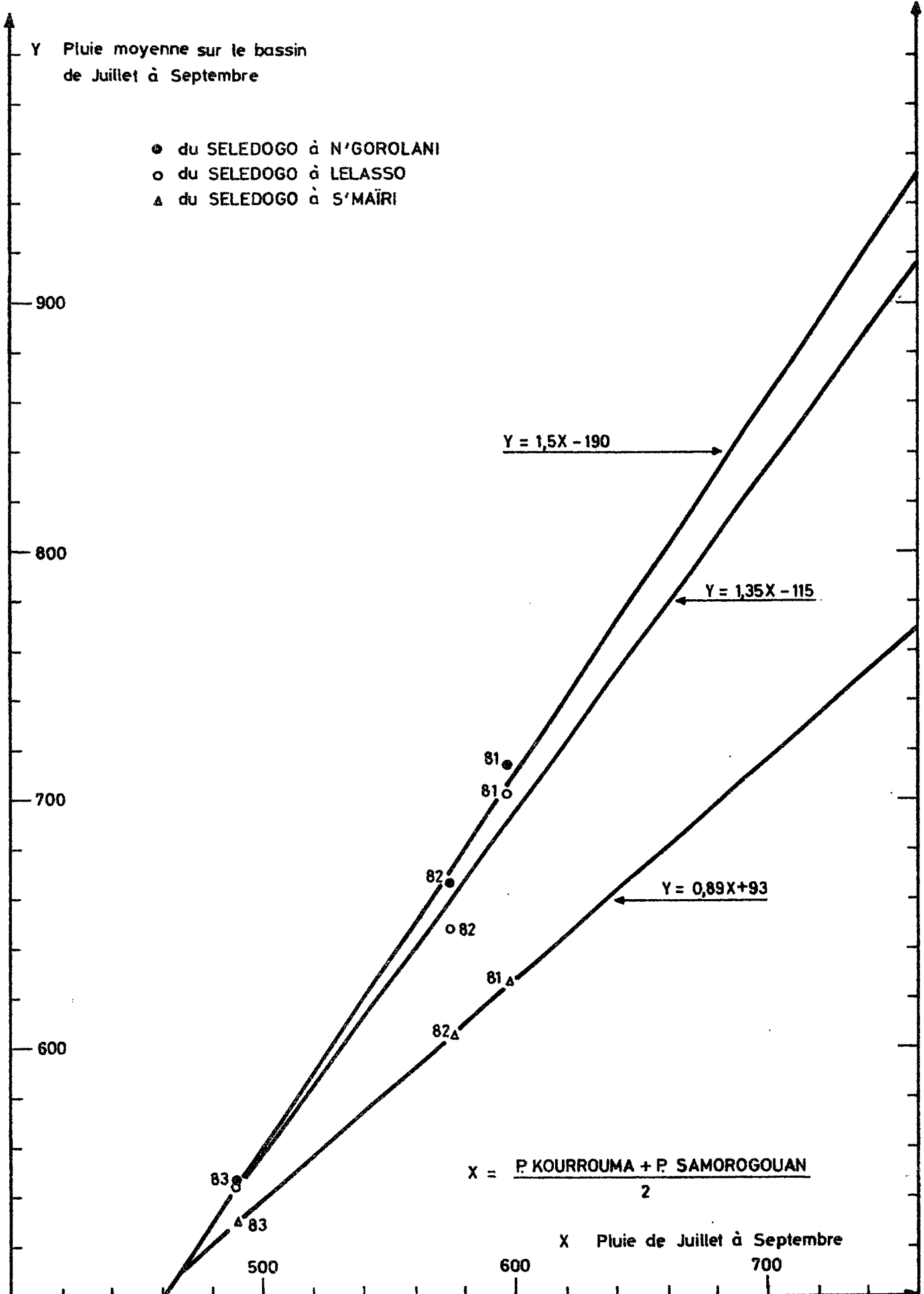
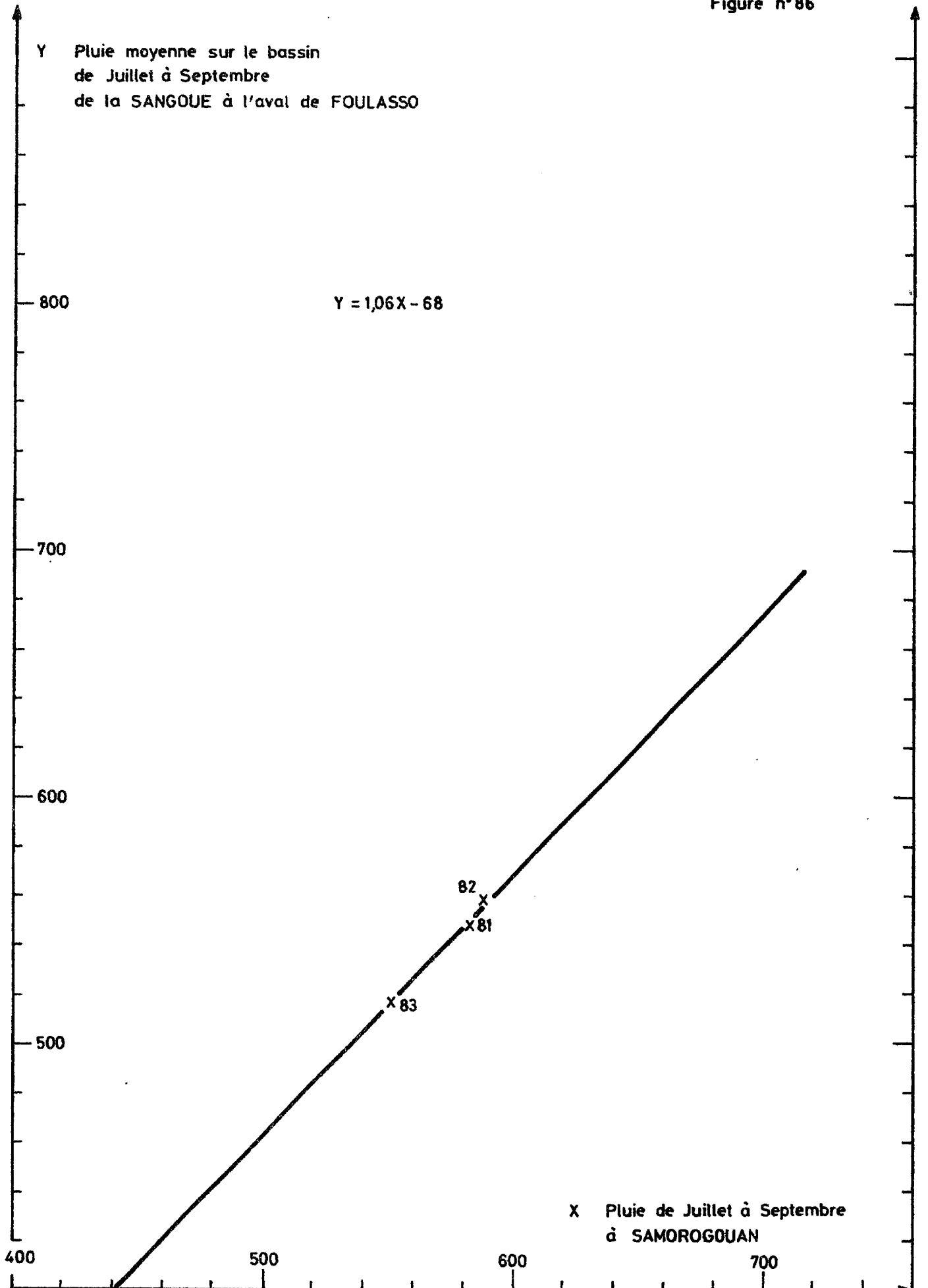


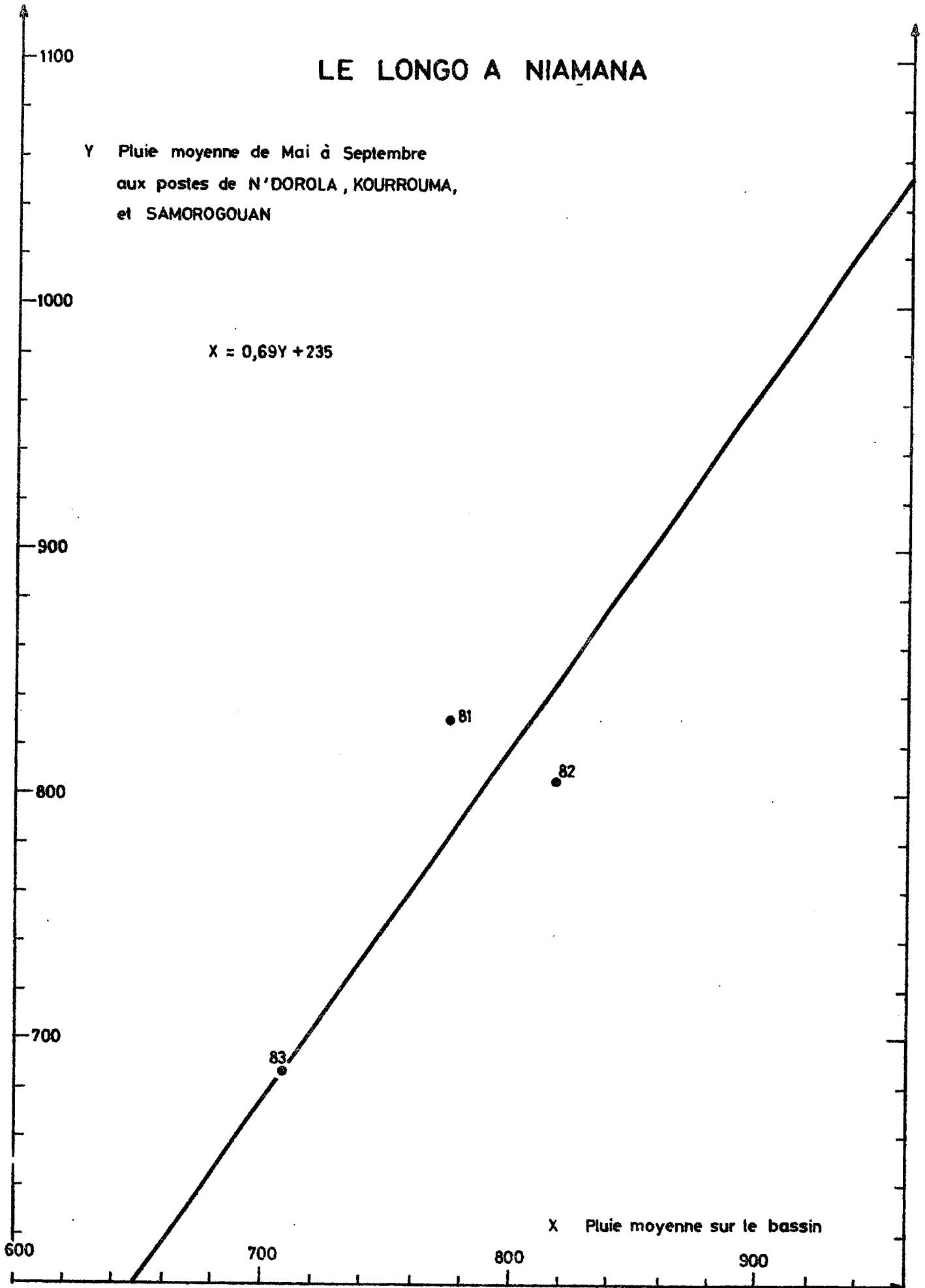
Figure n°86



LE LONGO A NIAMANA

Y Pluie moyenne de Mai à Septembre
aux postes de N'DOROLA, KOURROUMA,
et SAMOROGOUAN

$$X = 0,69Y + 235$$



X Pluie moyenne sur le bassin

6.1.4. Etude fréquentielle des débits moyens annuels.

En utilisant les pluviométries moyennes cumulées de juillet à septembre ou cumulées de mai à septembre sur les bassins versants du SELEDOGO et du LONGO (conf. tableaux n°105 et 106 pages 325 et 326) nous avons appliqué les relations établies au paragraphe 6.1.2. entre pluviométries moyennes et débits moyens annuels pour dresser les tableaux n° 107 et 109, pages 332 et 334 , où sont consignés les débits moyens annuels reconstitués sur les bassins du SELEDOGO à N'GOROLANI, à LELASSO et à S'MAIRI, sur le bassin du SANGOUE à l'aval de la plaine de FOULASSO et sur le bassin du LONGO à NIAMANA.

Compte tenu du petit nombre des valeurs observées et de l'étroitesse des intervalles de définition des relations pluies - débits, nous avons dû extrapoler très loin vers les fortes valeurs, hors du champ des données observées. L'extrapolation des relations s'est faite en prolongeant linéairement par les tangentes aux valeurs extrêmes observées, les relations $Q = f(P)$.

Ce mode d'extrapolation fournit très certainement des valeurs sous-estimées des débits moyens annuels mais il est très difficile de donner une fourchette estimative raisonnable des modules les plus forts en l'absence d'observations suffisamment étendues.

Sur les tableaux n° 108 et 109 pages 333 et 334 nous avons classé par ordre décroissant chaque échantillon de débits moyens annuels en calculant pour chaque rang r , les fréquences expérimentales correspondantes par la formule $f = (r - 1/2) / N$, f étant la fréquence, r le rang de la valeur et N la taille de l'échantillon ($N = 17$).

Nous avons ensuite reporté sur papier Gaussique ou Log-Gaussique les couples de valeurs : module et fréquence correspondante.

Sur la figure n° 88 page 335 sont reportés les échantillons statistiques des modules des rivières SELEDOGO et SANGOUE.

Malgré une forte dispersion des points, les échantillons statistiques des débits moyens annuels du SELEDOGO à N'GOROLANI, à LELASSO, à S'MAIRI et du SANGOUE semblent suivre des lois de type GALTON (Log - Normale).

Compte tenu des incertitudes qui pèsent sur la reconstitution des échantillons de modules nous nous sommes contentés d'une estimation graphique des débits moyens annuels aux fréquences quinquennale et décennale sèches et humides ainsi que d'une estimation graphique des débits moyens annuels médians.

Les résultats sont consignés au tableau n° 108 page 333.

Sur la figure n° 89 page 336 sont reportés les points représentant les couples de valeurs : fréquence - module, de l'échantillon statistique des modules du LONGO à NIAMANA.

Cet échantillon suit une loi normale et les estimations des débits moyens annuels aux fréquences quinquennale, décennale et médiane sont consignées au tableau n° 109 page 334.

Tableau n° 107

Débits moyens annuels des affluents
des plaines de FOULASSO - LELASSO

ANNEES	SELEDOGO à N°GOROLANI	SELEDOGO à LELASSO	SELEDOGO à S'MAIRI	SANGOUE à FOULASSO estimation 1	SANGOUE à FOULASSO estimation 2
1967	1.82	1.46	2.30	1.27	0.840
68	1.82	1.46	2.30	1.50	0.840
69	1.45	1.15	1.80	0.760	0.650
1970	3.40	2.85	4.60	2.55	1.750
71	0.760	0.570	0.920	1.05	0.350
72	0.140	0.090	0.360	0.080	0.270
73	0.0	0.0	0.120	0.050	0.120
74	1.90	1.52	2.30	1.06	0.780
75	1.70	1.38	2.05	0.470	0.670
76	0.880	0.680	1.10	0.530	0.420
77	1.20	0.980	1.45	0.400	0.470
78	1.70	1.37	2.00	0.800	0.630
79	0.660	0.480	0.820	0.920	0.340
1980	* 0.780	* 0.600	0.960	0.840	0.360
81	* 0.694	* 0.558	* 0.990	* 0.441	* 0.441
82	* 0.479	* 0.283	* 0.631	* 0.348	* 0.348
83	* 0.009	* 0.010	* 0.234	* 0.224	* 0.224
Moyennes	1.140	0.908	1.467	0.782	0.560

* valeurs observées

Tableau n° 108

Statistique des débits moyens annuels
des affluents des plaines de
FOULASSO - LELASSO

Rang	Fréquences	SELEDOGO à N'GOROLANI	SELEDOGO à LELASSO	SELEDOGO à S'MAIRI	SANGOUE à FOULASSO estimation 1
1	0.0294	3.40	2.85	4.60	2.55
2	0.0882	1.90	1.52	2.30	1.50
3	0.1471	1.82	1.46	2.30	1.27
4	0.2059	1.82	1.46	2.30	1.06
5	0.2647	1.70	1.38	2.05	1.05
6	0.3235	1.70	1.37	2.00	0.920
7	0.3824	1.45	1.15	1.80	0.840
8	0.4412	1.20	0.980	1.45	0.800
9	0.5000	0.880	0.680	1.10	0.760
10	0.5588	0.780	0.600	0.990	0.530
11	0.6176	0.760	0.570	0.960	0.470
12	0.6765	0.694	0.558	0.920	0.441
13	0.7353	0.660	0.480	0.820	0.400
14	0.7941	0.479	0.283	0.631	0.348
15	0.8530	0.140	0.090	0.360	0.224
16	0.9118	0.009	0.010	0.234	0.080
17	0.9706	0.00	0.00	0.120	0.050
0.1	décennale humide	2.40	1.80	2.90	1.60
0.2	quinquennale humide	1.7	1.30	2.10	1.15
0.5	médiane	0.90	0.70	1.15	0.61
0.8	quinquennale sèche	0.48	0.27	0.60	0.220
0.9	décennale sèche	0.130	(0.09)	0.270	(0.08)
superficies des bassins		654 km ²	724 km ²	1369 Km ²	612 Km ²

Tableau n° 109

débits moyens annuels reconstitués
du LONGO à NIAMANA en m³/s

Années	débits moyens annuels
1967	3.50
68	3.90
69	3.30
1970	4.70
71	2.00
72	2.35
73	1.55
74	3.32
75	3.85
76	2.83
77	2.50
78	3.00
79	3.46
1980	2.95
81	* 1.547
82	* 1.478
83	* 0.682

* valeurs observées

Rang	fréquences	débits moyens annuels classés
1	0.0294	4.70
2	0.0882	3.90
3	0.1471	3.85
4	0.2059	3.50
5	0.2647	3.46
6	0.3235	3.32
7	0.3824	3.30
8	0.4412	3.00
9	0.5000	2.95
10	0.5588	2.83
11	0.6176	2.50
12	0.6765	2.35
13	0.7353	2.00
14	0.7941	1.55
15	0.8530	1.547
16	0.9118	1.478
17	0.9706	0.682
décennale humide		4.1
quinquennale humide		3.6
médiane		2.7
quinquennale sèche		1.8
décennale sèche		1.4

