

12 FEV. 1980

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE MALGACHE

MINISTRE DU DEVELOPPEMENT RURAL
ET DE LA REFORME AGRAIRE

SERVICE DE L'IRRIGATION AGRICOLE

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION A ANTANANARIVO

ANALYSE

DOCUMENTATION

ETUDE DE LA RIVIERE KIMAZIMAZY
AU SITE DE RETENUE DE SOATANANA-MITSINJO
COMPTE-RENDU DES TRAVAUX
DE LA SAISON DES PLUIES 1978-79
- Résultats provisoires -

Contrat d'étude technique n° 1334
Etude financée par le Fonds
Européen de Développement

J. DANLOUX

1979

7 JUIL. 1994

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 13095

Cote : B

ORSTOM
HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

71948

I - CONTROLES ET MESURES HYDROLOGIQUES

I.1. - Le Dispositif de contrôle limnimétrique (Fig. 1)

Assuré à compter du 24 novembre 1978 par deux stations limnigraphiques doublées d'échelles limnimétriques et distantes d'environ 2 Km.

- Station amont, dite station ORSTOM :

Installée le 24 novembre 1978, directement en amont de la première brèche rive gauche, elle est équipée d'un limnigraphe à flotteur OTT, type X, à rotation hebdomadaire. Afin de limiter les ensablements du puits de mesures, le limnigraphe ne fonctionne qu'à partir de la cote + 1,83 m à l'échelle (de 0 à 5 m), les observations tri-journalières (de novembre à avril) à cette dernière complétant les enregistrements limnigraphiques. Les maximums de crue présentant des débordements (en rive gauche et rive droite) ont été nivelés.

L'accès à cette station est difficile en saison des pluies (zones inondées, rapidité et importance des crues,...).

- Station aval, dite station FOFIPA :

Installée depuis fin octobre 1978 par le FOFIPA, cette station a été suivie avec plus ou moins de succès au cours de l'année 1977-78 (Cf. rapport de campagne).

Si sa situation, en aval des premières diffluences, ne permettait pas un contrôle correct de la rivière, son utilisation en station secondaire et les facilités d'accès (pour une équipe installée à MITSINJO) ont permis de compléter les observations de la station amont (maximums de crue, données "anciennes").

La prise du puits de mesures, totalement ensablée fin février 1979, n'a pu être dégagée que le 22 mars 1979.

I.2. - Mesures et étalonnages

- Mesures et étalonnages à la station ORSTOM (Fig. 2)

158 jaugeages, à gué avec perche, ou en embarcation avec perche ou saumon et treuil avec exploration du champ des vitesses au moulinet, ou encore par flotteurs pour la mesure des vitesses superficielles, ont été réalisés au cours des 6 mois de la saison des pluies, pour des débits allant de 0,14 à 149 m³/s et des hauteurs à l'échelle de 0,14 à 4,95 m (Cf. compte-rendus des travaux de novembre 1978 à avril 1979).

LA KIMAZIMAZY A SOATANANA

Implantation des stations

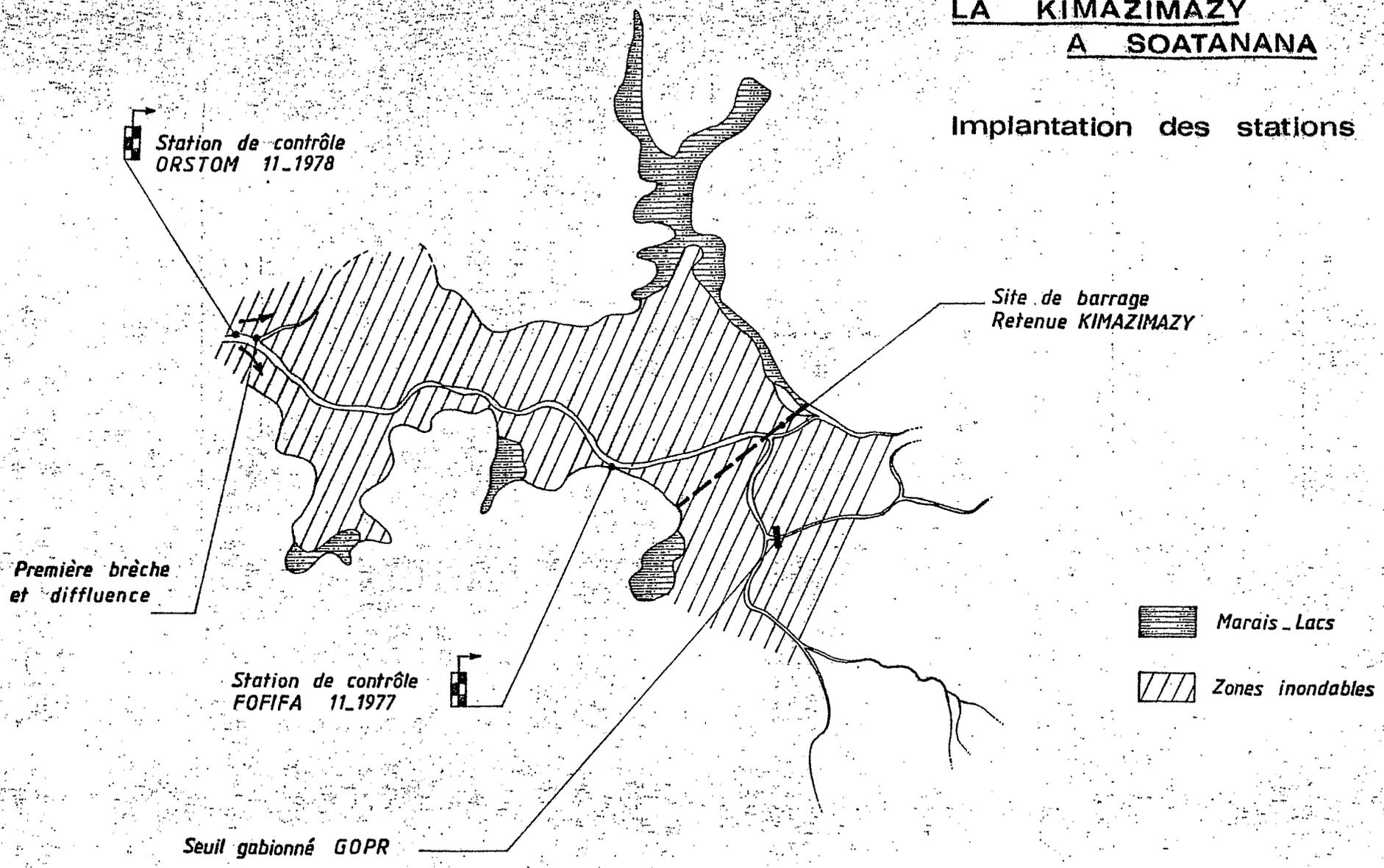


Fig - 1

Les résultats de ces mesures montrent :

- une non univocité limitée (de 0,50 à 3,50 m à l'échelle) du tarage qui pourra être corrigée, soit par la méthode du gradient limnigraphique, soit par l'utilisation directe des nombreux jaugeages.

