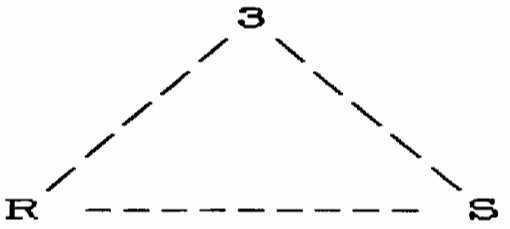
ORSTOM

IER
CIRAD



PROGRAMME BAS-FONDS

Financement CEE et ORSTOM D.E.C. - UR 2B

BASSIN VERSANT de KAMBO
Région de KADIOLO au MALI

* Rapport de campagne 1990
* SYNTHESE des observations 1988-1989-1990

N. GUIGUEN

Février 1991

SOMMAIRE

- INTRODUCTION

1 - DESCRIPTION et EQUIPEMENT

1.1 Situation et caractéristiques du bassin

1.2 Dispositif expérimental

2 - RESULTATS de la CAMPAGNE 1990

2.1 Déroulement de la campagne

2.2 Précipitations sur le Bassin

2.3 Précipitations régionales et statistiques

2.4 Averses et intensités

2.5 Evaporation et ETP

2.6 Jaugeages et tarages

2.7 Ecoulements et crues

2.8 Stockage dans la retenue

2.9 Mesures piézométriques

3 - SYNTHESE des OBSERVATIONS 88-89-90

3-1 Précipitations

3-2 Bilan hydrologique

3-3 Crues remarquables

3-4 Remplissage de la retenue

3-5 Variations de la nappe

- CONCLUSIONS

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
RÉPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA
RÉPUBLIQUE DU MALI

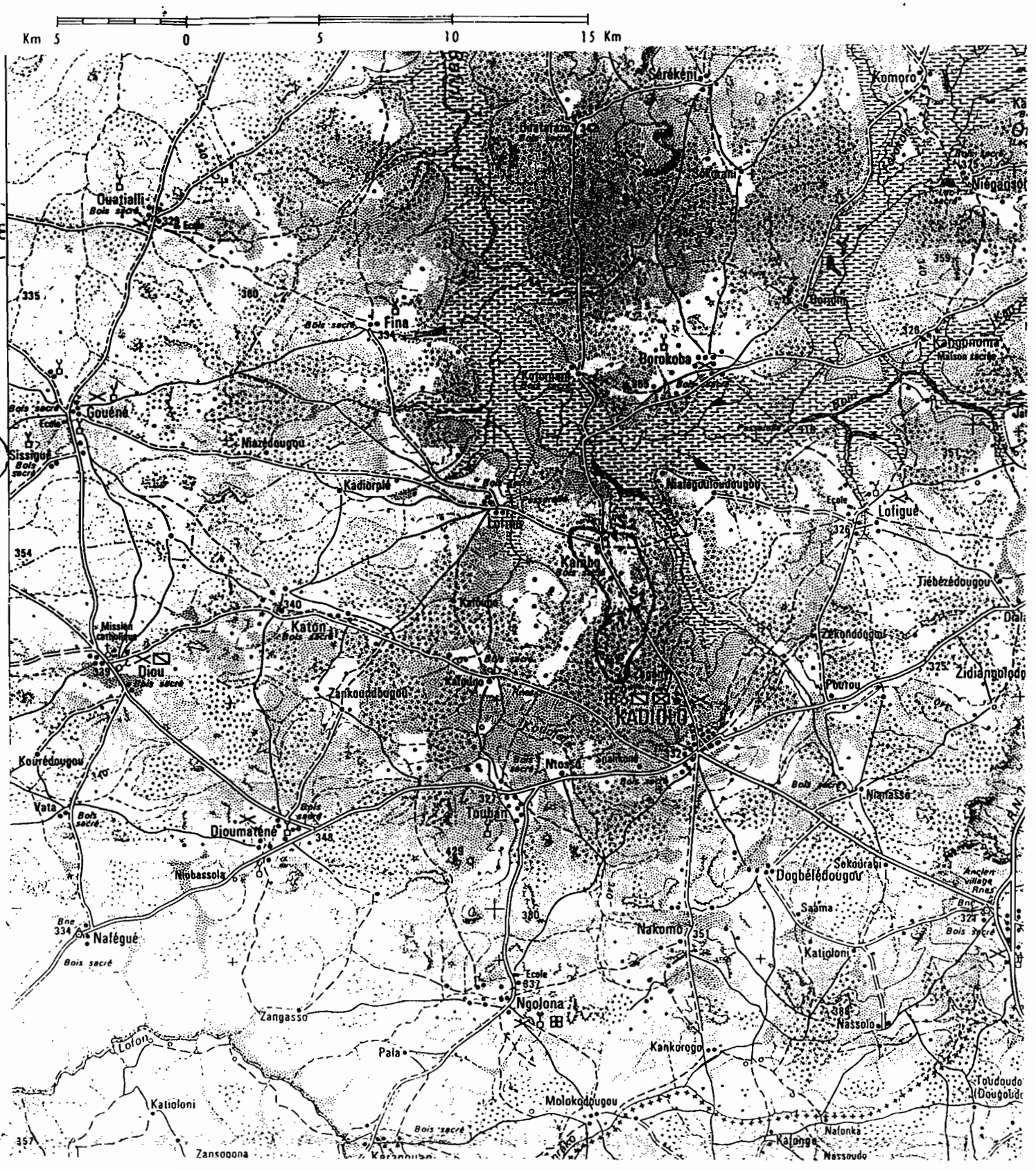
Fig. 1

NC-29-XXIV MASSIGUI	NC-30-XIX SIKASSO	NC-30-XX BOBO-DIOULASSO
NC-29-XVIII TENGRÉLA	NC-30-XIII NIELLÉ	NC-30-XIV BANFORA
NC-29-XII BOUNDIALI	NC-30-VII KORHOGO	NC-30-VIII KONG

CARTE AU 1:200 000

NIELLÉ

FEUILLE NC-30-XIII



INTRODUCTION

Dans la région SUD-EST du MALI, proche de KADIOLO et de la frontière ivoirienne, a démarré en 1988 une étude fine des processus d'écoulement et d'infiltration, sur un petit bassin versant de 10 km² et son bas-fond de 25 ha environ, partiellement aménagé dans sa partie aval. Ce bas-fond est assez représentatif des petits bas-fonds qu'on trouve dans le secteur.

L'objectif du programme vise à améliorer les connaissances sur le fonctionnement hydrologique d'un bas-fond et de son milieu tributaire (bassin versant) en vue d'une meilleure mise en valeur agricole. La mise en évidence des paramètres déterminants du processus hydraulique permettra une extrapolation des résultats sur d'autres petits bas-fonds de la région.

L'IER et le CIRAD, depuis 1988, l'ORSTOM, depuis 1989, participent conjointement à cette étude pluri-disciplinaire. Cette étude bénéficie des concours financiers de la CEE (DG 12) et de l'ORSTOM du département DEC UR 2B pour le volet hydrologique.

Ce bassin fait partie de 5 projets-pilotes d'un programme régional de recherche sur les bas-fonds, rattachées au réseau R³S, qui s'intitule "Typologie, fonctionnement hydrologique, potentialités agricoles des bas-fonds en Afrique de l'Ouest". M. J. ALBERGEL, chercheur à l'ORSTOM, basé à DAKAR, est chargé de la coordination des études hydrologiques.

Le bas-fond de KAMBO, destiné traditionnellement à la riziculture, est équipé depuis début 88, d'un micro-barrage, type digue déversante avec barrière anti-drainage et vannes métalliques pour contrôler le niveau d'eau. Ce barrage a été réalisé par les villageois de KAMBO avec l'appui technique de l'AFVP et une aide financière du CANADA (projet micro-réalisation).

Ce rapport présente les résultats de la campagne de terrain 1990 et regroupe dans sa deuxième partie les observations des campagnes précédentes avec un début d'interprétation.

1 - DESCRIPTION ET EQUIPEMENT

1.1 SITUATION et CARATERISTIQUES du BASSIN

Le bassin versant de KAMBO se place à l'extrême sud-est du MALI, près de la sous-préfecture de KADIOLO et proche des frontières ivoirienne et burkinabé (cf. carte fig.1). C'est la zone la plus arrosée du Mali avec une moyenne pluviométrique de 1250 mm à SIKASSO sur 72 années d'observation.

Dans toute cette région, l'agriculture est très développée. Les productions céréalières (sorgho, mil, maïs) et cotonnières importantes ravitaillent les autres parties du pays situées plus au nord et placées dans des conditions climatiques plus précaires. L'ethnie majoritaire dans la zone est l'ethnie sénoufo qu'on retrouve dans tout le nord de la Côte d'Ivoire.

La riziculture du bas-fond est une activité agricole déjà ancienne pratiquée essentiellement par les femmes. La production sert surtout à diversifier l'alimentation familiale et une partie est commercialisée pour obtenir des revenus supplémentaires. On comprend tout l'intérêt de cette culture et le souci des populations riveraines des bas-fonds, appelés "Falas", de rentabiliser au mieux les périmètres rizicoles en dépit des caprices pluviométriques. Cette rentabilité optimale passe par un bon choix des semences, des engrais, des techniques culturales et aussi si possible une maîtrise du système hydraulique du bas-fond.

C'est dans ce but qu'a été réalisé l'ouvrage principal de KAMBO en 1988 (plan sur la fig.54 en annexes) et 5 diguettes en terre avec vannes de contrôle en 1989 placés en amont de la zone inondée entre les distances 650 et 1460 m du barrage (fig. 55 en annexes). Le bas-fond de KAMBO n'est plus dans son état naturel et possède donc, dans toute sa partie aval, un système d'aménagement prévu pour une maîtrise partielle de l'eau.

LE BASSIN VERSANT

Les caractéristiques physiques du bassin sont résumés dans le tableau 1 ainsi que la courbe hypsométrique sur le tableau 2. Cette courbe approximative a été faite à partir des courbes de niveau tracées sur photos aériennes au 1/50 000è.

La pente sur les versants est régulière des crêtes vers le bas-fond sur tout le pourtour. L'altitude, en nivellement général, du zéro de l'échelle aval a été estimée à 320 m d'après la carte au 1/200 000è de NIELLE (feuille NC.30-XIII) et le sommet du bassin vers 342 m. La pente moyenne, comprise entre 5% et 95% de la superficie est de 2,84 m pour 1 km. La partie amont est un peu plus pentue : 4 m pour 1 km.

La forme du bassin est allongée avec un indice de compacité de 1,42. La couverture végétale est de type savane arbustive mais de grandes zones sur les versants ont été dégagées pour les cultures. Environ les 2/3 du bassin sont cultivés. Toutes les cultures se font sur billons perpendiculaires à la pente. Le couvert végétal varie beaucoup entre la saison sèche et la saison des pluies.

Le sol sur les versants est de type ferrugineux tropical remanié avec un taux élevé de gravillons ferrugineux, il peut être classé comme terrain perméable, propriété accentuée par le mode de culture. Le sous-sol du secteur est cartographié comme une zone à socle granitique type granite orienté à biotite avec peu d'affleurement en surface (carte de la DNGM de 1981 au 1/1.500 000).

CARACTERISTIQUES des BASSINS AMONT et BARRAGE TAB. 1

			AMONT	BARRAGE
	Coordonnées exutoires		10°36'20" -5°47'15"	10°37'50" -5°47'40"
S,	Superficie	(km²)	4.7	10
P,	Périmètre	(km)	9.5	16
A,	Altitude du zéro de l'échelle (N.G)	(m)	325.6	320
Kc,	Indice de compacité		1.23	1.42
L,	Longueur du rectangle équivalent ...	(Km)	3.36	6.47
l,	largeur du rectangle équivalent	(Km)	1.4	1.55
Ig,	Pente moyenne (entre 5% et 95% de S)	(m/km)	4.01	2.84
Ip,	Indice de pente de ROCHE [1]		0.068	0.059
A,	Altitude moyenne (d'après courbe hypsométrique)	(m)	336	332.60

[1] M. ROCHE, Hydrologie de surface - 1963

PARAMETRES MORPHOLOGIQUES

- Classe du relief (méthode RODIER-AUVRAY)[2]	R2	R2
- " " (méthode OLIVRY)[3]	R2-0	R1-6
- Classe de perméabilité	P3-4	P3-4
- Classe de couverture végétale (OLIVRY)[3]	V2-3	V2-3

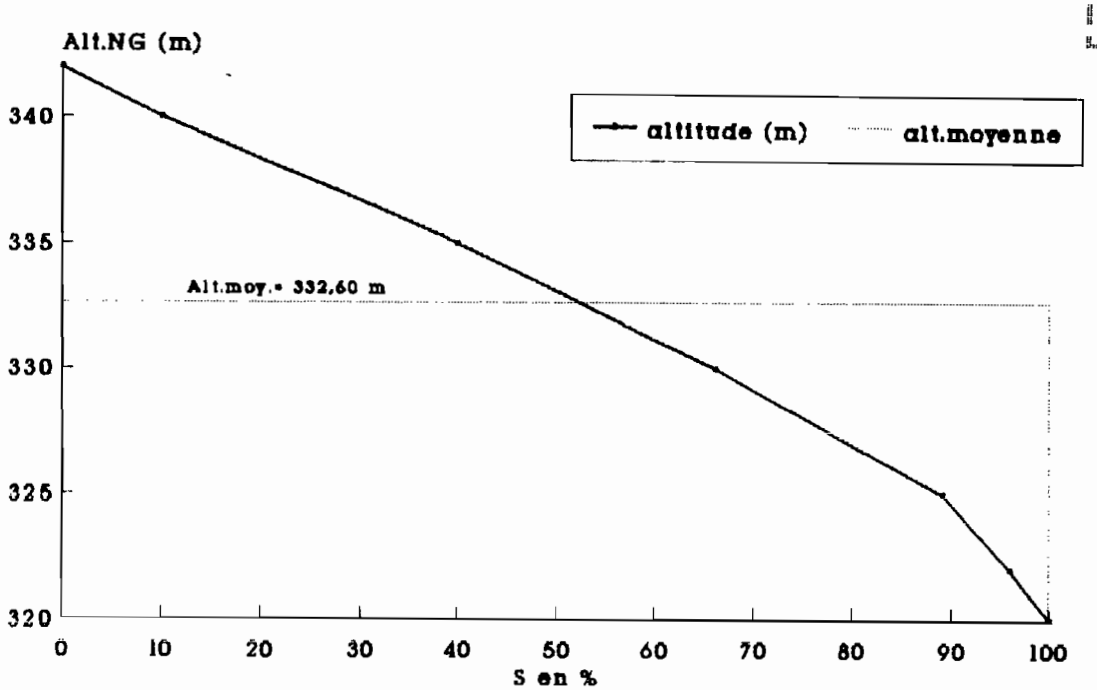
==========

COURBE HYPSOMETRIQUE du BV de KAMBO (10 Km²) TAB. 2

Altitude (m)	Superficie (km²)	%
340-342	1.0	10
335-340	3.05	30.5
330-335	2.55	25.5
325-330	2.27	22.7
322-325	0.71	7.1
320-322	0.42	4.2

COURBE HYPSOMETRIQUE du BV de KAMBO

Fig. 2



2 J. RODIER et C. AUVRAY, 1965

3 J.C. OLIVRY, 1986

LE BAS-FOND

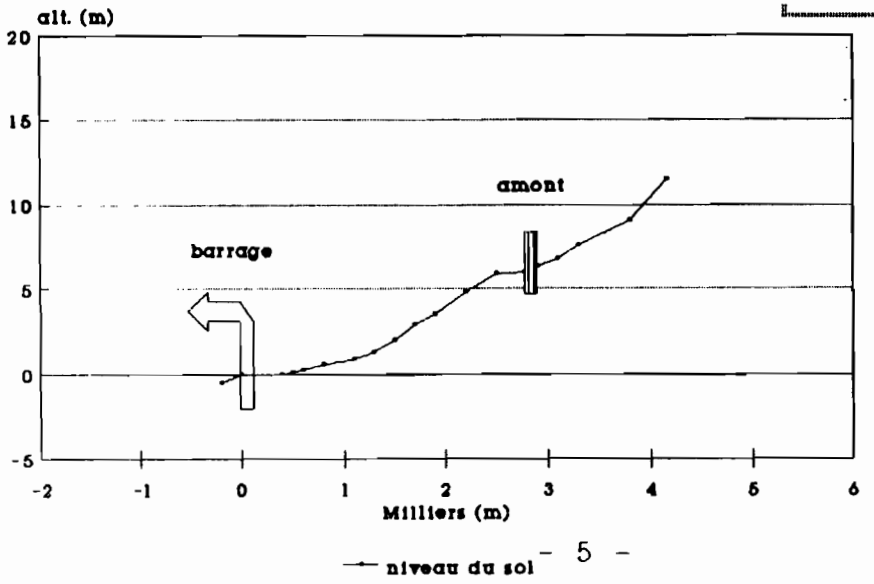
Le bas-fond de KAMBO fait partie de la catégorie du petit bas-fond très allongé et peu large, en moyenne entre 50 et 100 mètres. La superficie cultivable est de l'ordre de 25 ha d'après les photos aériennes. Le sol est de type hydromorphe limono-argileux avec une couche argileuse un peu plus épaisse vers l'aval. La pente n'est pas régulière, faible dans la première partie devant le barrage, moins de 1‰ sur 1 km, elle passe à 2.5 ‰ entre 1 et 3 km pour terminer à environ 4% dans la partie haute. Une bosse est observée entre 2 et 3 km en amont du barrage et la pente reprend en aval = 3‰. L'emplacement du barrage parait le plus judicieusement choisi au vu du profil. La figure 2 présente le profil en long du bas-fond. La perméabilité, mesurée par l'IER-CIRAD, est forte. Les résultats des analyses granulométriques indiquent un pourcentage de sables fins et grossiers importants à toutes les profondeurs des profils du bas-fond (cf. rapport IER-CIRAD mai 1990).

L'alimentation en eau du bas-fond se fait soit directement par la pluie, soit par le ruissellement des versants après une forte averse, soit par un drainage des versants saturés quand la saison des pluies est bien avancée et que la nappe phréatique se trouve à son maximum.

CARACTERISTIQUES du BAS-FOND

Longueur.....	4 km
Superficie	25 ha
Pente moyenne	2.8 m/km
Surface inondée/barrage plein.....	6 ha
PH (d'aprèsIER)	4.3 à 5.5
Perméabilitée mesurée (parIER).....	5.7 à 18 cm/h

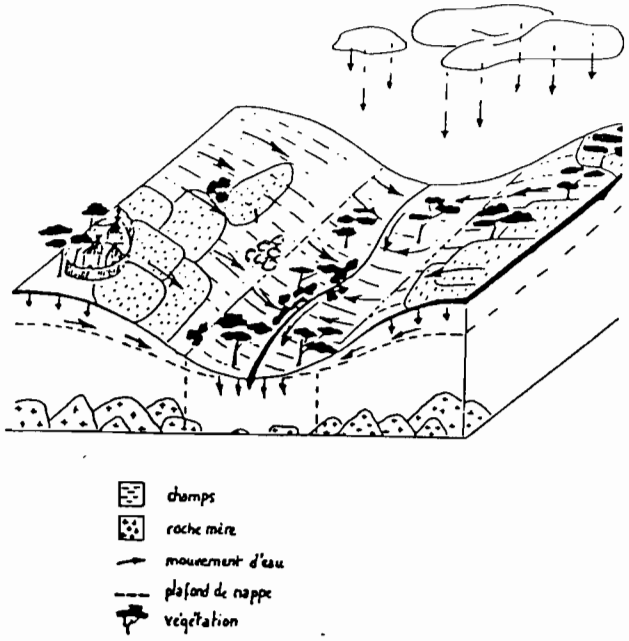
PROFIL en long du bas-fond [Fig. 3]



du piézomètre 20 au piézomètre 53

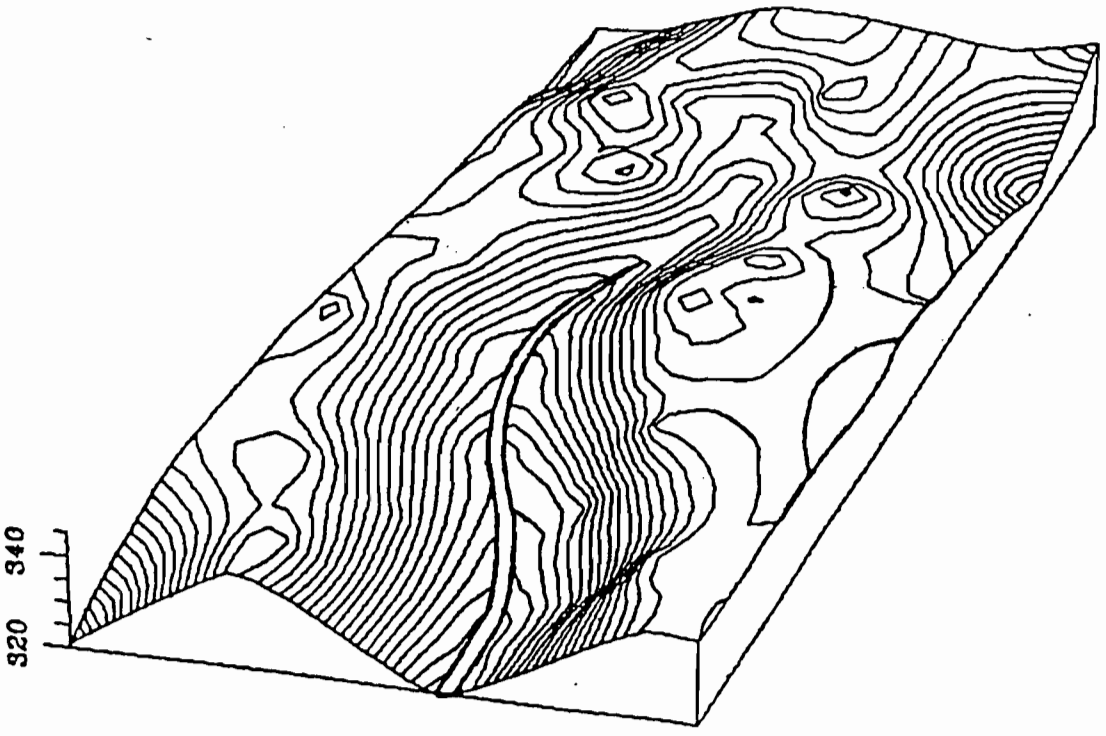
Place du bas-fond dans la toposéquence (AFVP-GRET-ACCT)

Fig. 4



Présentation en relief du bassin de KAMBO par l'IER-CIRAD (1990)

Fig. 5



1.2 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

En mars 1989, l'ORSTOM a repris et étoffé considérablement le dispositif de mesure installé par l'IER-CIRAD en 1988 (MM. SIMPARA et LIDON). Le détail de l'équipement figure dans le procès-verbal des installations d'avril 1989 (MM. PEPIN et GUIGUEN).

