

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIOPODOUME

B.P. V51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

Laboratoire d'Hydrologie

MESURES DE DÉBIT POUR L'AMENAGEMENT RIZICOLE
DE LA PLAINE DE LA LOKA À SAKASSOU
(CÔTE D'IVOIRE)

par

D. SIGHOMNOU

A. MAHIEUX

P. CHEVALLIER

avril 83

Etude réalisée pour le Bureau d'Etudes Techniques
des Projets Agricoles.

S O M M A I R E

	Pages
1. CADRE GEOGRAPHIQUE ET PROBLEME POSE	1
2. EQUIPEMENT DES STATIONS ET ETALONNAGE	2
2.1. Station I : Barrage SODECI	
2.2. Station II : Aval du Batardeau de Sakassou	8
2.3. Station III : Entrée du Canal d'irrigation	11
2.4. Station IV : Canal d'irrigation, Route de Béoumi	14
3. PROPAGATION DE LA CRUE	16
4. ALIMENTATION DU PERIMETRE RIZICOLE ; FUITE DANS LE CANAL D'AMENEE	19
CONCLUSION	20

I. CADRE GEOGRAPHIQUE ET PROBLEME POSE

La Loka est un des principaux cours d'eau du réseau hydrographique du Kan, affluent de rive droite du Bandama Blanc. Elle naît dans le horst granitique au nord-ouest de Bouaké, à environ 400 m d'altitude.

Après un cours de 17 km, son bassin versant est de 135 km². Il est coupé par un barrage (à 20 km à l'ouest de Bouaké) aménagé par la Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire (SODECI) pour l'alimentation en eau de la ville de Bouaké.

A Sakassou, 40 km à l'aval, le bassin versant a une superficie de 595 km². Il est compris entre 7°28' et 7°45' latitude nord et 5°5' et 5°20' de longitude ouest (Fig. 1).

Son profil en long a une pente assez faible (5,4 % en moyenne), notamment dans la partie de son cours située entre le barrage et Sakassou (Fig. 2).

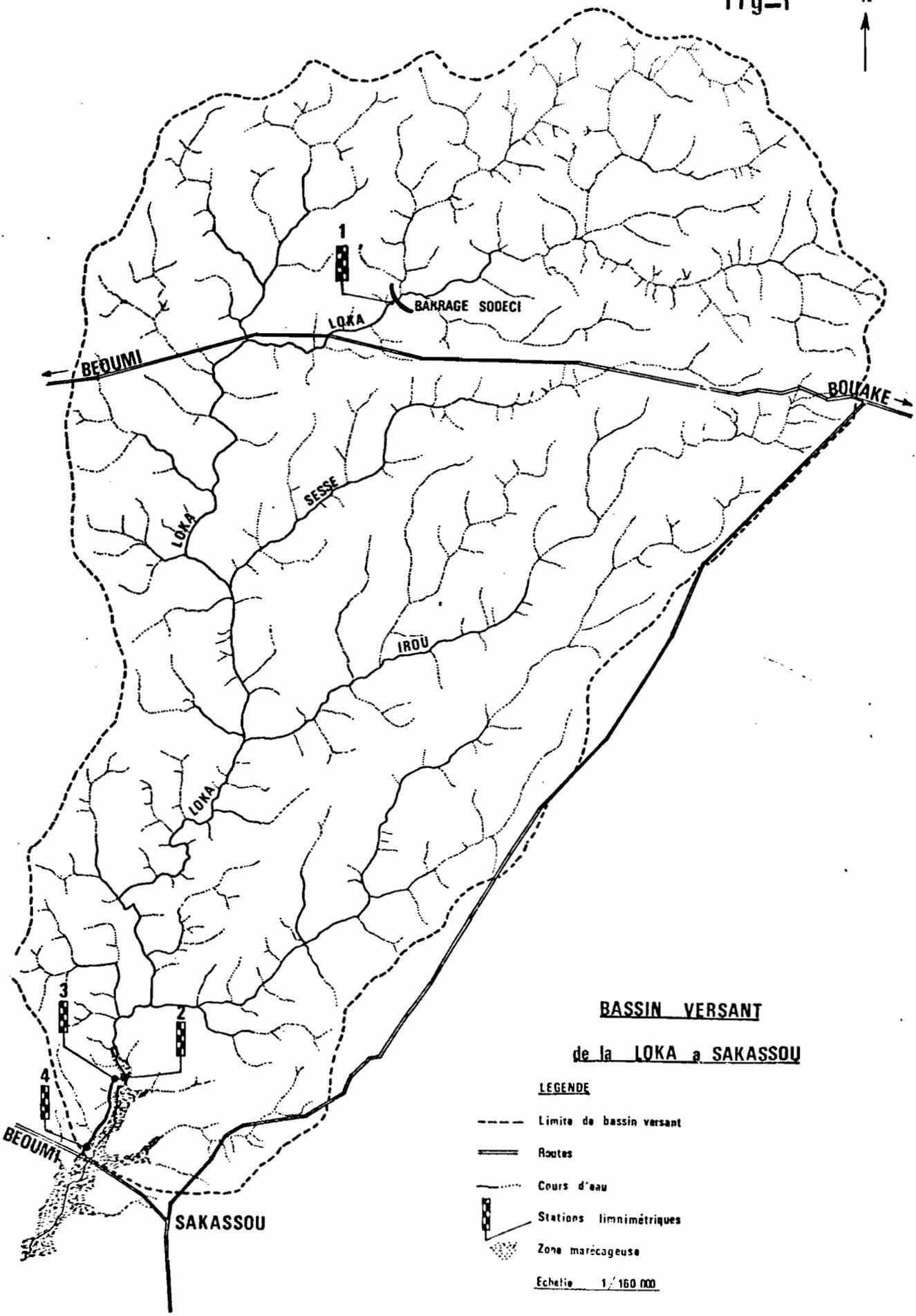
Le climat de la région est du type équatorial de transition atténué, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1200 mm. La saison des hautes et moyennes eaux s'étale de mai à novembre, avec le maximum en septembre - octobre. L'évapotranspiration potentielle (ETP) évaluée à 1450 mm/an est supérieure à la pluviométrie.