- que l'implantation d'une station amont a permis un meilleur contrôle des débits qui transitent pour l'essentiel et jusqu'à la cote + 5,00 m dans le lit mineur, rendant possible l'évaluation des débits de très hautes eaux.

BAREME D'ETALONNAGE

H m	Q m ³ /s	H m	Q m ³ /s	H m	Q m ³ /s
3,60	33,0	4,25	61,7	5,00	162
3,80	41,0	4,50	74,8	5,25	282
4,00	50,0	4,75	91,0	5,50	419
				5,70	526

- Etalonnage de la station FOFIFA (Fig. 3)

A partir des observations journalières et des relevés des maximums de crue (d'après limnigrammes et nivellement des délaissées), il a été possible d'établir une relation entre les échelles amont et aval, qui permet :

- de repréciser la courbe de tarage en régime uniforme entre les cotes 2,50 m et 3,50 m
- d'avoir un ordre de grandeur des débits de crue transitant dans toute la section (le lit majeur atteint plus de 600 m) et non plus dans le seul bief "contrôlé".

Fig.2

LA KIMAZIMAZY A SOATANANA
Extrapolation de hautes-eaux

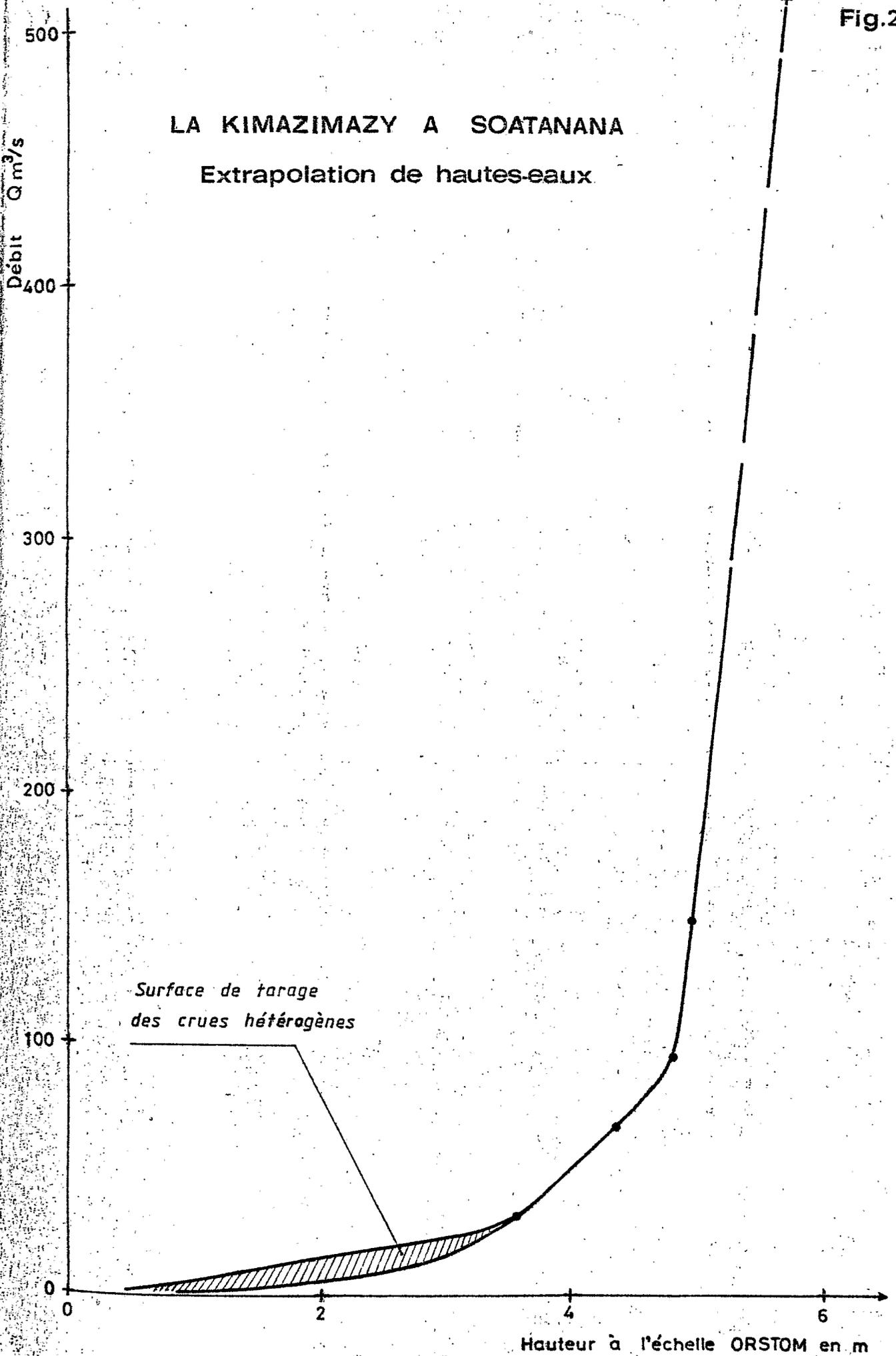
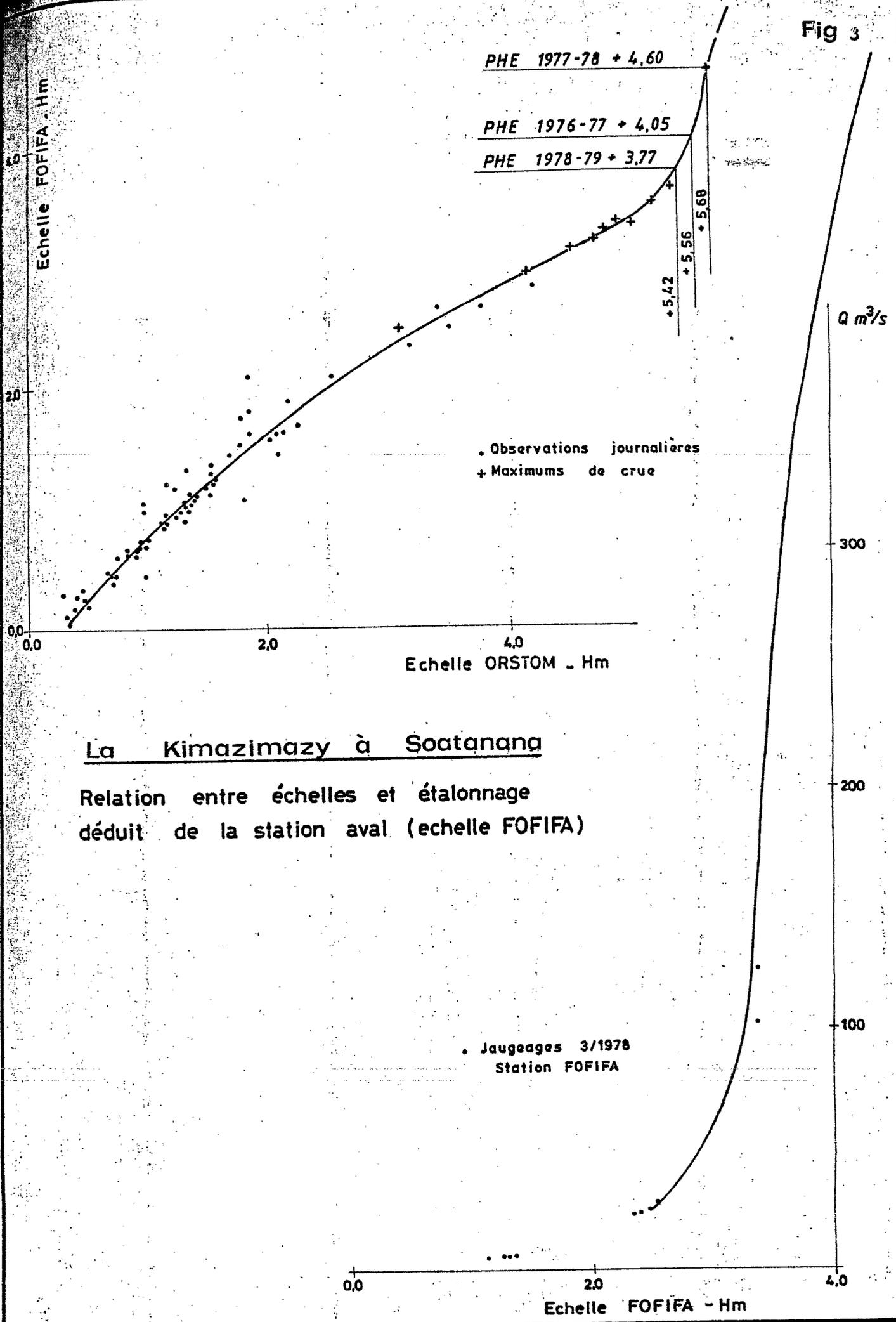