Pour la campagne 1990, un complément d'équipement a été apporté avec notamment l'installation en mai :

- d'un bac d'évaporation flottant, type COLORADO métrique, fabriqué à BAMAKO sur des plans ORSTOM, et utilisable toute l'année car le châssis, en saison sèche, repose sur 4 plots en béton calés au même niveau

- d'un piézographe, placé à l'amont du bassin sur le puits N° 78 à 4500 m du barrage (limnigraphe OTTX de l'ORSTOM)

- d'un pluviographe OEDIPE, fourni par l'ORSTOM, à mémoire électronique (cartouche EPROM) placé en doublure du P4 dont l'emplacement se situe approximativement au milieu du bassin

- d'un petit déversoir bétonné, construit à l'entrée de la buse qui contrôle la station amont au franchissement de la piste KAMBO-KADIOLO (cf. rapports mai et juin 1990)

Pour résumer, en 1990, le dispositif expérimental comprenait :

- 8 pluviomètres à lecture directe (modèle SPIE.A) avec bague réceptrice positionnée à un mètre au-dessus du sol

- 3 pluviographes "précis mécanique" dont deux modèles simplifiés

- 1 pluviographe OEDIPE (en double du P4) mis en service le 07/06/90

- 1 bac d'évaporation flottant avec son pluviomètre, installé dans la partie aval de la retenue

- 2 stations limnigraphiques (amont et barrage) composées de limnigraphes OTTX et de mires limnimétriques. L'installation particulière des gaines dans le sol permet de mesurer directement sur diagramme les variations de la nappe d'inféro-flux jusqu'à des cotes inférieures à 1.50 m du niveau du sol

- 36 tubes piézométriques crépinés dans leur partie inférieure sur 1,50 m, placés dans ou à proximité du bas-fond et descendus entre 2 et 4 m dans le sol

- 19 puits villageois situés sur les bords du bas-fond et sur les versants dont l'un le P78 est équipé d'un limnigraphe

- des sections de jaugeages préparées avec notamment un petit déversoir à l'amont et un câble de repérage des verticales sur le seuil déversant du barrage.

La figure 6 présente les bassins versants et la position des appareils ainsi que celle des différents barrages dans le bas-fond. La figure 7 précise le dispositif piézométrique et les trois transversales (N°1-4-9) spécialement suivis. Le profil en travers du bas-fond au barrage et le calage des appareils, de la digue, des vannes du déversoir sont représentés sur la figure 8.

Les tableaux 3 et 4 indiquent les distances par rapport au barrage et les altitudes de tous les points-repères de mesures ainsi que celles des bornes par rapport au zéro de l'échelle du barrage, référence des nivellements sur tout le bassin. La cote de ce zéro en altitude nivellement général (IGN) a été estimée à 320 m d'après la carte au 1/200 000è.

Après vérification sur le terrain, certaines cotes du rapport d'avril 89 ont été corrigées.

Les protocoles de mesures sont restées les mêmes qu'en 89 :

* pluviométrie : la pluie de la journée tombée avant 16h se relève le jour même: les pluies du soir et de la nuit se mesurent le matin

* pluviographie: les mesures de la pluie recueillie dans le seau se font de la même façon que pour le pluviomètre: les diagrammes sont changés après chaque pluie importante. La cartouche EPROM de l'OEDIPE a été remplacée 4 fois durant la campagne

* évaporation : un relevé est effectué tous les matins à 7h avec prise en compte de la pluie du jour mesurée au pluviomètre placé à proximité immédiate du bac (≈ 1.50 m)

* limnigraphie : pendant la saison des pluies, les rotations sont journalières (32h) et le changement de diagramme s'effectue à la fin de chaque crue importante. En saison sèche, les rotations sont hebdomadaires et les diagrammes remplacés tous les 15 jours

* piézométrie : une mesure est faite à la sonde électrique SEBA tous les 5 jours

BASSIN VERSANT KAMBO et BAS-FOND

Fig. 6

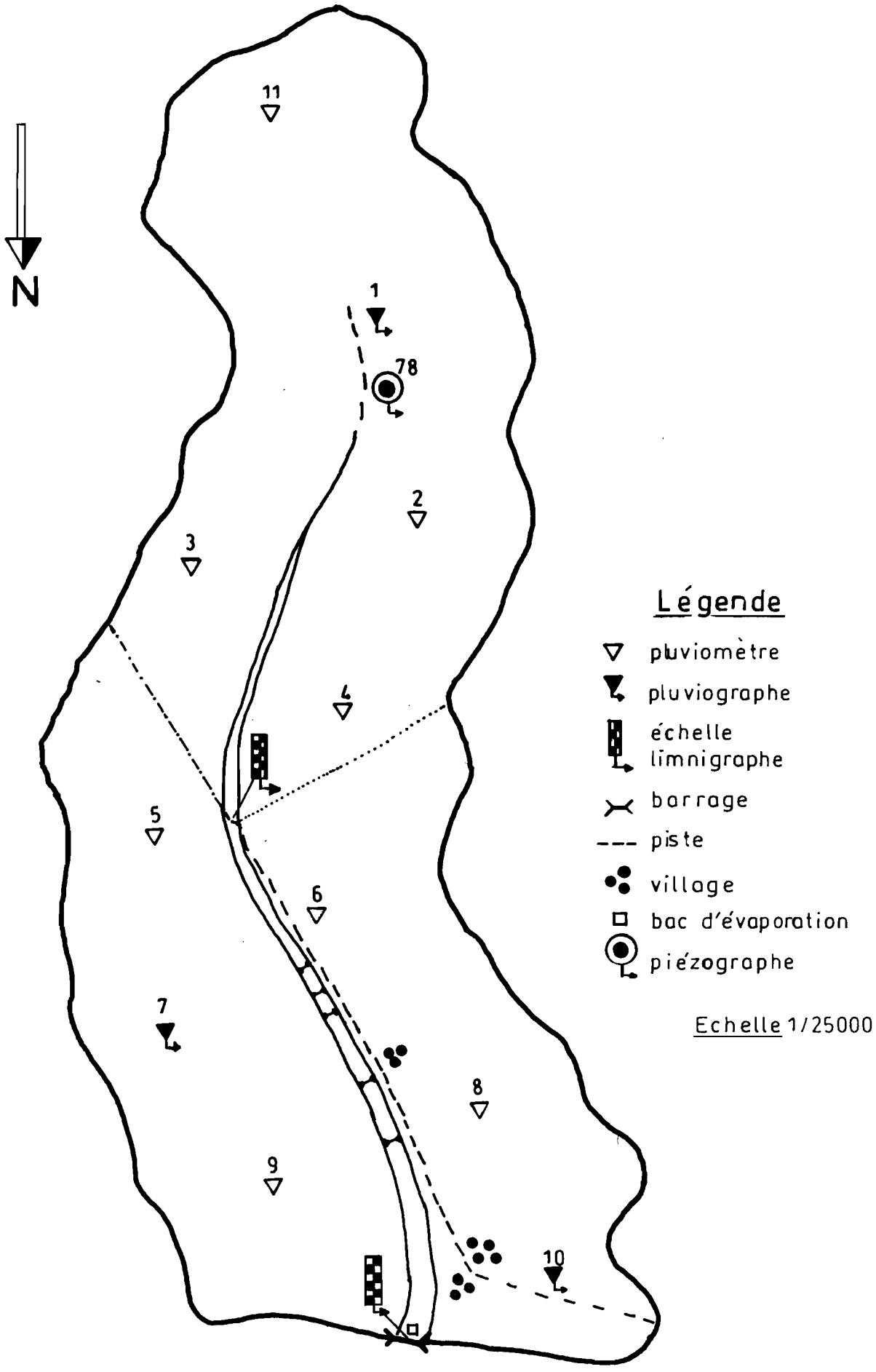
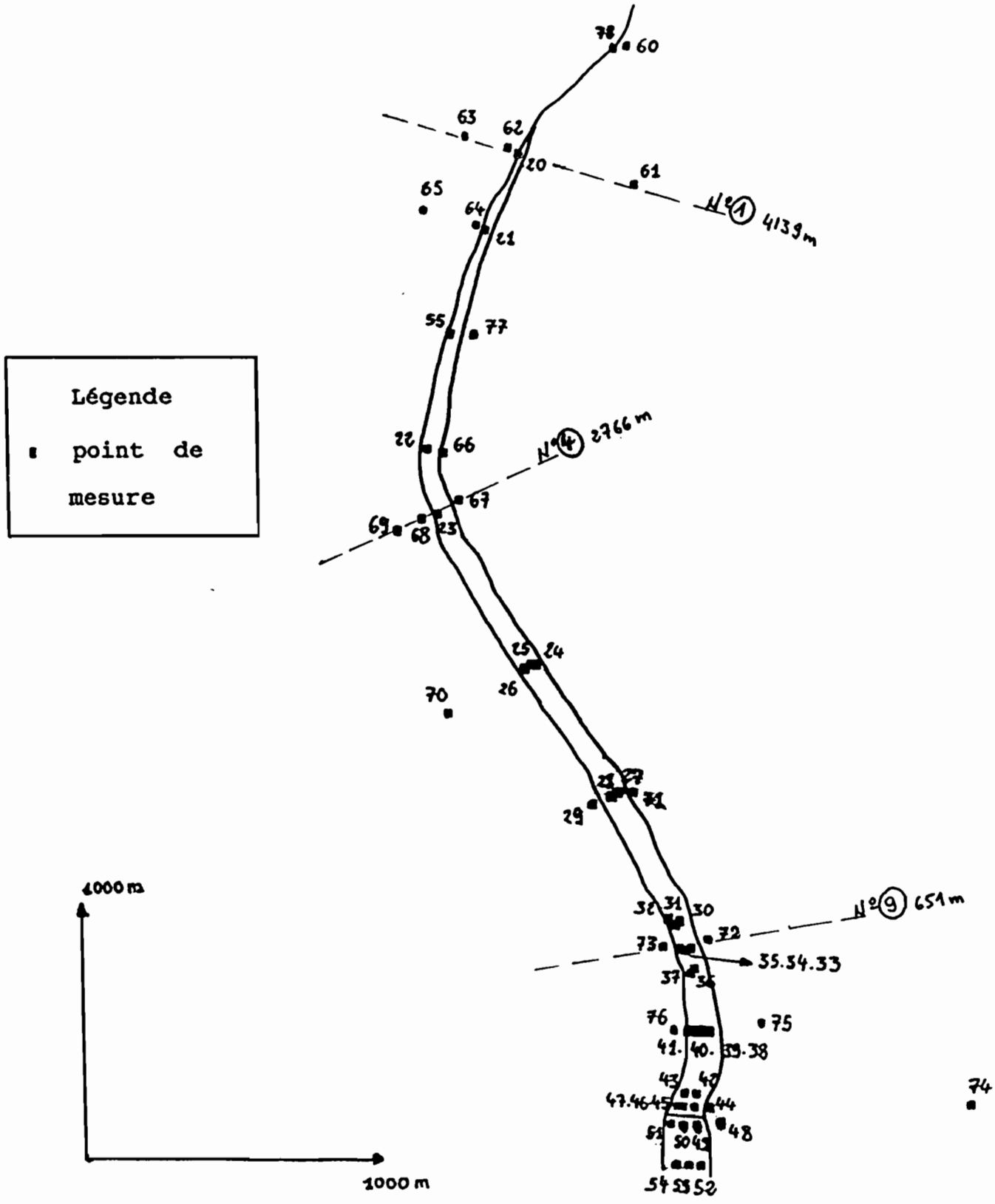


Fig. 7

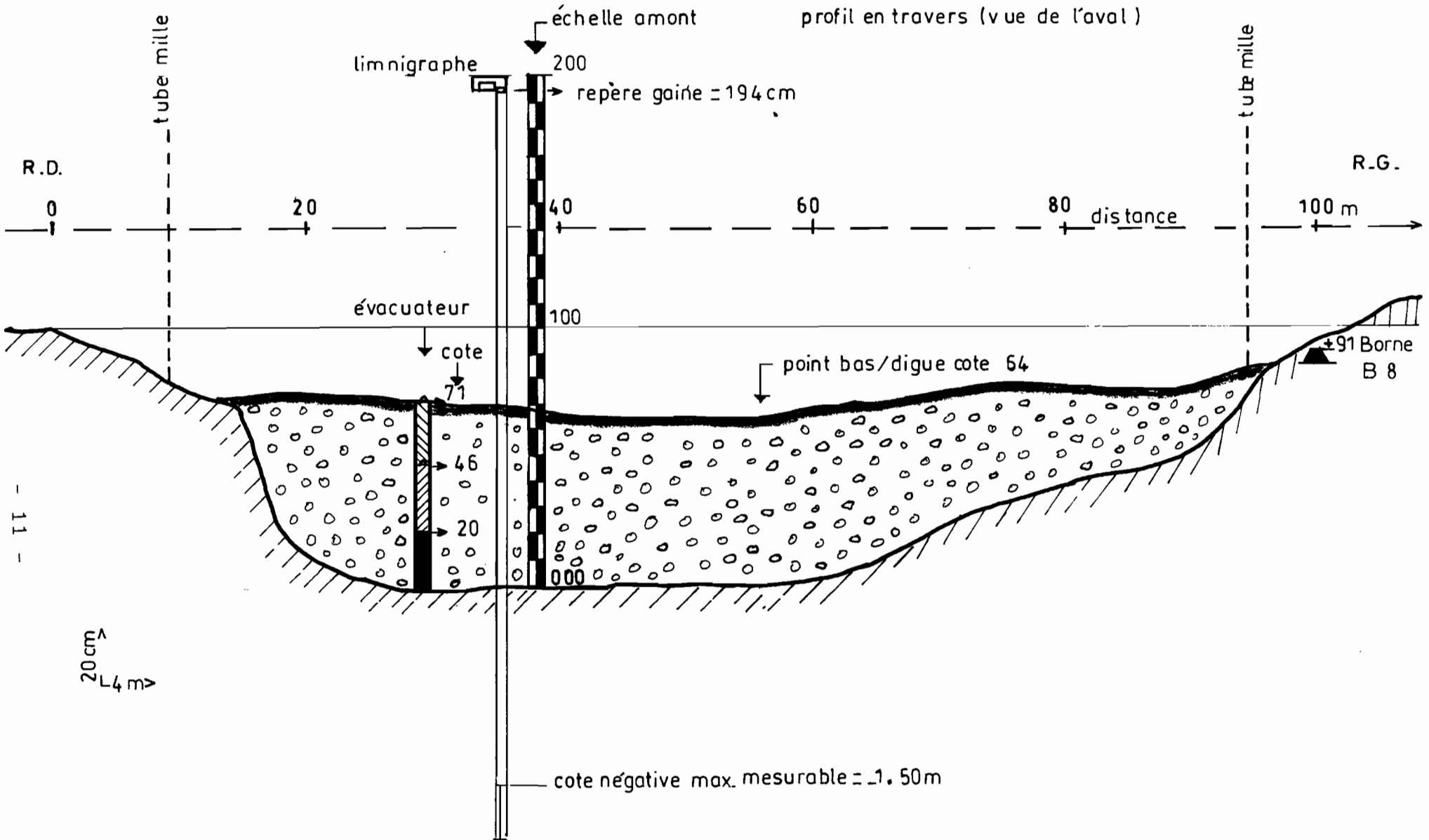
BASSIN VERSANT EXPERIMENTAL
KAMBO

PIEZOMETRIE



STATION au BARRAGE de KAMBO

Fig. 8



Altitude de points de mesures piézométriques TAB.3

PIEZOMETRES		PUITS	
N°	Altitude (m)	N°	Altitude (m)
20	12,440	60	15,871
21	9,968	61	15,883
22	7,168	62	12,438
23	6,977	63	15,332
24	6,066	64	10,158
25	5,308	65	13,435
26	5,355	66	7,419
27	3,468	67	8,610
28	3,495	68	6,382
29	3,977	69	8,937
30	1,550	70	7,849
31	1,846	71	3,972
32	1,605	72	3,009
33	1,763	73	1,256
34	1,528	74	9,031
35	1,726	75	5,413
36	1,424	76	1,111
37	1,076	77	8,624
38	1,442	78	14,713
39	1,082		
40	1,151		
41	0,859		
42	0,804		
43	0,586		
44	2,132		
45	1,462		
46	0,877		
47	1,239		
48	1,955		
49	1,245		
50	0,747		
51	0,917		
52	0,837		
53	0,415		
54	0,661		
55	8,569		

Lignes de piézomètres et puits

TAB.4

N°ligne	N° Appareil	Distance/Barrage (m)	Altitude Borne (m)	N° Borne
0	60-78	4576	-	sans
1	20-61-62-63	4139	11,854	B1
2	21-64-65	3798	10,225	B2
16	55-77	3310	-	sans
3	22-66	2946	-	sans
4	23-67-68-69	2766	7,147	B3
5	24-25-26-70	2129	5,617	B4
6	27-28-29-71	1463	3,358	B5
7	30	804	-	sans
8	31-32	783	-	sans
9	33-34-35-72 73	651	1,667	B6
10	36-37	541	-	sans
11	38-39-40-41 74-75-76	358	1,530	B7
12	42-43	68	-	sans
13	44-45-46-47	9	0,910	B8
14	48-49-50-51	- 13	0,910	B8
15	52-53-54	-194	0,643	B9
Lac	-	-1000	- 3,099	B10

2 - RESULTATS de la CAMPAGNE 1990

2.1 DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE

L'étude du bas-fond de KAMBO possède un suivi permanent sur place grâce à la présence de M. DRISSA BERTHE, encadreur agricole du village de KAMBO et observateur du projet. Dès le début avril, tous les postes pluviométriques ont été remis en service.

En saison des pluies, un aide-hydrologue ORSTOM, M. ARBER DICKO, est resté sur place du 2 juillet au 6 septembre pour appuyer M. BERTHE et effectuer les jaugeages nécessaires à l'étalonnage des stations.

Plusieurs missions d'appui ont eu lieu durant la campagne :

- **du 6 au 12 mai,** MM. P. PARIENTE, stagiaire IGREF au CIRAD
  N. GUIGUEN, hydrologue ORSTOM
- **du 4 au 9 juin,** MM. P. PARIENTE et N. GUIGUEN
- **du 2 au 8 juillet,** MM. P. PARIENTE et N. GUIGUEN
- **du 19 au 24 août,** MM. P. PARIENTE et Y. PEPIN, hydrologue à l'ORSTOM/DAKAR
- **du 26 au 29 sept.,** MM. N. GUIGUEN et ARBER DICKO
- **du 3 au 6 déc.,** MM. SIMPARA, agronome de l'IER et
  N. GUIGUEN

L'IER-CIRAD a mis à la disposition de l'ORSTOM un véhicule (TOYOTA Hi-lux) et un chauffeur (M. Nestor TAMEGNON) pour toutes ses missions sur le terrain. Les détails de ces tournées sont décrits dans les rapports intermédiaires de campagne (4 rapports de mai à septembre 90).

Mis à part quelques problèmes techniques relatifs au fonctionnement des appareils, les résultats de la campagne 90 sont satisfaisants.

2.2 PRECIPITATIONS sur le BASSIN

La pluviométrie de l'année 1990 a été "normale" puisque nous avons sur KAMBO une pluviosité moyenne annuelle des 11 postes de 1103 mm pour la totalité du bassin et 1107 mm pour la partie amont. Cette valeur correspond à la médiane de l'échantillon des 32 valeurs annuelles observées à KADIOLO au poste météorologique (= 6 km de distance du centre du bassin).

Le tableau 5 ci-dessous présente les coefficients de THIESSEN utilisés pour les calculs des pluies moyennes en 89 et 90. En annexes, les tableaux 30 à 37 donnent toutes les précipitations journalières mesurées aux 11 postes du bassin d'avril à décembre ainsi que celles de SIKASSO et KADIOLO pour l'année 90. Les mois de janvier à mars et le mois de décembre n'ont pas eu de pluie.

COEFFICIENTS de THIESSEN TAB.5

	AVANT LE 01.06.89		DEPUIS LE 01.06.89	
N°	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL
PE1	48.6	22.0	22.3	10.1
P 2	19.9	9.0	19.9	9.0
P 3	17.0	8.7	17.0	8.7
P 4	12.5	11.8	12.5	11.8
P 5	2.0	8.3	2.0	8.3
P 6		8.6		8.6
PE7		6.6		6.6
P 8		8.8		8.8
P 9		9.7		9.7
PE10		6.5		6.5
P 11	----	----	26.3	11.9

Le tableau 6 ci-dessous regroupe les pluviométries mensuelles et annuelles. Le mois d'avril incomplet pour certains postes a été reconstitué à partir des postes en place. Cela ne concerne que les deux premières pluies de l'année.

PRECIPITATIONS MENSUELLES et ANNUELLES 1990 TAB.6

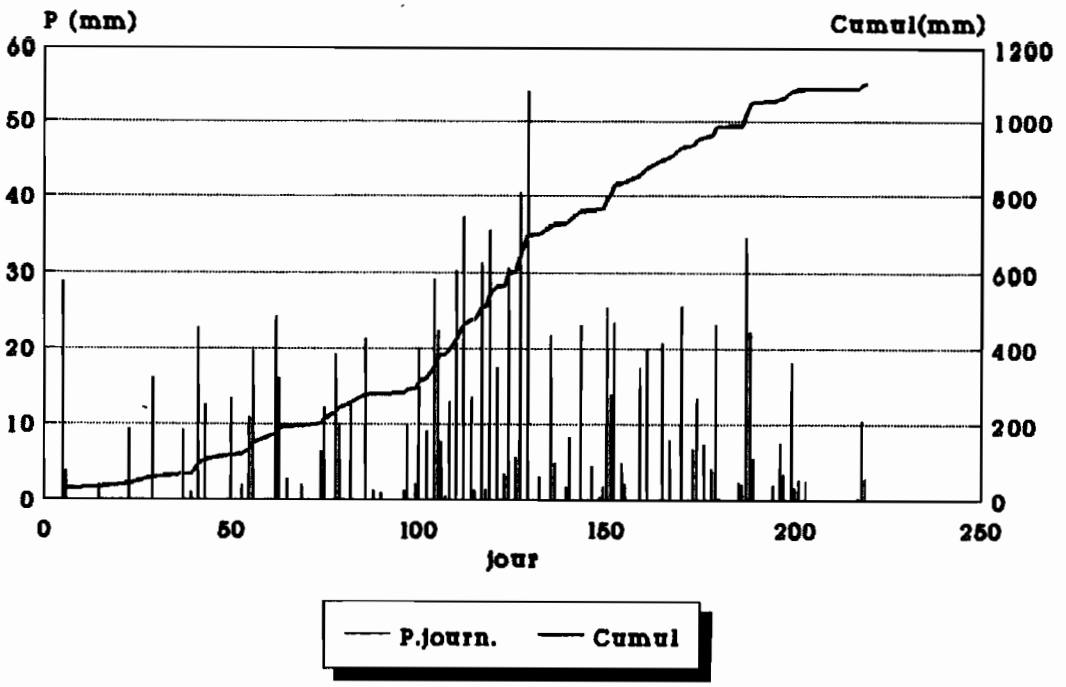
MOIS	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
AVRIL	68.2	30.5‡	29.8‡	32.3‡	27.4‡	29.9‡	53.2	27.0‡	27.6‡	62.1	31.6‡	63.1	60.1
MAI	107.8	100.6	94.3	86.3	87.7	87.0	87.0	87.8	92.0	78.9	92.3	96.8	91.6
JUIN	132.8	127.4	123.4	128.3	132.3	130.5	126.4	130.7	137.0	121.6	136.2	129.8	129.7
JUIL	293.6	268.6	283.1	268.3	278.4	268.1	258.9	279.6	285.6	304.2	319.5	290.2	283.5
AOUT	238.1	258.1	247.2	274.7	286.3	286.9	266.6	290.3	268.4	291.4	239.8	249.6	266.3
SEPT	164.6	161.8	154.1	148.1	158.3	146.1	149.5	151.6	157.3	159.7	146.2	155.2	154.0
OCT	121.9	119.3	103.3	108.6	109.1	99.6	91.3	85.1	89.4	82.1	116.7	115.0	103.9
NOV	7.0	10.4	8.7	11.3	16.2	18.1	16.4	21.2	24.6	22.0	2.8	7.5	13.7
Année	1134	1077‡	1044‡	1058‡	1096‡	1066‡	1049	1073‡	1082‡	1122	1085‡	1107	1103
Compl#	1134	1107	1078	1088	1129	1095	1049	1102	1111	1122	1119	1107	1103

‡ donnée incomplète # année reconstituée

La figure 9 présente la répartition des pluies moyennes journalières et le cumul de ces pluies pour l'année 90. Le mois le plus arrosé a été le mois de juillet avec 284 mm suivi de près par le mois d'août 266 mm. La répartition a été bonne pour les cultures dans l'ensemble avec une longue saison des pluies d'avril à début novembre. En août du 7 au 28, sur le graphique entre le 128è et 150è jour, on observe un creux pluviométrique heureusement compensé par les pluies des 13 et 21/08 (moyennes 21,8 et 23,1 mm). Les mois de mai, juin, septembre et octobre ont reçu également de bonnes précipitations avec respectivement 92, 130, 154 et 104 mm de moyenne.