AJUSTEMENTS STATISTIQUES AUX ECHANTILLONS DES MODULES DES AFFLUENTS DES PLAINES DE FOULASSO-LELASSO

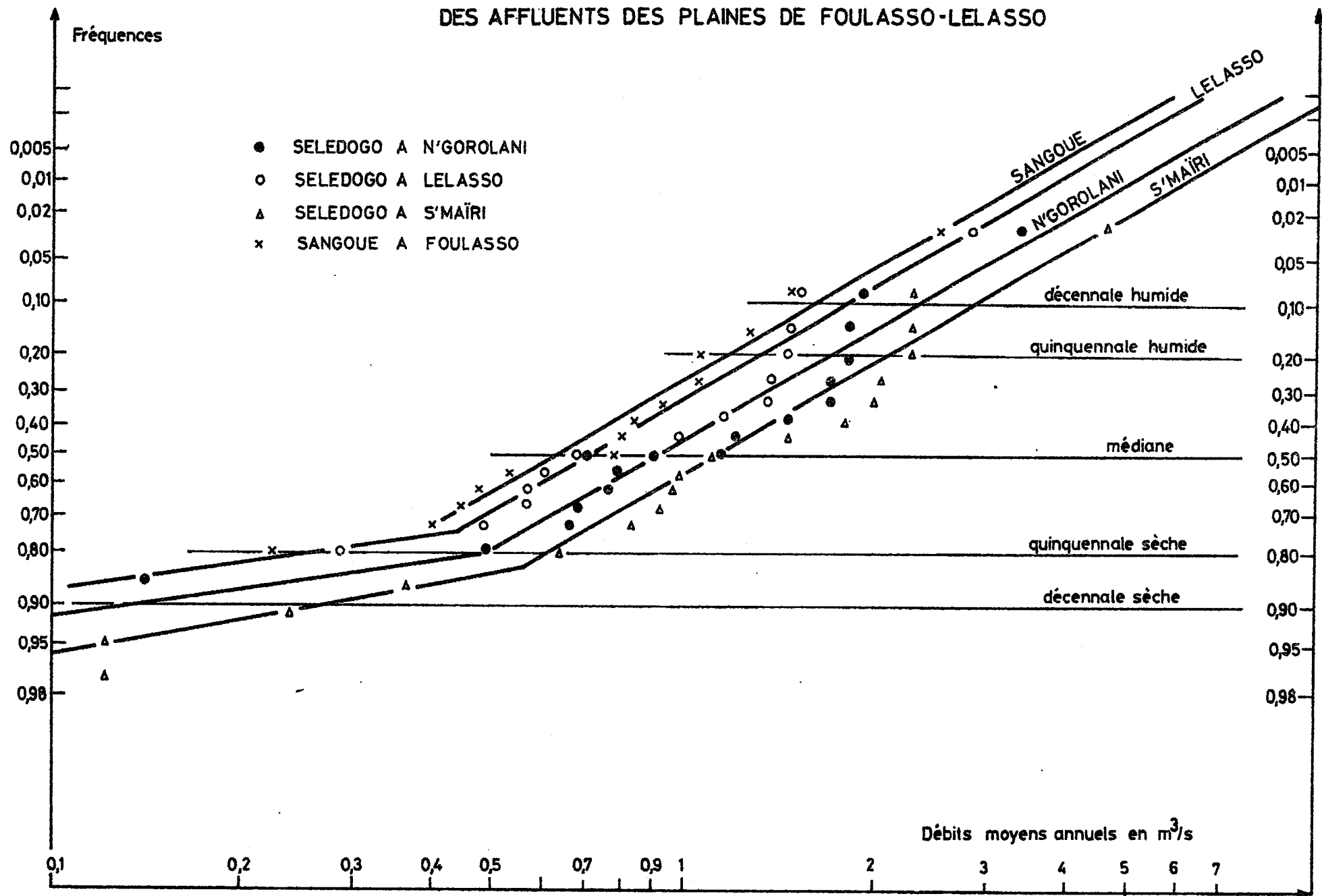


Figure n° 88

AJUSTEMENT STATISTIQUE DES MODULES DU LONGO A NIAMANA

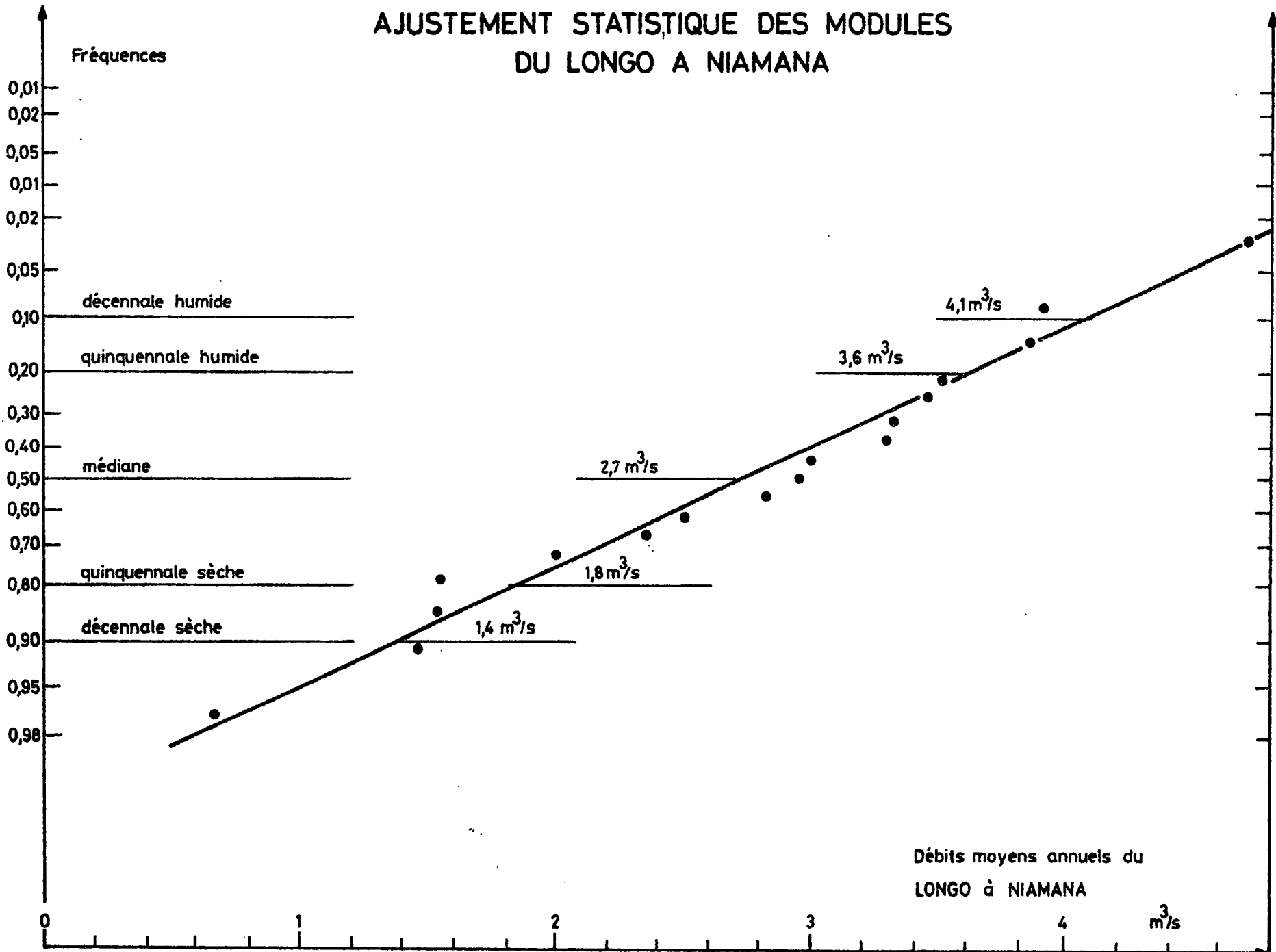


Figure n°89

6.1.5. Conclusions de l'étude des apports des affluents de la rivière SELEDOGO et de la rivière LONGO à NIAMANA.

Les mesures hydrologiques effectuées pendant les années 1981, 1982 et 1983 sur les bassins versants des plaines de FOULASSO et de LELASSO vont nous permettre, malgré la faiblesse des pluies et des écoulements qui caractérise la période 1982 - 83, d'effectuer une première estimation des apports en amont et des débits évacués à l'aval des plaines de FOULASSO et de LELASSO.

Nous examinerons au chapitre 7 comment interpréter les mesures effectuées aux stations hydrométriques afin d'en dégager le régime hydrologique de ces plaines.

Les premiers résultats de l'étude des apports des rivières SELEDOGO, SANGOUE et LONGO sont les suivants :

Débits moyens annuels en m³/s.

Fréquences	SELEDOGO à N'GOROLANI	SELEDOGO à LELASSO	SELEDOGO à S'MAIRI	SANGOUE aval plaine FOULASSO	LONGO à NIAMANA
décennale humide 0.1	2.4	1.8	2.9	1.6	4.1
quinquennale humide 0.2	1.7	1.3	2.1	1.15	3.6
médiane 0.5	0.9	0.7	1.15	0.61	2.7
quinquennale sèche 0.8	0.48	0.27	0.60	0.22	1.8
décennale sèche 0.9	0.13	(0.09)	0.27	(0.08)	1.4

Rappelons à ce propos que la rivière GORO à KOUROUMA n'a pas coulé au cours des années 1981, 1982 et 1983 et qu'il n'est par conséquent pas possible de fournir une estimation de ses débits moyens annuels pour des fréquences au dépassement supérieures à 0.7, les débits moyens annuels au-dessous de cette fréquence étant nuls.

Il faudra cependant attendre les observations hydrologiques effectuées en années à forte pluviosité pour améliorer sensiblement les estimations des apports des rivières SELEDOGO et SANGOUE.

6.2. Etude des crues des rivières SELEDOGO et SANGOUE, affluents des plaines de FOULASSO et LELASSO.

6.2.1. Méthodologie de l'étude des crues des rivières SELEDOGO et SANGOUE.

Un bref examen des variations des débits moyens journaliers de la rivière SELEDOGO à N'GOROLANI, à LELASSO ou à S'MAIRI permet de constater une croissance lente et régulière des débits moyens journaliers du début du mois d'août jusque vers le 10 septembre, un plafonnement entre le 10 et le 20 septembre puis une décroissance des débits journaliers plus rapide que la croissance jusqu'au début du mois d'octobre. Vers le 10 octobre, la décroissance des débits se ralentit considérablement pour devenir extrêmement lente dès la fin du mois d'octobre.

A cette allure générale de l'évolution des débits moyens journaliers, se superposent des variations brutales en dents de scie ordinairement caractéristiques des crues.

Les crues de la rivière SELEDOGO apparaissent donc assez complexes et résultent de deux phénomènes distincts :

d'une part la vidange de réservoirs naturels de surface où s'accumulent les eaux de ruissellement et d'autre part le ruissellement sur des bassins sans réservoir tampon.

Ces deux phénomènes sont particulièrement nets aux deux stations N'GOROLANI et S'MAIRI. A LELASSO, l'influence régulatrice de la plaine de LELASSO se fait sentir très nettement sur le régime des crues du SELEDOGO.

Afin d'analyser les deux phénomènes, nous avons procédé à deux types de tracés graphiques :

- un premier tracé représentant l'évolution des débits moyens journaliers au cours de la saison des pluies,
- un second tracé représentant l'évolution des débits horaires afin d'analyser les crues de manière classique.

Seul le premier type d'hydrogramme est présenté dans ce rapport mais les tableaux relatifs aux paramètres des crues sont le résultat d'une analyse des hydrogrammes du second type.

Il apparaît déjà que le dispositif mis en place pour les mesures hydrométriques sur le bassin de la rivière SELEDOGO, ne suffit pas à une bonne analyse du régime des crues de cette rivière, il faudrait en effet que le réseau des stations hydrométriques permette d'observer les deux phénomènes décrits ci-dessus de façon indépendante.

Si, dans un avenir plus ou moins lointain, un aménagement des plaines de FOULASSO ou de LELASSO est envisagé, il faudrait tout d'abord disposer d'un nivellement des cuvettes de FOULASSO, LELASSO et SOUROU et installer deux ou trois stations complémentaires destinées à mieux séparer les deux types de crues.

Deux stations hydrologiques devront être installées sur le bassin de la rivière SANGOUE, l'une à l'aval de la plaine de FOULASSO, l'autre sur un affluent rive gauche du SANGOUE en amont de BLENI. Une troisième station hydrologique devra être installée à l'aval de la plaine du SOUROU.

La présente étude ne constitue donc qu'un premier dégrossissage de l'analyse du régime des crues des affluents des plaines de FOULASSO et de LELASSO et nous ne pourrons pas proposer pour ces rivières de modèles de reconstitution des crues à partir des pluies journalières comme nous l'avons fait pour les affluents des plaines de NIENA-DIONKELE.

6.2.2. Etude des crues de la rivière SELEDOGO à N'GOROLANI
et à LELASSO..

La station N'GOROLANI sur la rivière SELEDOGO est située en amont de la plaine de LELASSO alors que la station LELASSO est située à l'aval de cette plaine.

Il paraît donc intéressant de mener conjointement l'étude des crues pour ces deux stations afin d'en tirer des conclusions intéressantes l'hydrologie de la plaine de LELASSO.

a - résultats des campagnes hydrométriques.

Les débits moyens journaliers de la rivière SELEDOGO à N'GOROLANI et à LELASSO sont consignés dans les rapports hydrologiques des campagnes 1981, 1982 et 1983.

Nous avons simplement dessiné sur les figures 90 à 92 pages 341 à 343, l'évolution des débits moyens journaliers au cours de chaque saison des pluies.

Chaque dessin correspond à une saison des pluies du mois de juillet au mois d'octobre et les débits moyens journaliers aux stations N'GOROLANI et LELASSO sont reportés sur le même dessin.

En haut de chaque figure sont reportées les pluies journalières observées sur le bassin du SELEDOGO.

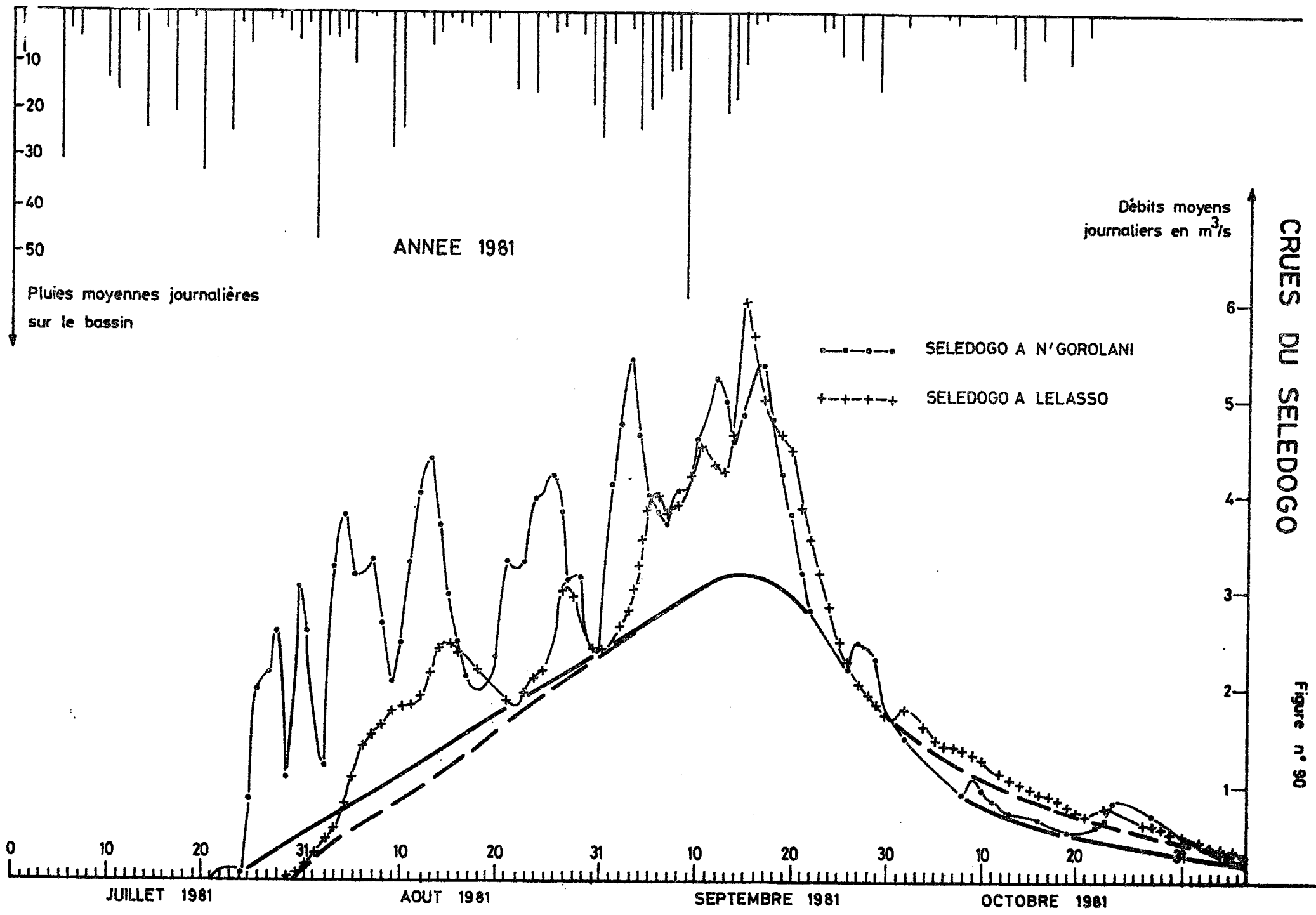
La représentation simultanée des pluies et des débits permet de mieux analyser les relations entre ces deux variables à dépendance univoque.

Les paramètres hydrométriques et pluviométriques des crues du SELEDOGO à N'GOROLANI sont reportés aux tableaux n° 110 et 111 pages 344 et 345.