Fig 3



La Kimazimazy à Soatanana

Relation entre échelles et étalonnage déduit de la station aval (echelle FOFIFA)

MAXIMUMS DE CRUS KIMAZIMAZI

Date	Station ORSTOM		Station FOPIFA
	H m	Q m3/s	H m
PHE 1977-78	5,68	515	4,60
13/12/1978	4,53	76,3	3,12
23/12/1978	3,09	-	2,47
25/12/1978	5,03	177	3,31
15/1/1979	4,14	56,3	2,91
17/1/1979	4,73	89,0	3,19
5/2/1979	4,91	129	3,34
6/2/1979	4,81	99,0	3,28
21/2/1979	5,20	263	3,50
22/2/1979	5,37	350	3,62

BAZEME D'ETALONNAGE

H m	Q m3/s	H m	Q m3/s	H m	Q m3/s
2,60	32,0	3,25	90,0	4,00	428
2,80	45,0	3,50	258	4,25	480
3,00	65,0	3,75	368	4,60	515

I.3. - Estimation des débits maximums de crue (fig. 4)

S'il paraît exclu de pouvoir établir des corrélations pluies - débit maximal à partir des seuls relevés des postes qui "entourent" le bassin (trop grande variabilité des pluies à caractère orageux), et pour toutes les crues connues, il est possible d'étudier les précipitations et les crues consécutives aux dépressions et cyclones qui demeurent par leur ampleur des phénomènes régionaux, même si la répartition des pluies observées présente des variations rapides.

Avec les quatre crues liées au passage des dépressions tropicales (Emilie, Angèle et Dora) et pour lesquelles on dispose de relevés tant à MAINTIRANO qu'à MORAFENOBE, une relation peut être établie à partir des valeurs journalières (l'indice retenu étant égal à $1 \text{ MAINTIRANO} + 3 \text{ MORAFENOBE} / 4$), en admettant que la plupart des crues sont indépendantes, ce qui semble bien être le cas le plus fréquent sur la KIMAZIMAZY (crues extrêmement rapides).

Les crues consécutives aux grands cyclones étant les plus importantes, des évaluations de débit ont été tentées pour les crues liées au passage des principaux cyclones, en particulier pour ceux de janvier 1956 (dépression tropicale sur le canal de Mozambique) et de janvier 1937 (cyclone tropical de Madagascar-Mascareignes), qui présentent les plus forts indices connus pour les périodes 1955-79 (25 ans) et 1930-79 (50 ans).

CRUES KINAZIMAZY

Date	Hauteur H m	Débit Q m ³ /s	PLUVIOMETRIE					Indice pluvio	
			Date	Postes					
				MAINT.	ANBOR.	MORAF.	BEHOR.		ANTSAL.
26/3/79	5,42	377	25/3	0,6	28,8	0,0	11,0	32,3	-
22/2/79	5,37	<u>350</u>	21/2 (Dora-1)	<u>84,8</u>	17,5	<u>61,8</u>	25,5	61,4	68
3/2/79	5,25	289	2/2	38,3	1,9	1,5	0,0	0,0	-
5/2/79	5,18	<u>253</u>	4/2 (Dora-2)	<u>120,6</u>	52,4	<u>45,2</u>	0,0	30,0	64
26/12/78	5,03	<u>177</u>	25/12 (Angèle)	<u>40,2</u>	50,7	<u>59,0</u>	2,2	12,2	54
28/1/78	(5,68)	<u>515</u>	27/1 (Georgia)	<u>98,8</u>	-	-	-	-	-
6/2/77	(5,56)	<u>451</u>	5/2 (Emilie)	<u>143,9</u>	-	<u>85,0</u>	-	-	100
31/1/73		(440)	30/1 (Hortense)	<u>172,2</u>	-	<u>80,0</u>	-	-	103
11/1/70		(470)	10/1 (Genevieve)	<u>24,2</u>	-	<u>138,0</u>	-	-	110
27/1/56		(530)	26/1	<u>178,3</u>	-	<u>110,3</u>	-	-	127
7/1/37		(560)	6/1	<u>97,9</u>	-	<u>149,0</u>	-	-	136

Si l'on estime, en l'absence de relevés à MORAFENCOS ou de mesures sur la KINAZIMAZY entre 1970 et 1976, que le débit maximum annuel de 1971-72 (cyclone Eugénie), considéré d'après les enquêtes effectuées au cours de la précédente campagne sur le NAMELA et le DEMOKA comme le plus important de ces vingt dernières années, est proche des valeurs de 1955-56 et 1936-37, on obtient l'échantillonnage suivant :

Année	Débit Q m ³ /s	Période 1930-1979			Période 1955-1979		
		Rang	T ans	F	Rang	T ans	F
1978-79	377	-	-	-	-	-	-
1977-78	515	4	12,5	0,08	3	8,33	0,12
1976-77	451	-	-	-	-	-	-
1972-73	440	-	-	-	5	5,0	0,20
1971-72 (530-560)		2	25,0	0,04	1	25,0	0,04
1969-70	470	5	10,0	0,10	4	6,25	0,16
1956-57	530	3	16,7	0,06	2	12,5	0,08
1936-37	560	1	50,0	0,02	-	-	-