PRECIPITATIONS JOURNALIERES et CUMUL

Fig. 9



premier jour = 01/04/1990

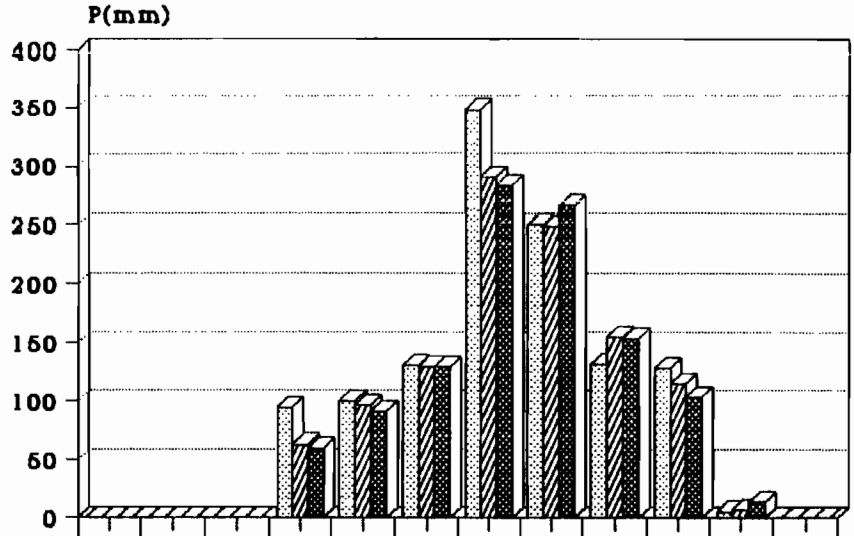
2.3 PRECIPITATIONS REGIONALES et STATISTIQUES

Le poste météo le plus proche du bassin est celui de KADIOLO où nous avons 32 valeurs de précipitations annuelles complètes. La moyenne de l'échantillon est 1084 mm et la médiane 1100 mm.

La figure 10 présente pour l'année 90 les valeurs mensuelles observées à KADIOLO, KAMBO-amont et KAMBO bassin entier. Seuls, les mois d'avril et juillet présentent des écarts significatifs. Sur l'ensemble de l'année, cette différence se monte à 87 mm par rapport à la pluviométrie moyenne du bassin soit un écart de 7% en faveur de KADIOLO.

PLUVIOMETRIE MENSUELLE 1990 à KADIOLO, KAMBO-AMONT,KAMBO

Fig.10

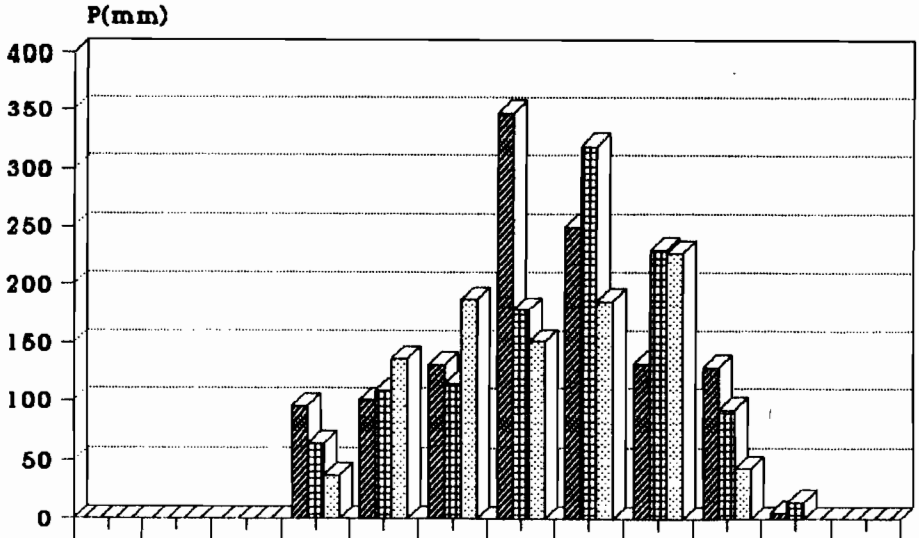


	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
kadiolo	0	0	0	94,8	100,4	131,1	347,5	250	131,9	129	5,6	0
kambo-amont	0	0	0	63,1	96,8	129,8	290,2	249,6	155,2	115	7,5	0
kambo	0	0	0	60,1	91,6	129,7	283,5	266,3	154	103,9	13,7	0

La figure 11 compare la pluviométrie de l'année 90 aux 3 postes météo de la région, c'est-à-dire KADIOLO, LOULOUNI et SIKASSO, distants de KADIOLO, à vol d'oiseau, d'environ 40 km pour LOULOUNI et 82 km pour SIKASSO.

PLUVIOMETRIE région sud du MALI *Année 1990*

Fig.11



	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Kadiolo	0	0	0	94,8	100,4	131,1	347,5	250	131,9	129	5,6	0
Loulouni	0	0	0	64	108,9	115	178,1	319,3	230,3	92,2	14,3	0
Sikasso	0	0	0	37,1	136	187,1	150,6	185,6	227,7	43	0	0

Les écarts sont nettement plus marqués entre les mois avec notamment un mois de juillet deux fois plus arrosé à KADIOLO qu'à LOULOUNI et SIKASSO. LOULOUNI a le record de pluie en août (319 mm) et en septembre KADIOLO a été nettement moins arrosé que LOULOUNI et SIKASSO.

Au poste météo de KADIOLO, on dispose d'un échantillon de valeurs de précipitations annuelles de 54 à 90 avec les années manquantes de 59, 60, 61, 62 et 64. La moyenne de l'échantillon est de 1083 mm et la médiane 1100 mm.

Le tableau 7 et la figure 12 présentent les valeurs observées (et arrondies) dans l'ordre d'apparition. L'année 90 se place au 20è rang des valeurs classées par ordre croissant avec une fréquence un peu supérieure à 0,5.

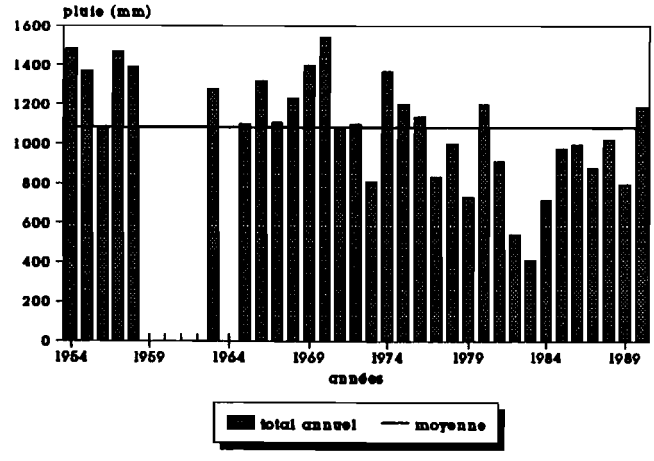
Tab. 7

ECHANTILLON : P-KADIOLO

VALEURS OBSERVEES DANS L ORDRE D APPARITION

ORDRE	VALEUR	ORDRE	VALEUR	ORDRE	VALEUR	ORDRE	VALEUR
1954	1480.000	1955	1370.000	1956	1080.000	1957	1470.000
1958	1390.000	1963	1280.000	1965	1100.000	1966	1320.000
1967	1110.000	1968	1230.000	1969	1400.000	1970	1540.000
1971	1080.000	1972	1100.000	1973	809.000	1974	1370.000
1975	1200.000	1976	1140.000	1977	834.000	1978	1000.000
1979	730.000	1980	1200.000	1981	912.000	1982	543.000
1983	413.000	1984	716.000	1985	976.000	1986	998.000
1987	878.000	1988	1020.000	1989	797.000	1990	1190.000

PLUVIOSITES ANNUELLES à KADIOLO Fig.12

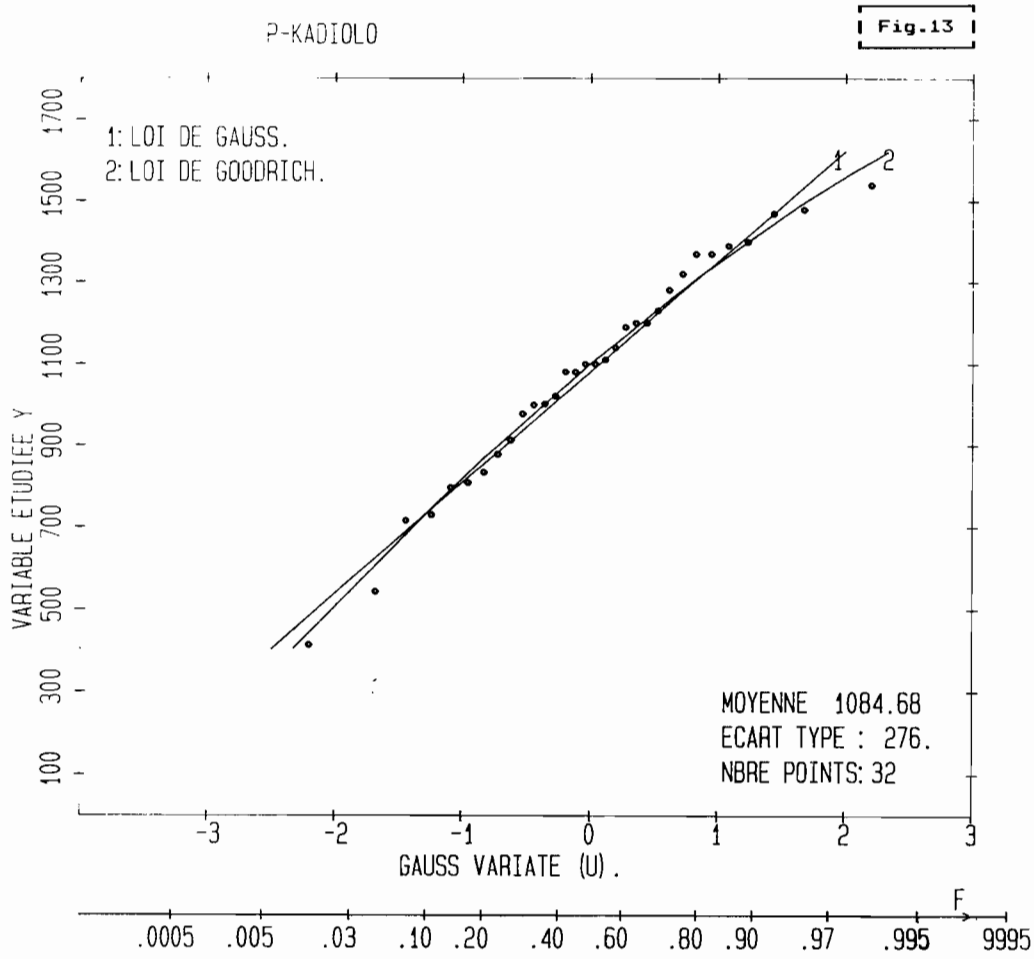


à 6 km du bassin de KAMBO

Le tableau 8 présente les résultats d'un ajustement d'une loi de GOODRICH qui s'avère la plus adéquate (dixlois ORSTOM). La figure 13 est la représentation graphique. L'irrégularité interannuelle, rapport entre la valeur décennale humide et la valeur décennale sèche, (coefficient K) est de 1,93.

AJUSTEMENT d'une loi de GOODRICH aux précipitations annuelles de KADIOLO (32 années) Tab.8

	Années sèches					Médiane	Années humides				
Probabilité	0.01	0.02	0.05	0.10	0.20	0.50	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Précipitation (mm)	404	488	617	731	866	1104	1313	1411	1487	1568	1619



L'échantillon du poste de SIKASSO (Tableau 9) se compose de 72 valeurs annuelles et remonte à 1909, avec des lacunes de 1913 à 1920, 1929, 1930 et 1949. On remarque une bonne régularité dans les pluviosités des 4 dernières années 1987 = 987 mm, 1988 = 985 mm, 1989 = 995 mm, 1990 = 970 mm. Ces valeurs sont bien inférieures à la moyenne de 1253 mm. Un ajustement statistique d'une loi de PEARSON 3 situe ces 4 dernières années proche de la récurrence décennale sèche. Les résultats de l'ajustement sont représentés sur le tableau 10 et la figure 14. L'irrégularité interannuelle est de K = 1,63, coefficient inférieur à celui de KADIOLO.

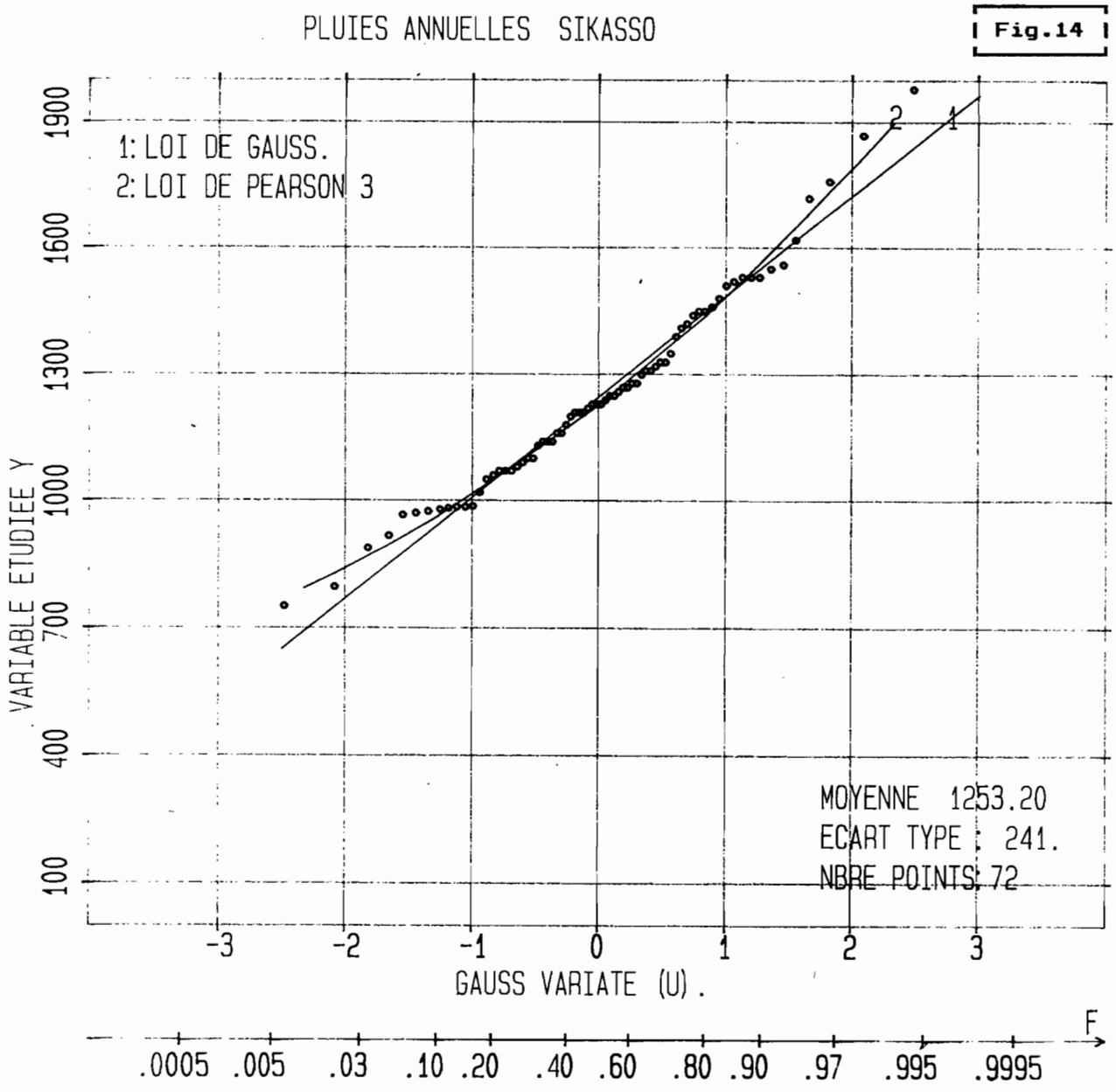
ECHANTILLON : PLUIES ANNUELLES à SIKASSO

VALEURS OBSERVEES DANS L ORDRE D APPARITION

ORDRE	VALEUR	ORDRE	VALEUR	ORDRE	VALEUR	ORDRE	VALEUR
1909	1420.000	1910	1100.000	1911	966.000	1912	1070.000
1920	1210.000	1921	1060.000	1922	1980.000	1923	1450.000
1924	1460.000	1925	1520.000	1926	1320.000	1927	1760.000
1928	1870.000	1931	1720.000	1932	1550.000	1933	1620.000
1934	1390.000	1935	1530.000	1936	1260.000	1937	1310.000
1938	1220.000	1939	1330.000	1940	1070.000	1941	1160.000
1942	1270.000	1943	1160.000	1944	982.000	1945	1080.000
1946	1300.000	1947	1090.000	1948	1330.000	1950	1530.000
1951	1510.000	1952	1100.000	1953	1560.000	1954	1440.000
1955	1410.000	1956	1180.000	1957	1310.000	1958	1450.000
1959	1270.000	1960	1200.000	1961	1140.000	1962	1140.000
1963	1250.000	1964	1240.000	1965	979.000	1966	1230.000
1967	1280.000	1968	1480.000	1969	1230.000	1970	1350.000
1971	888.000	1972	1020.000	1973	796.000	1974	1070.000
1975	1230.000	1976	1530.000	1977	1210.000	1978	1280.000
1979	1250.000	1980	1140.000	1981	1210.000	1982	1050.000
1983	751.000	1984	917.000	1985	985.000	1986	1130.000
1987	987.000	1988	985.000	1989	975.000	1990	970.000

AJUSTEMENT d'une loi de PEARSON 3 aux précipitations annuelles de SIKASSO (72 années) **Tab. 10**

	Années sèches					Médiane	Années humides				
Probabilité	0.01	0.02	0.05	0.10	0.20	0.50	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Précipitation (mm)	794	834	900	964	1048	1231	1445	1569	1679	1809	1901

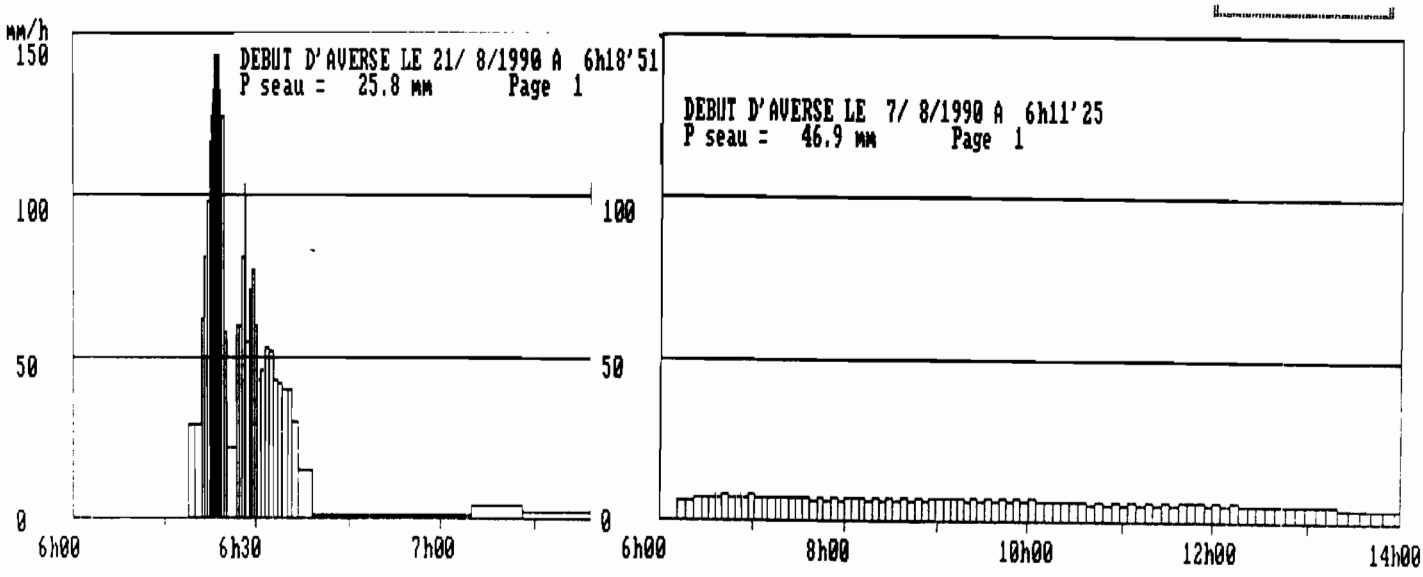


2.4 AVERSES et INTENSITES

Les pluviographes ont le double avantage d'individualiser les averses journalières et de mesurer leurs intensités. Le pluviographe OEDIPE, à mémoire électronique, apporte une plus grande précision dans le temps car chaque basculement d'auget est enregistré à la seconde près. De plus, le traitement automatique sur ordinateur grâce au logiciel PLUVIOGR de l'ORSTOM rend les dépouillements plus aisés et rapides.

Les appareils en place n'ont pas donné entièrement satisfaction. Les pluviographes précis-mécaniques "simplifiés" enregistrent mal les fortes intensités. L'OEDIPE a bien fonctionné mais malheureusement le trou de l'entonnoir s'est progressivement colmaté plusieurs fois durant la saison des pluies. Les intensités mesurées sont parfois fausses, elles correspondent à une vidange progressive du cône de réception. La figure 15 montre un exemple de bon et mauvais enregistrement d'intensités de pluie.

Fig.15



Pour la séparation des averses, le critère adopté est celui d'une intensité inférieure à 0,5 mm/h pendant une heure. Dans le dépouillement informatisé des cartouches enregistrées à l'OEDIPE au Pe4, nous obtenons le tableau 11 ci-dessous de la totalité des averses présentées mensuellement du départ le 7/06 à l'arrêt le 4/12/90. Pendant cette période, les 46 précipitations supérieures à 5,0 mm, plus fortes que l'évapotranspiration sont bien profitables aux cultures. On note une seule averse supérieure à 40 mm en août. Le très grand nombre de petites averses entre 0,5 et 5,0 mm (180) correspond aux très nombreuses petites pluies observées sur la région et également aux traînes de certaines pluies à caractère continu ou de type crachin.