Les paramètres hydrométriques et pluviométriques des crues du SELEDOGO à LELASSO sont reportés aux tableaux n° 112 et 113 pages 346 et 347.

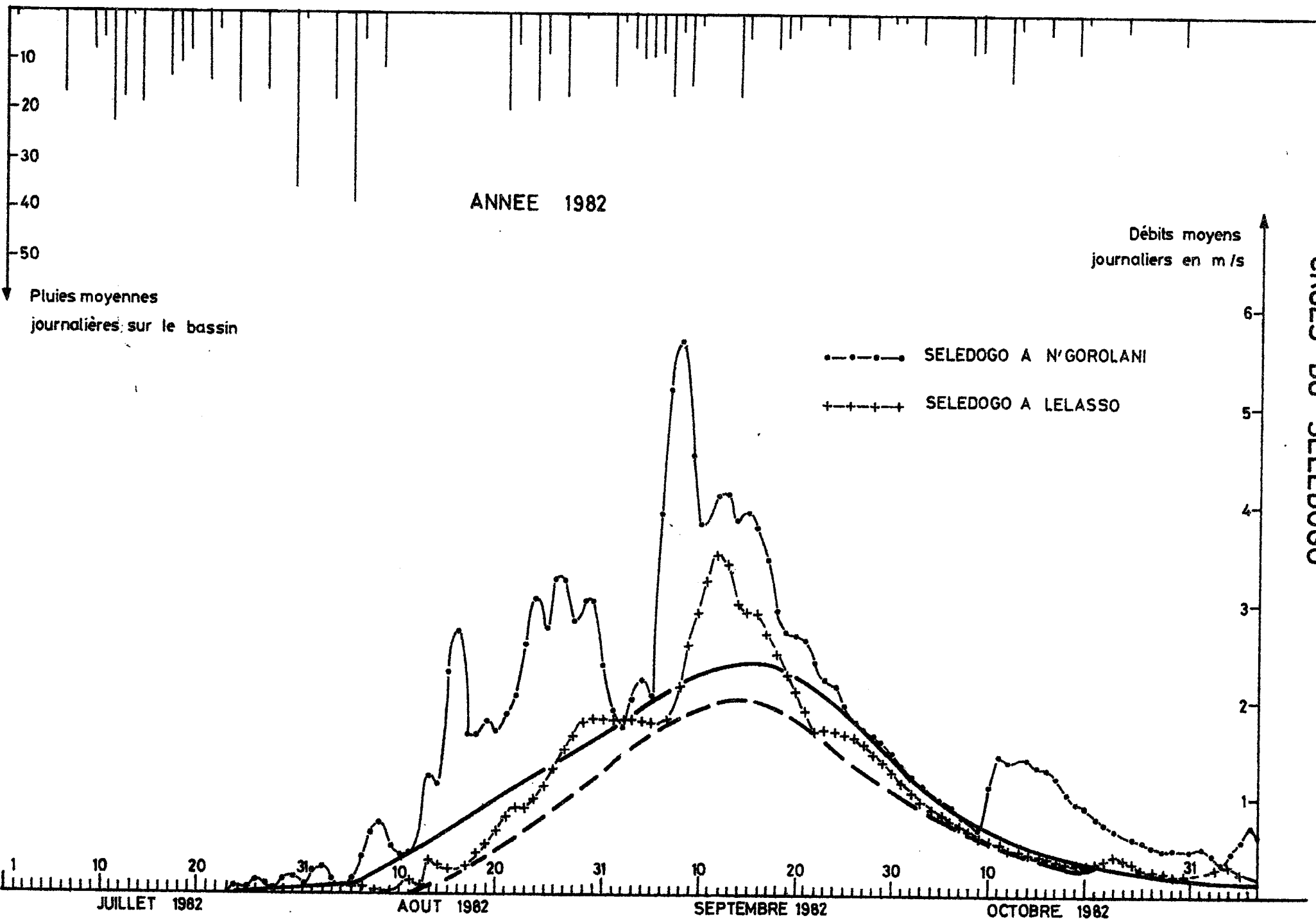
L'estimation de ces paramètres a été réalisée par une analyse détaillée des crues enregistrées sous la forme de débits horaires.

Les pluies journalières sur le bassin du SELEDOGO à N'GOROLANI ont été calculées à partir des pluies journalières observées aux 7 postes installés sur le bassin, par la méthode de THIESSEN.



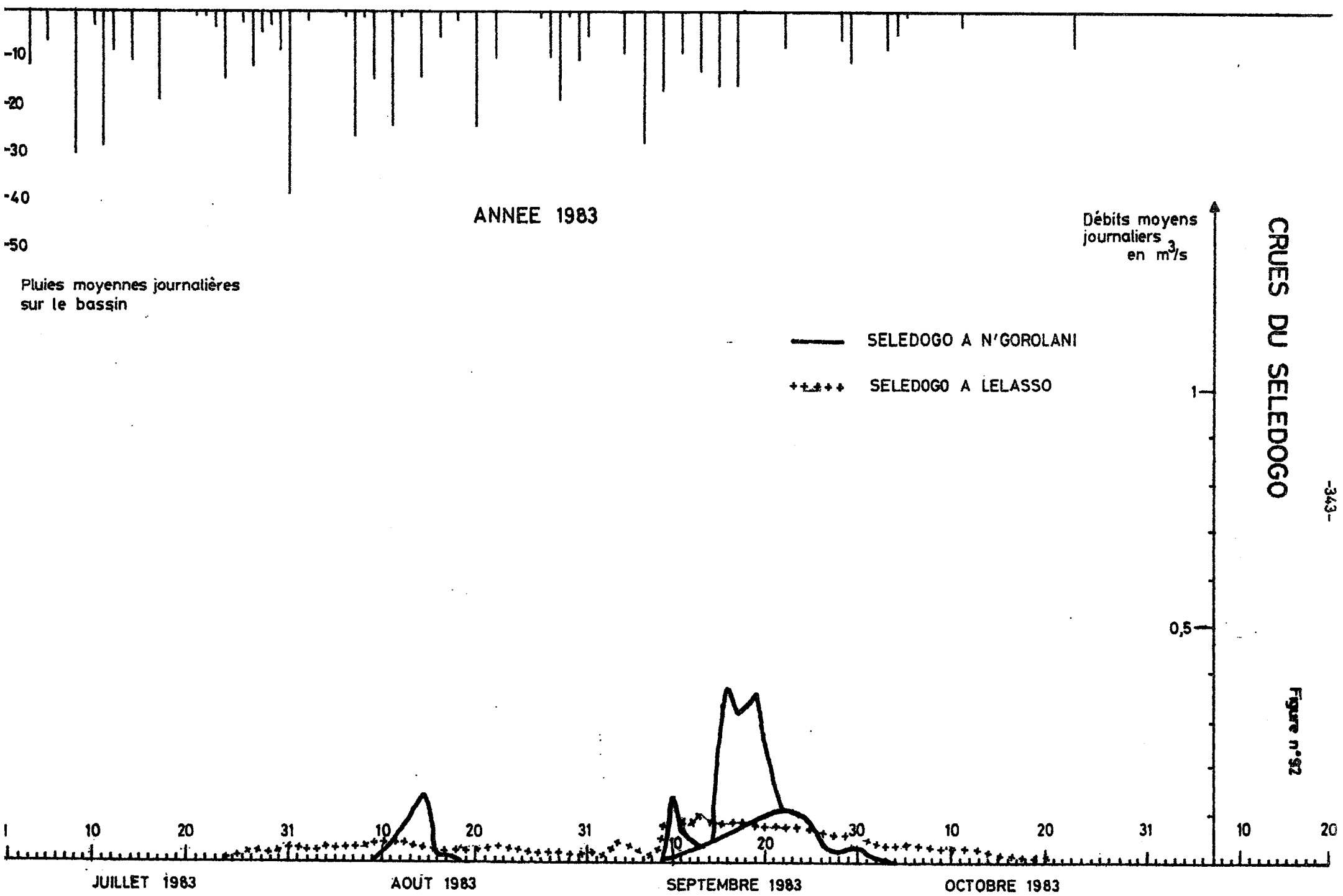
CRUES DU SELEDOGO

Figure n° 90



CRUES DU SELEDOGO

Figure n°91



CRUES DU SELEDOGO

-343-

Figure n°92

Tableau n° 110

Cruces du SELEDOGO à N'GOROLANI

paramètres hydrométriques

$$S = 654 \text{ Km}^2$$

Dates	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	VB M m ³	VC M m ³	QMAX m ³ /s	\bar{Q} m ³ /s	CF	LC mm
05/07/81	4	12	0.0	0.0	0.0	2.51	0.106	0.058	1.83	0.004
20/07/81	-	24	0.0	0.002	0.173	1.56	-	0.019	-	0.003
22-23/07/81	-	48	0.002	0.027	2.506	16.24	-	0.109	-	0.025
25au 29/07/81	28	117	0.020	0.350	77.92	636.9	2.35	1.70	1.38	0.974
30/07au1/08/81	25	83	0.400	0.540	140.4	493.6	3.42	2.12	1.51	0.755
02/au10/08/81	22	98	0.600	1.10	299.9	668.1	3.84	2.75	1.40	1.02
09/au19/08/81	45	123	1.0	1.62	580.0	683.7	4.56	2.85	1.60	1.05
19/au 31/08/81	31	154	1.62	2.35	1100	665.4	3.42	3.18	1.08	1.02
31/08au09/09/81	41	113	2.35	2.90	1068	471.7	5.50	3.78	1.46	0.721
9au22/09/81	--	312	2.90	2.90	3257	1882	-	4.58	-	2.88
24/07/82	-	24	0.0	0.034	1.47	4.66	-	0.071	-	0.007
26-27/07/82	12	44	0.0	0.022	1.74	11.46	0.122	0.083	1.47	0.018
30-31/07/82	12	44	0.0	0.076	6.02	13.97	0.180	0.126	1.43	0.021
1au3/08/82	24	76	0.076	0.090	23.04	33.87	0.320	0.208	1.54	0.052
7au10/08/82	56	130	0.150	0.300	105.3	126.9	0.804	0.496	1.62	0.194
11au12/08/82	2	10	0.310	0.390	12.53	5.33	0.704	0.496	1.42	0.008
13-14/08/82	18	44	0.510	0.570	85.54	108.0	2.48	1.22	2.03	0.165
15au17/08/82	28	72	0.640	0.750	180.2	387.7	2.98	2.19	1.36	0.593
18au19/08/82	20	32	0.800	0.880	96.8	107.1	1.94	1.77	1.10	0.164
21au22/08/82	16	32	1.00	1.08	119.8	107.2	2.16	1.97	1.10	0.164
23au25/08/82	35	72	1.15	1.25	311.0	395.2	3.06	2.72	1.13	0.604
26-27/08/82	28	52	1.30	1.40	252.7	338.4	3.38	3.16	1.07	0.517
29au31/08/82	20	48	1.50	1.65	272.2	250.8	3.24	3.03	1.07	0.383
2au 5/09/82	-	72	1.70	1.95	473.0	34.2	2.30	1.96	1.17	0.052
6au10/09/82	-	120	1.95	2.25	907.2	1077	6.00	4.59	1.31	1.647
10au19/09/82	-	192	2.25	2.65	1693	880.9	4.15	3.72	1.12	1.347
10au22/10/82	-	288	0.650	0.300	492.5	728.3	1.45	1.18	1.23	1.11
06/06/83	1	5	0.0	0.0	0.0	5.08	0.60	0.282	2.13	0.008
10au12/06/83	24	48	0.0	0.0	0.0	10.97	0.260	0.054	4.0	0.017
14-15/08/83	16	48	0.0	0.0	0.0	18.66	0.188	0.108	1.74	0.029
10-11/09/83	8	60	0.0	0.0	0.0	17.97	0.173	0.083	2.08	0.027
15-22/09/83	32	162	0.0	0.120	35.0	138.2	0.535	0.297	1.80	0.211

M m³ : milliers de m³

$$LC = \frac{VC}{S}$$

$$VB = \frac{(Qbd + Qbf) TB}{2}$$

$$CF = \frac{QMAX}{\bar{Q}}$$

Tableau n° 111

Paramètres pluviométriques des crues du

S E L E D O G O à N'G C R O L A N I

N°	Dates	P totale mm	N jours	IP mm/ jour.	IH	K %
1	5/07/81	30.7	1	30.7	0	0.013
2	20/07/81	33.4	1	33.4	51	0.009
3	23/07/81	24.5	1	24.5	69	0.102
4	25au 29/07/81	57.9	2	29.0	80	1.68
5	30/07au 1/08/81	-	-	-	75	-
6	02au 10/08/81	47.4	1	47.4	74	2.15
7	09au 19/08/81	51.7	2	26.0	110	2.03
8	19au 31/08/81	32.8	2	16.4	123	3.11
9	31/08au 3/09/81	108.2	5	21.6	140	0.67
10	9au 22/09/81	115.1	4	28.8	250	2.50
11	24/07/82	22.1	1	22.1	58	0.032
12	26-27/07/82	38.9	2	19.5	60	0.047
13	30-31/07/82	38.5	1	38.5	68	0.055
14	1-03/08/82	38.5	1	38.5	68	0.135
15	7-10/08/82	72.2	3	24.0	110	0.269
16	11-12/08/82	38.3	1	38.3	123	0.021
17	13-14/08/82	73.8	2	36.9	140	0.224
18	15-17/08/82	73.8	2	36.9	140	0.804
19	18-19/08/82	42.1	2	21.1	170	0.390
20	21-22/08/82	42.5	2	21.2	200	0.386
21	23-25/08/82	84	4	21	200	0.719
22	26-27/08/82	47.4	3	15.8	230	1.091
23	29-31/08/82	47.4	3	15.8	230	0.808
24	2au 5/09/82	34.0	3	11.3	230	0.152
25	6au 10/09/82	63.5	4	15.9	235	2.59
26	10au 19/09/82	39.2	3	13.1	250	3.44
27	10au 22/10/82	42.4	4	10.6	185	2.62
28	6/06/83	-	-	-	-	-
29	10au 12/08/83	65	3	21.7	70	0.026
30	14au 15/08/83	37	2	18.5	80	0.078
31	10au 11/09/83	47	2	23.5	90	0.057
32	15au 22/09/83	47.5	3	15.8	110	0.444

IH : indice d'humidité des sols

Tableau n° 112

Crues du SELEDOGO à LELASSO

Paramètres hydrométriques

S = 724 Km²

Dates	TM heures	TB heures	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	Vb M m ³	VC M m ³	QMAX m ³ /s	QM m ³ /s	CF	LC mm
29-30/06/81	4	34	0.0	0.0	0.0	3.456	0.144	0.028	-	0.005
14/07/81	4	16	0.0	0.0	0.0	1.037	0.050	0.018	-	0.001
18-19/07/81	-	40	0.0	0.0	0.0	0.691	-	0.005	-	0.001
20-21/07/81	8	36	0.0	0.022	1.43	2.89	0.072	0.033	2.18	0.004
28-29/07/81	6	48	0.015	0.035	4.32	1.73	0.054	0.035	1.54	0.002
1au22/08/81	-	504	0.100	1.650	1588	1222	2.40	1.55	1.55	1.687
22au31/08/81	-	240	1.650	2.350	1728	498.5	3.020	2.58	1.17	0.689
1au13/09/81	-	288	2.40	3.150	2877	963.5	4.60	3.70	1.24	1.331
13au23/09/81	40	240	3.15	2.650	2506	1525	6.24	4.67	1.34	2.106
1au19/10/81	-	432	1.60	0.700	1788	204.3	-	1.28	-	0.282
22au29/10/81	36	168	0.620	0.500	339	53.17	0.740	0.648	1.14	0.073
5-06/08/82	4	28	0.0	0.022	1.109	9.432	0.369	0.105	3.5	0.013
11-12/08/82	4	24	0.015	0.065	6.912	4.600	0.318	0.133	2.4	0.006
13au16/08/82	4	72	0.050	0.206	33.18	57.0	1.23	0.348	3.5	0.079
17/08au 5/09/82	-	456	0.250	1.70	1601	543.4	1.83	1.31	1.40	0.751
7au21/09/82	-	360	1.88	1.88	2436	976.0	3.51	2.63	1.33	1.348
2/09/au3/10/82	-	288	1.65	0.90	1322	153.3	1.82	1.42	1.28	0.212
20au28/10/82	-	192	0.300	0.250	190.1	41.7	0.384	0.335	1.15	0.058
1/10au 8/11/82	-	216	0.200	0.200	155.5	23.9	0.283	0.231	1.23	0.033
5-06/06/83	4	38	0.0	0.0	0.0	5.70	0.218	0.042	-	0.008
22-24/06/83	7	42	0.0	0.004	0.302	1.599	0.035	0.013	2.69	0.002
3- 4/07/83	3	30	0.0	0.0	0.0	0.518	0.012	0.005	2.4	0.000
8/07/83	1	18	0.0	0.004	0.130	0.475	0.026	0.009	-	0.000
23-24/07/83	1	30	0.0	0.016	0.864	1.037	0.041	0.018	2.3	0.001
27/07/83	2	20	0.014	0.018	1.152	0.548	0.051	0.024	2.1	0.000
30/07/83	2	20	0.016	0.028	1.584	1.743	0.092	0.046	2.0	0.002
4-5/08/83	-	48	0.027	0.125	13.13	9.766	0.146	0.133	-	0.013
12/08/83	3	12	0.125	0.140	5.72	1.926	0.218	0.177	1.23	0.002

M m³ : milliers de m³

Tableau n° 113

Paramètres pluviométriques des crues du
SELEDOGO à LELASSO

N°	Dates	P mm	N jours	IP mm/jour	IH en mm	K %
1	29-30/06/81	7	1	7	0	0.071
2	14/07/81	24.5	1	24.5	30	0.0057
3	18-19/07/81	21.0	1	21.0	43	0.0048
4	20-21/07/81	33.4	1	33.4	50	0.0120
5	28-29/07/81	-	-	-	-	-
6	1au 22/08/81	109.9	4	27.5	100	1.535
7	22au 31/08/81	32.8	2	16.4	125	2.10
8	1au 13/09/81	131.1	7	18.7	150	1.015
9	13au 23/09/81	115.1	4	28.8	250	1.83
10	1au 19/10/81	26.0	2	13.0	270	1.08
11	22au 29/10/81	26.1	2	13.0	210	0.280
12	5au 6/08/82	39.6	1	39.6	96	0.033
13	11au 12/08/82	39.3	1	38.3	123	0.016
14	13au 16/08/82	35.5	1	35.5	152	0.222
15	17/08au 5/09/82	118.3	6	19.7	220	0.635
16	7au 21/09/82	50.9	3	17.0	250	2.650
17	22/09au 3/10/82	28.1	3	9.4	230	0.754
18	20au 28/10/82	-	-	-	-	-
19	31/10au 8/11/82	-	-	-	-	-
20	5au 6/06/83	19.8	2	9.9	0	0.042
21	22au 24/06/83	27.6	1	27.6	3	0.007
22	3au 4/07/83	10.9	1	10.9	0	0.0064
23	8/07/83	30.7	1	30.7	0	0.0023
24	23au 24/07/83	15.8	1	15.8	30	0.0089
25	27/07/83	14.4	1	14.4	33	0.0056
26	30/07/83	38.9	1	38.9	45	0.0062
27	4au 5/08/83	-	-	-	-	-
28	12/08/83	-	-	-	-	-

IH : indice d'humidité des sols

b) étude de la vidange des réservoirs de surface
sur le bassin du SELEDOGO à N'GOROLANI et à
LELASSO.