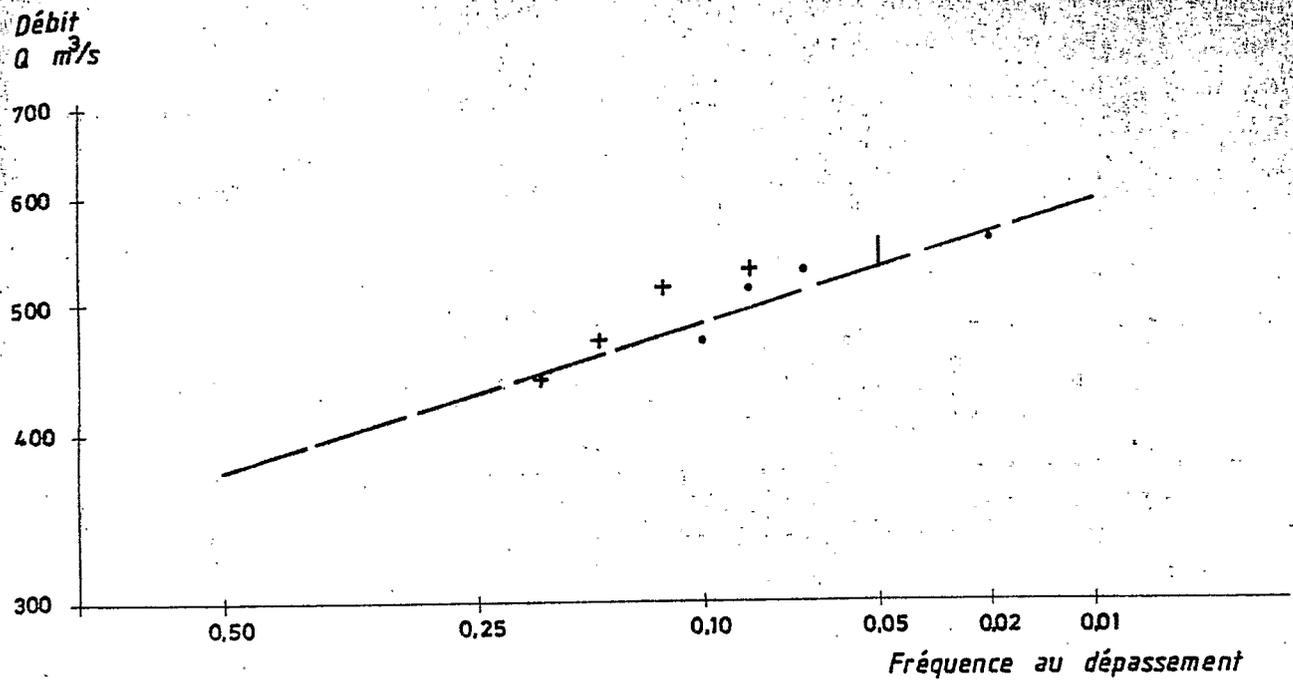
Ce qui donne, suivant une loi de Galton, comme ordre de grandeur de la crue centennale, un débit de pointe de 600 m³/s.

II - ETUDE DES TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION

II.1. - Méthode de traitement employée

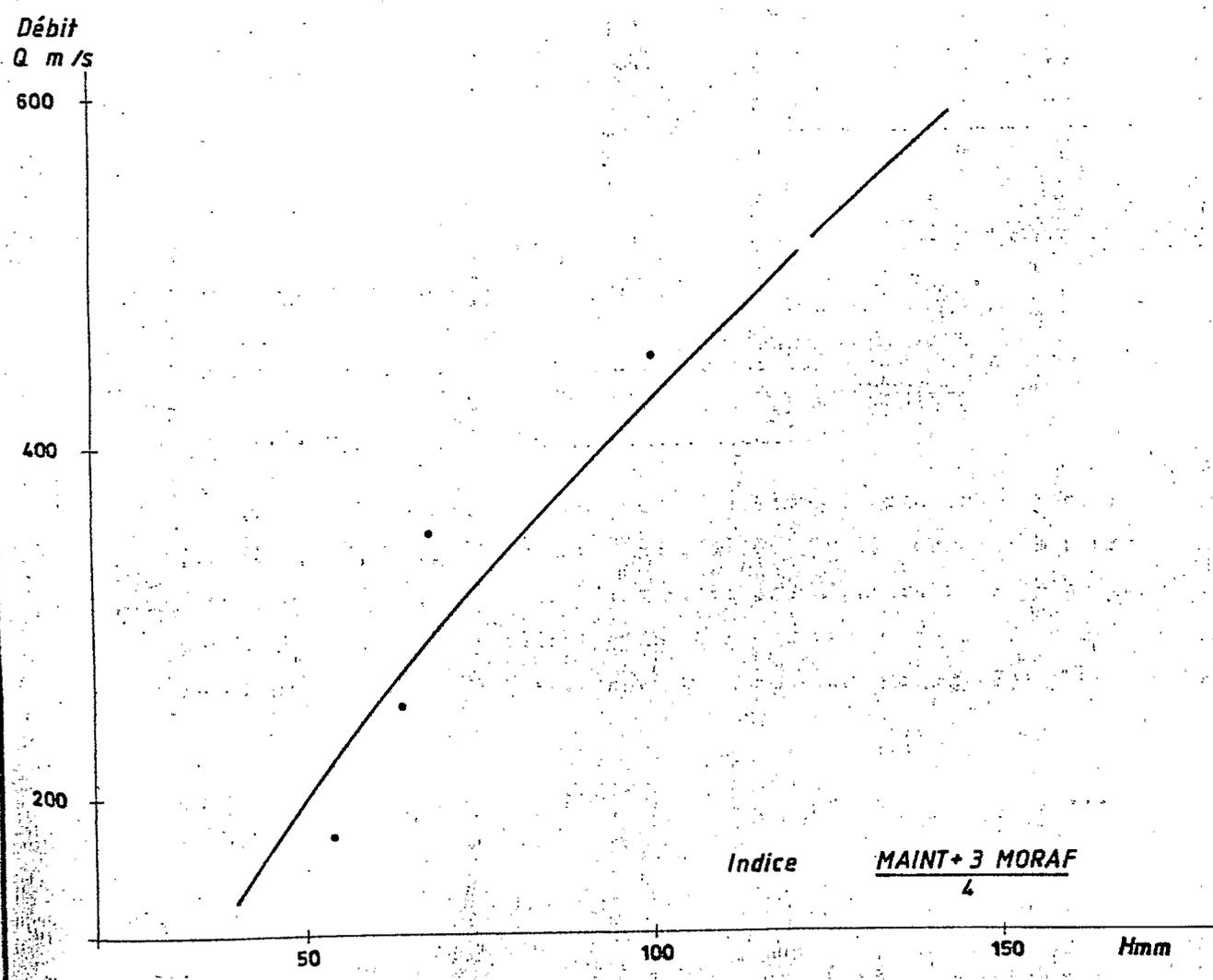
Les prélèvements ont été effectués avec des bouteilles jaugées de 1, 2 et 3,6 l, soit directement en rivière (prélèvement de bordure ou lors des jaugeages à gué), soit par l'intermédiaire d'un tuyau de prise installé entre poids de lestage et moulinet et raccordé à une pompe JAFY installée sur le porte-à-faux du treuil de jaugeage (jaugeages avec embarcation pneumatique).