En comparaison avec le Pe7, l'encrassement provisoire de l'entonnoir au Pe4 a provoqué une légère surestimation de ce nombre de petites pluies. En 24 heures (de 0 à 24), on observe deux fois 4 averses et 15 fois 3 averses tombées dans la même journée et séparées de plus d'une heure.

REPARTITION MENSUELLE DES AVERSES AU Pe4 TAB.11

AVERSES	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
> 0.5		24	48	44	30	27	7		180
> 5		6	14	12	9	4	1		46
> 10		3	9	10	6	3			31
> 20		1	4	7	3	3			18
> 30			2	2		1			5
> 40				1					1

Le tableau 12 présente les caractéristiques des 31 averses supérieures à 10.0 mm enregistrées au pluviographe OEDIPE (Pe4). Il ne faut pas prendre en considération les intensités notées entre parenthèses.

CARACTERISTIQUES D'AVERSES

Fichier : KAMBO.CAR

Tab.12

Jour début	Heure déb.	Heure fin	Pseau	Intensités maximales (mm/h) pendant une durée de								Hauteurs (mm) tombées avec une intensité supérieure à (mm/h)							
			mm	inst	1 mn	5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	30 mn	60 mn	5	10	15	20	25	30	40	50
16/ 6/1990	13h55'39	14h14'16	21.3	154.6	146.9	119.7	99.9	79.7	0.0	0.0	0.0	21.3	21.3	21.3	20.8	20.8	19.4	18.9	17.0
20/ 6/1990	23h14'37	4h39'50	11.3	(4.1)	4.1	4.1	3.9	3.8	3.8	3.7	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24/ 6/1990	14h16'27	20h 1'29	18.4	(3.3)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/ 7/1990	18h16'40	19h51'31	19.6	61.8	57.3	53.7	50.9	47.9	45.1	30.6	17.4	16.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	10.8	5.7
13/ 7/1990	0h31'22	2h52' 5	14.9	(26.1)	26.1	22.0	20.4	14.8	14.0	12.9	10.0	12.9	6.7	3.6	2.1	0.5	0.0	0.0	0.0
14/ 7/1990	0h10'41	2h24'41	16.0	(19.1)	19.1	17.9	17.3	17.1	17.1	16.6	13.9	14.9	12.4	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/ 7/1990	23h22' 3	6h45'25	27.8	(9.5)	9.5	9.0	8.9	8.6	8.4	8.2	6.3	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/ 7/1990	1h13'42	5h10'13	30.9	(20.4)	20.4	19.0	18.0	18.2	17.9	17.8	17.3	27.3	23.7	17.5	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
22/ 7/1990	13h43' 9	17h18'15	13.4	(12.4)	12.4	12.1	12.0	11.7	11.5	11.2	7.9	6.2	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25/ 7/1990	20h39' 9	22h25'13	22.7	(18.9)	18.9	18.6	17.9	17.4	17.1	16.5	14.9	22.7	20.1	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27/ 7/1990	23h 9'34	2h33'56	35.5	(23.8)	23.8	23.3	23.1	22.9	22.7	22.3	20.9	32.4	26.8	25.2	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0
29/ 7/1990	20h40'25	23h10' 8	13.9	(8.6)	8.6	8.5	8.4	8.3	8.1	7.4	7.1	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/ 8/1990	2h55' 2	7h32'46	29.4	(10.5)	10.5	10.1	10.1	10.1	9.9	9.8	9.5	28.8	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/ 8/1990	2h43'48	6h 0'21	10.3	(4.6)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.5	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/ 8/1990	8h 3'36	13h49' 0	31.4	(7.9)	7.9	7.8	7.7	7.7	7.6	7.6	7.3	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/ 8/1990	6h11'25	14h 5'11	46.9	(7.5)	7.5	7.4	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	41.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/ 8/1990	7h10'29	10h57'47	22.1	(8.2)	8.2	8.1	8.0	8.0	7.9	7.7	7.4	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/ 8/1990	10h24'56	13h10'19	10.8	(1854.0)	318.2	71.0	37.4	25.3	19.3	13.3	7.4	6.7	6.2	6.2	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
21/ 8/1990	6h18'51	9h 3'57	25.8	142.6	136.8	91.5	74.4	64.3	54.0	34.4	18.3	19.6	18.0	17.5	17.5	17.0	15.5	15.5	12.4
28/ 8/1990	4h47'56	6h41'23	26.2	99.4	94.5	81.6	72.6	63.5	55.3	44.2	24.0	24.7	23.1	22.6	21.0	19.4	17.8	15.2	13.1
28/ 8/1990	19h38'32	23h10'35	15.7	63.0	57.7	43.3	28.1	27.8	24.2	21.1	10.9	11.5	11.0	10.5	8.4	6.8	4.2	4.2	1.6
30/ 8/1990	0h57'38	3h12'57	21.5	63.0	60.9	49.6	38.5	36.9	35.8	30.6	17.3	18.9	18.4	16.3	14.2	12.6	7.9	5.8	3.1
5/ 9/1990	14h57'25	18h11' 2	17.3	51.1	49.6	40.3	36.7	29.5	24.3	16.0	8.7	12.6	7.3	6.8	6.3	5.8	5.8	2.1	0.5
8/ 9/1990	1h 7'33	4h 0'27	17.8	48.4	42.0	35.4	25.7	22.8	20.0	16.6	13.1	13.1	11.0	5.8	3.7	3.1	2.6	1.6	0.0
11/ 9/1990	16h 2'39	20h26'53	24.1	145.3	128.1	97.4	50.5	33.9	25.6	17.3	13.9	16.3	15.7	15.2	14.7	13.6	12.6	10.5	7.9
17/ 9/1990	2h53'21	5h28'18	26.2	118.1	105.6	89.7	77.4	65.1	55.0	39.1	21.2	21.0	19.9	19.4	18.9	18.9	16.3	14.2	13.6
21/ 9/1990	3h 5'55	4h 4'46	14.2	85.9	77.6	53.4	38.9	40.9	35.2	24.2	0.0	13.1	12.6	11.5	11.0	9.4	8.4	6.8	5.2
25/ 9/1990	19h34'43	23h22'19	24.1	75.6	64.6	55.0	52.4	47.1	42.9	34.1	18.3	19.4	17.8	17.3	17.3	16.3	12.6	8.9	4.2
3/10/1990	22h49' 9	6h11'26	31.7	68.1	59.1	44.5	33.4	30.9	25.8	20.2	9.9	19.9	15.1	11.8	9.9	7.6	4.7	2.4	0.9
5/10/1990	16h29' 3	16h50' 1	20.3	212.9	152.1	108.8	86.6	75.6	58.0	0.0	0.0	20.3	19.9	19.9	19.4	19.4	19.4	18.9	17.5
15/10/1990	19h21'27	20h 3' 3	21.8	243.3	176.0	121.3	91.7	66.8	55.4	41.4	0.0	21.3	20.3	19.4	17.0	16.1	16.1	16.1	15.6

( ) intensités erronées

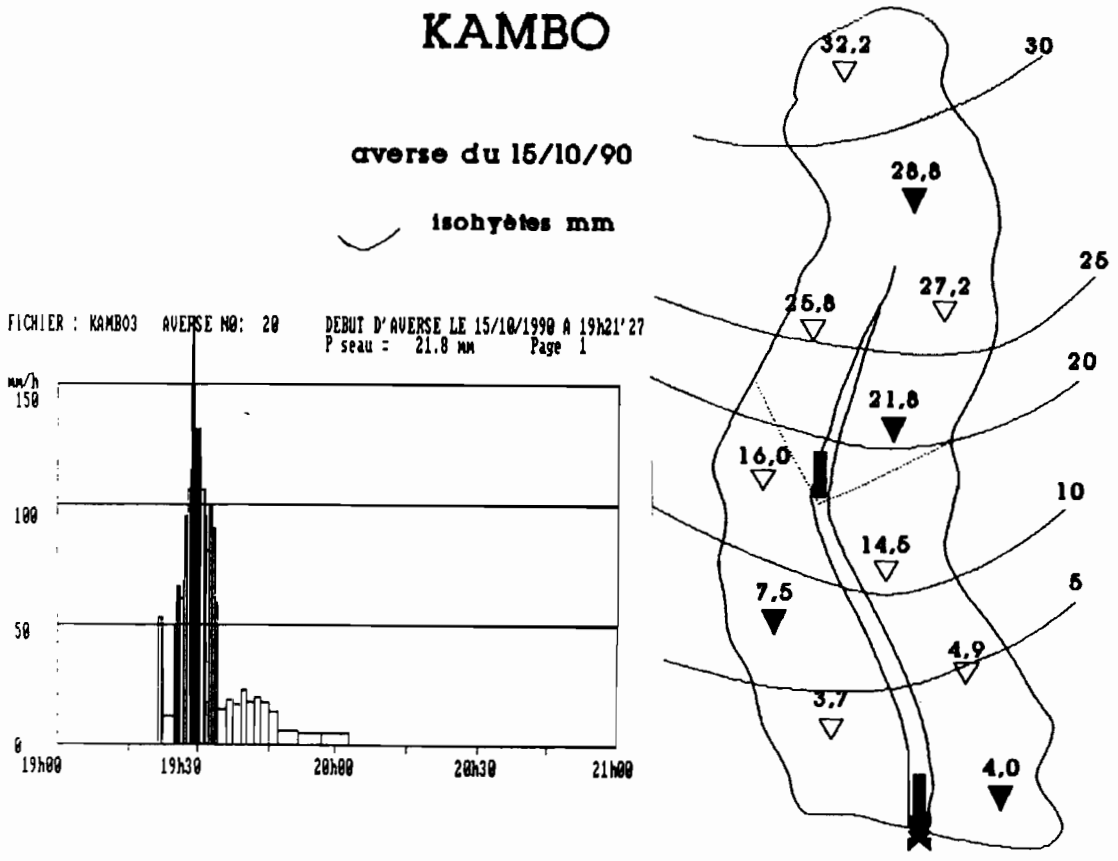
Le tableau 13 compare les intensités enregistrées sur 5, 10 et 30 minutes aux 4 pluviographes du bassin pour certaines averses remarquables toutes de type "tornades" unitaires (U) sauf l'averse complexe (C) du 7/08/90.

AVERSES REMARQUABLES à fortes intensités Tab.13

JOUR	POSTE	TYPE	Pseau mm	INTENSITE mm/h 5'	10'	30'
16/06/90	Pe1	U	14.9	78	60	-
	Pe4	U	21.3	120	100	-
	Pe7	U	21.0	138	96	-
	Pe10	U	19.4	90	72	-
21/07/90	Pe1	U	35.7	84	66	36
	Pe4	U	30.9	(19)	(18)	(18)
	Pe7	U	40.3	60	57	45
	Pe10	U	39.6	84	66	40
05/08/90	Pe1	U	42.5	192	171	73
	Pe4	U	31.4	(8)	(8)	(8)
	Pe7	U	30.0	78	69	47
	Pe10	U	28.4	84	66	56
07/08/90	Pe1	C	26.1	48	24	17
	Pe4	C	46.9	(7)	(7)	(7)
	Pe7	C	74.1	142	119	76
	Pe10	C	70.0	108	90	74
25/08/90	Pe1	U	15.7	48	36	18
	Pe4	U	26.2	82	73	63
	Pe7	U	32.7	66	57	49
	Pe10	U	24.0	72	60	40
25/09/90	Pe1	U	25.6	72	48	34
	Pe4	U	24.1	55	52	34
	Pe7	U	20.7	78	60	35
	Pe10	U	16.3	48	36	22
05/10/90	Pe1	U	19.0	84	78	-
	Pe4	U	20.3	109	87	-
	Pe7	U	25.7	150	111	-
	Pe10	U	29.3	132	96	-
15/10/90	Pe1	U	28.8	120	100	56
	Pe4	U	21.8	121	92	41
	Pe7	U	7.5	42	18	-
	Pe10	U	4.0	24	15	-

On remarque, sur les tableaux des averses individualisées et des pluies journalières, une grande hétérogénéité spatiale des pluies. Le passage des grains sur le bassin de KAMBO, de forme très allongé, se produit essentiellement d'Est en Ouest et, suivant l'épicentre de la tornade, les parties amont et aval sont plus ou moins arrosées. La figure 16 montre l'exemple de l'averse type tornade du 15/10/90.

Fig.16

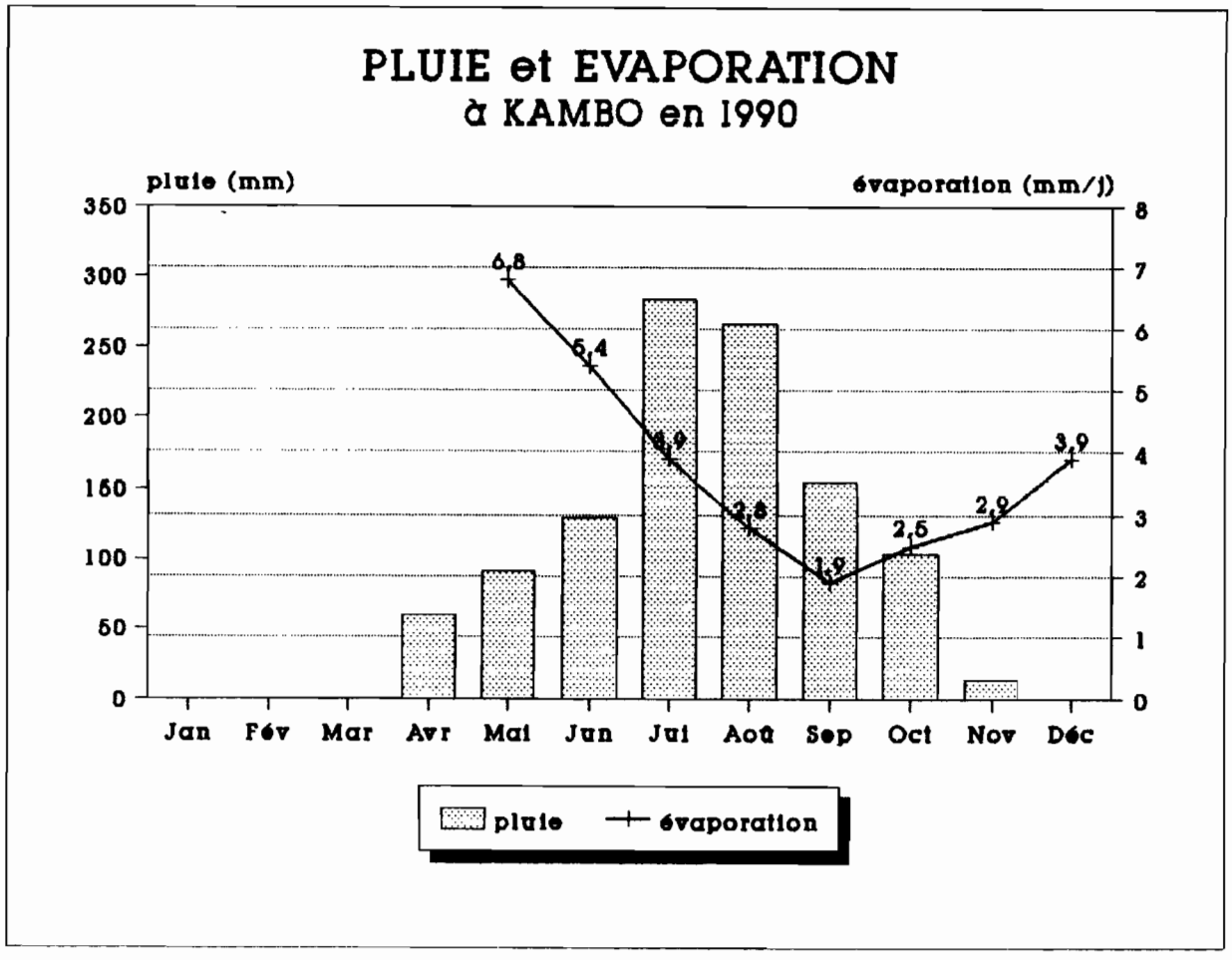


2.5 EVAPORATION et ETP

2.5.1 Evaporation sur bac à KAMBO

Un bac "COLORADO" de 1 m² avec son dispositif flottant a été mis en service début mai 1990. Le tableau 14 donne les résultats des mesures journalières. Sur la figure 17, on trouve les moyennes mensuelles de l'évaporation journalière ainsi que les totaux moyens mensuels des précipitations observées sur le bassin. Le bac est devenu flottant à partir du 06/08/90. Les mois faibles de septembre et octobre avec une moyenne égale ou inférieure à 2,5 mm/jour s'explique par l'abaissement des températures mais surtout par le fait que le bac est entouré de riz flottant sur 3 de ses côtés ce qui nuit à la circulation de l'air. L'effet thermique des parois du bac, ajouté à une bonne circulation de l'air, fait augmenter l'évaporation en saison sèche

Fig.17



EVAPORATION à KAMBO en mm sur bac COLORADO Tab.14
(bac flottant d'août à janvier)

MOIS	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril
1		6.8	5.0	3.7	0.4	2.6	2.8	3.0	5.8			
2		4.5	5.5	5.4	3.6	3.8	2.5	3.8	5.4			
3		3.5	5.6	0.1	5.5	2.2	3.5	3.0	5.7			
4		5.8	5.0	2.8	0.7	1.7	1.2	4.0	5.4			
5		5.1	5.0	2.6	1.6	2.0	3.1	-	4.5			
6		6.9	4.8	2.6	1.3	1.7	2.4	4.0	5.0			
7		7.6	4.6	7.8	1.0	1.0	3.8	4.4	5.2			
8		8.4	5.4	6.7	1.6	2.0	3.4	4.6	5.4			
9		7.7	6.2	0	2.0	2.0	3.8	3.0	5.4			
10		5.5	3.1	0.6	2.0	2.0	3.0	3.0	5.4			
11	7.6	8.1	3.1	2.2	2.0	3.1	3.0	3.2	5.3			
12	3.8	8.5	2.3	2.0	2.6	3.0	3.4	3.0	6.0			
13	6.4	4.2	9.2	7.0	2.8	2.7	2.0	3.4	6.5			
14	5.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.5	3.0	4.1	7.0			
15	6.2	9.1	1.6	4.3	3.5	3.0	3.0	4.0	7.0			
16	7.7	5.7	3.1	1.4	1.0	2.9	3.0	4.0	5.0			
17	9.0	4.6	1.2	0.3	0.2	2.0	2.2	4.0	5.0			
18	7.6	2.0	4.0	0.4	1.0	1.7	3.0	3.8	5.5			
19	9.8	3.7	3.4	0.8	1.7	2.6	3.5	3.3	7.6			
20	10.3	4.7	3.4	2.6	0.9	3.0	3.0	3.4	7.1			
21	6.2	4.4	4.7	2.7	1.7	2.3	3.0	4.4	7.0			
22	6.8	4.8	4.0	3.4	2.0	3.5	3.2	4.0	7.8			
23	6.7	5.2	2.5	3.0	1.4	3.0	2.5	4.0	8.0			
24	6.0	5.0	0.8	3.1	2.5	2.4	3.0	5.0	8.4			
25	8.5	7.7	2.8	2.0	2.3	3.2	3.0	4.0				
26	5.9	3.6	5.8	4.3	2.4	2.5	3.0	4.5				
27	3.2	4.6	3.8	2.8	2.2	2.4	3.0	4.4				
28	6.9	2.7	2.3	1.4	2.0	2.8	3.1	4.0				
29	8.6	3.3	2.0	1.0	2.5	2.5	2.0	4.5				
30	5.6	5.2	4.2	4.7		2.2	3.0	4.3				
31	6.3		3.1	2.0		2.7		4.5				
TOTAL	144.1‡	161.9	120.5	86.7	58.4	77.0	87.4	116.6	146.4‡			
MOY.	6.9	5.4	3.9	2.8	1.9	2.5	2.9	3.9	6.1			

‡ Mois incomplet

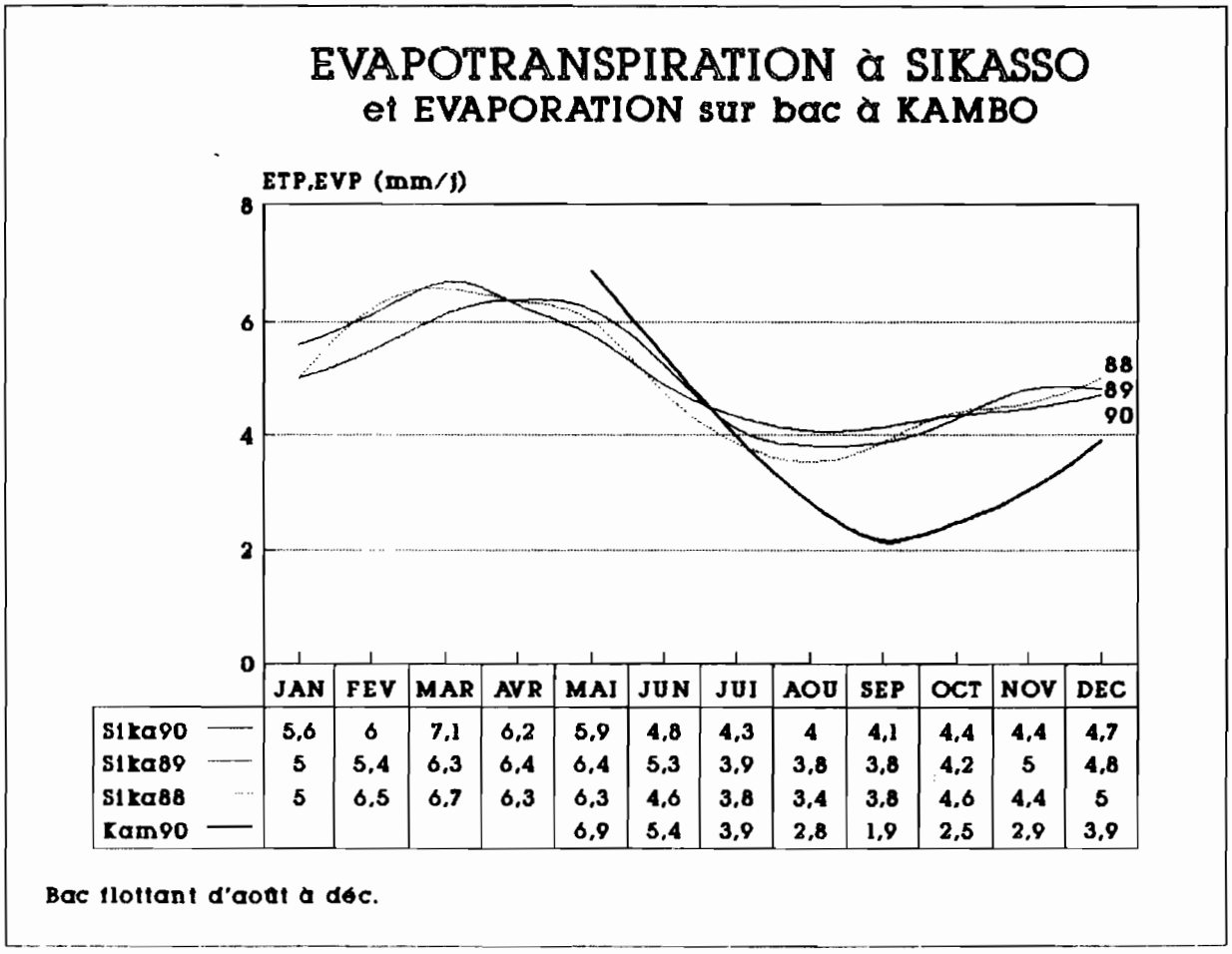
2.5.2 Evapotranspiration potentielle (ETP)

Le service national malien de la météorologie nous a communiqué les résultats des calculs de l'ETP pour le poste climatologique de SIKASSO le plus proche de notre bassin à environ 80 km à vol d'oiseau.