Le sol est ferrallitique, sur un socle granitique. C'est le domaine de la savane guinéenne préforestière arbustive.

A Sakassou, elle s'étale dans une plaine d'inondation, que le Bureau d'Etudes Techniques pour les Projets Agricoles (BETPA) aménage dans le cadre d'un projet rizicole. La rizière est alimentée par une station de pompage sur la rivière.

Afin de pouvoir toujours disposer d'eau pour la rizière, une fuite contrôlée par une vanne (0 à 400 l/s) est prévue au barrage SODECI, 40 km à l'amont.

fig-1

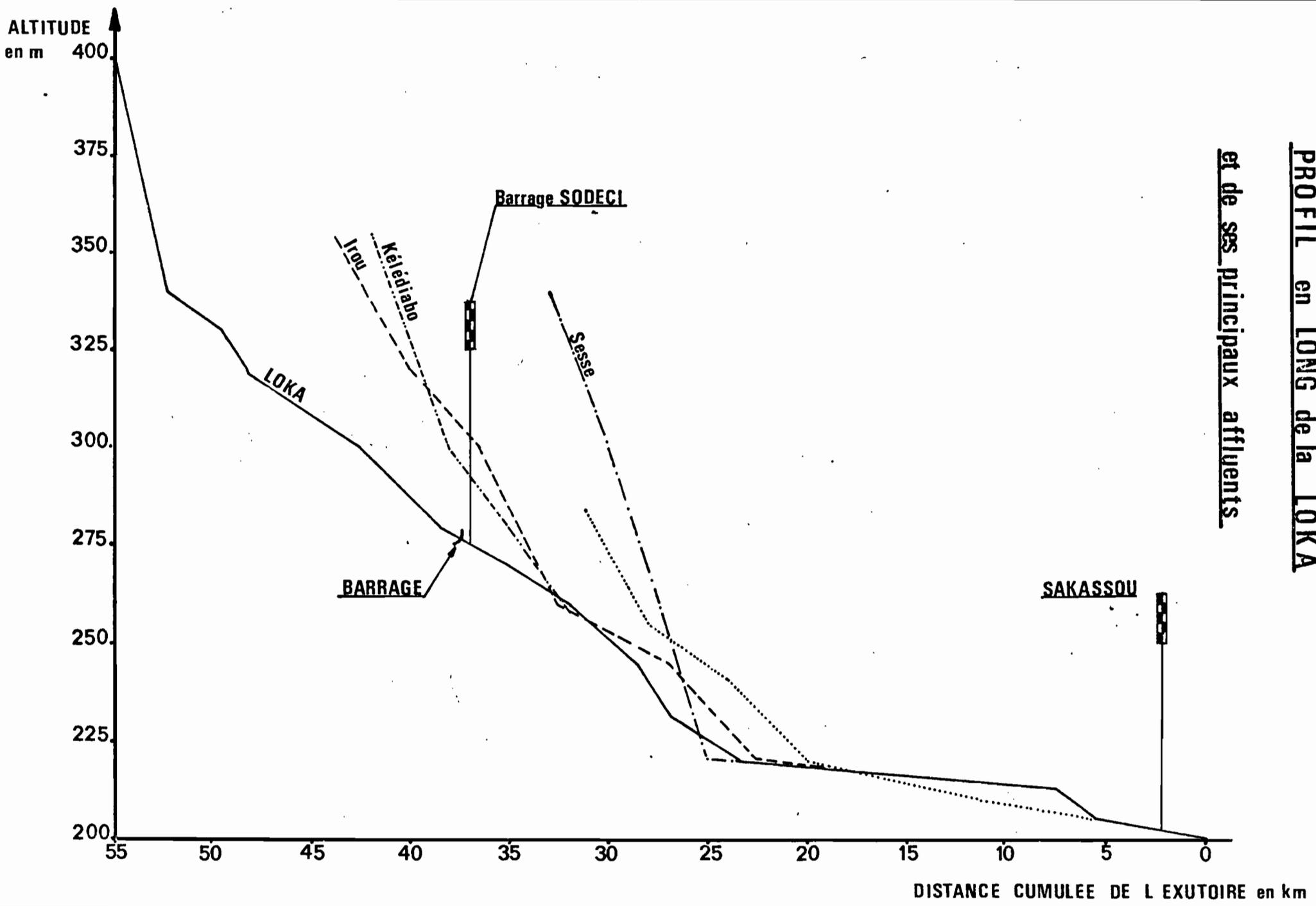


BASSIN VERSANT
de la LOKA a SAKASSOU

LEGENDE

- Limite de bassin versant
- Routes
- Cours d'eau
- ▣ Stations limnimétriques
- ▨ Zone marécageuse

Echelle 1 / 160 000



PROFIL en LONG de la LOKA
et de ses principaux affluents.

fig-2

IMC 3 725 45 3 20

Pour améliorer la gestion de la station de pompage, le BETPA a demandé au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM d'étalonner les lachures à l'aval du barrage, les apports à Sakassou, la station de pompage, et d'estimer les fuites dans le canal d'aménée de la rizière.

Ce rapport présente les résultats de ces travaux.

2. EQUIPEMENT DES STATIONS ET ETALONNAGE

2.1. Station I - Barrage SODECI

Les lachures du barrage de la SODECI sont commandées par deux vannes :

- l'une dont le débit nominal est de 0 à 400 l/s, permet de maintenir un débit minimum dans la rivière.
- l'autre constitue la vanne de fond permettant la vidange de la retenue.

La station a été installée le 10.03.83.