Sur le cours d'une rivière ordinaire, le débit de base de la rivière décroît entre deux crues. Il n'en va pas de même sur le cours de la rivière SELEDOGO.

Pour des années suffisamment humides comme les années 1981 et 1982, le débit de base du SELEDOGO croît à partir de la fin juillet jusque vers le 15 septembre.

La croissance du débit de base semble être déclenchée par la conjonction de deux événements :

- . une somme des pluies antérieures supérieure à 400 millimètres avec un indice d'humidité supérieur à 50 millimètres,
- . une pluie journalière supérieure à 30 millimètres.

Nous avons représenté sur la figure n° 93 page 351 les variations du débit de base du SELEDOGO à N'GOROLANI en fonction de la cote aux échelles de SOUROU.

Il semble qu'il n'y ait pas de liaison significative entre les deux variables.

Pour les deux années 1981 et 1982, les relations divergent. Il est vraisemblable que la cote aux échelles de SOUROU représente assez mal l'état de remplissage de cette plaine et les variations du volume des réserves en eau de cette plaine.

D'autre part la rivière SELEDOGO est formée de deux affluents : le TIEMOUNOU qui alimente la plaine de SOUROU et le SELEDOGO, dont la superficie des bassins versants est à peu près équivalente.

En l'absence de mesure des débits sur l'affluent TIEMOUNOU, il est bien difficile de faire la part des apports due à l'un et à l'autre des deux bassins.

Nous avons représenté sur la figure n° 94 page 352 les variations du débit de base du SELEDOGO à LELASSO en fonction de la cote aux échelles placées à LELASSO dans la plaine du même nom. La relation $Q = f(H)$ présente une forme parabolique, le débit de base du SELEDOGO à LELASSO apparaît donc très nettement lié aux cotes observées dans la plaine de LELASSO.

On remarquera que la relation est biunivoque. En conséquence le débit de base du SELEDOGO à LELASSO n'apparaît pas être forcément le résultat d'une vidange de la plaine de LELASSO.

Les variations des débits de base du SELEDOGO à N'GOROLANI et du SELEDOGO à LELASSO sont d'ailleurs trop semblables pour que la plaine de LELASSO joue un rôle actif dans l'évolution des débits à la station LELASSO.

Pour les années 1981 et 1982 les variations du débit de base du SELEDOGO peuvent être traduites par les formules suivantes :

années 1981 :

	station <u>N'GOROLANI</u>	station <u>LELASSO</u>
<u>de fin juillet au 10 septembre</u>	$Q_b = 0.06 t$ $t = 0$ le 23/07	$Q_b = 0.07 t$ $t = 0$ le 29/07
<u>du 10 septembre au 20 septembre</u>	$Q_b = 3.1 m^3/s$	$Q_b = 3.1 m^3/s$
<u>du 20 septembre au 16 octobre</u>	$Q_b = 3.1 e^{-0.065 t}$ $t = 0$ le 20/09	$Q_b = 3.1 e^{-0.052 t}$ $t = 0$ le 20/09
<u>du 16 octobre au 31 octobre</u>	$Q_b = 0.6 e^{-0.050 t}$ $t = 0$ le 16/10	$Q_b = 3.1 e^{-0.052 t}$ $t = 0$ le 20/09

Q_b étant le débit de base en m^3/s et t le temps en jours.

année 1982

	station <u>N'GOROLANI</u>	station <u>LELASSO</u>
<u>du 23 juillet au 5 août</u>	$Q_b = 0.005 t$ $t = 0$ le 23/07	$Q_b = 0.0$
<u>début août au 10 septembre</u>	$Q_b = 0.065 + 0.06 t$ $t = 0$ le 5/08	$Q_b = 0.07 t$ $t = 0$ le 13/08
<u>du 10 septembre au 20 septembre</u>	$Q_b = 2.2 m^3/s$	$Q_b = 1.9 m^3/s$
<u>du 20 au 24 septembre</u>	$Q_b = 2.2 m^3/s$	$Q_b = 2.0 e^{-0.063 t}$ $t = 0$ le 20/09
<u>du 24 septembre au 20 octobre</u>	$Q_b = 2.2 e^{-0.074 t}$ $t = 0$ le 24/09	$Q_b = 2.0 e^{-0.063 t}$ $t = 0$ le 20/09

Figure n° 93

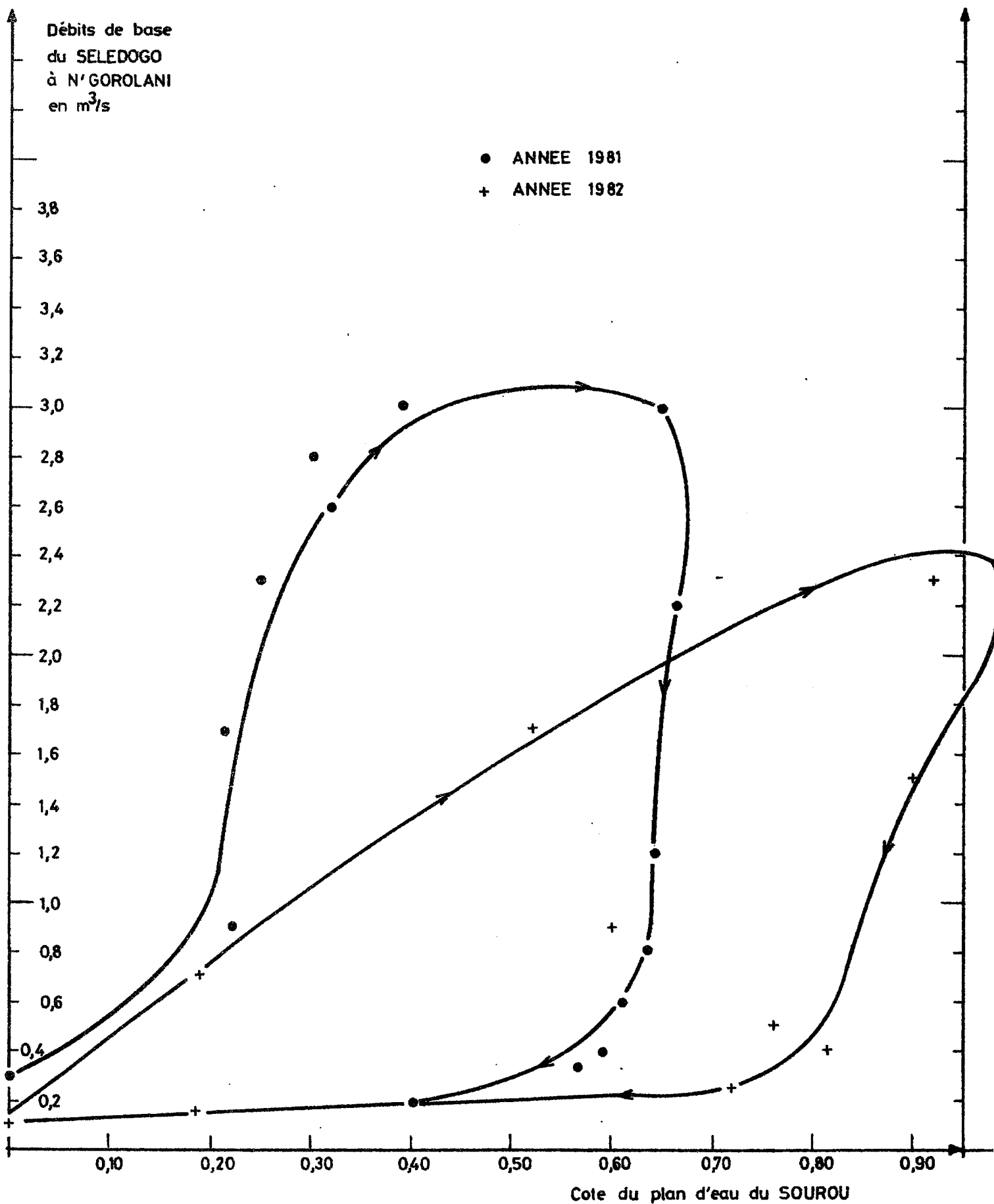
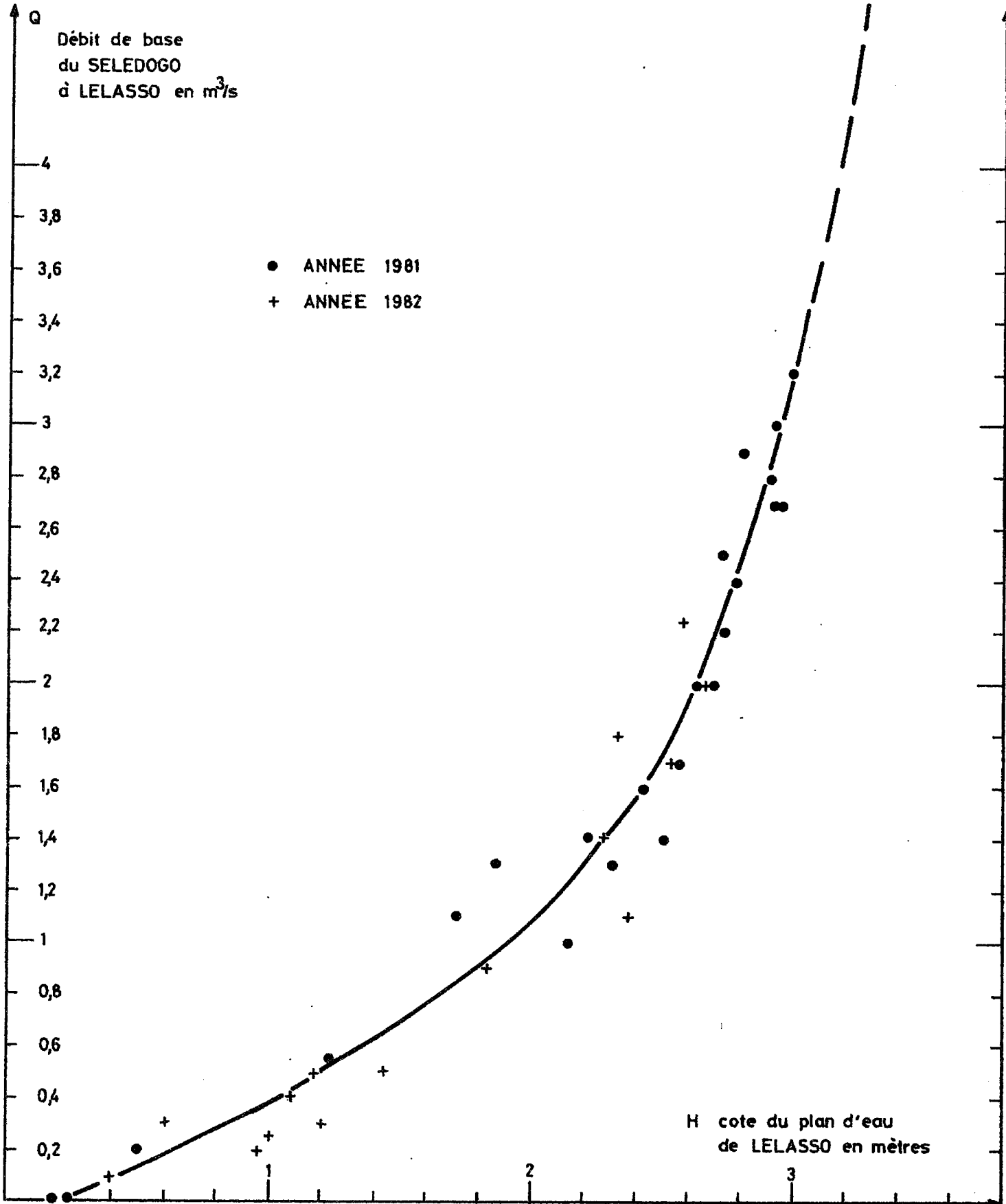


Figure n° 94



c) étude des crues du SELEDOGO à N'GOROLANI et à LELASSO.

L'étude des crues d'une rivière a normalement pour but la reconstitution des crues à partir des pluies, soit dans un but de prévision des crues, soit dans un but de reconstitution d'apports, soit encore dans un but de prédétermination des crues de projet.

Les pluies moyennes journalières observées sur le bassin du SELEDOGO au cours des années 1981 à 1982 ne dépassent pas 60 millimètres: 59.6 millimètres le 9 septembre 1981 et les plus forts coefficients de ruissellement ne dépassent pas 3 à 3,5 pour cent.

En l'état actuel des connaissances hydrologiques sur le bassin du SELEDOGO nous nous contenterons d'une étude sommaire des crues. Il faudrait en effet renforcer le dispositif des stations hydrologiques implantées dans le cadre de l'étude actuelle si on veut un jour comprendre le régime des crues du SELEDOGO.

Sur les figures n° 95 et 96 pages 355 et 356 nous avons représenté les variations des coefficients de ruissellement des bassins du SELEDOGO à N'GOROLANI et à LELASSO en fonction de l'indice d'humidité des sols tel qu'il a été défini aux paragraphes 4.3.1. et 4.3.4. du présent rapport, pages 116 et 135 du tome 7.

Sur le bassin du SELEDOGO à N'GOROLANI, le coefficient de ruissellement croît régulièrement avec l'indice d'humidité de la façon suivante :

posons :

IH : indice d'humidité des sols du bassin

avec IP : pluie moyenne journalière de l'épisode pluvieux calculée
les pluies journalières supérieures à 10 millimètres

K : coefficient de ruissellement en pour cent

pour $\underline{IP < 10 \text{ mm}}$ $\underline{K = 0.0}$

pour $\underline{IP \geq 10 \text{ mm}}$ et $\underline{0 \leq IH < 45 \text{ mm}}$

$K = 0.010$

pour $\underline{IP \geq 10 \text{ mm}}$ et $\underline{IH > 150 \text{ mm}}$

$$K = a (IH - 45)^2 + b (IH - 45) + 0.02$$

$$\text{avec } a = 8.55 \cdot 10^{-5}$$

$$b = - 4.3 \cdot 10^{-3}$$

pour $\underline{IP \geq 10 \text{ mm} \quad \text{et} \quad 100 \leq IH \leq 150 \text{ mm}}$
 $K = -1 + e^{-z^2} \quad \text{avec} \quad z = \frac{IH - 45}{164}$

pour $\underline{IP \geq 10 \text{ mm} \quad \text{et} \quad 45 \leq IH < 100}$
 $K = 0.01 + 0.0018(IH - 45)$

Quelques points correspondant aux crues n° 4, 6, 7, 8 et 27 du tableau n° 111 page 345 sortent nettement des relations ainsi établies sans qu'apparaisse de motifs à leur éloignement dans le sens d'un accroissement du ruissellement.

Sur le bassin du SELEDOGO à LELASSO les crues intéressantes sont moins nombreuses et la dispersion des points apparaît plus grande que pour la station N'GOROLANI.

Il semble toutefois que l'on puisse faire varier le coefficient de ruissellement sur le bassin du SELEDOGO à LELASSO en fonction de l'indice d'humidité des sols IH et de la pluie moyenne journalière IP.