Le tableau 15 ci-après regroupe toutes les valeurs décadaires et mensuelles des 3 dernières années calculées d'après la formule de PENMAN la mieux adaptée aux conditions climatiques tropicales.

La figure 18 ci-dessous présente les courbes lissées (logiciel Harvard Graphique) des ETP moyennes mensuelles (en mm/jour) de ces 3 dernières années ainsi que les résultats mesurés au bac de KAMBO en 1990. Les valeurs du bac sont nettement inférieures (50%) à celles de l'ETP quand le bac devient flottant et ont tendance à être supérieures en saison sèche sur le peu d'observations collectées. La figure 19 trace le bilan climatique 88-89-90 de P à KAMBO et ETP à SIKASSO. Sur 3 ans, le déficit pluviométrique s'élève à 756 mm en moyenne avec un maximum de 913 mm en 89 équivalent à la pluviosité de l'année.

Fig.18



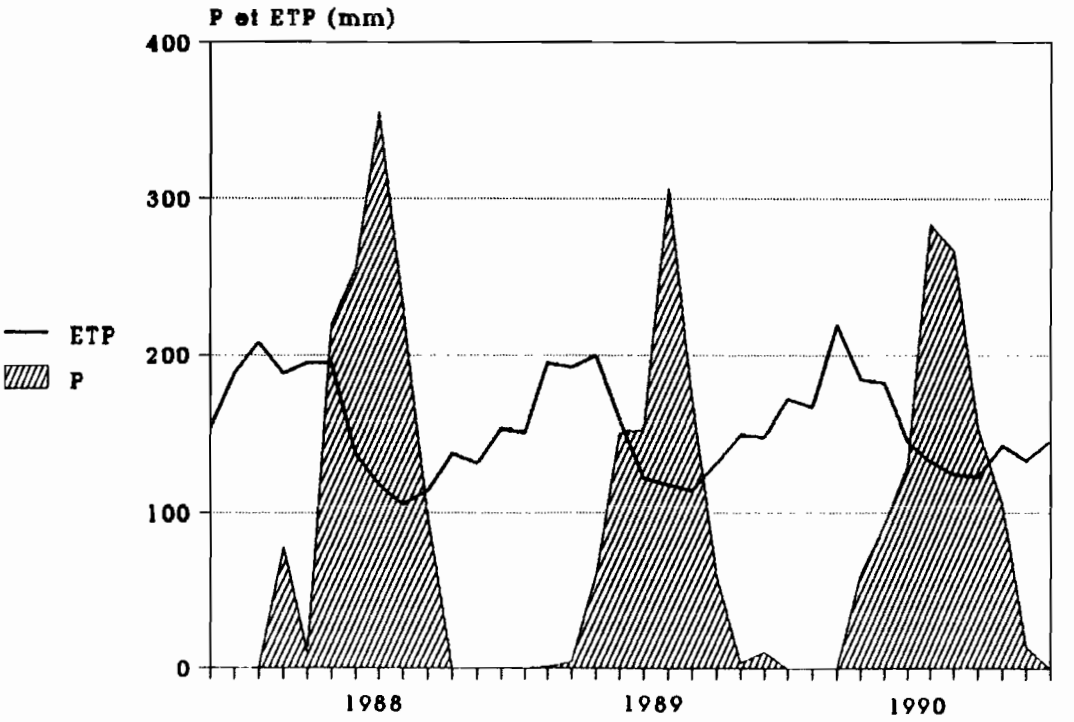
ETP à SIKASSO en mm

Tab. 15

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	ANNEE
1988													
décade 1	50.3	60.8	70.0	61.7	70.0	51.0	36.2	37.1	36.5	44.5	44.8	49.5	
2	47.3	67.9	74.3	70.9	66.8	45.9	40.5	32.5	36.9	44.1	45.0	54.9	
3	56.2	59.4	64.0	55.6	58.3	40.7	40.9	34.8	39.4	49.1	41.4	51.6	
mois	153.8	188.1	208.3	188.2	208.3	188.2	195.1	137.6	117.6	104.4	112.8	137.7	1831
1989													
décade 1	56.1	51.8	66.9	65.4	65.6	62.3	40.8	38.2	35.2	39.9	50.4	48.2	
2	40.8	53.0	50.5	62.5	71.0	52.3	38.9	38.2	35.8	46.0	48.1	56.9	
3	57.2	46.4	78.1	64.2	63.0	44.7	42.1	40.6	42.7	45.5	50.8	43.2	
mois	154.1	151.2	195.5	192.1	199.6	159.3	121.8	117.0	113.7	113.7	131.4	149.3	1833
1990													
décade 1	51.8	64.5	72.1	63.0	58.8	53.6	46.9	34.0	38.7	46.7	44.4	47.1	
2	51.0	53.7	70.7	59.2	57.9	43.9	40.4	41.5	38.1	45.7	42.9	43.7	
3	69.7	49.1	76.2	63.0	66.1	47.2	45.4	48.2	45.6	50.1	45.6	54.4	
mois	172.5	167.3	219.0	185.2	182.8	144.7	132.7	123.7	122.4	142.5	132.9	145.2	1871

BILAN CLIMATIQUE
P (Kambo) ETP (Sikasso)

Fig.19



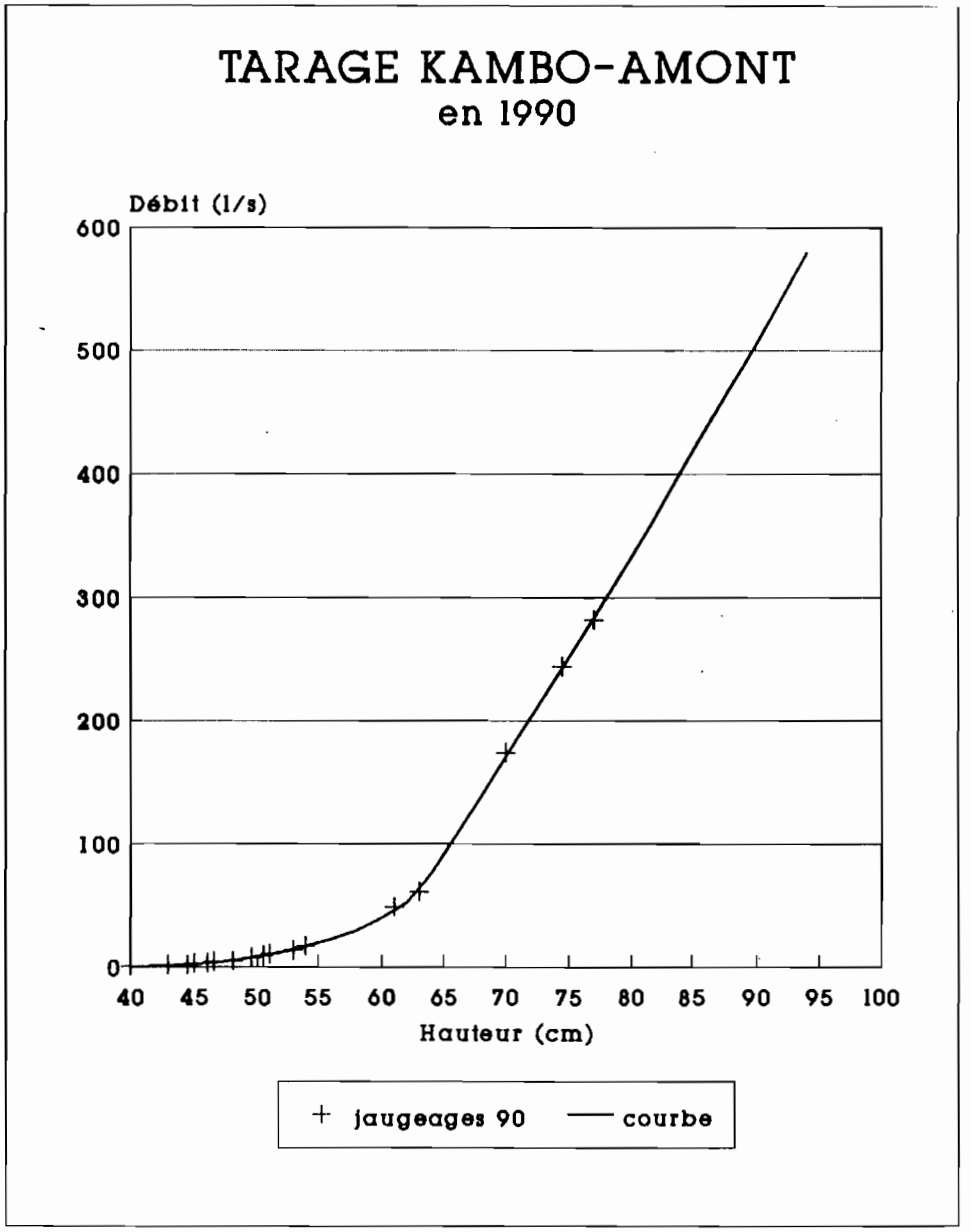
2.6 JAUGEAGES et TARAGES

2.6.1 Station amont (BV = 4.7 km²)

Code station : 127 1699 151
Altitude du zéro = + 5,60 m / zéro aval

En 1990, un petit déversoir rectangulaire a été construit à l'entrée de la buse qui contrôle la station amont. Dix neuf jaugeages (tableau 38 en annexes), effectués à cette station, donnent une bonne courbe d'étalonnage (fig. 20). A partir de la cote 68, il y a eu des débordements par les points bas de la piste côté rive gauche. Ces débordements ont été jaugés. Le barême d'étalonnage utilisé pour les traductions H/Q figure sur le tableau 43 en annexes. **Toute l'information hydrométrique a été traité sur ordinateur avec le logiciel HYDROM conçu au laboratoire d'hydrologie ORSTOM.**

Fig.20



2.6.2 <u>Station aval</u> (barrage) BV = 10 km²
Code station : 127 1699 150

A cette station du barrage de KAMBO muni d'un petit déversoir et d'une digue submersible, il existe trois possibilités de tarage suivant que nous avons 2 vannes enlevées (ou batardeaux), 1 vanne ou 0 vanne enlevée. Les 3 cas de figures ont été jaugés, cela nous donne les trois courbes de la figure 21. Au premier chapitre 1.2, la figure 8 nous montre les cotes de démarrage de chaque courbe. Les 3 courbes se rejoignent vers la cote 76 car quand il y a beaucoup de débordements sur la digue déversante, l'effet des vannes (0,97 m de large seulement) s'estompe. Pour avoir une plus grande précision dans les cotes et les jaugeages, il serait bien utile de travailler au millimètre à cette station. Si une quatrième campagne s'effectue, cette précision au mm sera recherchée.

Toutes les cotes sont enregistrées sous le capteur 1 mais les jaugeages différenciés sous trois capteurs différents :

Capteur 1 - 2 vannes en place - 127 1699 150.1 - 21 jaugeages
" 2 - 1 vanne en place - 127 1699 150.2 - 66 jaugeages
" 3 - 0 vanne en place - 127 1699 150.3 - 45 jaugeages

Tous les jaugeages exécutés en 89 et 90 ont servi à l'établissement des courbes toutefois en s'appuyant plus sur les jaugeages récents de 90. Les listes des jaugeages sont présentés en annexes sur les tableaux 38, 39, 40 et les courbes détaillées sur les figures 56, 57 et 58.

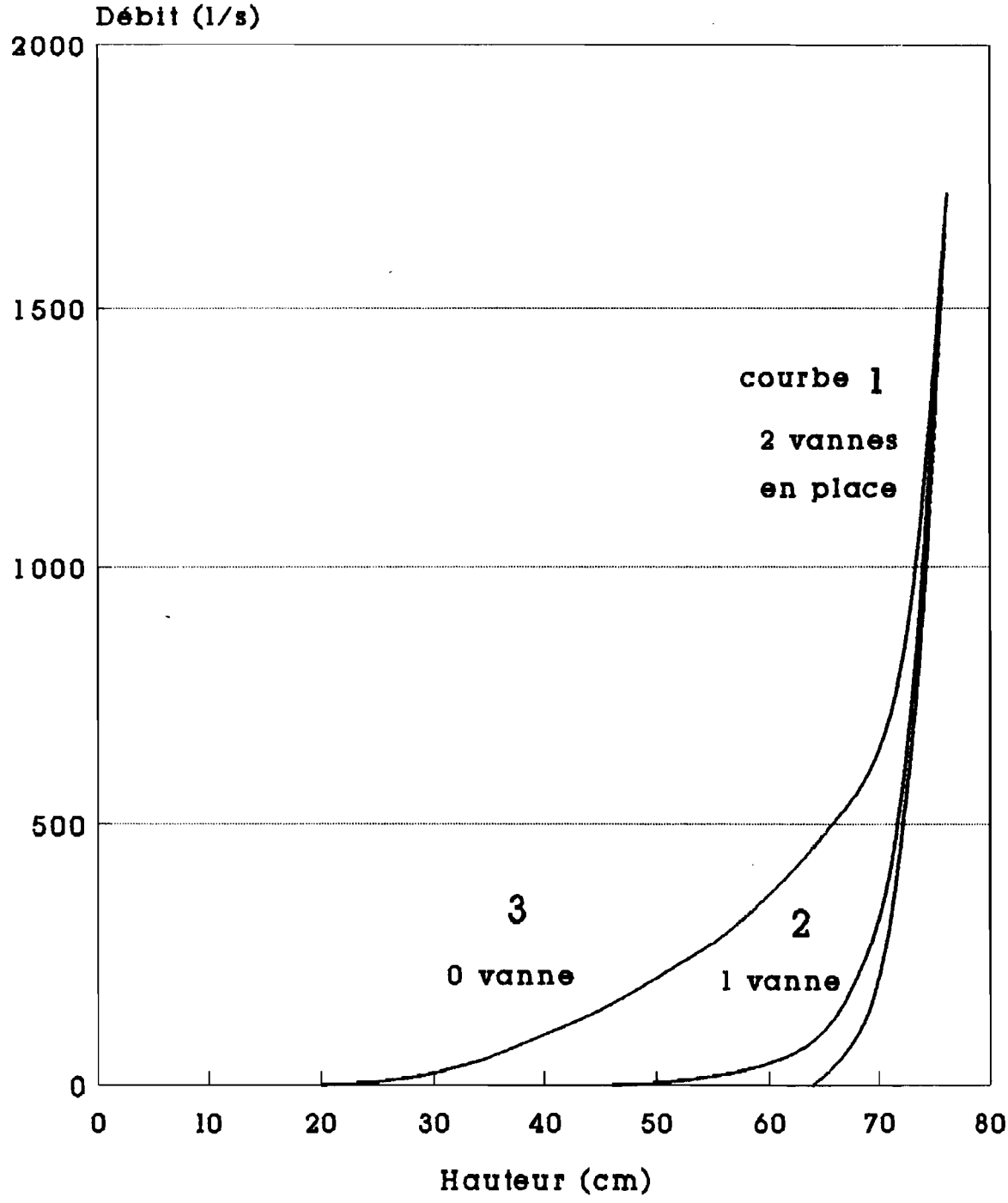
Les barêmes (tab. 41 et 42 en annexes), déduits des 3 courbes, ont été utilisés tour à tour en 90, aux dates successives suivantes, pour traduire les cotes en débits au barrage (tab.16).

TRADUCTION DES COTES EN DEBITS au barrage **Tab.16**

DEBUT	FIN	Nb vannes	Courbe
19/11/89 à 07h27	08/08/90 à 07h30	2	1
08/08/90 à 07h30	08/08/90 à 11h30	1	2
08/08/90 à 11h30	11/08/90 à 07h00	0	3
11/08/90 à 07h00	14/08/90 à 07h00	2	1
14/08/90 à 07h00	22/08/90 à 11h15	1	2
22/08/90 à 11h15	25/08/90 à 07h15	2	1
25/08/90 à 07H15	29/08/90 à 07h00	1	2
29/08/90 à 07h00	31/08/90 à 10h10	2	1
31/08/90 à 10h10	06/09/90 à 07h00	1	2
06/09/90 à 07h00	15/11/90 à 07h00	2	1
15/11/90 à 07h00	31/12/90 à 24h00	1	2

Fig.21

TARAGE KAMBO-BARRAGE

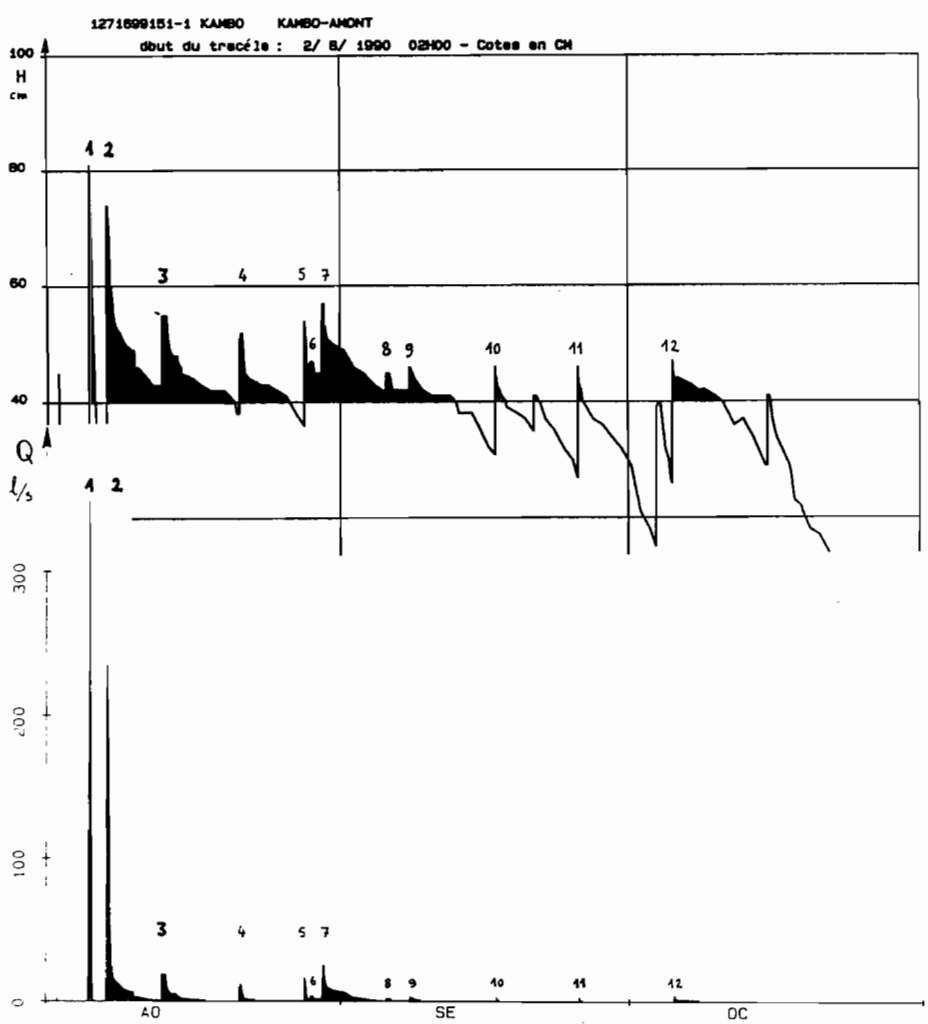


2.7 ECOULEMENTS et CRUES

2.7.1 Station amont

Le limnigraphe a très bien fonctionné, toutes les crues ont été enregistrées. Le petit seuil, construit en mai, a évité les problèmes d'inversion de courant depuis la parcelle aval. En annexes, la figure 59 présente les cotes instantanées enregistrées à la station et le tab.51 les hauteurs moyennes journalières. La figure 22 ci-dessous ne reprend que les mois à écoulement, c'est-à-dire août, septembre et octobre, avec sur le même graphique les débits instantanés correspondants. Le seuil du déversoir étant à la cote 40, toutes les cotes supérieures ont donné lieu à des écoulements récapitulés mensuellement dans le tableau 17.

Fig.22



Plus de 90% des écoulements ont eu lieu au mois d'août. La nappe d'inféro-flux du bas-fond, après deux paliers à - 1.20 m et - 0.25 m, est devenue subaffleurante à partir du 7/08/90. A ce moment-là, il est déjà tombé 565 mm de précipitations sur le bassin amont. Les remontées brutales du flotteur en mai, juin, juillet sur la figure 59 en annexes sont dues à des remplissages de la gaine du limnigraphe par un petit ruissellement direct provenant de la piste KAMBO-KADIOLO.

ECOULEMENTS MENSUELS en 1990 Tab.17

MOIS	Pmoy. mm	Volume m3	Lame mm	Ké %
Mai	96.8	6	0	0
Juin	129.8	0	0	0
Juil	290.2	30	0.01	0
Août	249.6	21400	4.55	1.82
Sept	155.2	1648	0.35	0.23
Oct	115.0	399	0.08	0.07
Nov	7.5	0	0	0
ANNEE	1107	23483	4.99	0.45

Le volume écoulé est très faible, il ne représente qu'une lame d'eau de 5,0 mm, soit par rapport au total des précipitations un coefficient d'écoulement de 0,5% . Ceci confirme la grande perméabilité des sols des versants et leur formidable capacité de stockage, sur un volume de 5,17 millions m³ d'apports par les pluies, seulement 24 000 m³ sont sortis en écoulement de surface. Les réserves souterraines sont stockées dans la nappe phréatique des altérites, une partie rejoint le bas-fond à l'aval par inféro-flux en profitant de la dénivelée du terrain.

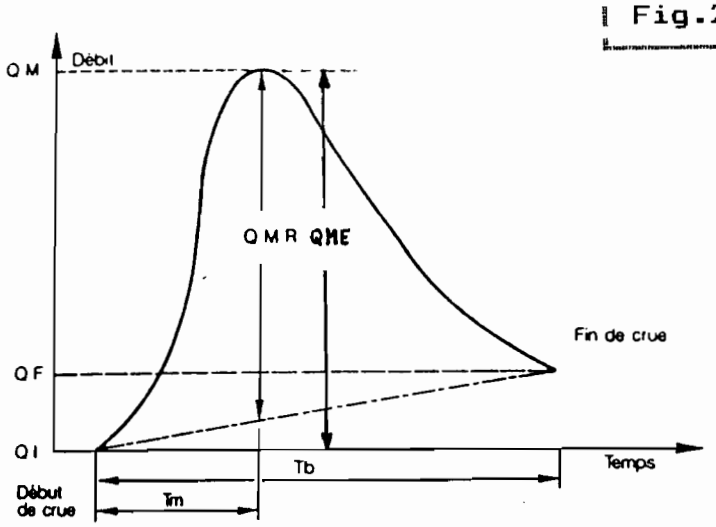
Comme on le voit sur la figure 22, 12 crues ont donné lieu à des ruissellements quantifiables. Elles se répartissent en 3 groupes : un premier groupe de 2 crues avec des débits de pointe supérieurs à 200 l/s, un deuxième groupe de 4 crues avec des débits faibles autour de 20 l/s et un troisième groupe de 6 crues avec des débits très faibles inférieurs à 5 l/s.

Le logiciel HYDROM permet de connaître les caractéristiques de crues en donnant la possibilité d'isoler une crue dans la série des hydrogrammes des débits instantanés. La figure 23 ci-dessous montre les grandeurs calculées sur l'hydrogramme et le tableau 18 les données des caractéristiques des crues.