...



La Kimazimazy à Soatanana

Evaluation et ordre de grandeur des maximums de crue



Les prélèvements sont légèrement acidifiés et le siphonnage se fait après plusieurs jours, ou plus rapidement après chauffage au bain marie, sur des eaux parfaitement décantées.

Les échantillons sont repris en béchers, passés en étuve jusqu'à obtention des résidus secs qui sont pesés avec une balance de précision (METTLER-H8) après séjour en dessiccateur afin d'éviter toute reprise de poids (réabsorption d'humidité par le résidu sec).

Les difficultés d'installation et de fonctionnement d'une pareille station sont dues essentiellement aux mauvaises conditions d'accès :

- Matériels de laboratoire acheminés par charrette ou par portage (balance), la piste ayant été coupée fin novembre.
- Problèmes de ravitaillement en butane (étuve à gaz), en carburant (groupe électrogène d'accompagnement de la balance électrique), en eau de rinçage,...

II.2. - Calculs du débit solide en suspension

Si, comme pour les jaugeages, le dépouillement le plus satisfaisant consiste à déterminer en chaque point le produit vitesse-concentration, à tracer les "paraboles" pour chaque verticale et par double intégration graphique à en déduire le débit solide (fig. 9), le temps, les conditions de travail et le nombre de prélèvements ne permettent d'effectuer qu'un nombre réduit de mesures aussi complètes.

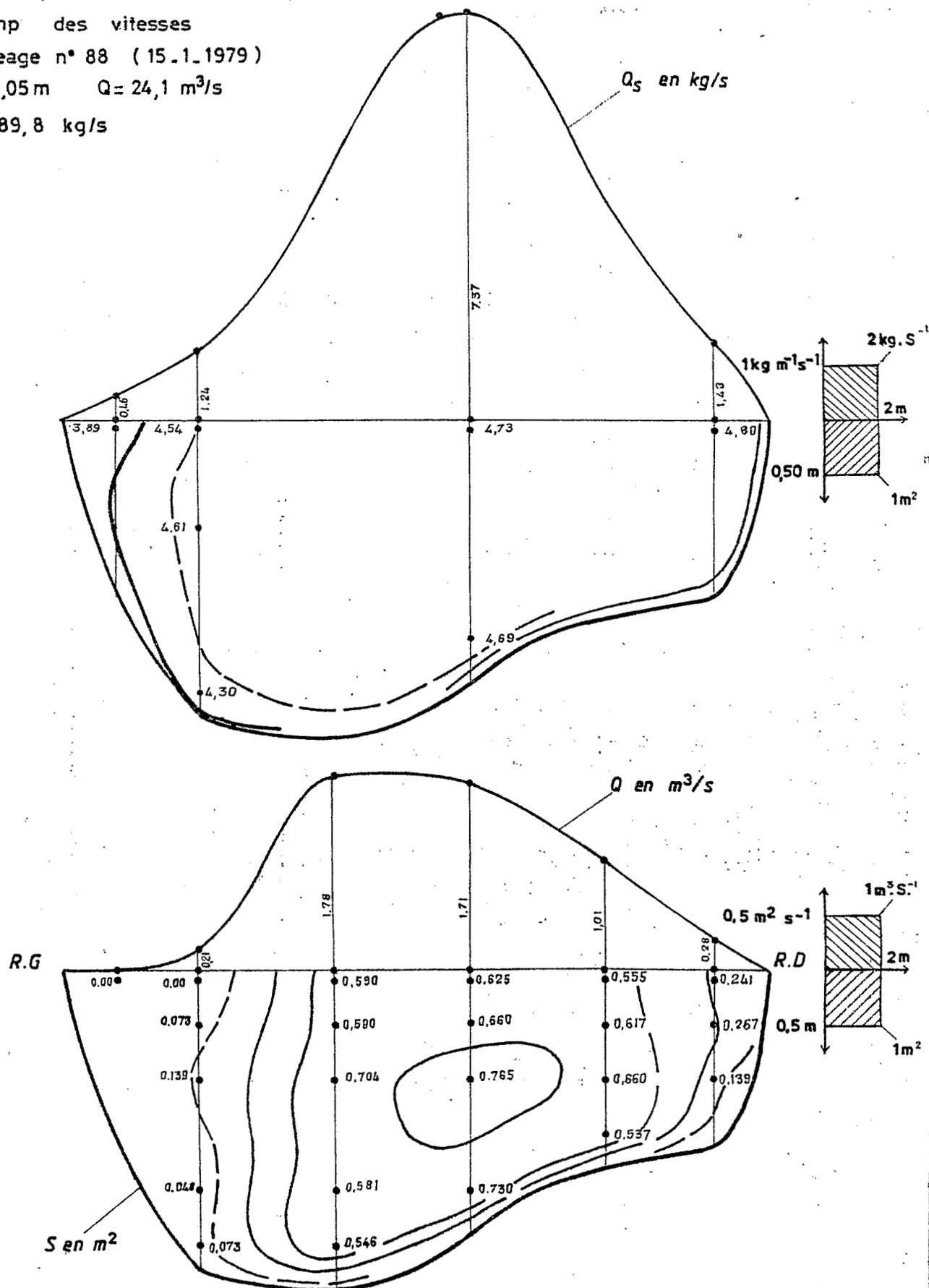
Aussi, en dehors de ces jaugeages avec échantillonnage de toute la section de mesures, des prélèvements réguliers ont été réalisés à partir de la berge rive droite.