Ainsi pour $\underline{10 \leq IP \leq 20}$

$$IH \geq 220 \quad K = 0.0143 (IH - 190)$$

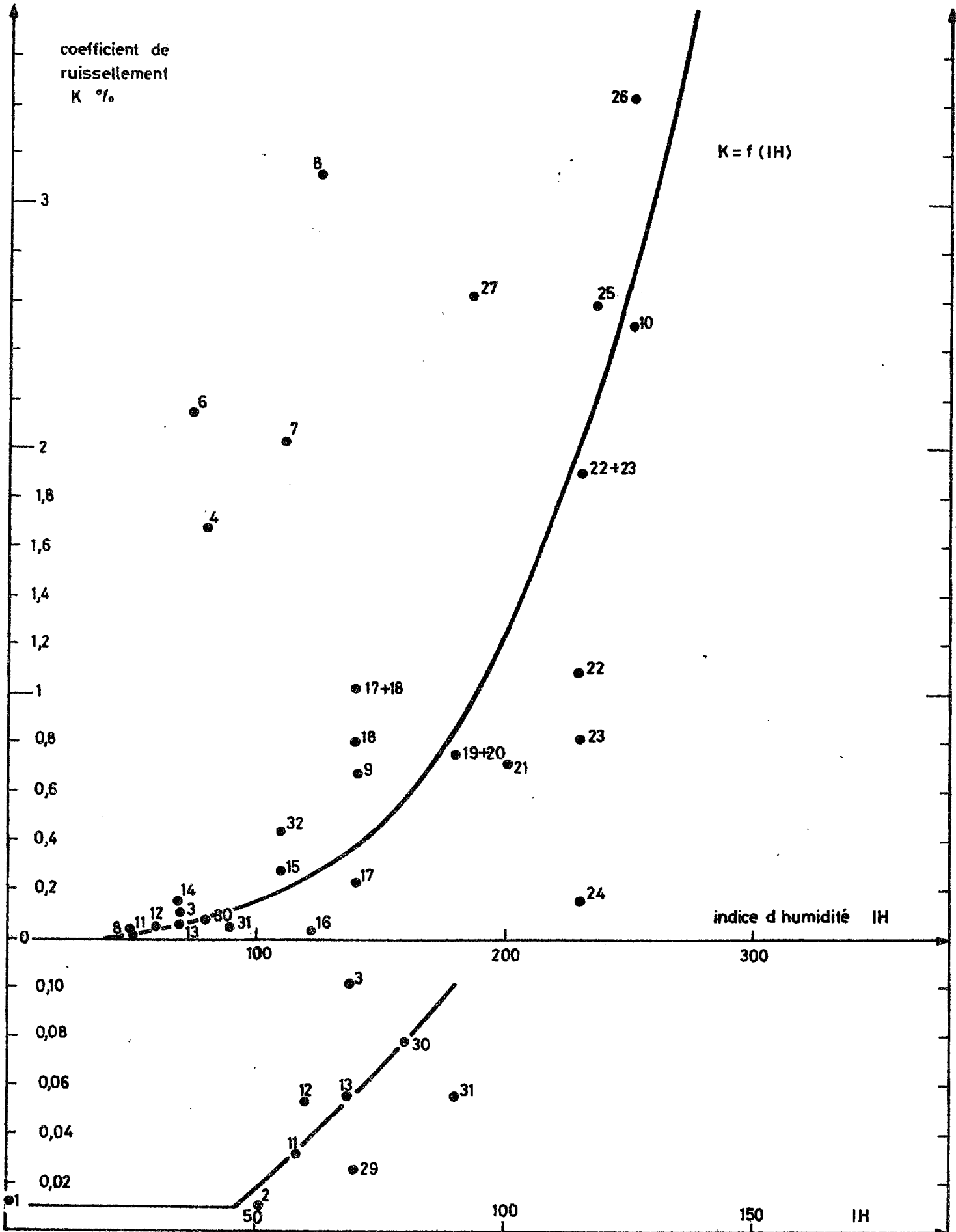
de même pour $\underline{20 \leq IP \leq 60}$ posons $n = 3 (IP - 20)$

$$\text{si } \underline{IH > 200 - n} \quad K = 0.0143 (IH - 190 - n)$$

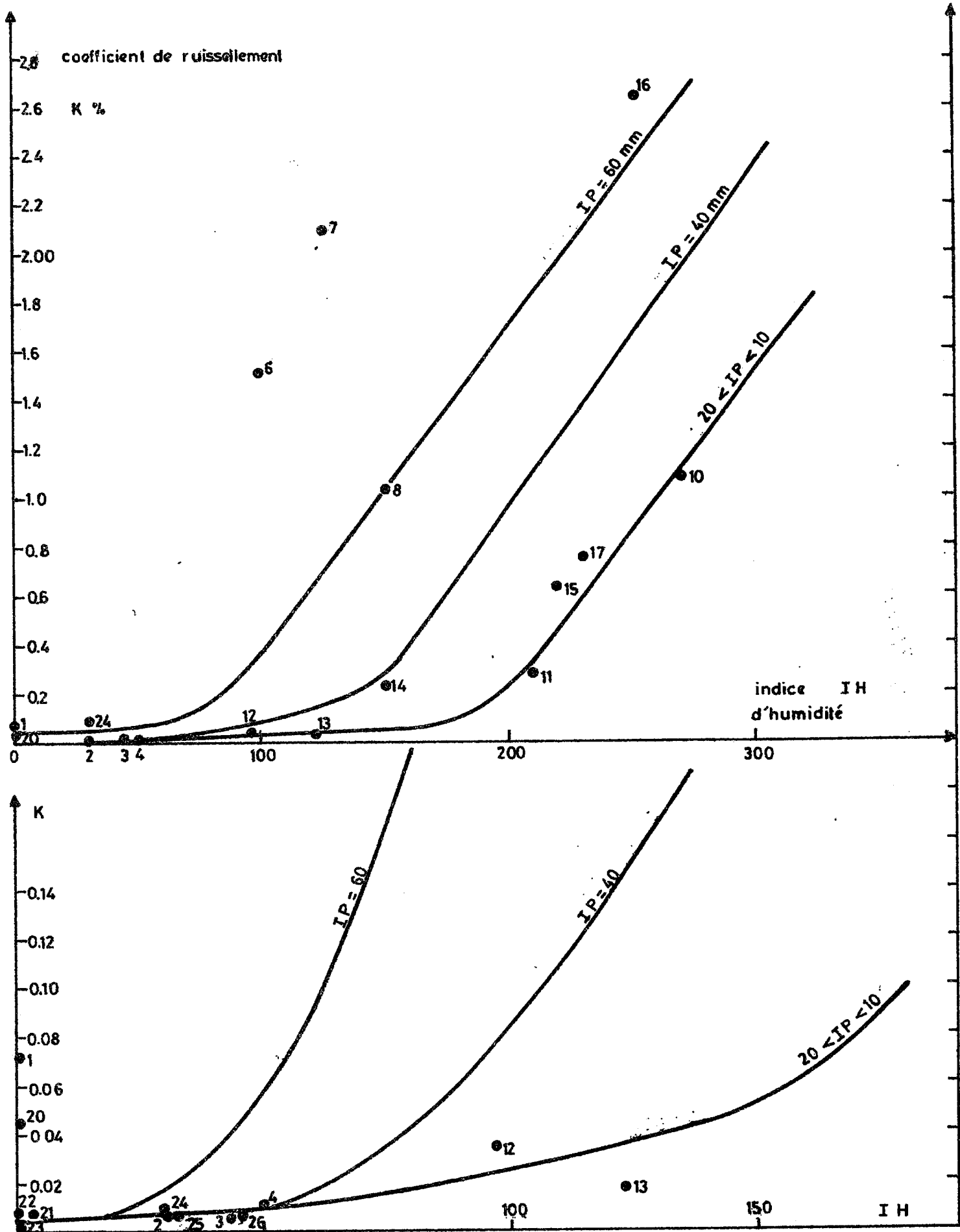
Pour les valeurs de IH inférieures à celles qui sont choisies ci-dessus on se référera à la figure n° 96 page 356.

Figure n° 95

CRUES DU SELEDOGO A GOROROLANI



CRUES DU SELEDOGO à LELASSO



6.2.3. étude des crues du SELEDOGO à S'MAIRI et du SANGOUE à S'MAIRI.

Pour l'étude des crues de la rivière SELEDOGO à S'MAIRI nous adopterons une méthodologie identique à celle qui a été développée précédemment à N'GOROLANI et à LELASSO.

La différence entre les débits moyens journaliers de la rivière SELEDOGO à S'MAIRI et à LELASSO nous donne une estimation des débits moyens journaliers de la rivière SANGOUE ajoutés à ceux d'un petit bassin versant complémentaire d'environ 30 kilomètres carrés compris entre la confluence des rivières SANGOUE et SELDOGO et la station S'MAIRI. Ces débits moyens journaliers sont ceux d'une station fictive que nous appellerons station de la rivière SANGOUE à S'MAIRI.

Pour l'année 1983, vu la faiblesse des débits de la branche SELEDOGO à LELASSO, les débits moyens journaliers de la rivière SANGOUE à S'MAIRI sont pratiquement identiques à ceux de la rivière SELEDOGO à S'MAIRI.

a) résultats des campagnes hydrologiques.

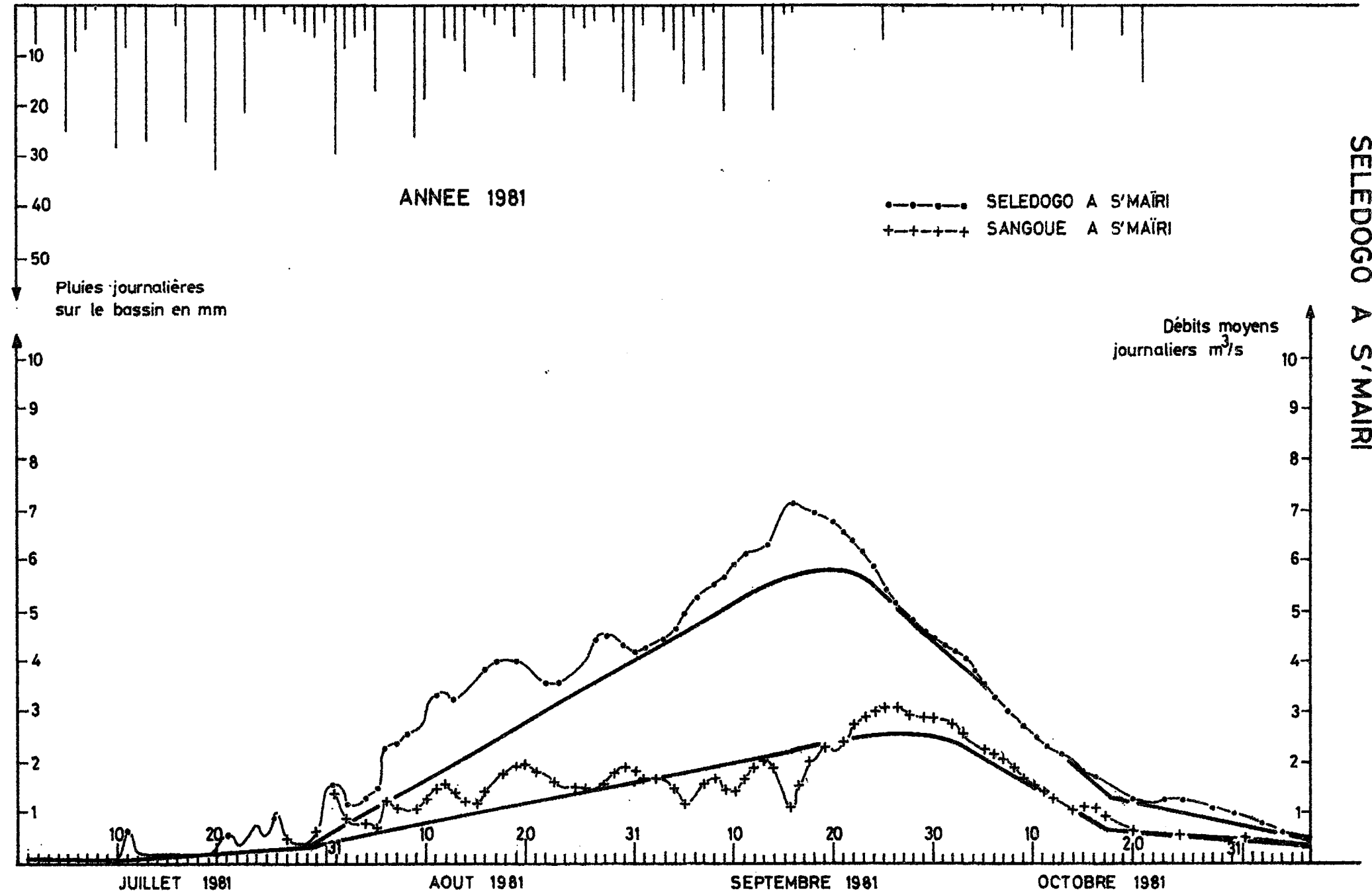
Les débits moyens journaliers de la rivière SELEDOGO à S'MAIRI sont consignés dans les rapports des campagnes hydrologiques 1981, 1982 et 1983.

Nous nous sommes présentement contentés d'une représentation graphique des débits moyens journaliers sur les figures N° 97 à 99 pages 359 à 361. Chaque figure est complétée par une présentation des pluies journalières permettant de faire correspondre pluies et crues sur une même échelle de temps.

L'analyse des crues observées a été effectuée au pas de temps horaire et les résultats de cette analyse sont consignés sur le tableau n° 114 page 362 pour les paramètres hydrométriques, sur le tableau n° 115 page 363 pour les paramètres pluviométriques.

Sur ces deux tableaux nous distinguons les crues qui proviennent manifestement d'un petit bassin dont la superficie peut être étendue de 30 à 85 kilomètres carrés pour tenir compte d'affluents rive gauche de la rivière SANGOUE dont les exutoires sont assez proches de BLENI, des crues du reste du bassin, crues transitant par les plaines de FOULASSC et de LELASSO.

Les variations de débit étant relativement lentes sur le grand bassin du SELEDOGO à S'MAIRI, la majorité des crues analysées aux tableaux n° 114 et 115 pages 362 et 363 correspondent aux crues du petit bassin versant complémentaire.