Seules, les 2 crues des 5 et 7 août avec des volumes de plus de 6000 m³ ont eu une répercussion jusqu'à la station aval. Pour

ces 2 crues, les temps de montée sont de 3 heures et les temps de base de 18 heures environ, qui démontrent la lenteur des écoulements due à l'allongement du bassin et aux diguettes de culture. Le plus fort coefficient de ruissellement est obtenu à la crue du 7/08 avec 4%, ce qui compte-tenu de l'important épisode pluvieux de fin juillet et début août est très faible.

Fig.23



CARACTERISTIQUES DES CRUES 1990 Tab. 18

DATE	Pmoy. mm	I.5 mm/h	I.10 mm/h	QME l/s	QMR l/s	Tm he.mn	Tb he.mn	Vr m3	Lr mm	Kr %	Qspé. l/s/km2
05/08/90	44.9	192*	171	349	349	3.25	18.30	6084	1.29	2.87	74.3
07/08/90	34.3	48*	24	235	230	3.20	17.30	6477	1.38	4.02	50.0
13/08/90	23.0	60*	48	19.3	18	0.40	18.30	786	0.17	0.74	4.11
21/08/90	25.8	91	74	12	11	4.40	13.40	348	0.07	0.27	2.55
28/08/90	17.9	82	73	16.5	16.2	0.50	8.40	275	0.06	0.33	3.51
28/08/90	12.7	43	28	4.15	2.97	1.50	13.10	90	0.02	0.15	0.88
30/08/90	27.8	50	38	25.5	21.4	3.30	14.30	553	0.12	0.43	5.43
05/09/90	18.5	40	37	2.25	2.01	2.15	17.25	83	0.02	0.11	0.48
08/09/90	13.8	35	26	3.0	2.37	1.30	13.30	60	0.01	0.07	0.64
17/09/90	22.8	90	77	3.0	2.96	0.45	11.00	37	0.01	0.04	0.64
25/09/90	25.8	55	52	3.0	3.0	0.45	13.45	41	0.01	0.04	0.64
05/10/90	27.8	109	87	4.15	4.02	0.40	7.30	50	0.01	0.04	0.88

* Pei ensuite Pe4

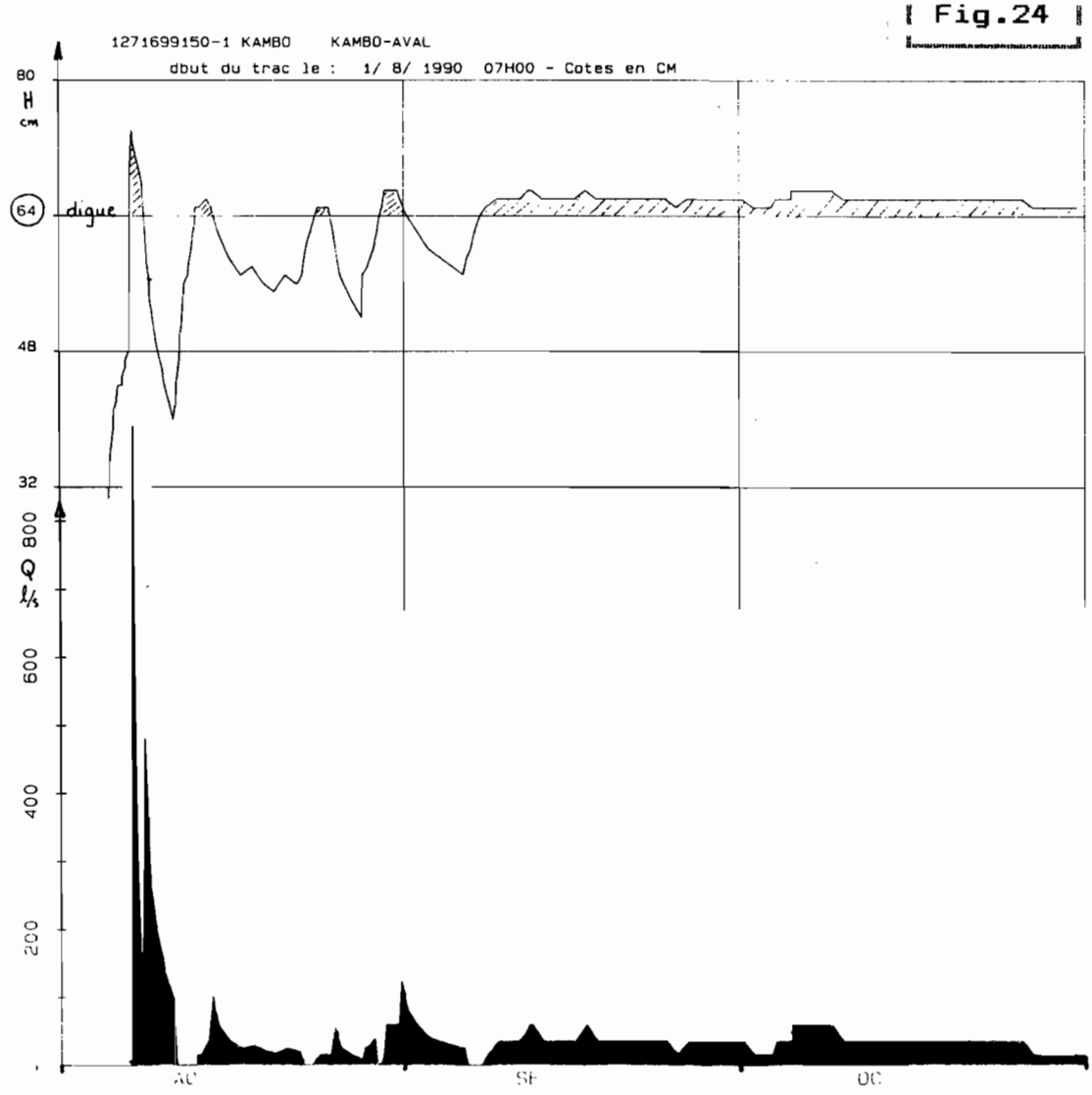
La part du ruissellement direct (14900 m³), attribué aux averses ponctuelles, est de 63% de l'écoulement global de la saison (23500 m³). Ce qui signifie peu d'écoulement de base retardé donc une faible contribution de la nappe phréatique à l'écoulement de surface dans cette partie du bassin.

2.7.2 Station aval (barrage)

Les cotes enregistrées au limnigraphe du barrage sont complètes jusqu'à janvier 1991 (cf. fig. 60 et Tab.52 en annexes). Les enregistrements ont parfois manqué de précision car le fonctionnement du limnigraphe a été gêné par un grippage progressif de la poulie de renvoi du OTTX, ce qui a provoqué des marches d'escalier sur les diagrammes. La précision obtenue en souffre un peu mais est compensée par des lectures quotidiennes à l'échelle et des contrôles pendant les jaugeages. Il serait intéressant de tester un capteur nouveau, genre sonde piézorésistive (SPI-3) avec enregistrement des cotes sur mémoire électronique (carte CHLOE-C), sur ce type de bassin. Sur ces nouveaux appareils, les périodes (temps) de scrutation et les seuils d'acquisition (possibilité du millimètre) sont programmables.

La figure 24 ci-dessous présente les cotes enregistrées et les débits instantanés calculés d'août à décembre 90. Les débordements sur la digue commencent à la cote 64.

Fig.24



Le tableau 19 donne les volumes et les lames écoulées mensuellement en 1990. Ces écoulements correspondent à des déversements par-dessus la digue quand la retenue est pleine ou à des vidanges commandées par les vannes (2 vannes superposées) de l'évacuateur du barrage. Le volume déversé durant la saison se monte à 354 000 m³ qui correspond à une lame d'eau de 35,4 mm. Cela ne représente qu'un peu plus de 3% de la hauteur totale des précipitations annuelles mais 13 fois le volume nécessaire au remplissage de la retenue. Le creux pluviométrique du mois d'août a limité les déversements et dès le début du mois de septembre, il n'y a plus eu de manipulation de vannes.

ECOULEMENTS MENSUELS en 1990 Tab. 19

MOIS	Pmoy. mm	Volume m3	Lame mm	Ké %
Juin	129.7	0	0	0
Juil	283.5	0	0	0
Août	266.3	135259	13.5	5.07
Sept	154.0	93830	9.38	6.09
Oct	103.9	91869	9.19	8.83
Nov	13.7	32400	3.24	(23.6)
Déc	0	1023	0.10	-
ANNEE	1103	354381	35.4	3.21

On note un coefficient d'écoulement progressif d'août à novembre alors que la pluviométrie décroît pour ces mêmes mois. Ces valeurs mettent bien en évidence le rôle réservoir et l'inertie des nappes confondues (inféro-flux du bas-fond et altérites des versants) qui se vident progressivement bien après les pluies.

A cette station, il est bien difficile de faire la relation pluie-crue car il y a le double problème de l'amortissement des crues dans les 6 retenues successives et, à la sortie de la retenue principale, la manipulation des vannes qui plus ou moins ouvertes déversent un volume d'eau qui ne correspond pas forcément à la pluie ou non pluie du jour. La figure 25 montre la pluviométrie moyenne journalière du bassin et les déversements (ou écoulements) moyens journaliers de la saison. La correspondance est loin d'être rigoureuse. Les écoulements très retardés et les vidanges progressives de la nappe se confondent avec les ruissellements des crues ponctuelles de plus très amorties dans les rizières et écrêtées par le seuil large de la digue. Il faut donc prendre avec précaution les données du tableau 20 des caractéristiques des 4 crues isolées ci-dessous qui essaient de chiffrer la part du ruissellement de l'écoulement de base alimenté par la nappe.

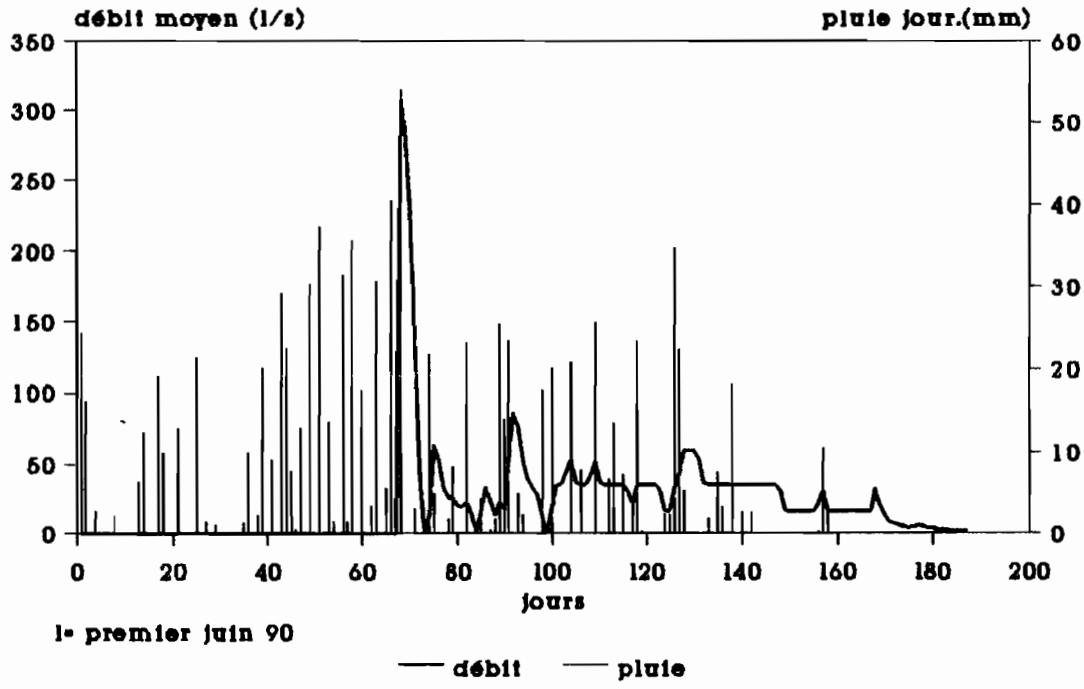
CARACTERISTIQUES DES CRUES en 1990 Tab. 20

DATE	Pmoy. mm	I.5 mm/h	I.10 mm/h	QME l/s	QMR l/s	Tm he.mn	Tb he.mn	Vr 10^3m3	Lr mm	Kr %	Qspé. l/s/km2
07/08/90	54.0	142*	119*	940	930	5.45	76.15	59.4	5.94	11.0	94
13/08/90	21.8	60	54	103	61.9	24.30	38.30	2.66	0.27	1.24	10.3
30/08/90	23.4	72	66	125	89.1	38.30	77.30	9.93	0.99	4.23	12.5
05/10/90	22.3	150	111	60	24.0	0.30	110	8.50	0.85	3.81	6.0

* au Pe 7

PLUIES et ECOULEMENTS
KAMBO-barrage

Fig.25

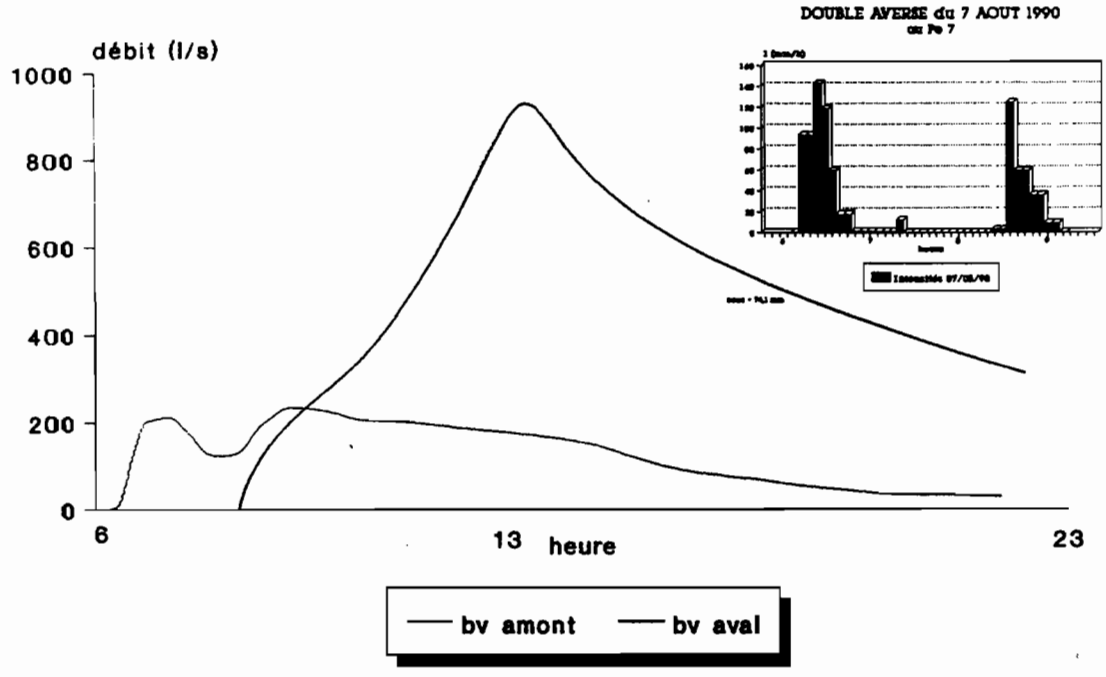


La figure 26 donne les courbes lissées des hydrogrammes amont et aval de la crue la plus importante de la saison le 7/08/90. A la station aval, une deuxième pointe a été provoquée le 08/08 par l'ouverture des vannes (cf.fig.48-3).

En phase de remplissage de la retenue principale avec vannes fermées, il a été possible de reconstituer les hydrogrammes des crues des 5 et 7 août 90. La figure 27 montre, sur le même graphique, la courbe de remplissage de la retenue entre 7 (cote 20) et 13,5 (cote 42) milliers de m³, l'hydrogramme à la station amont et celui reconstitué à la station aval (DV/DT en l/s). Sur ce dernier, la première pointe correspond aux apports de la pluie et du ruissellement direct à proximité de la retenue et la deuxième pointe aux apports de l'amont avec un décalage de 12 heures environ.

Fig.26

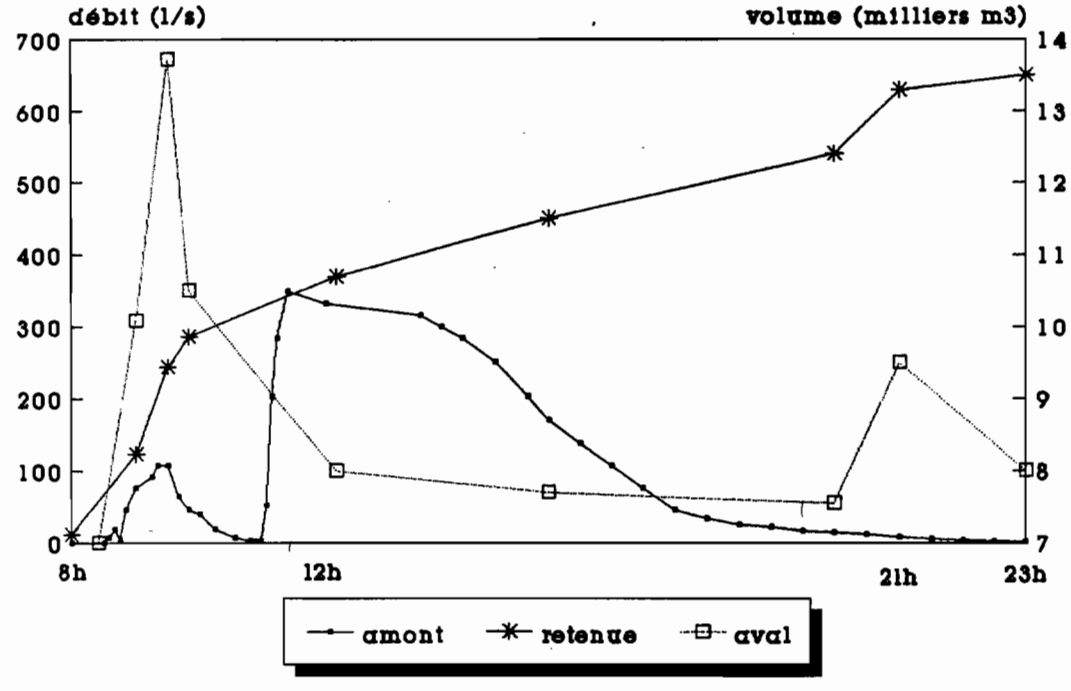
CRUE du 7 AOUT 1990
Stations amont et aval (barrage)



P moy = 54 mm ensemble du bassin
p moy = 34,3 mm pour l'amont

CRUE du 5 AOUT 1990
Bassin amont et aval

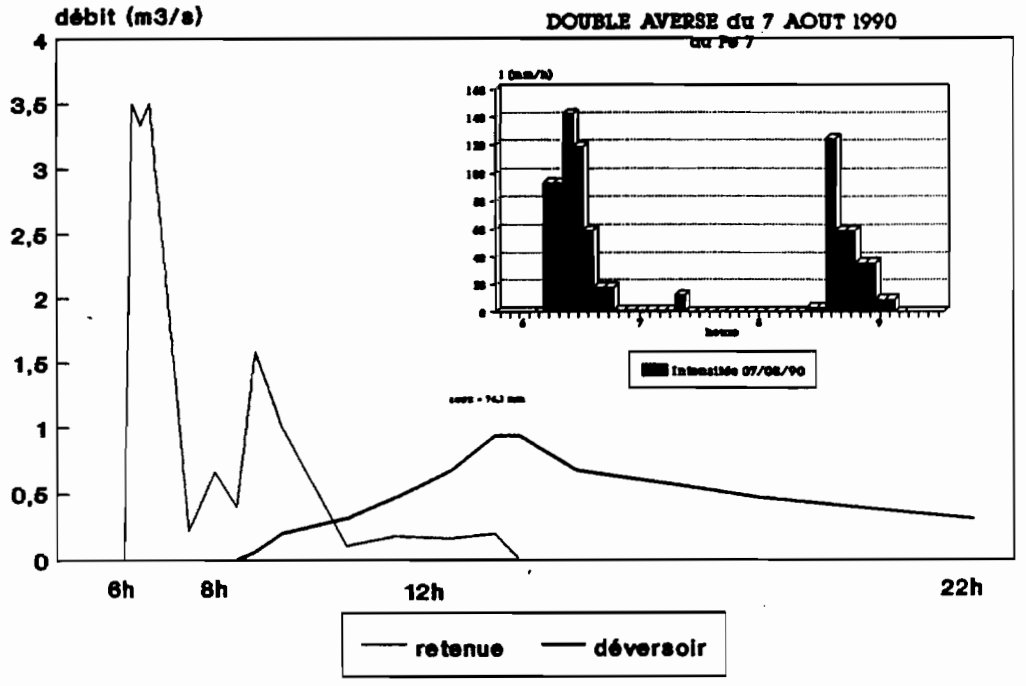
Fig.27



Remplissage de la retenue

La figure 28 présente l'hydrogramme reconstitué, du 7/08, dans la retenue et le passage de la crue à la digue déversante avant l'ouverture des vannes le 08/8. L'amortissement de la pointe de crue est bien mise en évidence avec une diminution du Qmax. de 3,5 à moins de 1 m3/s. Les hydrogammes reconstitués manquent de précision, ils sont donnés à titre indicatif pour estimer les pointes de crues naturelles.

Fig.28



Hydrogramme reconstitué dans le barrage

2.7 STOCKAGE dans la RETENUE

Pour la retenue de KAMBO, une courbe hauteur/volume a été établie en 1989 (cf. rapport Y. PEPIN, déc. 89). La figure 29 ci-dessous présente cette courbe. Les débordements par-dessus la digue se font à partir de la cote 64 qui correspond, sur le barême d'étalonnage, à un volume de 25 500 m³.