Elle comporte deux éléments d'échelle (0-1 et 1-2 m) fixés sur UPN en rive gauche.

Le repère est une pointe fixée à l'aide d'un pistolet de scellement au-dessus du bout extérieur de la canalisation souterraine qui amène l'eau depuis les vannes.

Le zéro de l'échelle se trouve à -2,212 m sous le repère.

Les berges du lit mineur sont bien marquées. Mais des modifications du lit, pouvant entraîner un détarage sont possibles.

Mesures hydrométriques et étalonnage

Pour évaluer la relation hauteur-débit entre la cote à l'échelle et le débit des lachures, diverses manoeuvres ont été opérées sur les deux vannes de commande.

Au total treize jaugeages ont été effectués et les résultats sont portés sur le tableau suivant.

Une fuite permanente, toutes vannes fermées, de 3 l/s a été également mesurée.

• Résultat des jaugeages au barrage de la SODECI

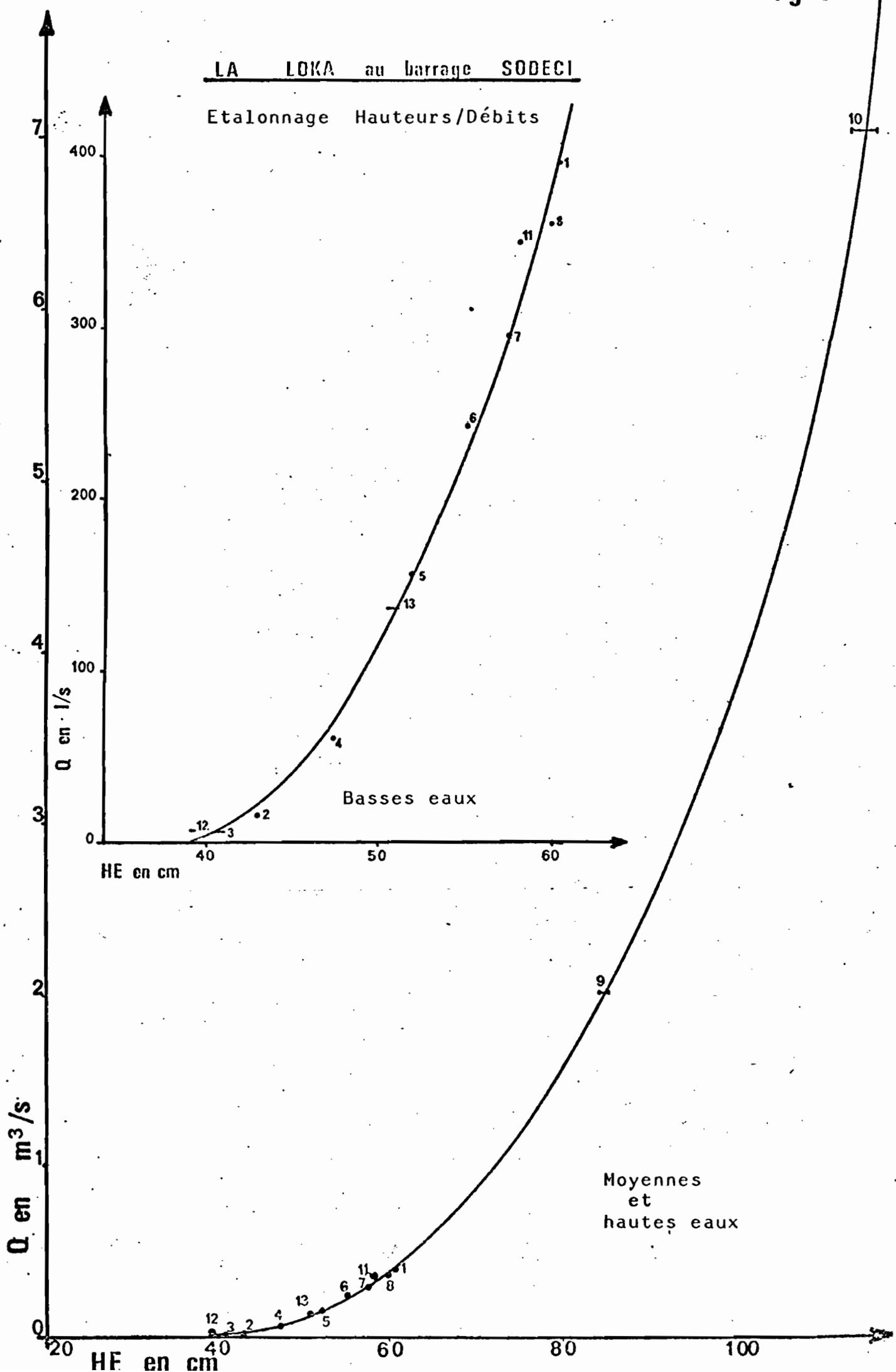
DATE	HAUTEURS (cm)	DEBIT (m ³ /s)
11.03.83	60,5	0,397
	43,0	0,016
	41,0- 40,7	0,006
	47,4	0,061
	52,0	0,157
	55,2	0,243
	57,5	0,296
	60,0	0,361
12.03.83	84,5 -85,0	2,19
	113,5-116,5	7,18
15.03.83	58,2	0,350
16.03.83	39,4 -39,0	0,007
	51,2-50,5	0,137

Ces valeurs permettent d'établir une courbe d'étalonnage avec une bonne précision (fig. 3).

Un barème centimétrique extrapolé jusqu'à une cote de 125 cm en est directement déduit.