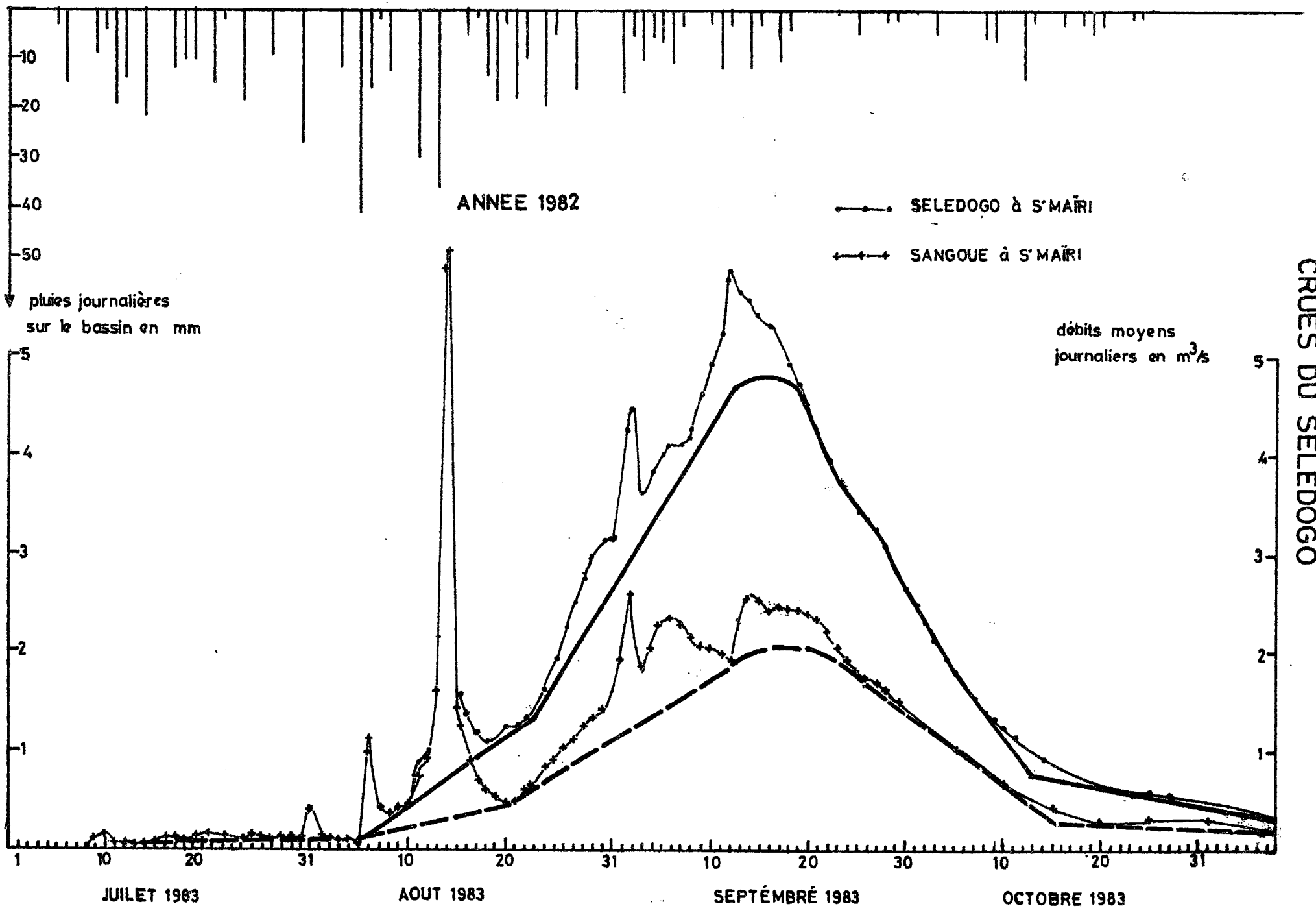


Figure n° 98

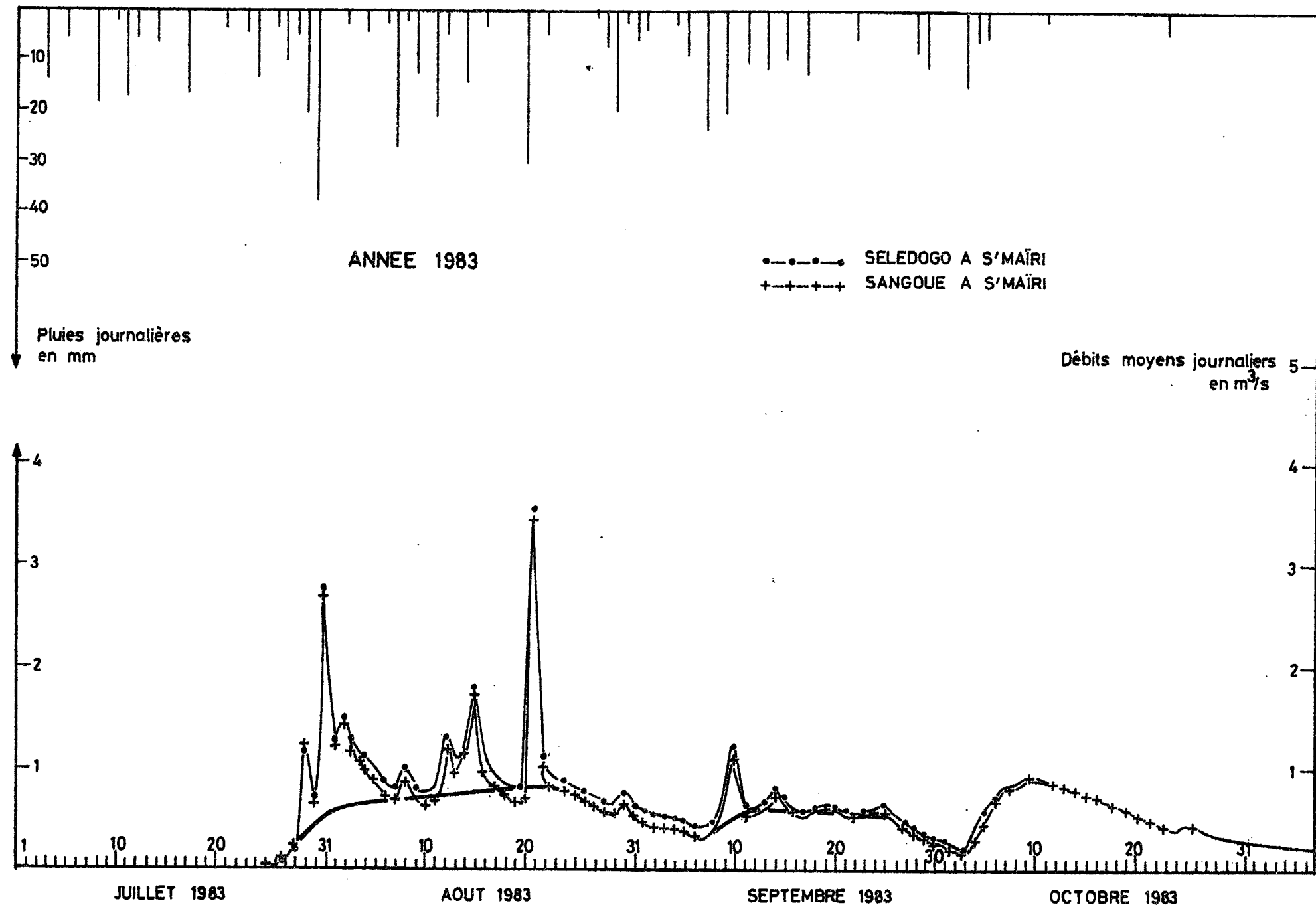


Tableau n° 114

Paramètres hydrométriques des crues du
S E L E D O G O à S' MAIRI

Dates	TM H.	TB H.	Qbd m ³ /s	Qbf m ³ /s	Vb M m ³	VC M m ³	QMAX m ³ /s	\bar{Q} m ³ /s	CF	LC en mm
* 9/05/81	4	22	0.015	0.050	2.574	9.07	0.290	0.147	1.97	* 0.107
* 31/05/81	8	28	0.033	0.150	9.223	182.2	4.60	1.90	2.42	* 2.14
* 12/06/81	4	12	0.042	0.042	1.814	0.432	0.060	0.052	1.15	* 0.005
* 29/06/81	4	24	0.033	0.036	2.981	1.138	0.052	0.048	1.08	* 0.013
* 11/07/81	4	32	0.057	0.115	9.907	35.136	1.140	0.391	2.92	* 0.413
* 20/07/81	8	28	0.170	0.340	25.70	29.37	1.050	0.546	1.92	* 0.346
* 24/07/81	8	28	0.400	0.460	43.34	24.48	1.020	0.673	1.52	* 0.288
* 25/07/81	8	40	0.450	0.500	68.40	41.18	1.400	0.761	1.84	* 0.484
* 31/07au 2/08/81	16	64	0.670	1.00	192.4	164.2	3.12	1.55	2.01	* 1.93
5au 31/08/81	-	624	1.100	4.00	5 728	2 377	4.00	-	-	1.74
4au 25/09/81	-	504	4.50	5.2	9 586	1 656	7.20	-	-	1.21
22/10au 4/11/81	-	286	1.10	0.50	824	300	1.30	-	-	0.220
* 10/05/82	8	28	0.003	0.600	30.39	446.4	10.2	4.73	2.16	* 5.25
* 9-10/06/82	8	32	0.080	0.080	9.22	104.3	2.5	0.985	2.54	* 1.23
* 9-10/07/82	12	32	0.070	0.090	9.22	11.4	0.358	0.179	2.0	* 0.134
* 17/07/82	4	28	0.118	0.118	11.89	2.65	0.180	-	-	* 0.031
* 19au 24/07/82	-	120	0.100	0.120	47.52	19.27	-	-	-	0.014
* 31/07/82	4	36	0.130	0.130	16.85	29.38	0.910	0.357	2.55	* 0.346
* 6au 7/08/82	16	44	0.120	0.340	36.43	95.33	1.67	0.832	2.01	* 1.12
* 14/08/82	16	44	0.600	1.60	174.2	561.6	8.60	4.65	1.85	* 6.61
* 24/08au 18/09/82	-	600	1.50	4.70	7 387	1 550	5.80	-	-	1.13
* 6au 7/06/83	12	38	0.007	0.157	11.22	276.9	4.98	2.11	2.36	* 2.02
* 15au 16/06/83	8	28	0.010	0.060	3.53	137.8	3.20	1.40	2.29	* 1.62
* 22au 23/06/83	12	40	0.010	0.060	5.04	42.88	0.664	0.333	2.00	* 0.50
* 29/07/83	6	20	0.17	0.300	16.92	87.75	2.90	1.45	2.00	* 1.03
* 30-31/07/83	8	28	0.200	1.500	85.68	198.90	4.75	2.82	1.68	* 2.34
* 8/08/83	4	16	0.900	0.900	51.84	12.60	1.25	1.12	1.12	* 0.148
* 12/08/83	8	24	0.800	1.200	86.40	32.40	1.70	1.38	1.23	* 0.381
* 14 et 15/08/83	6	28	1.05	1.200	113.40	88.56	2.50	2.00	1.25	* 1.04
* 21/08/83	16	44	0.700	1.00	134.64	260.64	5.70	2.50	2.26	* 3.07
* 9 et 10/09/83	8	32	0.420	0.640	61.06	92.45	2.56	1.33	1.93	* 1.09

* bassin de 85 Km²

H : heures

M m³

bassin complet : S = 1 369 Km²

milliers de m³

Tableau n° 115

Paramètres pluviométriques des crues du
S E L E D O G O à S ' M A I R I

N°	Dates	P mm	N jours	IP mm/jour.	IH en mm	K %
1	* 9/05/81	12.2	1	-	0.0	* 0.877
2	* 31/05/81	13.5	1	-	23	(* 15.9)
3	* 12/06/81	10.0	1	-	0.0	* 0.05
4	* 29/06/81	22.3	1	-	0.0	* 0.058
5	* 11/07/81	30.6	1	-	18	* 1.35
6	* 20/07/81	34.3	1	-	42	* 1.01
7	* 24/07/81	13.1	1	-	61	* 2.20
8	* 25/07/81	-	-	-	-	-
9	* 31/07au 2/08/81	22.1	2	11.0	58	* 8.73
10	5au 31/08/81	149.2	7	21.3	130	1.17
11	4au 25/09/81	84.1	5	16.8	150	1.44
12	22/10au 4/11/81	-	-	-	-	-
13	* 10/05/82	23.2	1	-	0.0	(22.6)
14	* 9-10/06/82	16.7	1	-	0.0	* 7.4
15	* 9-10/07/82	10.7	1	-	1.5	* 1.25
16	* 17/07/82	21.4	1	-	7.0	* 0.145
17	19au 24/07/82	70.6	5	14.1	14.0	0.0198
18	* 31/07/82	14.0	1	-	31.0	* 2.47
19	* 6- 7/08/82	45.2	1	-	31.1	* 2.48
20	* 14/08/82	51.9	1	-	92.0	* 12.74
21	24/08au 18/09/82	82.0	6	13.7	120.0	1.38
22	* 6au7/06/ 83	37.0	1	-	0.0	* 5.46
23	* 15au16/06/83	30.5	1	-	0.0	* 5.31
24	* 22au23/06/83	24.7	1	-	0.0	* 2.02
25	* 29/07/83	17.8	1	-	50.0	* 5.79
26	* 30-31/07/83	44.7	1	-	64.3	* 5.23
27	* 8/08/83	22.5	2	11.5	80.0	* 0.66
28	* 12/08/83	38.1	1	-	85.5	* 1.0
29	* 14-15/08/83	15.5	1	-	126	* 6.71
30	* 21/08/83	36.4	1	-	96.2	* 8.43
31	* 9-10/09/83	26.5	1	-	82.0	* 4.11

* Crues sur le bassin complémentaire de 85 Km²

b) étude de la vidange de la plaine de FOULASSO.

Les variations du débit de base de la rivière SANGOUE à l'aval de la plaine de FOULASSO sont représentées sur les figures n° 97 à 99 pages 349 à 361.

Pour les années 1981 et 1982, au cours de la phase de croissance des débits de base, c'est à dire grossièrement entre le début du mois d'août et le 20 septembre, le débit de base du SELEDOGO est égal au débit de base du SANGOUE multiplié par 2.5. L'écart relatif entre les deux débits de base diminue ensuite progressivement. Pendant les mois de novembre, décembre et janvier, la rivière SANGOUE continue vraisemblablement à alimenter faiblement l'écoulement des eaux à la station S'MAIRI alors que la branche SELEDOGO a cessé de couler.

La mise en relation des débits de base de la rivière SANGOUE avec les cotes observées aux échelles limnimétriques de SANA sur le plan d'eau de FOULASSO n'apporte que peu de renseignements intéressants. La relation entre les deux variables n'est significative que pour les basses valeurs du débit : 0.0 à 0.3 m³/s pour les cotes 1.30 à 1.65 mètre aux échelles de SANA. Au-dessus de la cote 1.65 mètre, le débit de la rivière SANGOUE croît très rapidement et ne permet plus d'établir de relation significative entre cotes et débits. Il est vrai que les débits évacués restent relativement modestes et inférieurs à 2m³/s à l'aval de la plaine de FOULASSO.

c) étude des crues du SELEDOGO à S'MAIRI.

Les crues du SELEDOGO à S'MAIRI, comme nous l'avons déjà signalé, sont de deux types nettement différenciés sur les figures n° 97 à 99 pages 359 à 361.

Le premier type de crue correspond à une montée rapide et une descente rapide des niveaux d'eau avec des temps de base de l'ordre de 12 à 48 heures.

Le second type de crue correspond à une montée très lente et une descente également lente des niveaux d'eau avec des temps de base de l'ordre de 10 à 20 jours.

Ces deux types de crues se superposent parfois pour former des crues complexes.

Sur les tableaux n° 114 et 115 pages 362 et 363, la plupart des crues répertoriées sont du premier type. Sur la figure n° 100 page 367 nous avons dessiné deux graphiques : le graphique du haut représente les variations des coefficients de ruissellement des crues du premier type correspondant à un petit bassin dont nous avons estimé la superficie à 85 km², le graphique du bas représente les variations des coefficients de ruissellement pour le bassin versant complet du SELEDOGO à S'MAIRI d'une superficie de 1 369 km².

Sur le premier graphique, les coefficients de ruissellement ont été mis en relation avec la pluie moyenne journalière.

Sur le second graphique les coefficients de ruissellement ont été mis en relation avec l'indice d'humidité des sols IH.

Pour les crues du premier type on peut établir trois relations distinctes numérotées de 1 à 3 :

relation n° 1 :

$$K = 1 + e^z$$

$$\text{avec } z = \frac{P - 10}{30}$$

K exprimé en % et P en mm

relation n° 2 :

$$K = -1 + e^{\sqrt{z}}$$

$$\text{avec } z = \frac{P - 10}{6}$$

la relation n° 2 fournit des valeurs un peu plus fortes que les valeurs observées.

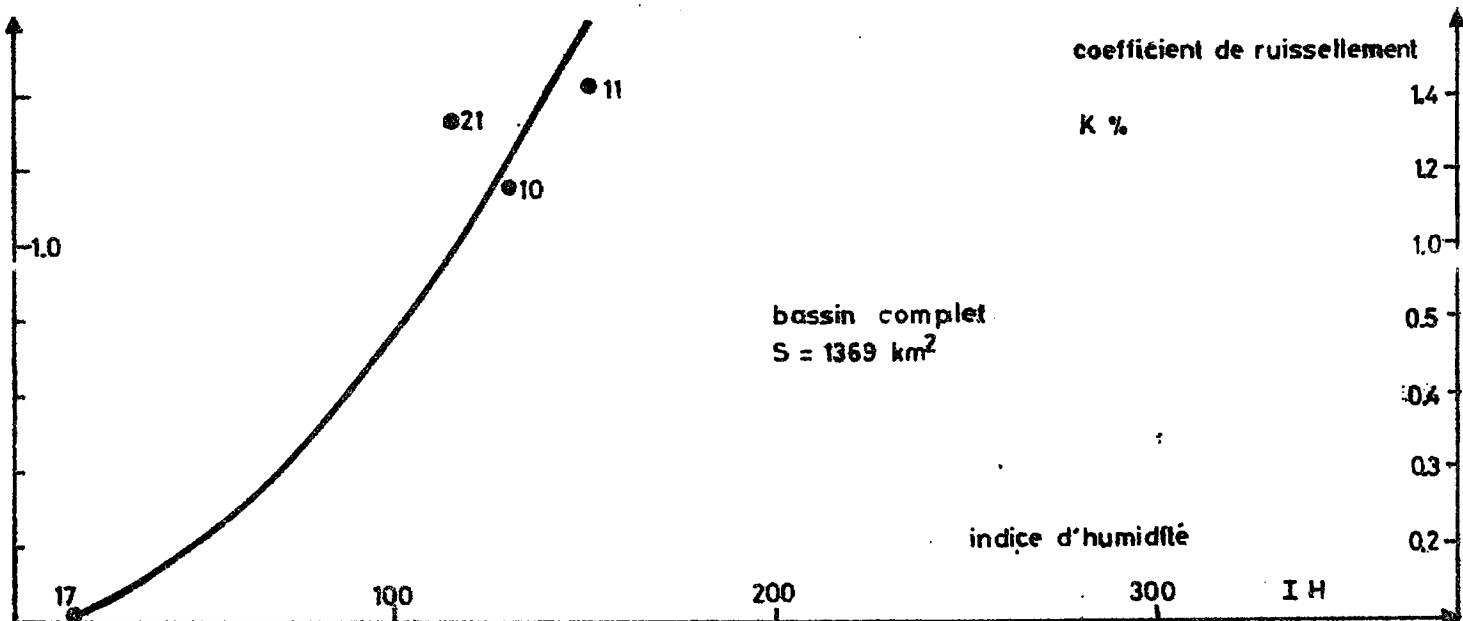
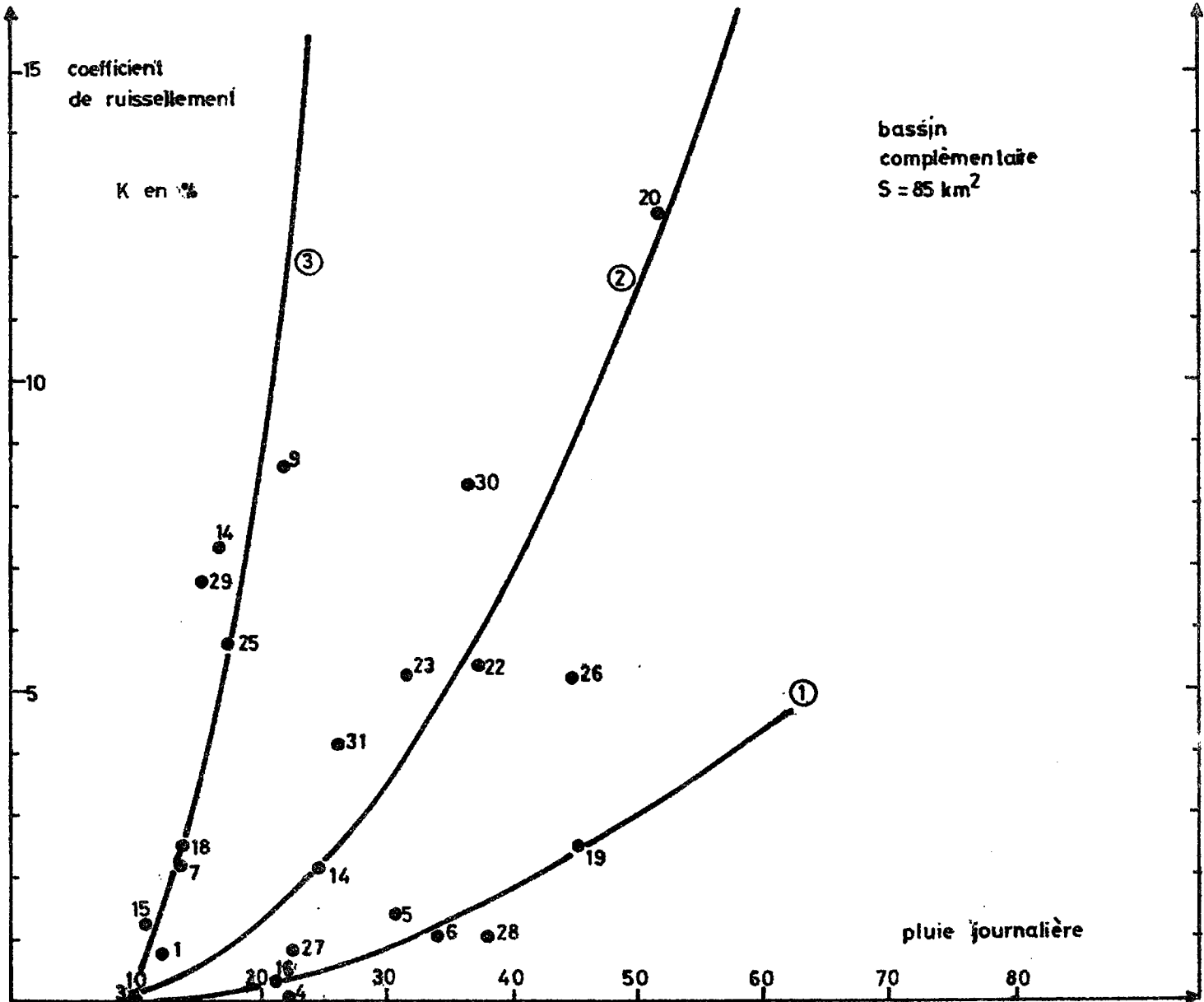
relation n° 3: $K = 0.85 (P - 10)$

Il est vraisemblable que la relation n° 1 correspond à un bassin versant de superficie nettement plus petit que 85 km², probablement à un bassin d'environ 30 kilomètres carrés situé près de S'MAIRI.

La relation n° 2 correspond probablement au bassin de 85 km² et la relation n° 3 à un bassin nettement plus important d'au moins 550 à 600 kilomètres carrés.