Dépouillement des jaugeages et des mesures de transports solides avec exploration du champ des vitesses

Jaugeage n° 88 (15.1.1979)

H = 3,05 m Q = 24,1 m³/s

Q_s = 89,8 kg/s



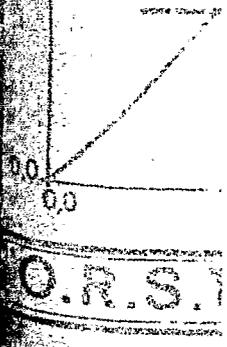
JAUGEAGES COMPLETS

N°	Date	Hauteur H m	Débit Q m ³ /s	Transport solide Q _s kg/s	Concentration moyenne C _M g/l	Concentration en rive droite C _R g/l
57	12/12/78	1,265-1,235	2,82	3,02	1,07	0,86
65	23/12/78	1,02-0,97	3,92	5,26	1,34	0,80
88	15/1/79	1,21-2,89	24,1	52,0	3,73	3,79
91	15/1/79	2,28-2,10	13,0	45,1	3,47	(2,87)
99	18/1/79	1,17-1,11	5,03	9,40	1,87	1,57
107	21/1/79	1,235-1,18	5,77	11,4	1,98	1,11
109	22/1/79	1,07-2,02	8,82	16,5	1,87	1,11
121	26/1/79	1,66-1,67	9,96	9,28	0,93	1,02
132	31/1/79	1,14-1,12	6,14	2,87	0,47	0,50

La comparaison de ces différentes concentrations permet d'établir une relation entre la concentration moyenne réelle C_M, et celle C_R d'un simple prélèvement témoin en rive droite (Fig. 6).

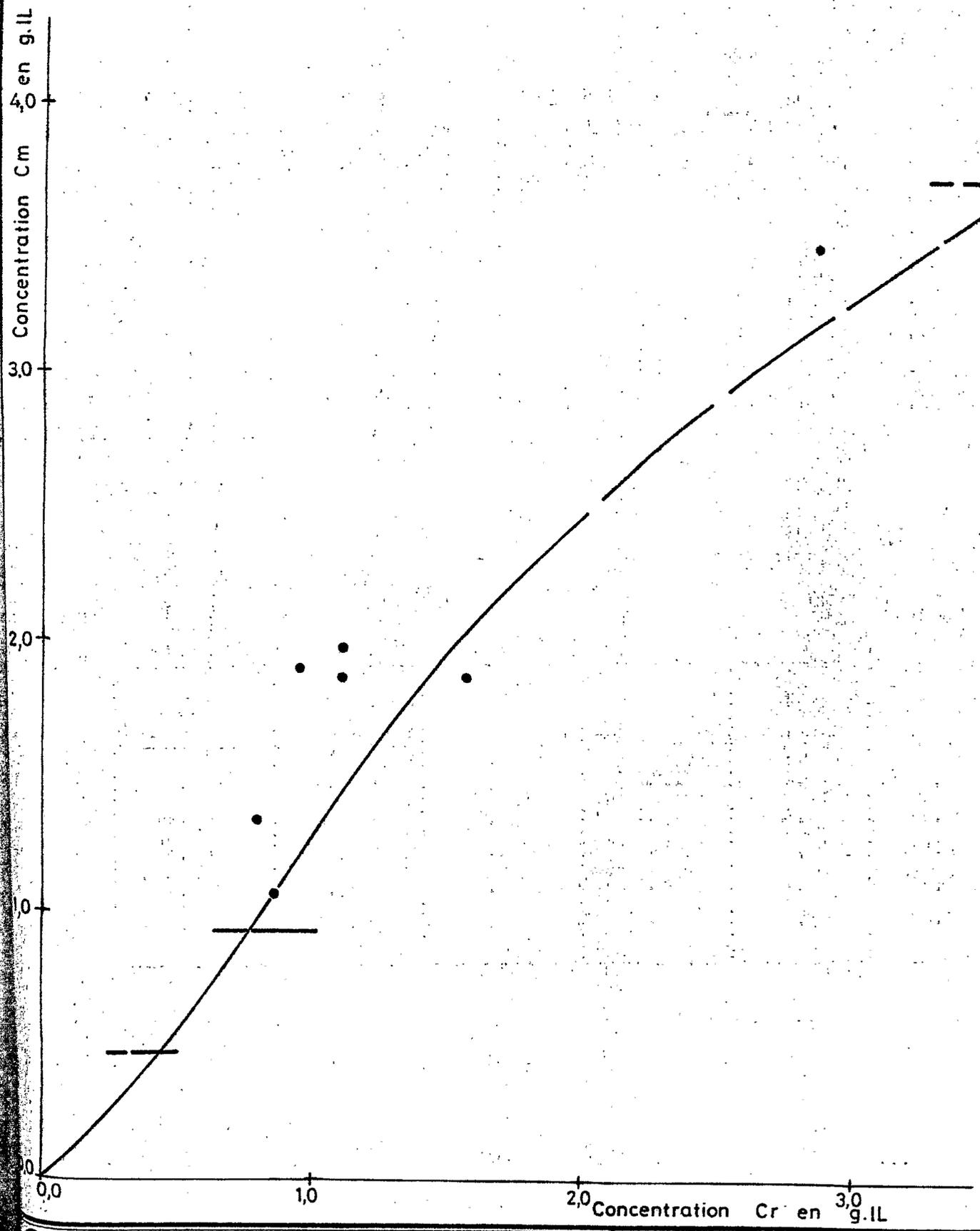
C _R	C _M	C _R	C _M	C _R	C _M
0,00	0,00	1,25	1,62	2,50	2,82
0,25	0,27	1,50	1,96	3,00	3,29
0,50	0,55	1,75	2,22	3,50	3,63
0,75	0,92	2,00	2,48	4,00	4,00
1,00	1,29	2,25	2,65	5,00	5,00

...



LA KIMAZIMAZY
A SOATANANA

Relation entre la concentration moyenne C_m
et la concentration C_r d'un échantillon témoin



II.3. - Relations entre débit liquide et débit solide

Bien qu'un nombre important de prélèvements en rive droite ait été réalisé, l'étude des variations de la concentration moyenne des matières en suspensions nécessite des prélèvements en continu (ce qui demeure difficilement concevable sur des rivières soumises à de grandes variations du plan d'eau et des débits) ou l'établissement de relations entre débit liquide (connu d'après les étalonnages) et débit solide.