LA LOKA au barrage SODECI

Etalonnage Hauteurs/Débits



Barème d'étalonnage de la Loka

Station : barrage de la SODECI

H(cm)	Q(m3/s)	H(cm)	Q(m3/s)	H(cm)	Q m3/s	H (cm)	Q(m3/s)
39	0,001	61	0,421	83	1,86	105	4,77
40	0,003	62	0,462	84	1,95	106	4,98
41	0,007	63	0,505	85	2,04	107	5,19
42	0,013	64	0,551	86	2,14	108	5,42
43	0,020	65	0,599	87	2,24	109	5,65
44	0,029	66	0,649	88	2,34	110	5,89
45	0,039	67	0,702	89	2,44	111	6,14
46	0,051	68	0,757	90	2,55	112	6,40
47	0,065	69	0,814	91	2,64	113	6,60
48	0,080	70	0,874	92	2,74	114	6,94
49	0,097	71	0,936	93	2,85	115	7,20
50	0,116	72	1,00	94	2,97	116	7,50
51	0,136	73	1,07	95	3,09	117	7,80
52	0,158	74	1,13	96	3,23	118	8,10
53	0,175	75	1,21	97	3,37	119	8,41
54	0,195	76	1,28	98	3,51	120	8,73
55	0,218	77	1,36	99	3,67	121	9,06
56	0,245	78	1,43	100	3,83	122	9,39
57	0,274	79	1,51	101	4,00	123	9,74
58	0,307	80	1,60	102	4,18	124	10,1
59	0,343	81	1,68	103	4,37	125	10,4
60	0,382	82	1,77	104	4,56		

2.2. Station II - Aval du batardeau de Sakassou

Date d'installation : le 10.03.1983.

Elle se trouve sur la rive droite, à l'aval immédiat du batardeau. Elle comporte deux éléments, dont un réglé de 0-1 m et une échelle de 1-2 m.

Le repère est une pointe fixée au dessus du mur du bassin de dissipation d'énergie à l'entrée du canal d'irrigation. Le zéro se trouve à -4,714 m sous le repère.

La proximité de la retombée d'eau de la retenue de pompage provoque un batillage important du plan d'eau à la station, d'où la difficulté de lire les cotes exactes. Ce choix a été imposé dans le souci d'une stabilité de la section en basses eaux, le lit étant très instable (sablonneux) à l'aval de l'ouvrage.

Mesures hydrométriques et étalonnage

Afin de pouvoir faire les mesures de débits à différentes altitudes du plan d'eau, il a fallu attendre la crue générée au barrage de la SODECI. Lachée le 12.03.83, elle est arrivée deux jours plus tard, et une douzaine de jaugeages a été effectuée. Les résultats sont portés sur le tableau suivant :

DATE	HAUTEURS (cm)	DEBIT (m ³ /s)
Le 13.03.83	34,5 - 35,0	0,215
	28,1 - 27,9	(0,083)
Le 14.03.83	25,5	(0,014)
	41,0 - 42,0	0,328
	47,0 - 48,0	0,444
	51,5 - 52,5	0,518
	56,0 - 57,0	0,610
Le 15.03.83	60,5 - 61,0	0,710
	63,0 - 63,5	0,757
	58,0 - 57,5	(0,613)
	50,5 - 50,0	(0,457)
Le 16.03.83	30,5	(0,154)

(N.B. : Les valeurs entre parenthèses () ont été mesurées alors que le pompage pour l'irrigation était en marche).

Ces valeurs permettent d'établir une courbe d'étalonnage avec une bonne précision (fig. 4). On note un double point d'inflexion correspondant à la côte de noyade du seuil.

Un barème centimétrique extrapolé jusqu'à 80 cm en est déduit.