En l'état actuel du réseau hydrométrique il n'est pas possible de pousser plus loin l'analyse des crues du SELEDOGO.

CRUES du SELEDOGO à S'MAIRI



6.2.4. Conclusion de l'étude des crues de la rivière SELEDOGO.

Les observations hydrologiques effectuées pendant les années 1981, 1982 et 1983 sur la rivière SELEDOGO aux stations de N'GOROLANI, LELASSO et S'MAIRI ne permettent qu'un premier dégrossissage des relations entre pluies et crues sur le bassin versant du SELEDOGO.

Le petit nombre d'années observées ne permet pas d'étude statistique des débits maximaux.

On retiendra simplement que les débits maximaux sont plus élevés à la station de S'MAIRI et semblent plus faibles à la station LELASSO comme le montre le tableau ci-dessous :

	<u>débits maximaux observés en m³/s.</u>		
	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>
<u>à N'GOROLANI.</u>	5.50	6.0	0.600
<u>à LELASSO</u>	6.24	3.51	0.218
<u>à S'MAIRI</u>	7.20	10.20	5.70

La plaine de LELASSO joue un rôle d'écrêtage des crues du SELEDOGO entre N'GOROLANI et LELASSO, écrêtage dont l'efficacité diminue au fur et à mesure du remplissage de la plaine. Ainsi pour l'année 1981, les débits maximaux à LELASSO sont pratiquement identiques à ceux de N'GOROLANI à partir du 10 septembre.

Les crues de la rivière SELEDOGO résultent d'une manière générale soit de crues de petits bassins versants, soit de crues lentes des grands bassins. Les petits bassins fournissent vraisemblablement les débits maximaux les plus élevés lorsqu'ils se combinent aux crues des grands bassins.

Une meilleure compréhension du régime des crues de la rivière SELEDOGO nécessiterait un renforcement du réseau hydrométrique installé au cours des campagnes 1981, 1982 et 1983, renforcement visant à l'analyse séparée des crues des petits et des grands bassins.

Un nivellement topographique des plaines de LELASSO, FOULASSO et SOUROU permettrait d'autre part d'établir les bilans hydrologiques de ces plaines et par là même permettrait une meilleure compréhension des crues du SELEDOGO.

Chapitre 7.

Hydrologie sommaire des plaines de FOULASSO-
LELASSO.

- 7.1. Limnimétrie
- 7.2. Etude des apports
- 7.3. Conclusions.

7.1. Limnimétrie dans les plaines de FOULASSO, de LELASSO et de SOUROU.

7.1.1. Résultats des campagnes de mesures limnimétriques.

Les hauteurs d'eau observées aux échelles limnimétriques installées dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU sont consignées aux tableaux n° 116 à 118 pages 371 à 373 pour les années 1981 à 1983.

Elles sont extraites des rapports hydrologiques des campagnes 1981, 1982 et 1983.

Il n'y a pas eu d'observations limnimétriques sur le plan d'eau de FOULASSO pour l'année 1981; les échelles de SANA ont en effet été installées en 1982.

Sur les figures n° 101 à 103 pages 374 à 376 sont représentés les limnigrammes observés.

Tableau n° 116

Relevés des hauteurs d'eau Année 1981
dans les plaines de LELASSO et du SOUROU

plaine de LELASSO				plaine du SOUROU	
Dates	Cotes	Dates	Cotes	Dates	Cotes
18/06/81	à sec	01/11/81	1.15	01/07/81	à sec
20/06/81	à sec	03/11/81	0.88	07/07/81	à sec
		08/11/81	1.08	20/07/81	à sec
02/07/81	0.19	12/11/81	0.93	24/07/81	à sec
06/07/81	0.19	15/11/81	0.84	28/07/81	à sec
15/07/81	0.21	16/11/81	0.815		
21/07/81	0.22	21/11/81	0.740	06/08/81	0.22
28/07/81	0.23	26/11/81	0.640	20/08/81	0.21
				30/08/81	0.25
01/08/81	0.50	01/12/81	0.580		
10/08/81	2.15			03/09/81	0.32
14/08/81	2.31			07/09/81	0.30
16/08/81	2.50			10/09/81	0.39
21/08/81	2.41			20/09/81	0.65
25/08/81	2.61			26/09/81	0.66
27/08/81	2.72				
30/08/81	2.68			06/10/81	0.64
				10/10/81	0.63
04/09/81	2.91			16/10/81	0.61
05/09/81	2.93			22/10/81	0.59
07/09/81	2.89			27/10/81	0.56
10/09/81	2.91				
15/09/81	2.99			08/11/81	0.40
21/09/81	2.905			11/11/81	0.34
25/09/81	2.715			15/11/81	0.28
28/09/81	2.69			21/11/81	0.24
30/09/81	2.56			26/11/81	0.23
03/10/81	2.21				
06/10/81	1.82				
10/10/81	1.69				
13/10/81	1.66				
22/10/81	1.42				
26/10/81	1.18				
27/10/81	1.215				
30/10/81	1.08				

Tableau n° 117

Relevés des hauteurs d'eau Année 1982
 dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU

FOULASSO		LELASSO		SOUROU	
Dates	Cotes	Dates	Cotes	Dates	Cotes
08/06/82	1.30	07/08/82	à sec	01/08/82	à sec
14/06/82	1.32	17/08/82	0.60	17/08/82	0.18
21/06/82	1.35	25/08/82	1.82		
28/06/82	1.36			01/09/82	0.52
		01/09/82	2.28	10/09/82	1.03
01/07/82	1.35	07/09/82	2.31	20/09/82	0.92
07/07/82	1.37	16/09/82	2.67	30/09/82	0.80
14/07/82	1.39	20/09/82	2.57		
20/07/82	1.42	23/09/82	2.55	10/10/82	0.90
28/07/82	1.43	30/09/82	2.38	18/10/82	0.81
				24/10/82	0.72
01/08/82	1.44	11/10/82	1.43	31/10/82	0.76
16/08/82	1.57	18/10/82	1.21		
		25/10/82	1.00	01/12/82	0.40
06/09/82	2.50	31/10/82	0.97		
13/09/82	2.52			11/01/83	0.18
20/09/82	2.51	01/12/82	0.36		
27/09/82	2.37				
02/10/82	1.79				
04/10/82	1.76				
11/10/82	1.69				
18/10/82	1.63				
25/10/82	1.61				
31/10/82	1.59				
08/11/82	1.56				
15/11/82	1.53				
22/11/82	1.51				
01/12/82	1.49				

Tableau n°118

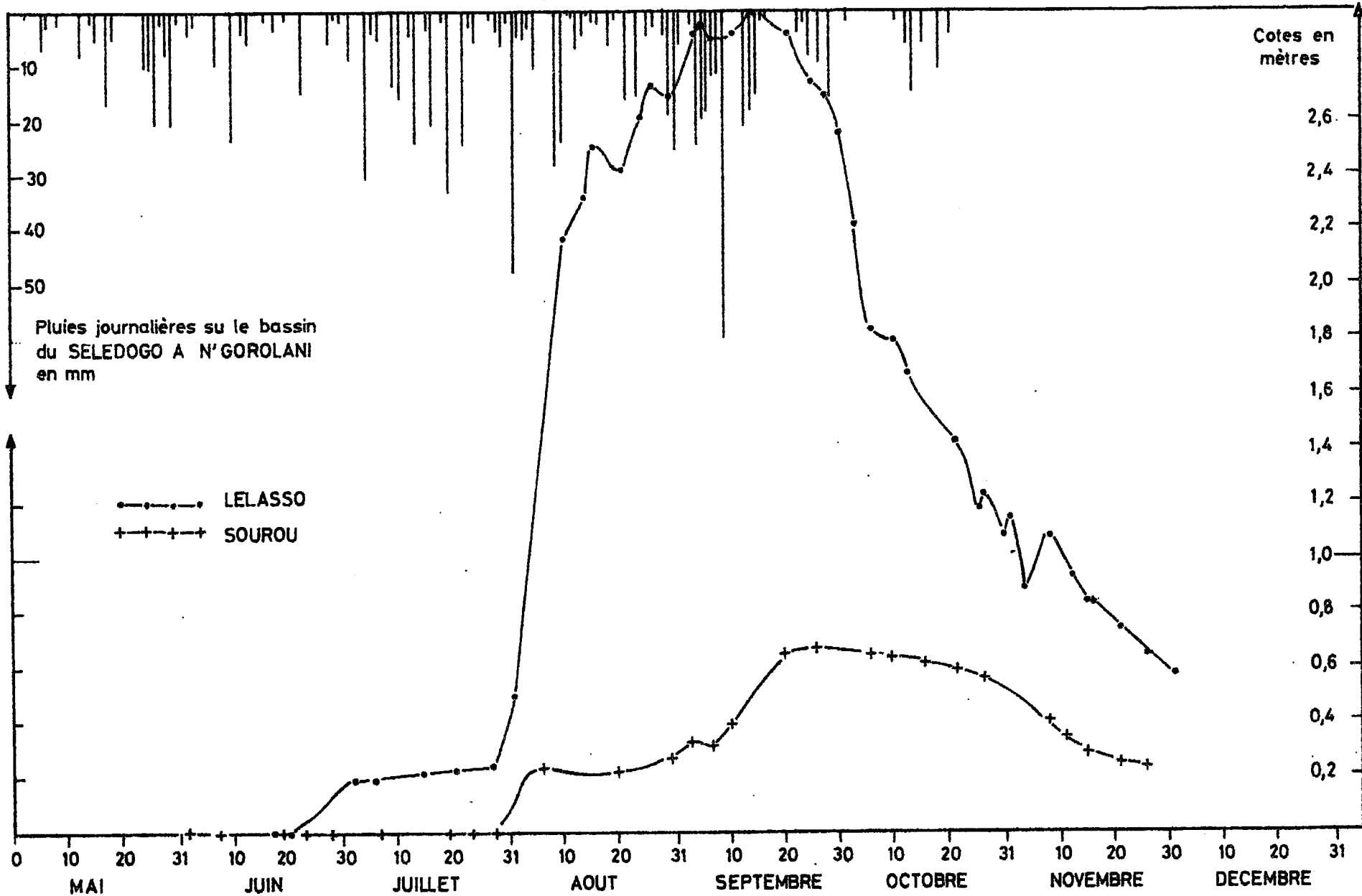
Relevés de hauteurs d'eau

Année 1983

dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU

FOULASSO		LELASSO		SOUROU	
Dates	Cotes	Dates	Cotes	Dates	Cotes
14/03/83	1.33	14/05/83	à sec	15/05/83	à sec
21/03/83	1.31				
28/03/83	1.305	1/06/83	à sec	1/06/83	à sec
		16/06/83	0.14	16/06/83	à sec
04/04/83	1.32				
11/04/83	1.31	1/07/83	0.14	10/07/83	à sec
18/04/83	1.295	10/07/83	0.13		
25/04/83	1.30			1/08/83	à sec
		14/08/83	0.76	16/08/83	à sec
2/05/83	1.29				
9/05/83	1.29	1/09/83	0.74	2/09/83	à sec
16/05/83	1.28	12/09/83	0.575	15/09/83	à sec
23/05/83	1.275	15/09/83	0.66		
31/05/83	1.27	20/09/83	0.63	1/10/83	à sec
				15/10/83	à sec
5/06/83	1.27	1/10/83	0.44		
13/06/83	1.25	12/10/83	0.28		
20/06/83	1.26	15/10/83	0.25		
27/06/83	1.285				
		1/11/83	0.16		
4/07/83	1.29				
10/07/83	1.28				
18/07/83	1.26				
25/07/83	1.27				
1/08/83	1.53				
8/08/83	1.555				
14/08/83	1.53				
21/08/83	1.57				
30/08/83	1.58				
5/09/83	1.57				
12/09/83	1.59				
19/09/83	1.56				
26/09/83	1.54				
3/10/83	1.66				
10/10/83	1.69				
16/10/83	1.64				
24/10/83	1.62				
31/10/83	1.60				

RELEVES DE HAUTEURS D'EAU DANS LES PLAINES DE LELASSO ET SOUROU



ANNEE 1981.

Figure n° 101

RELEVES DE HAUTEURS D'EAU DANS LES PLAINES DE FOULASSO, LELASSO ET SOUROU

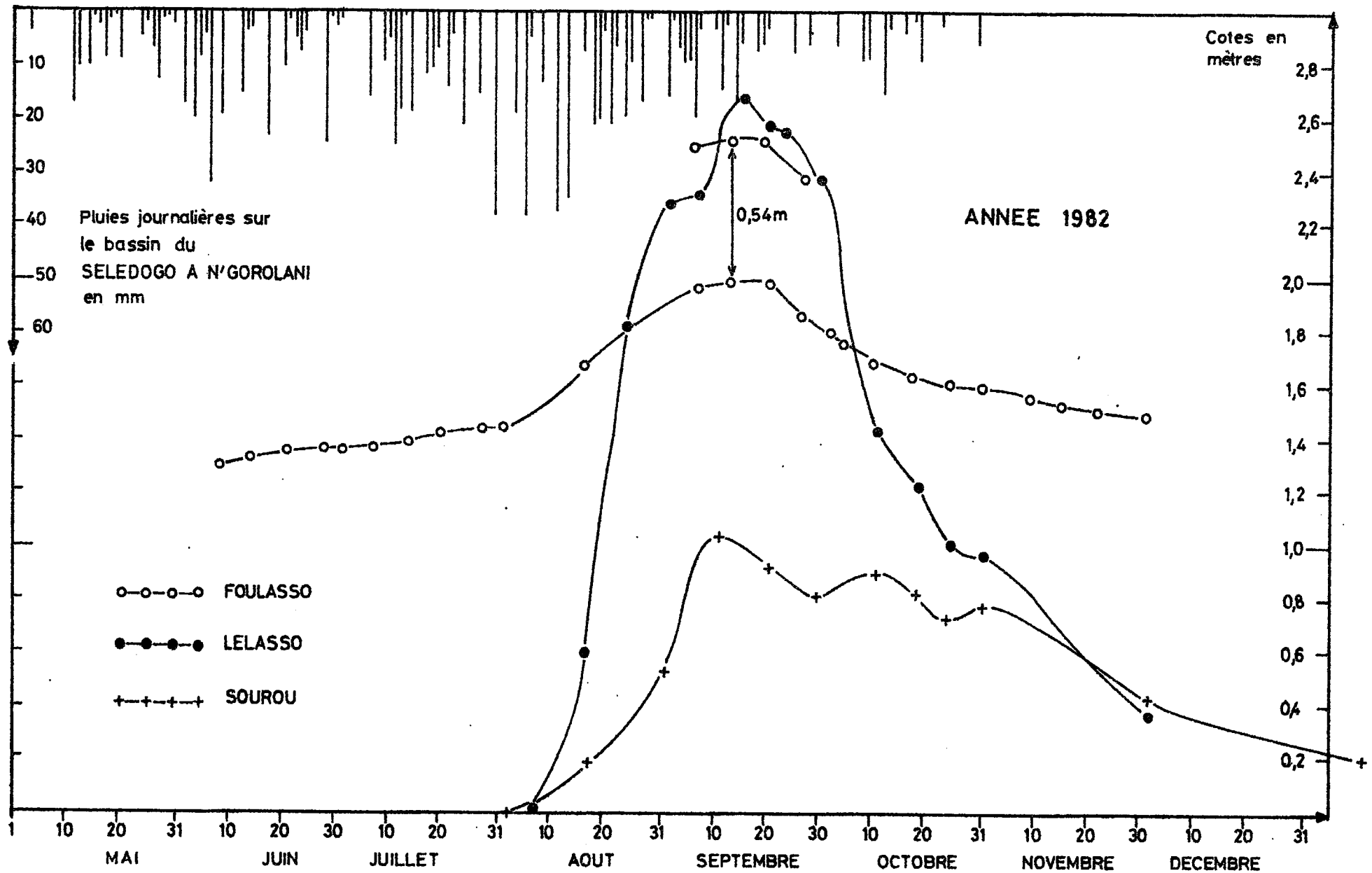
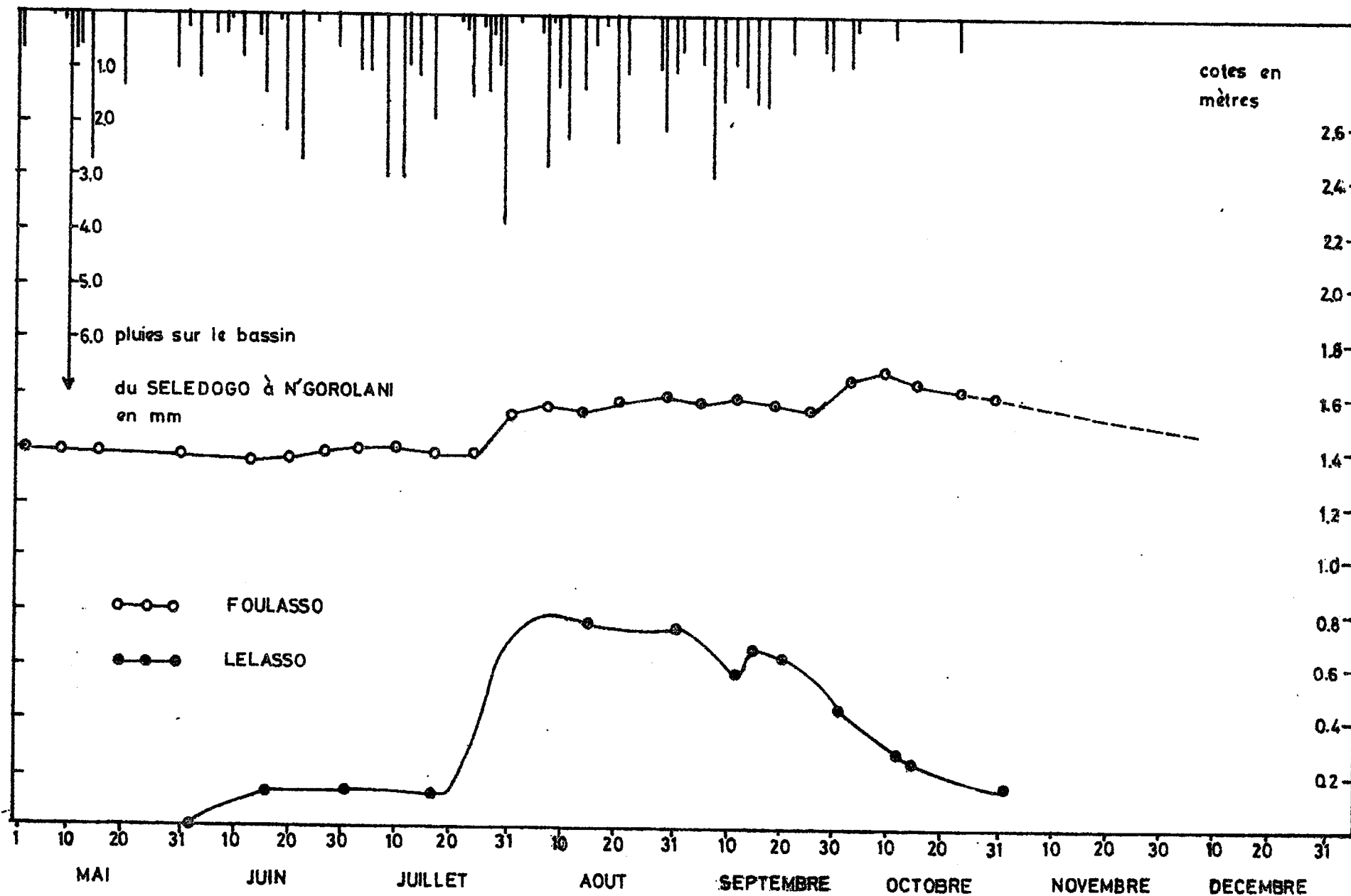


Figure n° 102

Relevés de hauteurs d'eau dans les plaines de FOULASSO et LELASSO



ANNEE 1963

-376-

Figure n° 103

7.1.2. Interprétation des mesures de niveau d'eau dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU.

Une étude hydrologique détaillée des plaines de FOULASSO, de LELASSO et de SOUROU nécessite un nivellement topographique précis de ces plaines. Elles nécessitent également la pose de plusieurs batteries d'échelles limnimétriques en fonction de la topographie des cuvettes. Un même réservoir peut être en effet structuré en plusieurs compartiments séparés par des seuils ou complètement indépendants. La pose de plusieurs échelles limnimétriques rattachées entre elles par un nivellement permet d'observer avec précision le remplissage des cuvettes et leur vidange.