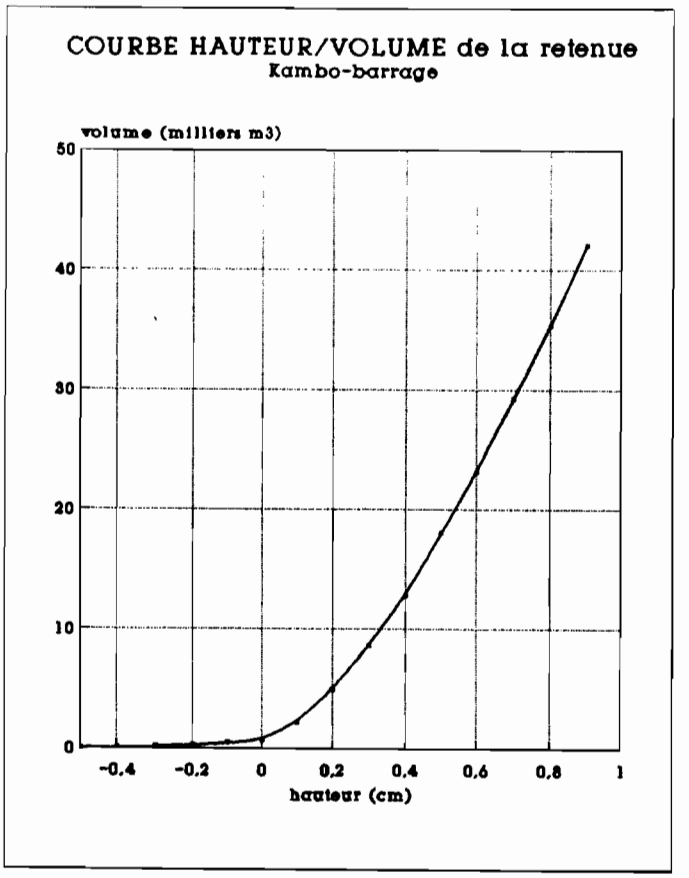


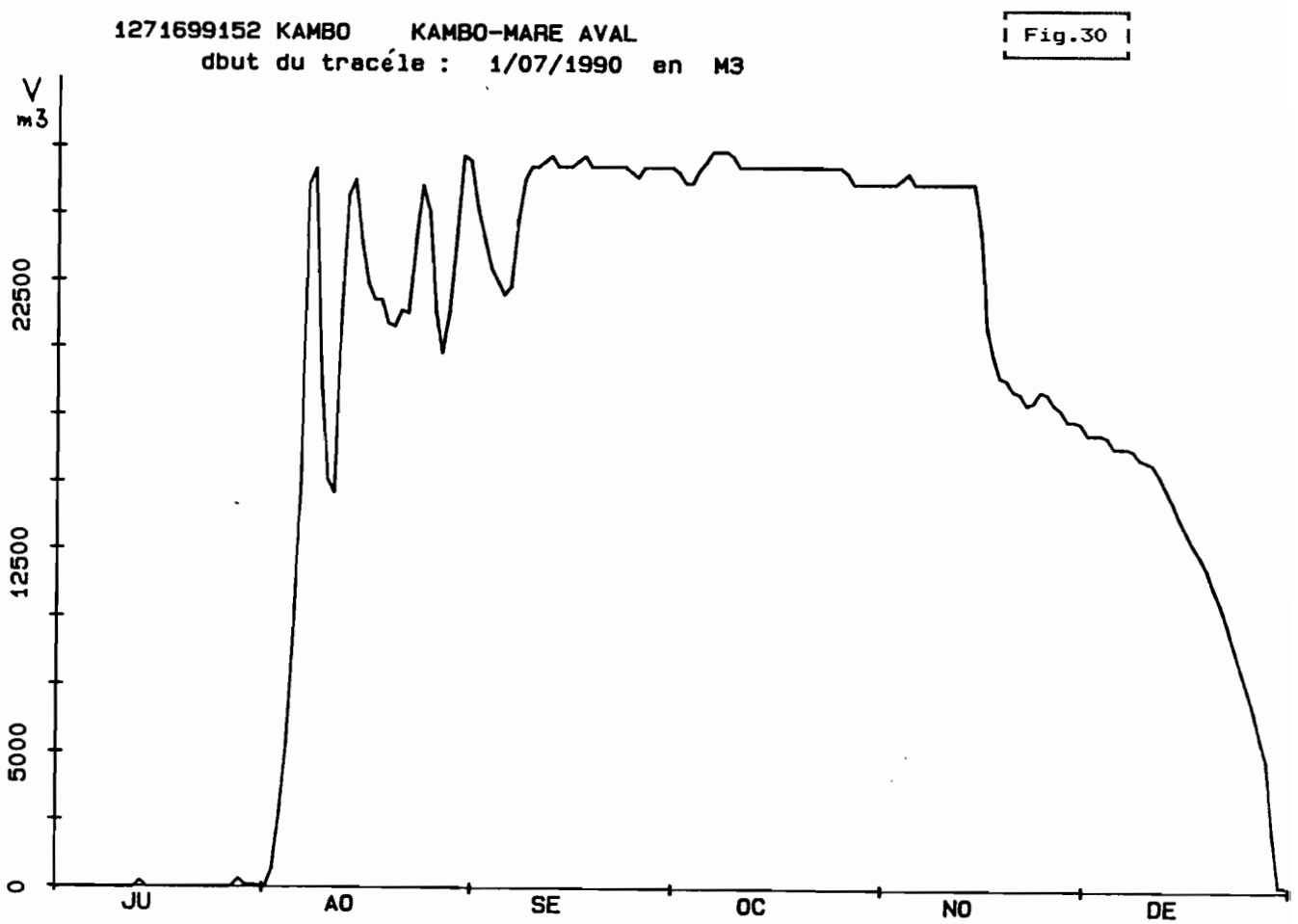
Fig.29

Le remplissage de la retenue n'a commencé que début août quand la nappe est affleurante au niveau du sol et se trouve à l'horizontale avec la nappe phréatique des versants. La remontée de la nappe s'est faite par paliers à partir de la deuxième quinzaine de juillet. Elle est visible sur le diagramme des cotes instantanées (cf. fig. 60 en annexes). Cette remontée est liée à l'important cumul pluviométrique de ce mois (cf. fig. 9, § 2.2). Pour le remplissage, il a donc fallu **565 mm** de précipitations tombées d'avril à fin juillet, ce qui signifie que pour les années à faible pluviométrie, il y a peu d'espoir de remplir la retenue. Des pluviosités annuelles très déficitaires se sont déjà produites dans le passé, à l'exemple de 1983 (**413 mm**) et de 1982 (**543 mm**) au poste de KADIOLO.

Pour éviter la submersion du riz, des manipulations de vannes ont été nécessaires tout le mois d'août et même début septembre. Ensuite, les vannes sont restées fermées jusqu'à la récolte à la mi-novembre. Les manipulations judicieuses des vannes par les cultivateurs démontrent une bonne maîtrise des niveaux d'eau liées à une grande discipline collective des propriétaires de parcelles notamment pour les semis et les repiquages .

La vitesse de la vidange de la retenue après l'arrêt des écoulements a été de 2 cm/jour entre le 21 et 25 décembre.

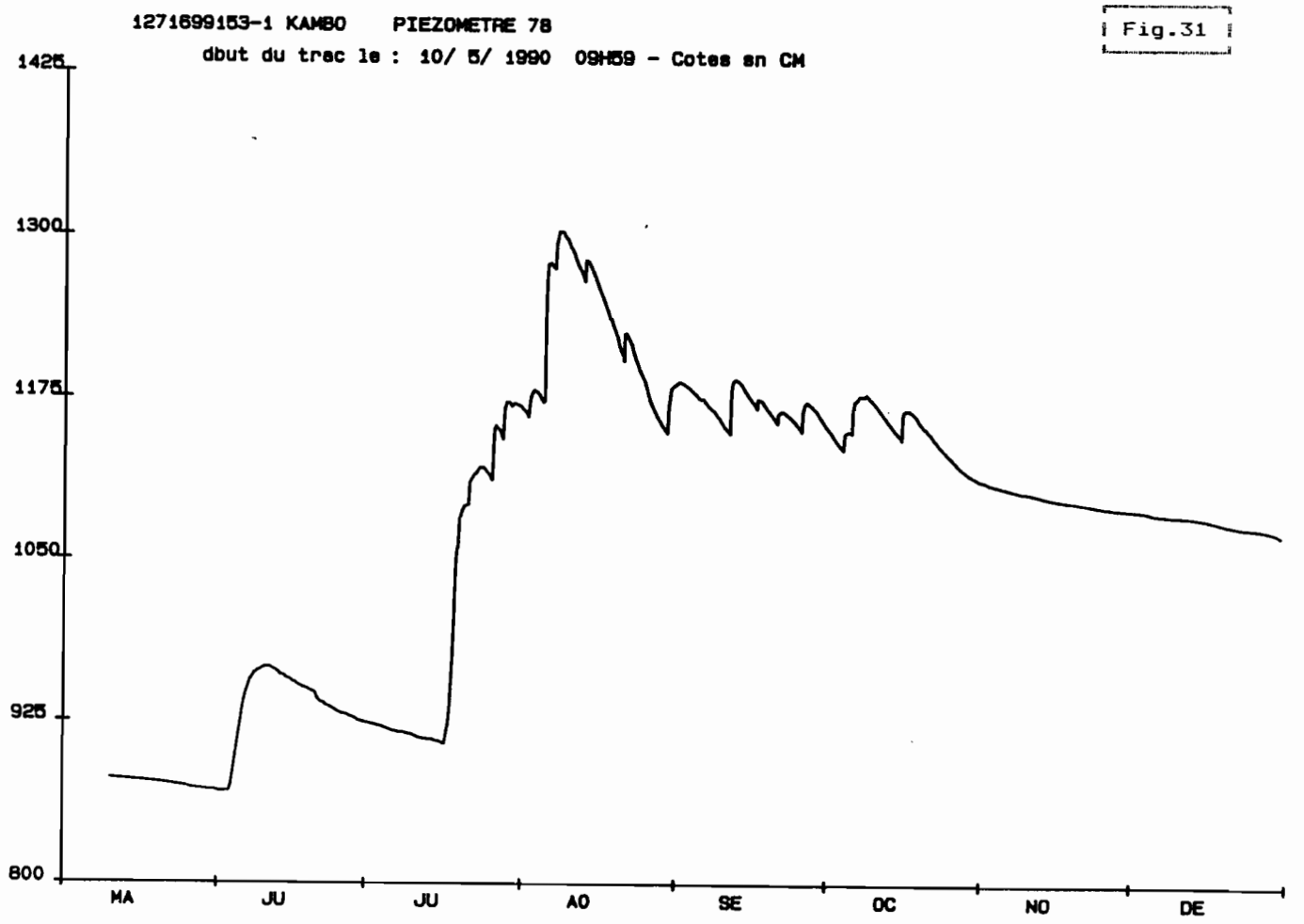
Les volumes moyens journaliers, emmagasinés dans la retenue, sont donnés dans le tableau 48 en annexes et présentés sur la figure 30 ci-après. Le barrage est resté plein sans manipulation de vannes du 6/09 au 15/11/90 (cf. tab. 16, § 2.6.2) date d'une vidange partielle pour faciliter la récolte du riz.



2.9 MESURES PIEZOMETRIQUES

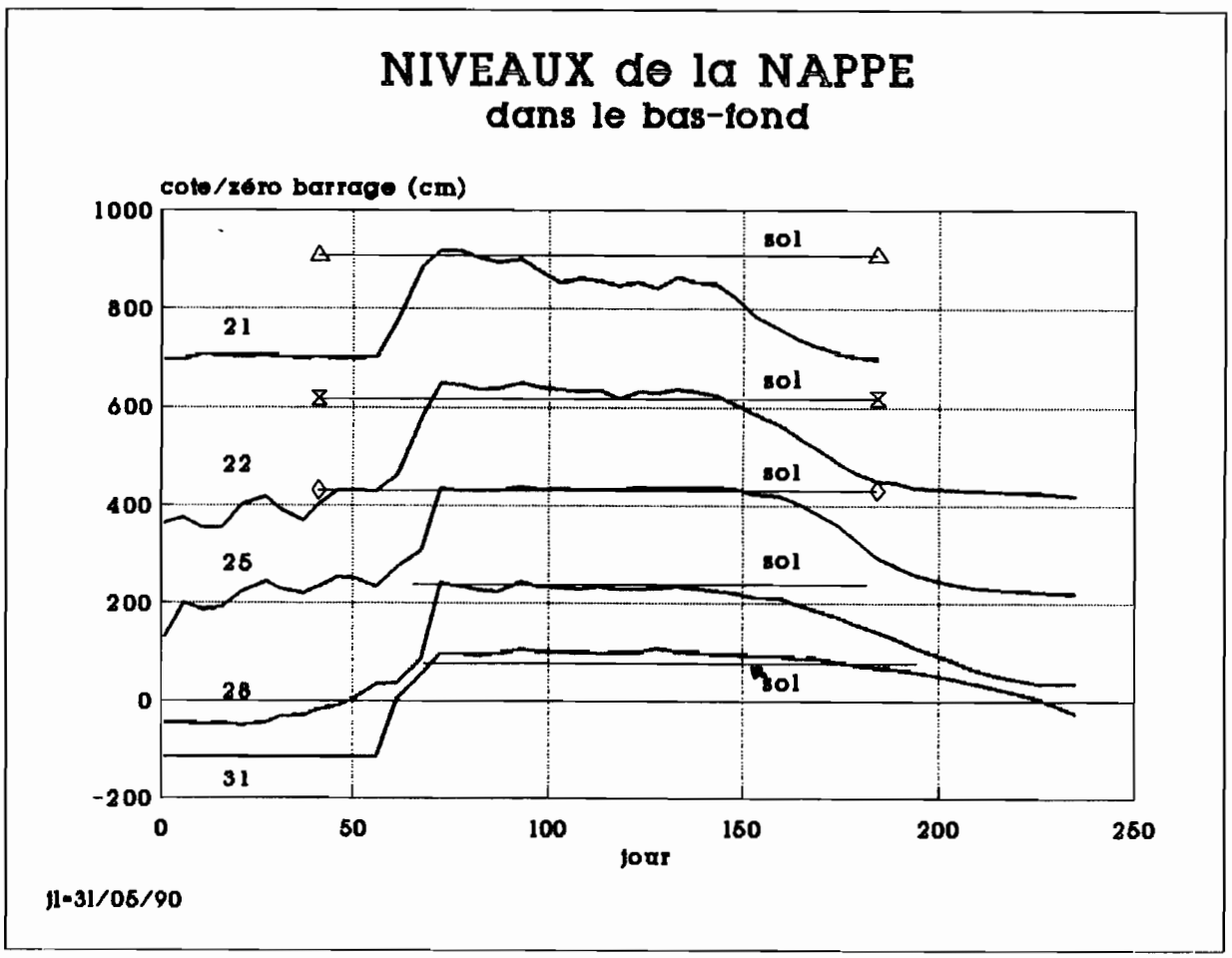
Les tableaux 53 à 55 en annexes nous donnent les résultats de toutes les mesures effectuées à la sonde électrique sur les piézomètres et sur les puits durant l'année 90.

La figure 31 présente toutes les cotes piézométriques très bien enregistrées au puits 78, réservé à la mesure et situé en tête du bassin à 4500 m du barrage. Les cotes sont rentrées sous HYDROM avec le numéro de code station : **127 1699 153**, depuis l'installation en mai 90. Le niveau du sol se trouve à la cote 14,50 m. La nappe permanente des altérites a entamé une première remontée début juin conséquente à l'épisode pluvieux des 1 et 2 (36,1+23,2=59,3 mm au Pe1). Donc, une partie des apports a réussi à rejoindre la nappe phréatique en traversant la tranche de sol non saturée sur une profondeur de 5,50 m. Il faut attendre ensuite la mi-juillet pour retrouver un autre épisode pluvieux de plus de 50 mm (52,3 les 13 et 14/07) capable de faire remonter la nappe. Ensuite, le régime des précipitations a été suffisant pour maintenir la nappe à un niveau voisin de 11,75 m jusqu'à la mi-octobre avec un maximum le 8/08 à 13,03 mètres (54,8+26,1 mm les 5 et 7/08). Une baisse régulière de niveau commence début novembre. L'appareil continue de fonctionner jusqu'à nouvel ordre.



La figure 32 montre les niveaux de la nappe mesurés entre la date du 31/05/90 au 20/01/91 aux piézos n °s 21, 22, 25, 28 et 31 placés sensiblement au milieu du bas-fond aux distances respectives suivantes : 3800, 2946, 2130, 1463, 783 m du barrage et en dehors de son plan d'eau. On note la remontée bien synchronisée de la nappe sur l'ensemble du bas-fonds d'environ 2 mètres sensiblement aux mêmes dates avec un maximum le même jour le 10/08. Ensuite, pendant deux mois et demi, les niveaux se sont maintenus proche ou au-dessus du sol aux P22, P25, P28, P31. Au P21, situé tout à l'amont du bas-fond, l'alimentation hydrique n'est pas suffisante pour sécuriser la riziculture. Une lame d'eau a pu être maintenue pendant 2 mois au P22 placé à l'amont de la piste KAMBO-KADIOLO et pendant 3 mois au P31 influencé par la retenue. La descente de la nappe est très liée à la position topographique. A l'amont et au milieu du bas-fond, elle est très rapide (≈ 4-5 cm/j) dans la première tranche des 1,50 m (cf. fig. 59 de la station amont, en annexes).

Fig.32



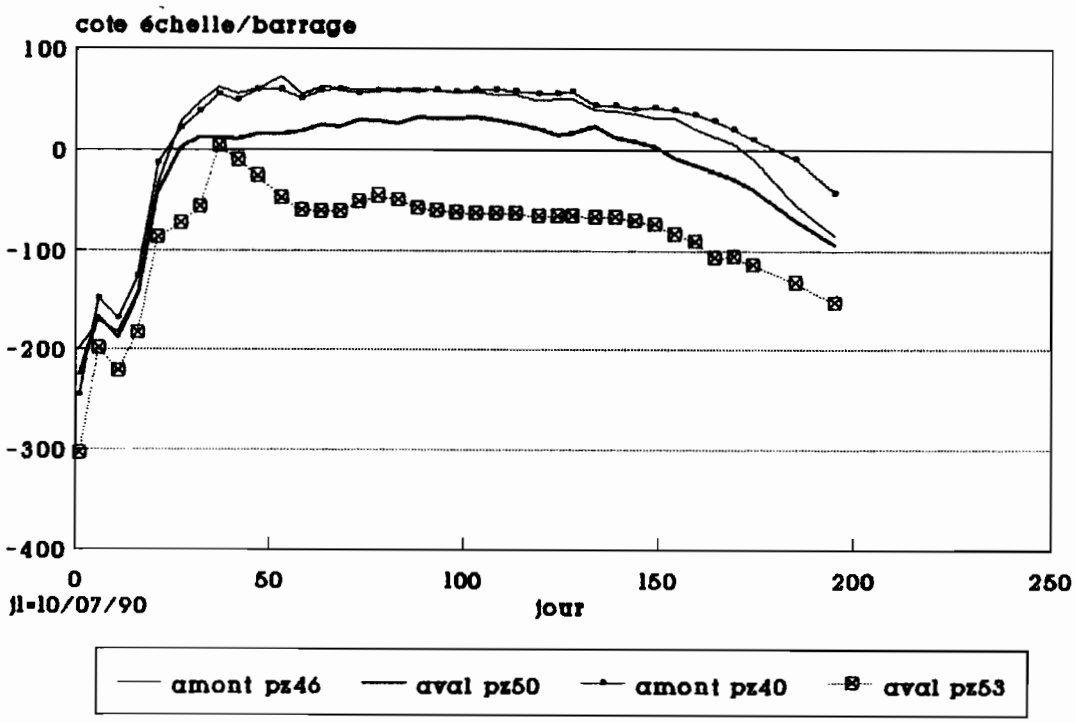
La figure 33 montre le niveau de la nappe dans la partie aval du bassin du 10/07/90 au 20/01/91 aux piézos 46 (9 m en amont du barrage), 40 (358 m en amont du barrage), 50 (13 m en aval) et 53 (194 m en aval).

L'effet du barrage et de sa barrière anti-drainage est très net entre les piézos 46 et 50 séparés seulement d'une vingtaine de mètres. Le niveau de la nappe remonte beaucoup plus vite à l'amont, même plus rapidement qu'au piézo 40 situé 358 m à l'amont. Les différences de niveau entre ces 2 piézos passent de 90 cm en août à environ 50 cm en fin de saison. Au tarissement de la nappe, à partir de la cote 0 (25/12/90), la descente à l'amont du P46 est très rapide pour rejoindre le niveau aval du P50. Ceci démontre une circulation de l'eau dans les couches perméables profondes.

On remarque également une grande dénivelée entre le P50 et 53 due à une rupture de pente du terrain 100 m après le barrage. La remontée de la nappe au P53 le 15/08 jusqu'à la cote + 3 cm, c'est-à-dire au pied du barrage, correspond à une forte crue de la rivière KADO-BAFINI qui a remonté le bas-fond.

EFFET du barrage et influence du KADO Fig.33

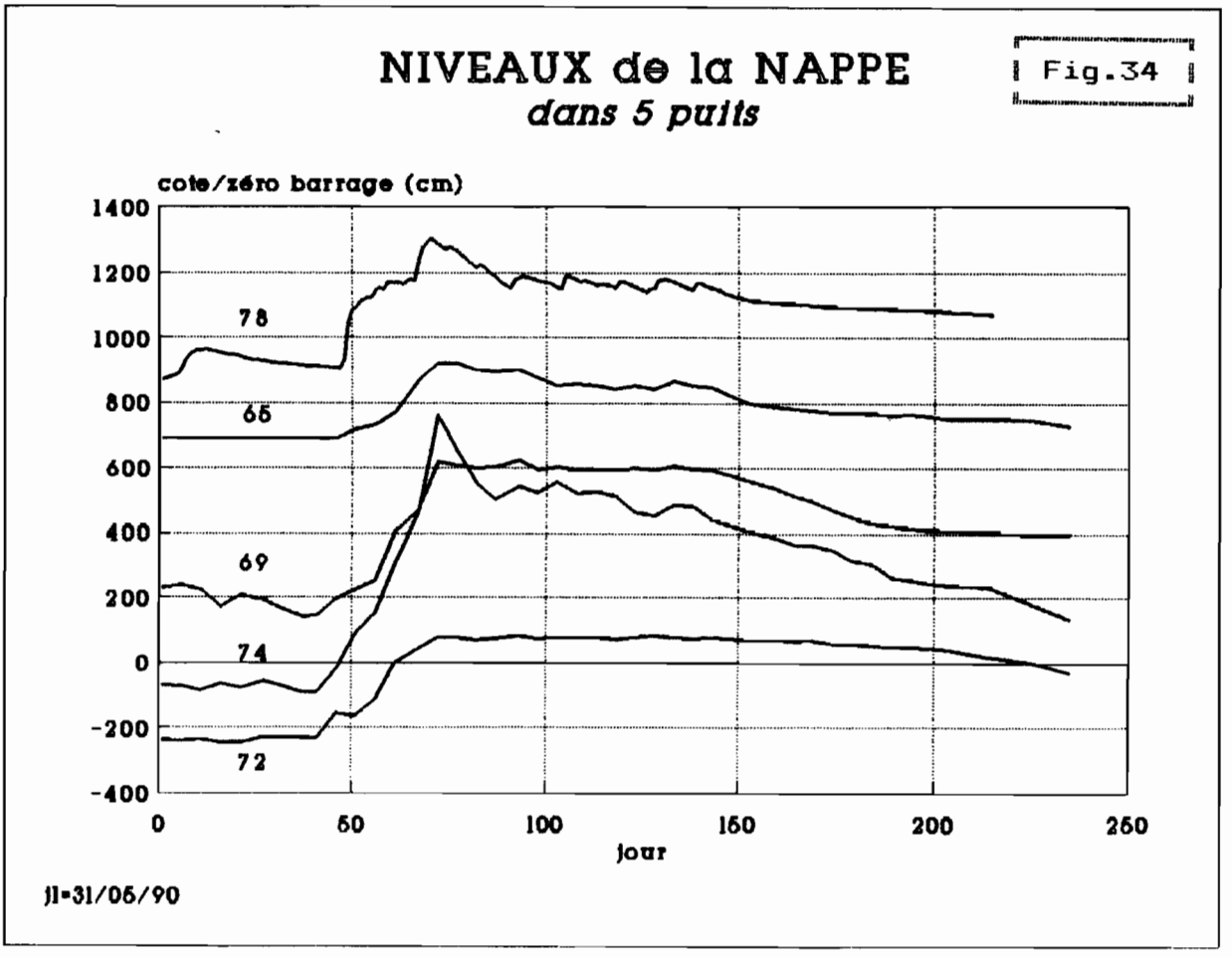
nappe en amont et en aval du barrage



Le tableau 55 en annexes donne tous les résultats effectués à la sonde dans les puits villageois. La figure 34 présente les niveaux de certains puits caractéristiques. Les temps de réponse et les comportements suite aux évènements pluvieux sont très différents suivant leurs positions sur le bassin.