Barème d'étalonnage de la Loka

Station : aval batardeau de Sakassou

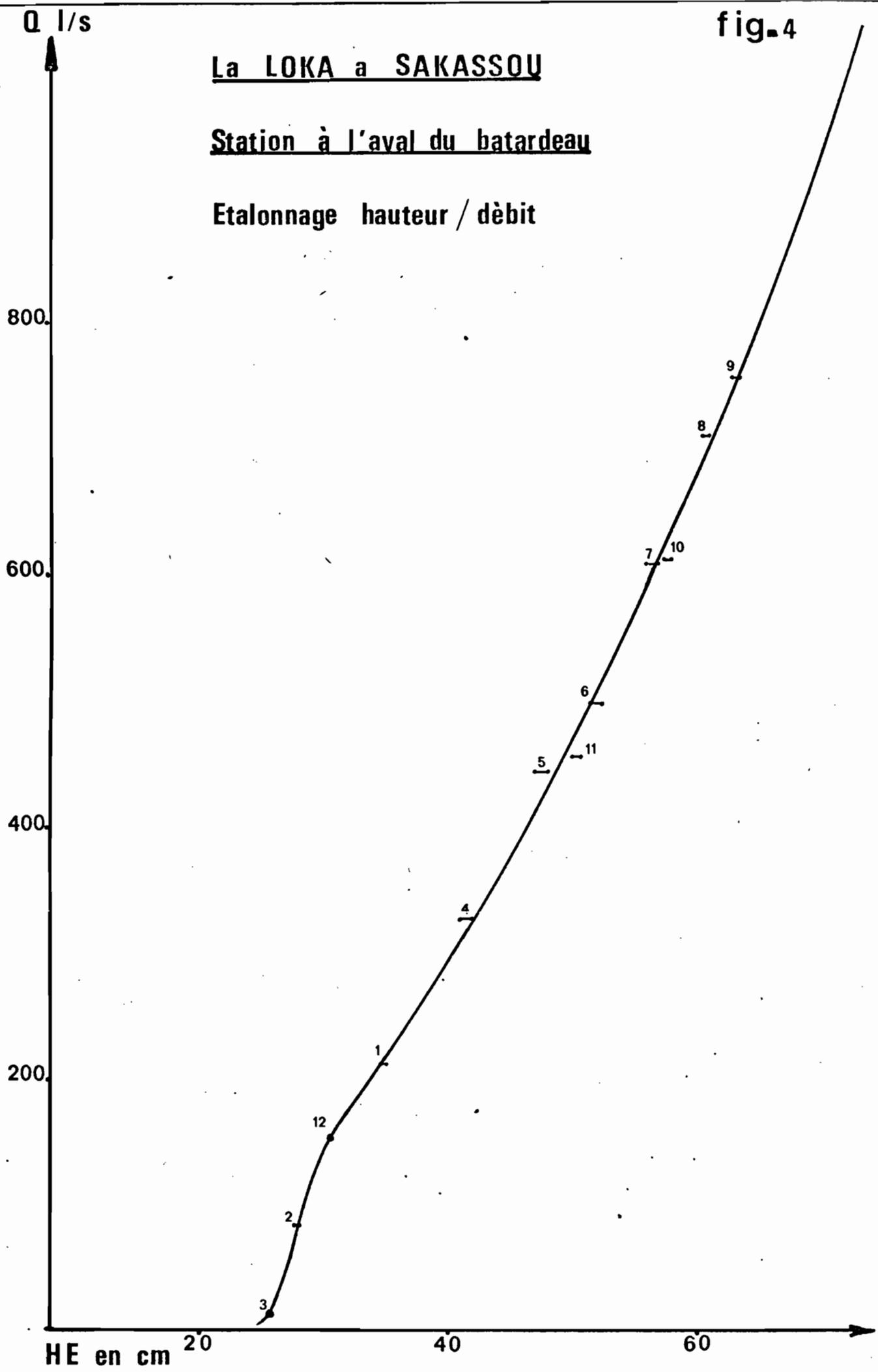
H(cm)	Q(m ³ /s)	H(cm)	Q(m ³ /s)	H(cm)	Q(m ³ /s)
		41	0,310	61	0,699
		42	0,327	62	0,723
		43	0,344	63	0,747
		44	0,361	64	0,772
		45	0,378	65	0,798
24	0,001	46	0,396	66	0,824
25	0,010	47	0,414	67	0,851
26	0,027	48	0,432	68	0,878
27	0,051	49	0,451	69	0,906
28	0,084	50	0,470	70	0,935
29	0,116	51	0,489	71	0,964
30	0,142	52	0,508	72	0,994
31	0,161	53	0,528	73	1,02
32	0,174	54	0,548	74	1,05
33	0,188	55	0,569	75	1,09
34	0,202	56	0,589	76	1,12
35	0,217	57	0,610	77	1,15
36	0,232	58	0,631	78	1,18
37	0,247	59	0,653	79	1,22
38	0,262	60	0,673	80	1,25
39	0,278				
40	0,294				

fig. 4

La LOKA a SAKASSOU

Station à l'aval du batardeau

Etalonnage hauteur / débit



2.3. Station III - Entrée du Canal d'irrigation

Date d'installation : le 10.03.83

Un réglé de 60 cm installé contre le mur droit du bassin de dissipation d'énergie. Le repère est le même que celui de la précédente station. Le zéro du réglé est à -0,714 m sous la borne. L'arrêt de l'écoulement est obtenu pour une cote de 10 cm à l'échelle.

Le bassin de dissipation d'énergie peut être assimilé à un déversoir rectangulaire, dont le débit est relié à la hauteur de la lame déversant par une formule hydraulique du type

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \sqrt{2g h}$$

où :

Q = débit, en m³/s (ou l/s)

μ = coefficient de débit du déversoir

l = longueur du seuil déversant, en m

h = hauteur de la lame, en m (ou cm)

g = accélération de la pesanteur, en m/s² (= 9,81)

De ce fait, la station bénéficie d'une parfaite stabilité.

Mesures hydrométriques et étalonnage

Des manoeuvres sur la vanne de la pompe ont permis d'effectuer des mesures de débit à 7 valeurs différentes de cote à l'échelle. Les résultats sont les suivants :

DATE	HAUTEUR (cm)	DEBIT (l/s)
13.03.83	21,4	185
	11,8	7
	14,0	32
	16,1	64
	18,1	103
	19,9	146
14.03.83	23,2	236

Ces valeurs permettent d'établir une courbe d'étalonnage avec une bonne précision (fig. 5). L'ajustement de la formule de déversoir sur ces mesures donne un coefficient de débit μ de 0,48.

L'extrapolation pour les cotes supérieures à 24 cm a été faite sur la prolongation parabolique de la courbe, plutôt que sur l'ajustement de la formule hydraulique.

Un barème centimétrique en est déduit jusqu'à une cote de 30 cm.