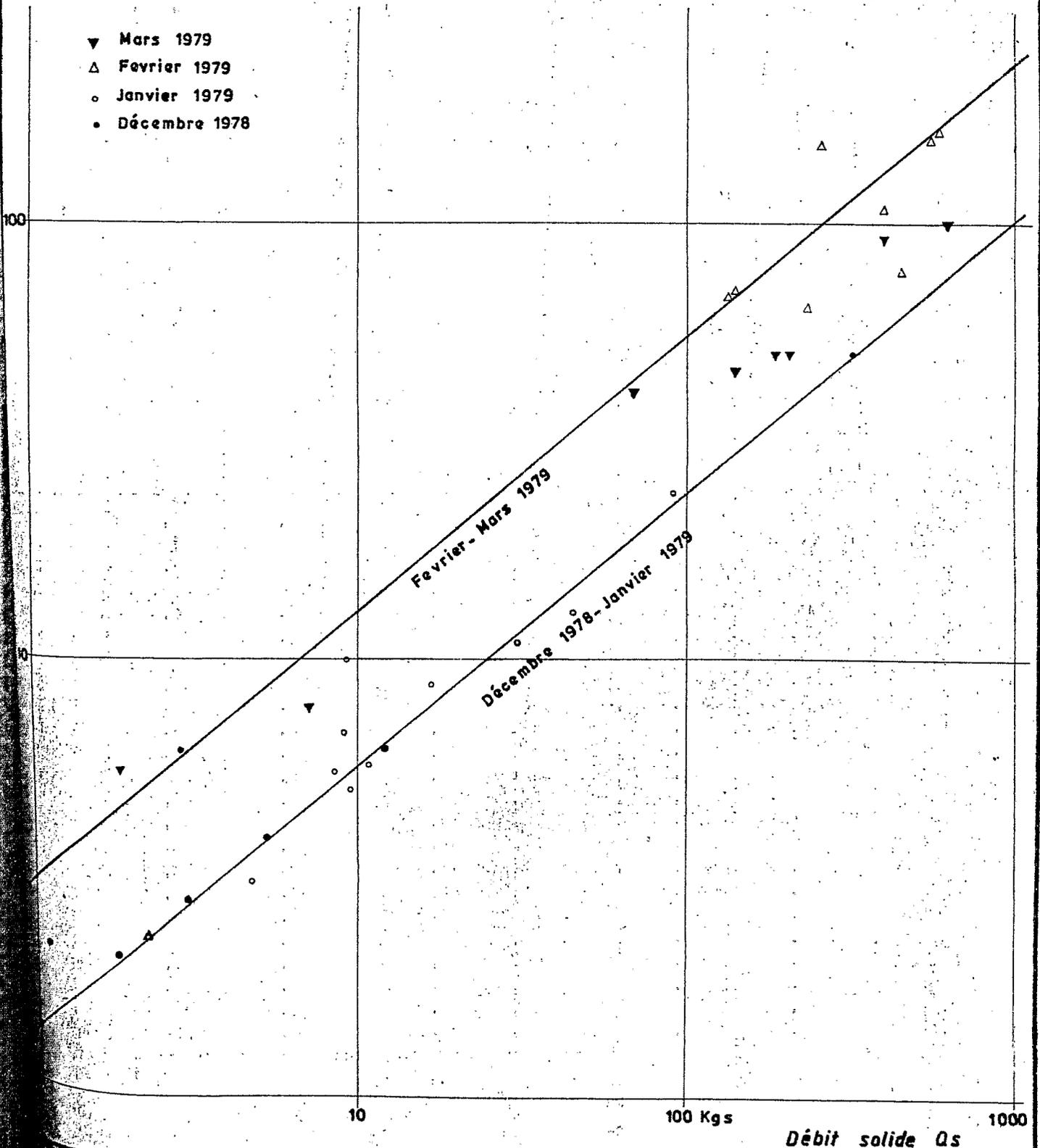
A partir des valeurs présentées ci-dessous, deux relations ont été retenues (fig. 7) de décembre à mars,

- l'une de début de saison des pluies (décembre 1978-janvier 1979), période où se situent les plus forts transports solides, les premières pluies et crues balayant littéralement le bassin dont le maigre couvert végétal vient d'être brûlé
- l'autre de mi-saison des pluies (février à mars 1979), avec des concentrations plus faibles.

Date	Hauteur H m	Débits		Date	Hauteur H m	Débits	
		liquide Qm ³ /s	solide Kg/s			liquide Qm ³ /s	solide Kg/s
1/12/78	0,41	1,05	2,75	21/1/79	1,31-1,27	6,85	9,05
2/12/78	0,21	0,24	0,51	21/1/79	1,23-1,18	5,77	11,4
3/12/78	0,14	0,14	0,07	21/1/79	2,07-2,02	8,82	16,5
12/12/78	1,26-1,24	2,82	3,02	22/1/79	4,84	108	393
17/12/78	0,45	1,25	0,91	26/1/79	1,66-1,67	9,96	9,28
22/12/78	0,38	0,65	0,21	29/1/79	0,69	2,08	0,39
23/12/78	1,31-1,25	6,22	11,8	31/1/79	1,14-1,12	6,14	2,87
24/12/78	0,355	1,02	0,38	5/2/79	4,56-4,57	78,0	343
26/12/78	4,00	50,0	311	6/2/79	(4,35)	68,2	130
28/12/78	0,68	2,10	1,85	6/2/79	4,42	70,6	135
30/12/78	0,66	2,40	0,29	20/2/79	5,25	289	1087
31/12/78	0,67-0,66	2,14	1,11	20/2/79	4,30	64,3	227
2/1/79	1,645	5,55	8,49	21/2/79	4,98	155	547
4/1/79	0,83	3,08	4,68	21/2/79	5,00	162	575
5/1/79	0,58	1,65	0,78	21/2/79	5,27	299	1061
10/1/79	0,64	1,96	0,88	18/3/79	4,81	99,0	629
12/1/79	0,465	0,96	0,19	18/3/79	3,90	45,5	139
14/1/79	0,37	0,65	0,08	26/3/79	3,80	41,0	68,1
15/1/79	3,32	(25,0)	96,0	26/3/79	4,00	50,0	198
15/1/79	3,05	24,1	89,8	26/3/79	4,76	92,0	387
17/1/79	2,19	13,0	45,1	26/3/79	4,00	50,0	180
18/1/79	1,80	10,9	30,4	29/3/79	1,17	5,50	1,93
19/1/79	1,17-1,11	5,03	9,40	30/3/79	1,43	7,73	7,11

Relations entre Débits solide et liquide
au cours de la saison des pluies 1978-79