Faute d'un nivellement topographique précis des plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU on ne peut conclure quant à la représentativité des cotes observées.

On peut simplement faire quelques remarques suggérées par l'allure des limnigrammes observés et les relations établies au chapitre précédent entre les cotes des plans d'eau et les débits évacués en aval des plaines (figures n° 93 et n° 94 pages 351 et 352).

- amplitude de variation des cotes des plans d'eau.

	<u>plans d'eau de</u>		
	<u>FOULASSO</u>	<u>LELASSO</u>	<u>SOUROU</u>
<u>année 1981</u>	-	0.0 à 2.99 m.	0.0 à 0.66 m
<u>année 1982</u>	1.3 à 2.0 m	0.0 à 2.67 m.	0.0 à 1.03 m.
<u>année 1983</u>	1.25 à 1.69 m.	0.0 à 0.76 m.	à sec.

Aux endroits des échelles limnimétriques, l'amplitude de variation des cotes varie beaucoup d'une plaine à l'autre et d'une année à l'autre.

- gradients des cotes en fonction du temps.

Les plus forts gradients à la montée et à la descente des niveaux d'eau sont observés aux échelles de LELASSO ce qui semble indiquer une faible capacité de réserve de la cuvette dont l'évolution du plan d'eau est observé aux échelles de LELASSO.

Pour le plan d'eau du SOUROU à l'endroit des échelles, la montée des niveaux est assez rapide mais la descente un peu plus lente.

Sur le plan d'eau de FOULASSO à SANA, la montée des eaux est lente ainsi que leur descente. La cuvette de FOULASSO à SANA semble donc posséder la plus grosse capacité de réserve en eaux des trois plaines du bassin du SELEDOGO. La descente des niveaux d'eau y varie avec la cote de remplissage de la plaine; la descente est d'autant plus rapide que la cote est élevée.

- relations entre les cotes observées dans les plaines et les débits aux exutoires.

Pour la plaine du SOUROU, on ne connaît pas le débit à son exutoire et aucune relation stable ne semble exister entre les cotes observées aux échelles de SOUROU et les débits de base du SELEDOGO à N'GOROLANI (figure n° 93 page 351).

Pour la plaine de LELASSO il existe une bonne relation entre les cotes observées aux échelles installées dans la plaine et le débit de base du SELEDOGO à LELASSO (figure n° 94 page 352). Cependant la vidange de la plaine de LELASSO influe peu sur les débits de base du SELEDOGO à LELASSO. Ceux-ci paraissent très liés aux débits de base du SELEDOGO à N'GOROLANI, station située en amont de la plaine, ils sont peu soutenus en fin de saison des pluies.

A ce propos, les années 1981 et 1982 paraissent contradictoires, les débits de base du SELEDOGO à LELASSO étant supérieurs pour l'année 1981 à ceux de N'GOROLANI à partir du 30 septembre alors qu'ils restent inférieurs à ceux de N'GOROLANI pendant toute l'année 1982.

Ce comportement apparemment contradictoire peut s'expliquer par un taux de remplissage plus important de la plaine de LELASSO en 1981, ce que la comparaison des apports du SELEDOGO ne paraît pas confirmer comme nous le verrons dans le paragraphe consacré aux apports dans la plaine de LELASSO.

En ce qui concerne la plaine de FOULASSO, la relation entre la cote aux échelles de SANA et le débit de base de la rivière SANGOUE n'a pu être établie que pour des débits inférieurs à 0.3 m³/s et une cote inférieure à 1.65 mètre.

Au dessus de la cote 1.65 mètre aux échelles de SANA, le débit de la rivière SANGOUE croît très rapidement et les points observés sont trop peu nombreux pour qu'on puisse définir une relation précise.

7.2. Etude des apports dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU.

7.2.1. Méthodologie de l'estimation des apports dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU.

La méthode la plus sûre pour l'estimation des apports dans un réservoir naturel ou artificiel consiste à faire le bilan des entrées, des sorties d'eau et des volumes stockés dans ce réservoir.

Les entrées d'eau dans un réservoir de surface sont généralement de trois natures différentes :

- les chutes de pluie,
- les écoulements superficiels qui affluent dans ce réservoir par le fond du réservoir,
- les venues d'eaux souterraines.

Les sorties d'eau sont de trois natures distinctes :

- l'évaporation des eaux en surface de la retenue,
- l'infiltration des eaux par le fond du réservoir,
- les écoulements de surface aux exutoires naturels de la retenue.

Remarquons tout de suite que les apports souterrains peuvent également alimenter un réservoir superficiel et qu'en fonction des cotes relatives de la piezométrie et du plan d'eau, les échanges s'opèrent dans les deux sens.

Les chutes de pluie sont facilement mesurables et ne nécessitent pas d'appareillage coûteux.

La mesure complète des écoulements de surface sur des bassins versants des affluents n'est pas toujours possible. On se contente souvent de mesurer les apports d'un ou deux affluents importants et d'estimer les autres écoulements.

L'estimation de l'évaporation à la surface d'un plan d'eau impose la connaissance de la hauteur évaporée et de la surface évaporante. L'installation d'un bac évaporatoire flottant permet une estimation suffisamment précise des hauteurs d'eau évaporées, quant à la connaissance de la surface évaporante, elle exige un nivellement topographique précis du réservoir de la cote la plus basse à la cote la plus élevée du plan d'eau.

La mesure des écoulements de surface aux exutoires pose souvent moins de problèmes que la mesure des débits entrants mais ce n'est pas toujours vrai.

Les pertes ou les apports par infiltration sont difficilement mesurables et sont le plus souvent calculés comme le résidu de l'opération de bilan. Ils peuvent cependant être appréhendés par des mesures piézométriques et des essais de débits sur les forages ou les puits à proximité de la retenue.

L'estimation des volumes stockés dans le réservoir exige un nivellement topographique et bathymétrique du réservoir ainsi que des mesures de niveaux d'eau.

En l'état actuel des mesures hydrologiques, météorologiques, topographiques et bathymétriques dans les plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU, il n'est pas question d'établir un bilan aussi précis des apports que celui de la retenue du barrage de KARAMASSASSO. Pour les plaines de FOULASSO et de SOUROU il est même impossible actuellement d'établir de bilan sérieux avec les seules données disponibles.

Pour la plaine de FOULASSO, seuls les chutes de pluies, la hauteur évaporée et les débits de la rivière SANGOUE à l'aval de la plaine peuvent être estimés avec une précision suffisante.

Pour la plaine du SOUROU, seules les chutes de pluie et les hauteurs évaporées peuvent être actuellement estimées avec une précision acceptable.

Pour la plaine de LELASSO nous disposons des mesures d'apports en amont de la plaine à la station de N'GOROLANI et des mesures de pertes en aval à la station de LELASSO. La différence entre les apports et les pertes fournit les volumes stockés dans la plaine de LELASSO par les seuls écoulements superficiels du SELEDOGO.

7.2.2. Estimation des apports dans la plaine de LELASSO.

La différence entre les débits moyens mensuels observés à N'GOROLANI et à LELASSO fournit une première estimation des apports dans la plaine de LELASSO.

Les résultats sont les suivants :

apports du SELEDOGO dans la plaine de LELASSO
en millions de m³.

mois année	Jan.	Fév.	Mars.	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.2	0.52	-0.47	-0.049	-0.059
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.046	2.4	2.0	1.16	0.562	0.032
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.070	-0.037	0.0	0.0

apports annuels en millions de m³

	1981	1982	1983
Entrées	4.92	6.2	0.070
Sorties	- 0.578	0.0	- 0.037
Volumes stockés	4.34	6.2	0.033

A la montée des eaux aux échelles installées dans la plaine de LELASSO il est possible d'établir une relation valable pour les deux années 1981 et 1982 :

cote aux échelles dans la plaine de LELASSO en mètres.	volume stocké en millions de m ³
0.5	1.2
2.3	2.4
2.7	4.4
3.0	4.92

Par contre la descente des niveaux d'eau aux échelles installées dans la plaine de LELASSO ne correspond pas à des volumes restitués au SELEDOGO. Les échelles de LELASSO ne semblent donc pas représentatives du niveau des réserves en eau de la plaine de LELASSO.

7.2.3. Estimation des apports dans la plaine de FOULASSO.

En l'état actuel des connaissances hydrologiques et topographiques de la plaine de FOULASSO, aucune estimation sérieuse des apports n'est actuellement possible dans cette plaine.

On peut simplement remarquer que la décroissance des cotes aux échelles de SANA est anormalement lente en période sèche, très inférieure en tout cas à l'évaporation : ainsi en mars 1983, la décroissance est d'environ 3 centimètres en 15 jours aux échelles de SANA alors qu'elle est de 18 centimètres sur le barrage de KARAMASSASSO dont 12 centimètres sont dus à l'évaporation.

Cette observation suppose que le plan d'eau de FOULASSO continue à être alimenté par des apports dont on ne voit pas très bien comment ils pourraient être superficiels au mois de mars 1983.

Toutefois nous nous garderons bien de conclure un peu hâtivement à des apports souterrains dans la plaine de FOULASSO. On manque pour l'instant de données limnimétriques suivies pendant toute la saison sèche et de mesures réelles d'évaporation sur le plan d'eau.

Le seul terme du bilan en eau de la plaine de FOULASSO assez bien connu grâce aux campagnes 1981, 1982 et 1983, est l'écoulement à l'exutoire de la plaine, calculé par différence entre les débits du SELEDOGO à S'MAIRI et à LELASSO, différence de laquelle on retranche les crues du bassin versant complémentaire du SELEDOGO et du SANGOUE entre BLENI et S'MAIRI.

Cet écoulement des eaux en aval de la plaine de FOULASSO est pratiquement équivalent au débit de base du SANGOUE à S'MAIRI.

7.3. Conclusions de l'étude hydrologique des plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU.

La connaissance des régimes hydrologiques des plaines de FOULASSO, LELASSO et SOUROU se heurte à l'absence de plan topographique précis de ces plaines.

Il semble pourtant qu'il y ait eu dans le passé un nivellement de la plaine de FOULASSO dont on peut encore relever çà et là les bornes de nivellement.

C'est à une de ces bornes (n° 262) que nous avons rattaché en 1984 l'échelle limnimétrique de SANA.

Des recherches effectuées auprès de l'Institut Géographique à Ouagadougou n'ont pour l'instant pas abouti et les seules indications disponibles nous font croire à l'existence des données topographiques de la plaine de FOULASSO dans les archives administratives à BOBO-DIOULASSO si ces archives ont pu être conservées.

Si des aménagements sont envisagés dans les plaines de FOULASSO ou de LELASSO il est impératif que soit retrouvé l'ancien nivellement ou qu'un nouveau nivellement soit entrepris dans ces plaines.

L'O.R.S.T.O.M. ou le Service Hydrologique du H.E.R. de Bobo-Dioulasso pourraient établir un relevé bathymétrique des retenues lorsqu'elles sont en eau, opération qui nécessiterait par plaine au moins un mois de travaux de terrain. L'analyse des photographies satellites à différentes périodes de l'année pourraient également fournir des indications sur les surfaces en eaux libres dans ces plaines.

Une amélioration de la connaissance des régimes hydrologiques passe également par un renforcement des stations hydrométriques de mesure des cotes et des débits. L'idéal serait de disposer comme pour la plaine de LELASSO d'une station amont sur le cours d'eau principal et d'une station aval. Plusieurs échelles limnimétriques devront également être installées dans les plaines et il est souhaitable que ces installations soient effectuées après une reconnaissance bathymétrique détaillée des plans d'eau.

BIBLIOGRAPHIE.

- Etude hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE campagnes 1974 à 1976.
1. Procès-verbal d'installation et rapport de campagne 1974.
ORSTOM - P. SECHET - avril 1975, 54 pages ronéotées, 23 tableaux, 20 figures.
 2. Limnigraphie de la plaine de NIENA-DIONKELE en 1974.
ORSTOM, P. SECHET - avril 1975, 1 tableau synoptique dépliant.
 3. Rapport de campagne 1975.
ORSTOM, P. SECHET - février 1976, 26 pages ronéotées, 70 tableaux, 50 figures.
 4. Procès-verbal d'installation de la station climatique de KARAMASSASSO et observations en 1975.
ORSTOM, G.J. DUBOIS et P. SECHET., février 1976, 30 pages ronéotées dont 19 tableaux et 10 figures.
 5. Rapport définitif de l'étude hydrologique de la plaine de NIENA-DIONKELE.
ORSTOM, L. LE BARBE, mai 1977, 86 pages ronéotées dont 30 tableaux, 51 figures et 35 pages de tableaux annexes
 6. Station climatologique de N'DOROLA - KARAMASSASSO - observations en 1976.
ORSTOM - L. LE BARBE, décembre 1977, 65 pages ronéotées dont 55 tableaux, 6 figures non paginées.
 7. Station climatologique de N'DOROLA - KARAMASSASSO - Observations en 1977 et conclusions des deux années d'observation.
ORSTOM - L. LE BARBE, 1978, 79 pages ronéotées dont 65 tableaux, 11 figures non paginées.

- Etude hydrologique des plaines de NIENA-DIONKELE et FOULASSO-LIELASSO. campagnes 1981 à 1985.
1. Rapport de campagne 1981.
ORSTOM. J. CLAUDE, M. LOINTIER, R. GUALDE, mars 1982, 83 pages ronéotées dont 50 tableaux, 18 figures non paginées.
 2. Station climatologique de N'DOROLA.
Observations en 1981.
ORSTOM. J. CLAUDE, M. LOINTIER et R. GUALDE, mars 1982, 57 pages ronéotées et 19 figures non paginées.
 3. Rapport de campagne 1982.
ORSTOM. J. CLAUDE, M. LOINTIER et R. GUALDE, mars 1983, 100 pages ronéotées dont 41 tableaux, 47 figures non paginées.
 4. Station climatologique de N'DOROLA.
Observations en 1982.
ORSTOM, M. LOINTIER et R. GUALDE, mars 1983, 68 pages ronéotées et 20 figures non paginées.
 5. Rapport de campagne 1983.
ORSTOM, J.M. LAMACHERE et R. GUALDE, mars 1984, 123 pages ronéotées, dont 75 tableaux et 26 figures.
 6. Station climatologique de N'DOROLA.
Observations en 1983.
ORSTOM. J.M. LAMACHERE et R. GUALDE, mars 1984, 73 pages ronéotées et 19 figures non paginées.
- Rapport préliminaire sur les études entreprises en vue de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de NIENA-DIONKELE.
- Service Technique du Génie Rural de Haute-Volta - Service de l'Agriculture. G. MATON, juin 1957, 33 pages dactylographiées.

- Projet de mise en valeur agricole de la plaine de NIENA-DIONKELE.
Plan d'aménagement hydroagricole., échelle, 1/10 000.

République de Haute-Volta
Ministère du plan, du Développement
Rural de l'Environnement et du Tourisme
Direction de l'Hydraulique.

République Française
Ministère de la Coopéra-
tion
Direction de l'aide au
développement.

Etude SCET international mai 1976.

- . Rapport général - 101 pages publiées
- . Etude pédologique,
37 pages et 62 pages d'annexes
- . Etude de la rivière SESSE
11 pages publiées.
- . Plans et cartes de l'aménagement.

- Hydrologie de surface.

M. ROCHE - 1963
ORSTOM
GAUTHIER - VILLARS éditeur - Paris.

- Initiation à l'analyse hydrologique

P. DUBREUIL - 1974.
ORSTOM.
MASSON & Cie, éditeurs -- Paris

- Monographies hydrologiques - ORSTOM -

5. Le bassin du fleuve Volta

F. MONIOD - B. POUYAUD - P. SECHET.
ORSTOM - CIEH - 1977.

- Recherches des ressources en eau souterraine dans la plaine de NIENA-DIONKELE.

Office National des barrages et d'Irrigation de Haute-Volta. ONBI --
IWACO B.V., juillet 1982.

ORSTOM

Direction Générale

24, rue Bayard. PARIS 8^e

Centre ORSTOM de Ouagadougou :

B.P. 182 — OUAGADOUGOU

République de Haute-Volta