Barème d'étalonnage du canal d'irrigation

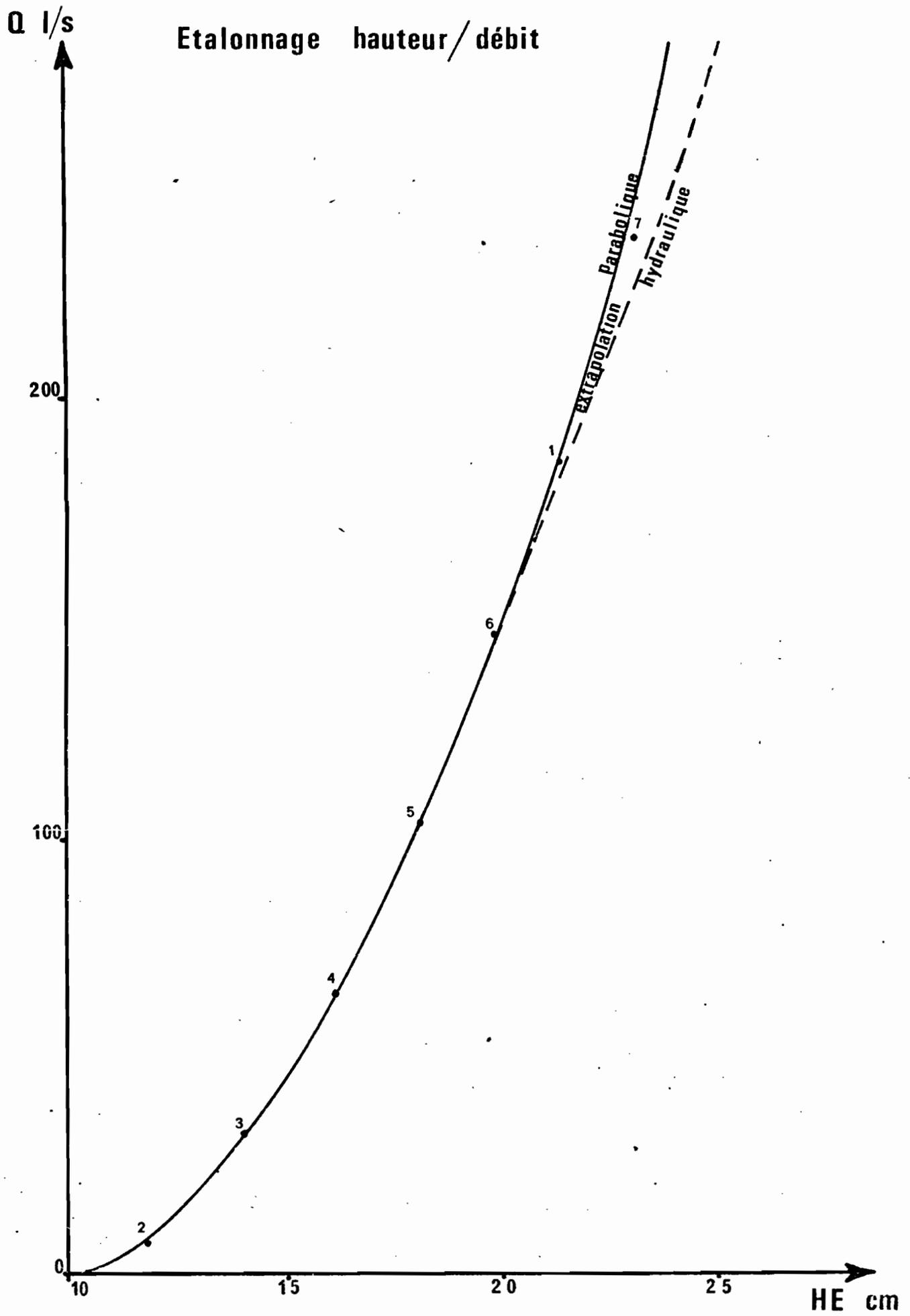
Station : Entrée du canal

H (cm)	Q (l/s)
10	0
11	4
12	11
13	20
14	31
15	45
16	61
17	78
18	99
19	122
20	147
21	174
22	204
23	236
24	270
25	307
26	345
27	387
28	430
29	476
30	524

fig-5

ENTREE du CANAL D'IRRIGATION

Etalonnage hauteur/débit



2.4. Station IV - Canal d'irrigation, route de Béoumi

Date d'installation : le 10.03.83.

Cette station constituée d'un seul élément d'échelle est installée à l'extrémité du canal d'alimentation, juste avant le passage de la route de Sakassou à Béoumi. La traversée sous la route est busée et assure la stabilité de l'étalonnage.

Le repère est une pointe fixée dans la dalle coulée à l'entrée de la buse. Le zéro se trouve à -1,144 m sous le repère.

Mesures hydrométriques et étalonnage

Quatre mesures de débit ont été effectués, correspondant aux débits faible, moyen, fort et très fort de la station de pompage.