Débit liquide
 $Q \text{ m}^3/\text{s}$



La Kimaizimazy à Soatanana

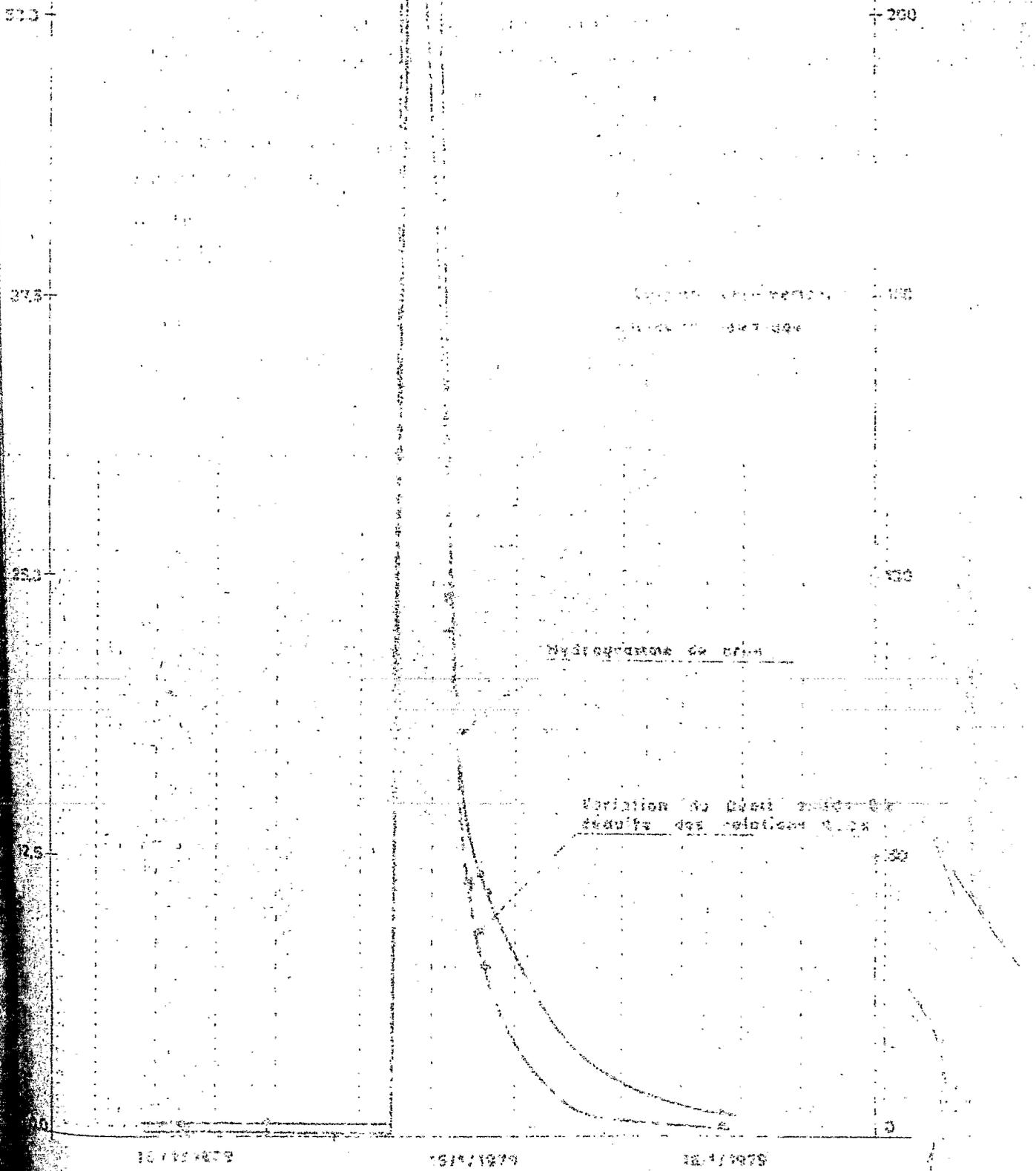
Fig. 8

- 10 -

- Variations des débits liquide et solide (Crue du 15/1/1979)
- Comparaison entre valeurs déduites et prélèvements transports solides

Q en m³/s

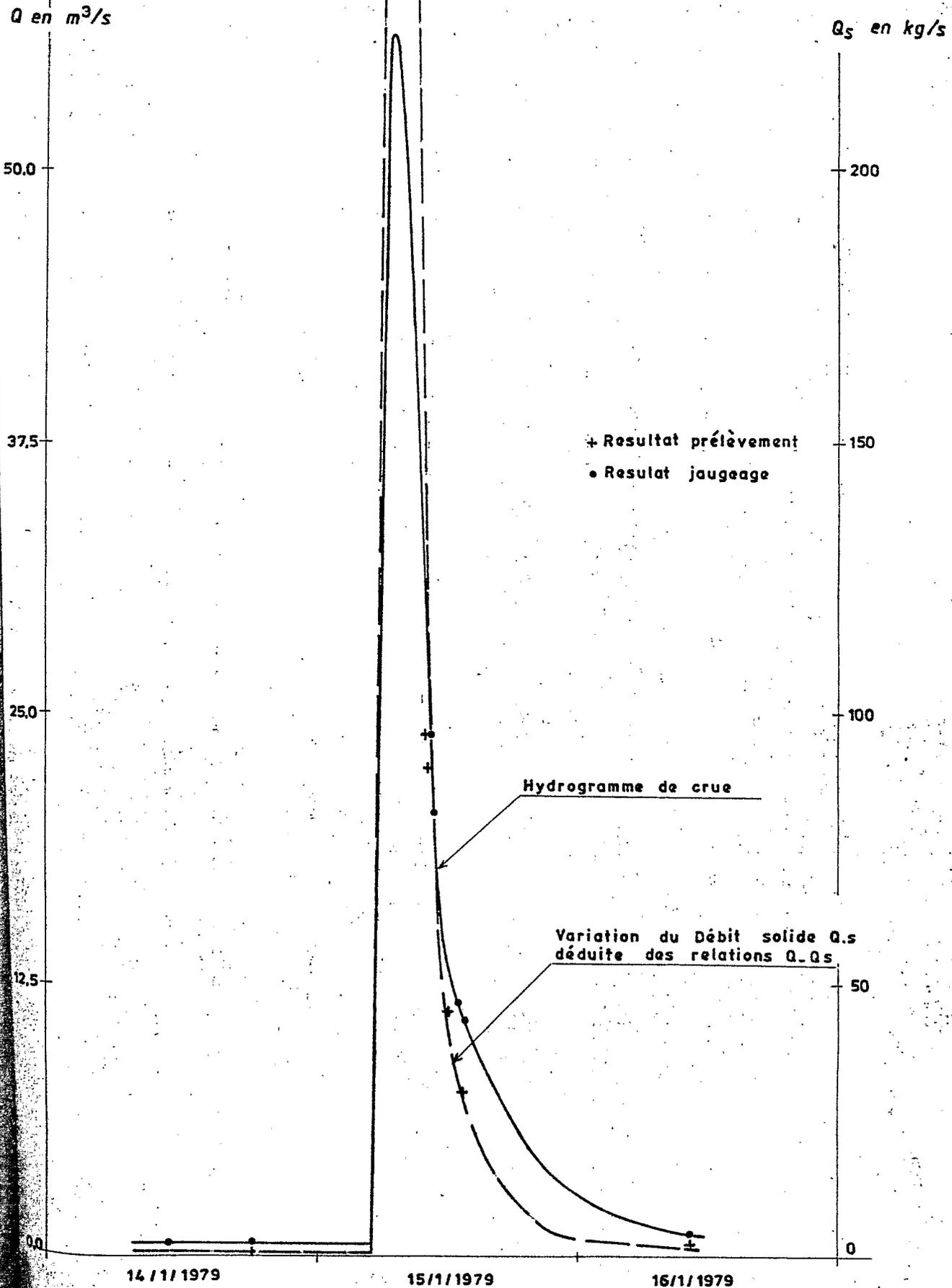
Ces relations devraient permettre de calculer les turbidités moyennes journalières puis saisonnières. La fig. 8 présente ainsi la variation du débit solide du 15 janvier 1979, déduit de l'hydrogramme par la première relation et les valeurs réellement mesurées de quelques prélèvements.



La Kimazimazy à Soatanana

Fig 8

- Variations des débits liquide et solide (Crue du 15/1/1979)
- Comparaison entre valeurs déduites et prélèvements transports solides



ANNÉE

RELÈVES PLUVIOMÉTRIQUES

1/11/1978 - 31/5/1979