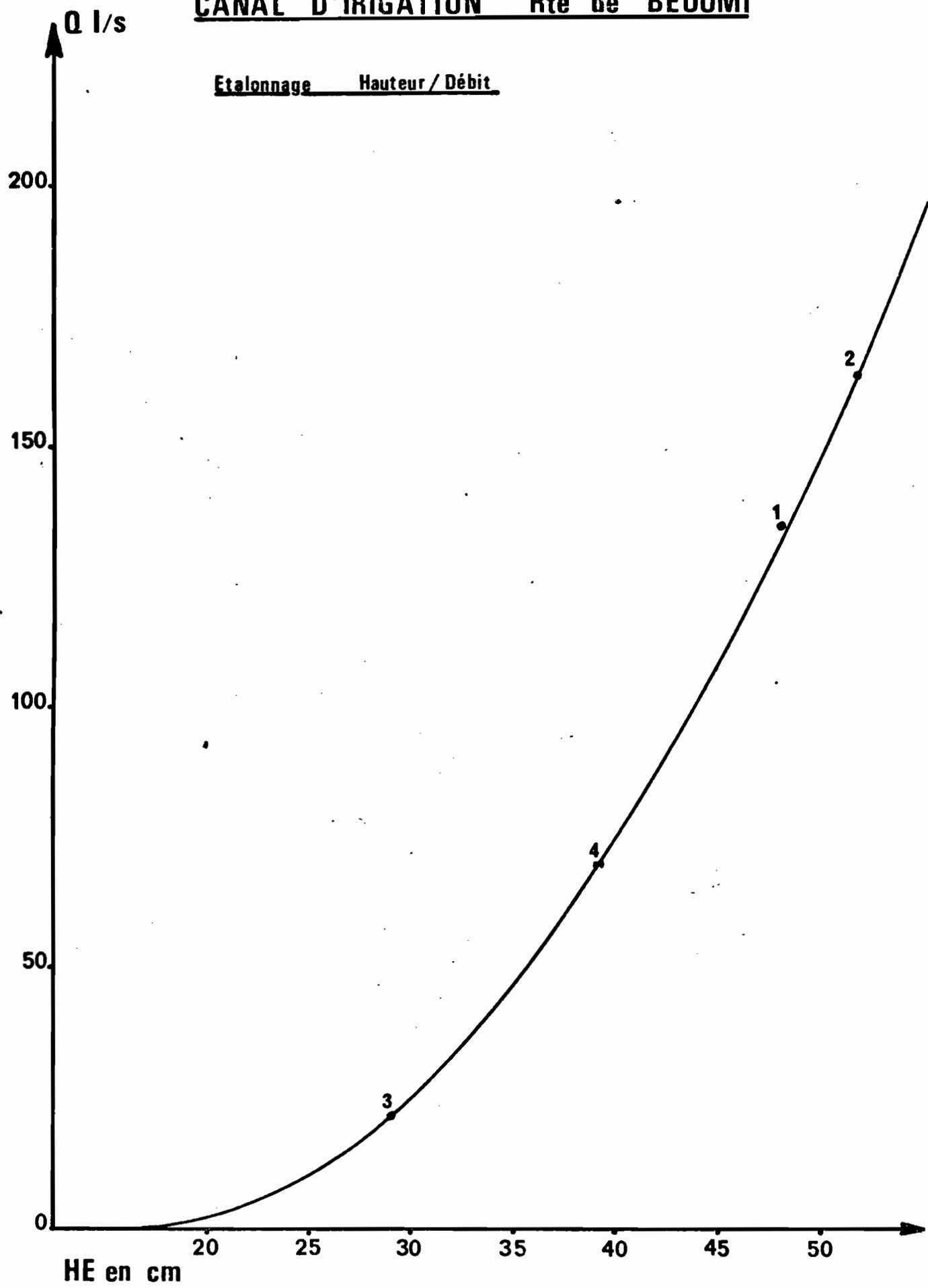
Résultat des jaugeages

DATE	HAUTEUR (cm)	DEBIT (l/s)
Le 13.03.83	48,0	135
14.03.83	51,8	164
	29,0	22
	39,2	70

Un étalonnage sommaire, mais précis est établi (Fig. 6). On en extrait le barème centimétrique correspondant.

fig-6

CANAL D'IRIGATION Rte de BEOUMI



Barème d'étalonnage du canal d'irrigationStation : route de Béoumi

H (cm)	Q (l/s)	H (cm)	Q (l/s)
20	1	40	74
21	2	41	81
22	4	42	87
23	6	43	94
24	8	44	101
25	10	45	108
26	13	46	116
27	15	47	123
28	18	48	131
29	22	49	140
30	25	50	148
31	29	51	157
32	33	52	166
33	37	53	175
34	42	54	185
35	47	55	195
36	52	56	205
37	57	57	215
38	62	58	225
39	68	59	236
40	74	60	247

3. PROPAGATION DE LA CRUE

Le volume de la crue générée au barrage de la SODECI est estimé à 115 000 m³, lâchée le 12.03.83 entre 9h. et 14h.30. La pointe a atteint 8 m³/s.

Avant son arrivée à Sakassou, cette crue va subir plusieurs modifications dont les deux principales sont :

- la perte en volume
- l'étalement des débits.

Les apports des affluents situés entre le barrage et Sakassou sont négligeables en ce moment de l'année (saison sèche).

La première modification se rapporte aux pertes subies par les eaux pendant le transport jusqu'à Sakassou. Ces pertes comportent essentiellement :

- l'infiltration
- l'évapotranspiration
- la rétention de surface.

Les pertes réellement importantes seront dues à l'infiltration (le sol étant très désaturé en fin de saison sèche, et à la rétention en surface consécutive au remplissage des basfonds. Une crue provoquée au barrage sera donc plus ou moins écrêtée à son arrivée à Sakassou, suivant l'état de remplissage du réseau.

La deuxième modification est due à l'amortissement de l'onde sur le parcours entre le barrage et la station de pompage.

La vitesse de propagation est fonction essentiellement de la rugosité du lit et de la pente longitudinale du cours d'eau.

Les hydrogrammes de crue observés aux deux stations figurent sur la page suivante.

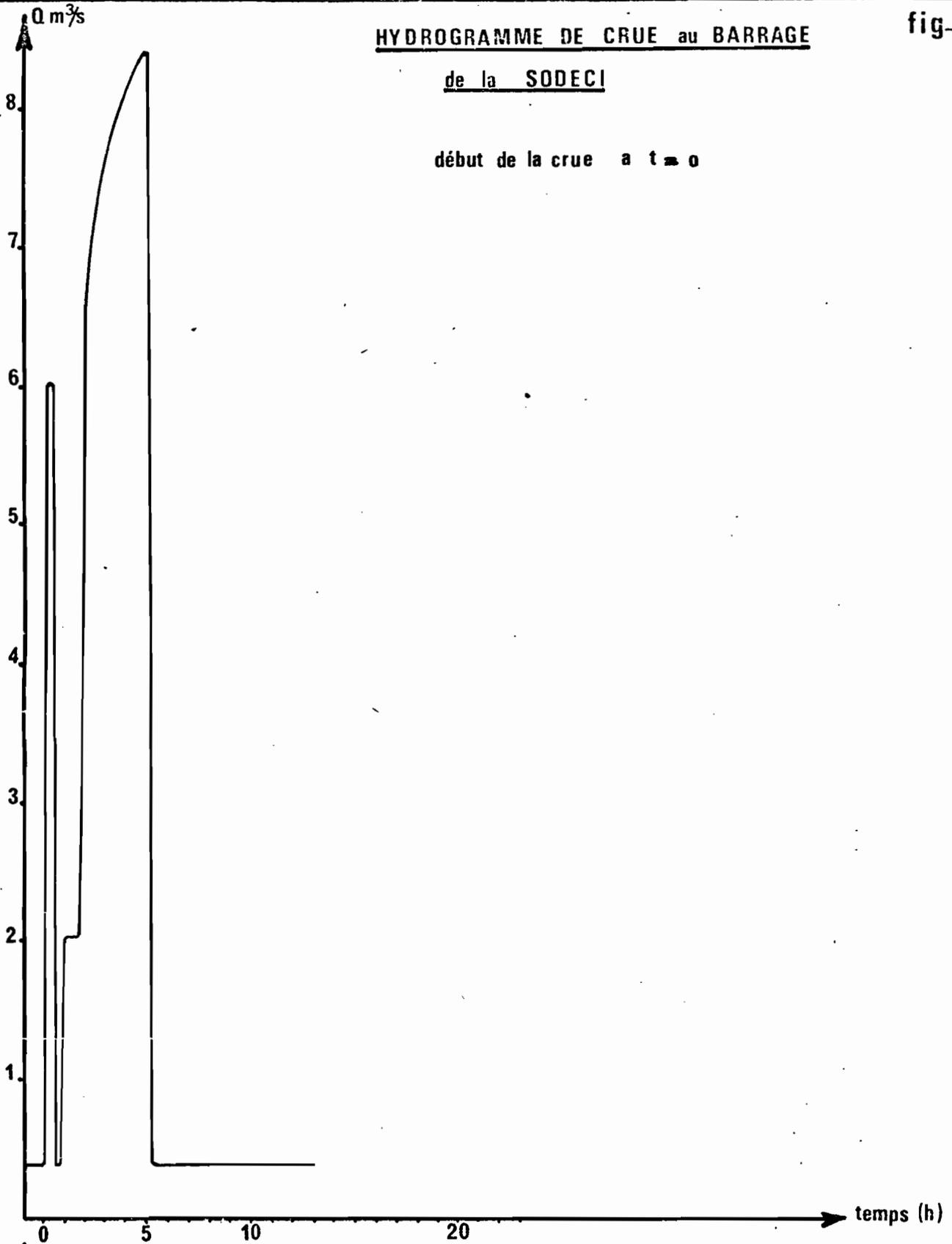
L'onde de crue est arrivée à Sakassou le 14.03.83 à 19h., soit un temps de parcours de 58 heures pour 40 km, donc une vitesse moyenne de 0,2 m/s. La pointe de la crue a atteint 0,800 m³/s, soit le dixième de la pointe au barrage.

Le volume total de la crue à l'arrivée est environ égal à la moitié du volume initial.

HYDROGRAMME DE CRUE au BARRAGE

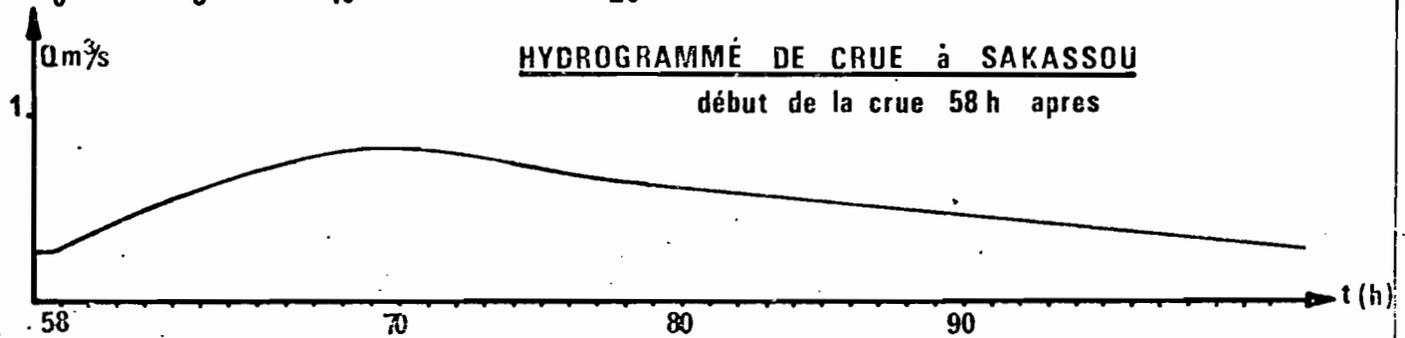
de la SODECI

début de la crue a $t = 0$



HYDROGRAMME DE CRUE à SAKASSOU

début de la crue 58 h apres



D'autre part, pour un débit constant de 400 l/s lâché au barrage, le débit restitué à Sakassou est seulement de 200 l/s.

Il n'est pas exclu que des prélèvements soient effectués en cours de route entre les deux points de mesure.

4. ALIMENTATION DU PERIMETRE RIZICOLE ; FUITES DANS LE CANAL D'AMENEE

Sur le canal d'amenée de la rizière sont aménagées des prises d'eau pour l'alimentation des parcelles cultivées. Les prises peuvent être ouvertes ou fermées, suivant qu'on veut ou non procéder à la mise en eau des parcelles.

Pour quatre valeurs de débit à la pompe (faible, moyen, fort et très fort), des jaugeages ont été effectués afin d'évaluer les fuites dans le canal.

Les résultats ainsi que les débits de pompage correspondants sont portés sur le tableau suivant :

Débit de pompage (l/s)	débit restitué au niveau de la route de Béoumi (l/s)	différence en %
35	22	37 %
95	70	25 %
185	135	27 %
236	164	30 %

A la précision de la mesure près, on peut donc estimer les pertes le long des deux kilomètres de canal à environ 30 % du débit pompé.

CONCLUSION

En l'état actuel des stations, les résultats obtenus sont satisfaisants.

On peut cependant émettre quelques réserves quant à la pérennité des courbes d'étalonnage, notamment celles des deux stations situées dans la Loka, qui sont susceptibles de variation par les fortes crues, ou toute autre modification apportée au lit de la rivière (par exemple, la rectification du lit prévue à l'aval de la station de Sakassou). Des jaugeages de contrôle devraient être faits régulièrement pour vérifier qu'il n'y a pas eu détarage.

La crue générée au barrage de la SODECI a été produite dans un état bien particulier du réseau hydrographique aval. D'autres essais peuvent être envisagés et réalisés facilement en se reportant aux étalonnages établis.