Positions:	Pt78	Pt69	Pt72	Pt74
- distance longitudinale(m)	4580	2766	651	100
- distance latérale (m)	amont(70)	160	72	900
- puisage	pas	peu	pas	souvent

Le plus haut placé sur le versant gauche aval (Pt74 : sol à 9 m) est celui où on observe logiquement la plus grande amplitude de niveau, plus de 8 m. Le 69 et 78 donne des amplitudes semblables d'environ 4 m. Le 72, non puisé et proche du bas-fond, réagit comme les piézos voisins. Au 78 équipé de OTTX (cf. fig. 31), chaque épisode pluvieux de fin de saison provoque une remontée de la nappe phréatique. Contrairement aux piézos placés dans le bas-fonds, l'amorce de la remontée se fait plus tôt entre le 10 et le 20/07. Le début de baisse sensible de niveau est plus net sur les puits placés sur les versants milieu et aval (P74, P69).



Trois transversales N °s 1, 4, 9 ont été particulièrement étudiées. Ces transversales comprennent des piézos dans le bas-fond et des puits sur les bords et les versants. Les figures 35, 36, 37 montrent la tranche de sol qui a enregistré le mouvement de la nappe en 90 (partie texturée) avec une cote minimale et une cote maximale. Le mini correspond au point bas de l'étiage 89-90 et le maxi à la plus forte cote de la saison des pluies 90. Pour les cotes mini inférieures aux possibilités des tubes piézos, on a utilisé les cotes mesurées dans les puits dans ou proche du bas-fond et tenu compte de l'effet de puisage.

Sur le transect n°1, en amont du bassin, le bas-fond est pratiquement inexistant (20 m de large) et le sol argilo-sableux identique à celui des versants. La dynamique de la nappe suit bien la pente du terrain en toute saison.

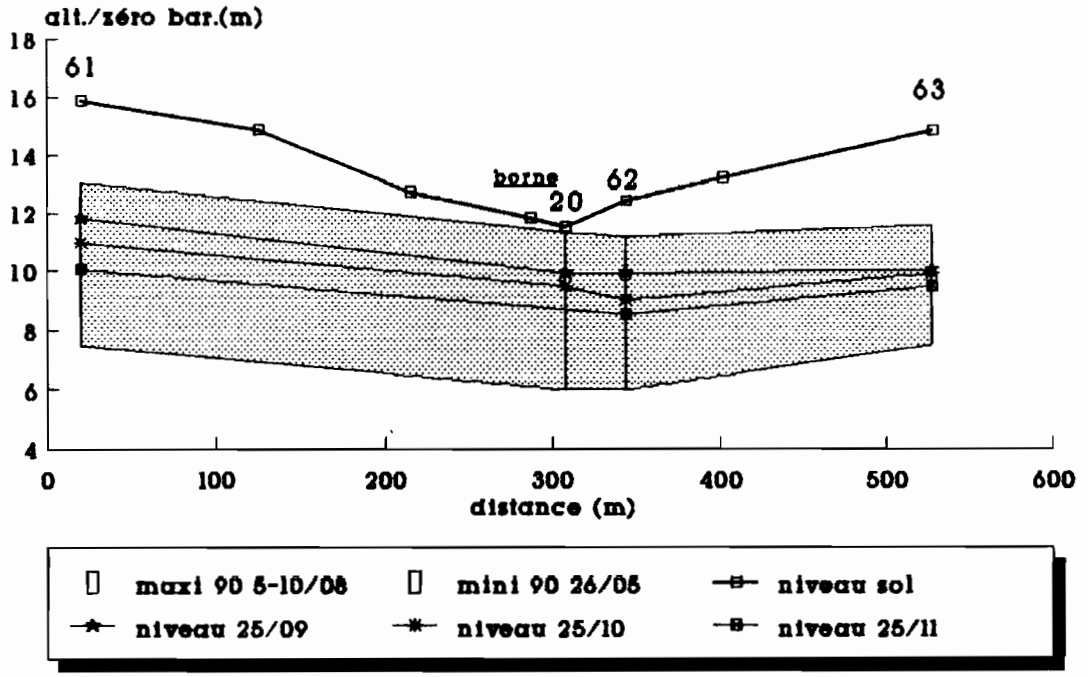
Au transect n°4, au milieu du bassin et juste à l'aval de la piste, les puits 67 et 69 sont exhaurés régulièrement. Le piézo 23 descendu profondément permet de mesurer des cotes jusqu'à 4 m du sol. Au vu des mesures, il semble qu'au P23, une petite nappe piégée et perchée dans le sol limono-argileux se maintient aux environs de la cote 300. Le minimum est donné par le puits 68. En début de saison, le ruissellement superficiel provenant surtout de la piste converge vers le bas-fond et alimente la nappe verticalement et latéralement jusqu'à établir un équilibre qui se maintient durant le reste de la saison des pluies.

Le transect aval n°9 confirme cette constatation, il ne se produit pas de remontée durable de nappe dans le bas-fond tant que la nappe phréatique des versants ne se trouve pas au même niveau. Ensuite, cette nappe d'inféro-flux du bas-fond confondue avec la nappe des versants remonte par paliers liés aux épisodes pluvieux et au cumul pluviométrique (cf. fig. 59 et 60 en annexes).

VARIATIONS de la NAPPE

Fig.35

Transect amont n 1

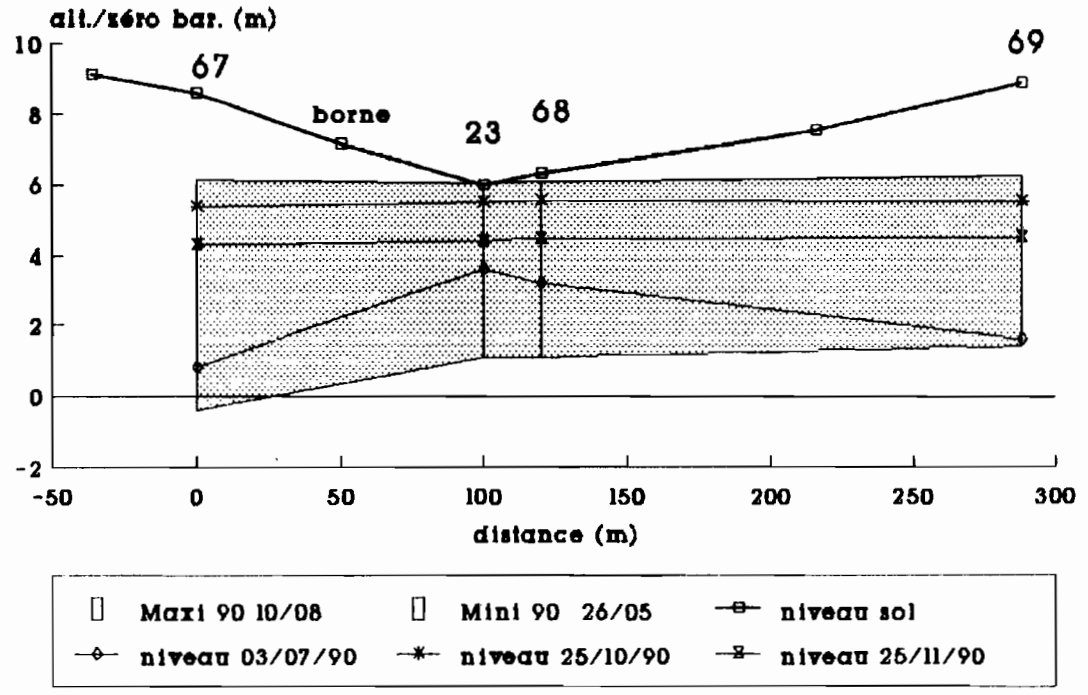


à 4139 m du barrage de rive G à rive D

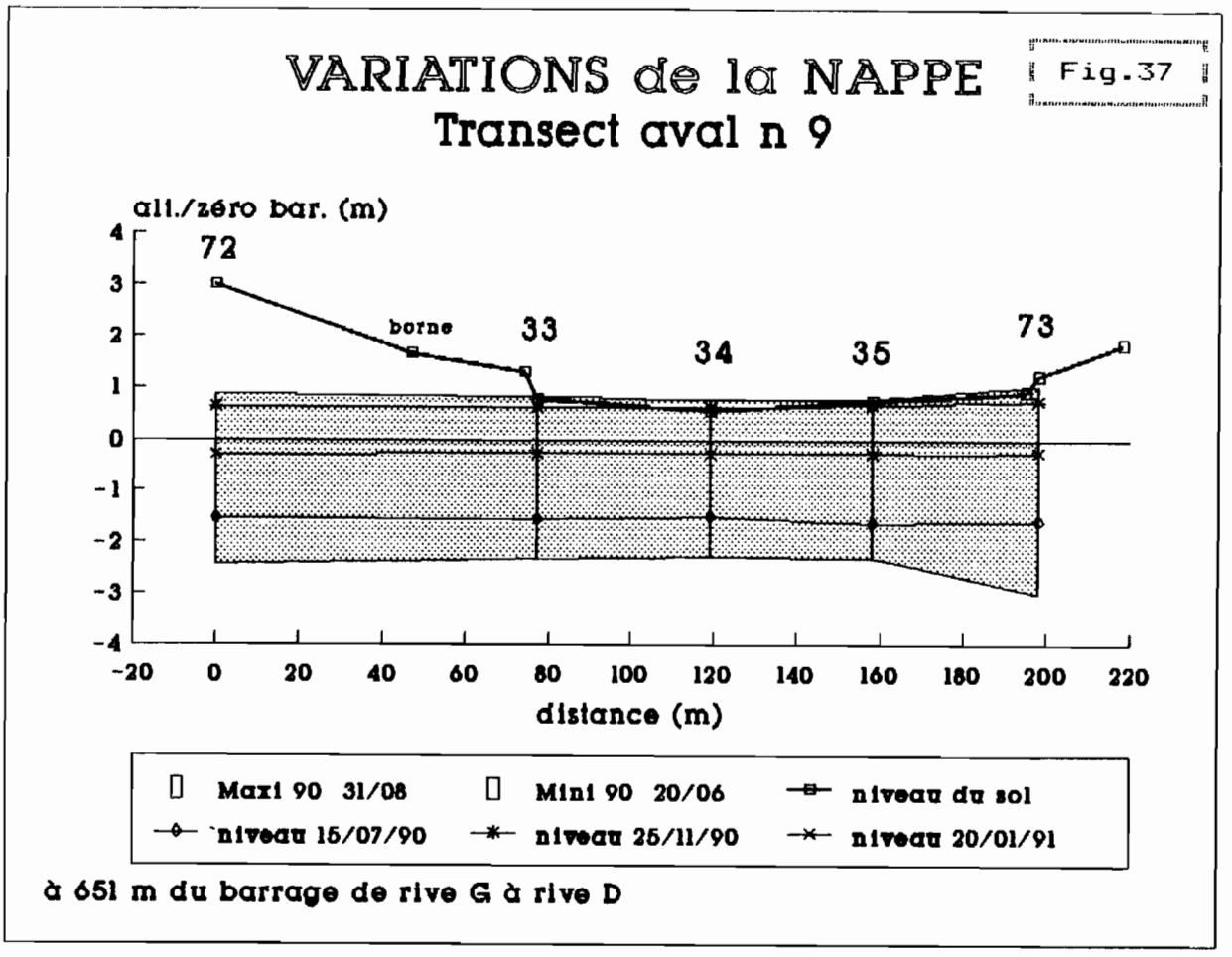
VARIATIONS de la NAPPE

Fig.36

Transect du milieu n 4



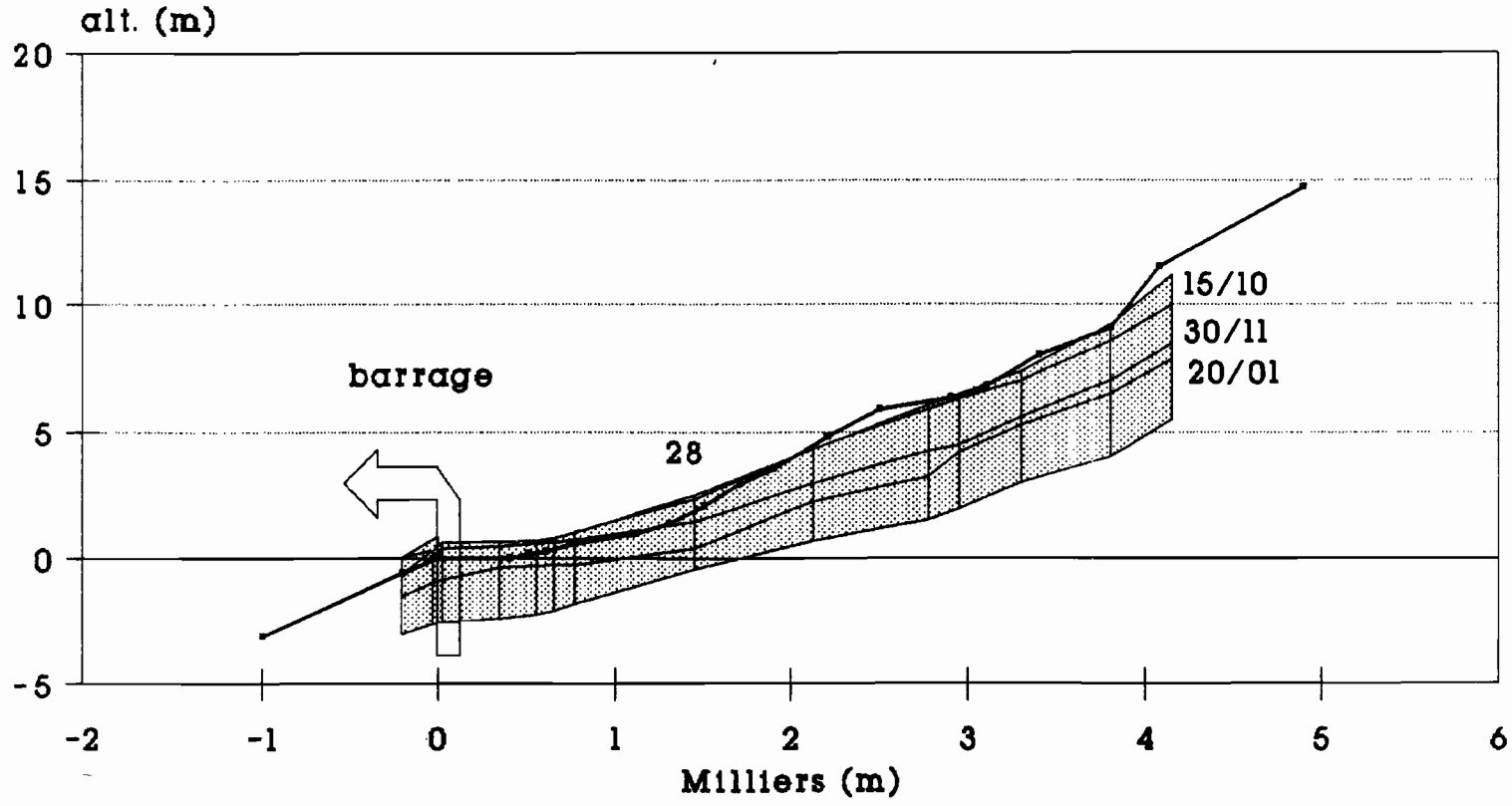
à 2766 m du barrage de rive G à rive D



La figure 38 présente les variations longitudinales de la nappe du bas-fond depuis le piézo 20 à l'amont (4140 m) au piézo 53 à l'aval (- 194 m du barrage). Les mini et maxi sont représentés par le sommet et la base de la partie texturée et les lignes indiquent le niveau du sol et les cotes de la nappe aux dates des 15/10/90, 30/11/90 et 20/01/91.

Les décalages des temps de réponse se vérifient sur les maximum enregistrés le 10/08 sur les piézos de la partie amont et seulement le 31/08 de la partie aval. A l'inverse, la descente est bien commencée à l'amont le 15/10 et n'a pas encore démarré à l'aval. Sur ce profil, la résurgence de la nappe, confirmée par les observations de terrain, se produit près du piézo 28 et n'inonde pratiquement pas dans la partie amont. On note également le 20/01 un ralentissement de la vidange du réservoir amont sans doute lié à la particularité du passage routier. A cette date, le barrage est vide et la nappe circule sous la barrière anti-drainage.

VARIATIONS LONGITUDINALES de la NAPPE
en 1990



Maxi	Mini	niveau du sol
15/10/90	30/11/90	20/01/91

du piézo 20 au piézo 53

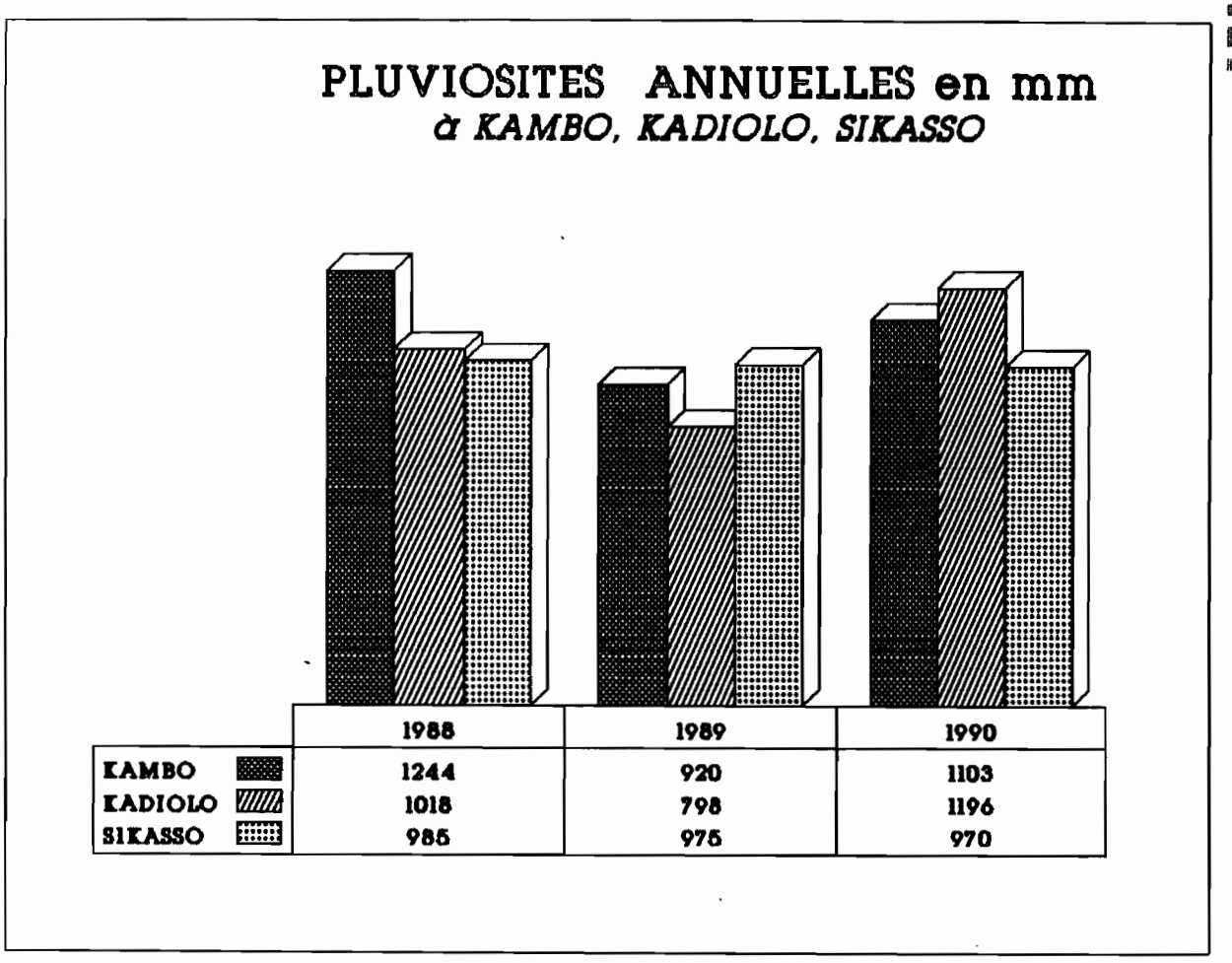
Fig.38

3 - SYNTHESE des OBSERVATIONS 88-89-90

3.1 PRECIPITATIONS

La figure 39 reprend les 3 années d'études et compare les précipitations moyennes annuelles du bassin de KAMBO avec celles des postes météo de KADIOLO et SIKASSO avec rappel des valeurs numériques. L'année 88 de KAMBO a été complétée avec des données de KADIOLO pour les mois d'avril, mai et début juin du 1er au 6.

Fig.39



	1988	1989	1990
KAMBO	1244	920	1103
KADIOLO	1018	798	1196
SIKASSO	985	975	970

A KAMBO, nous avons la moyenne des 11 postes pluviométriques et à KADIOLO, un poste ponctuel météo avec une bague de réception du pluviomètre à plus de 1,50 m du sol. L'écart moyen se situe autour de 10% pour les deux années 88-89 observées dans leur totalité. Avec SIKASSO, à environ 80 km à vol d'oiseau, les différences sont nettement plus marquées.

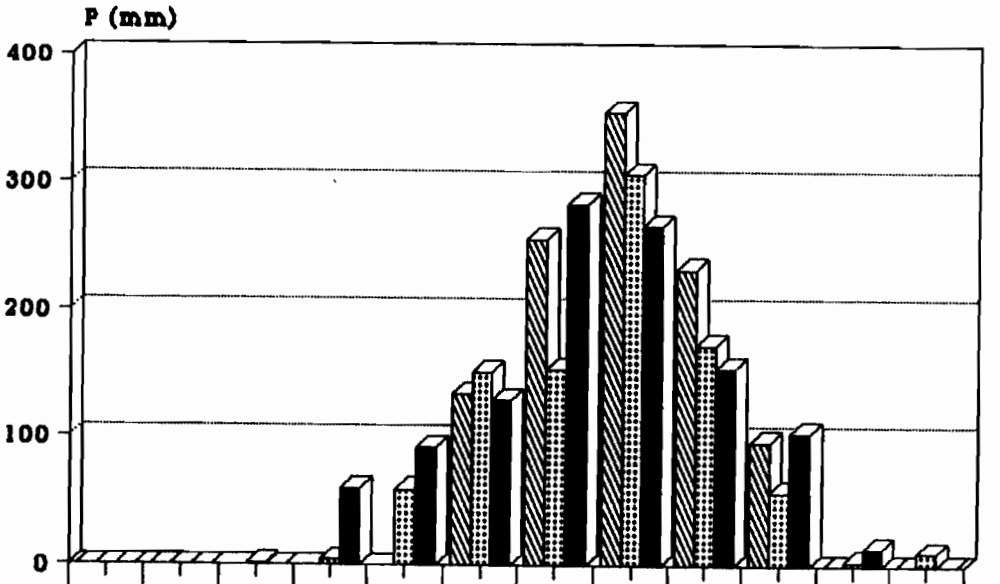
Par rapport à la moyenne de la série (32 années) de KADIOLO, 1083 mm et médiane 1100 mm, l'année 90 à KAMBO correspond à la moyenne, 88 serait un peu excédentaire et 89 légèrement déficitaire dans les deux cas avec une récurrence inférieure à 5 ans (cf. tab. 8, § 2.3).

Les tableaux 25 à 27 donnent les pluviométries moyennes journalières des 3 années observées à KAMBO. L'année 88 est incomplète à cause du démarrage tardif de la campagne.

La figure 40 montre les précipitations moyennes mensuelles des 3 années. Le mois d'août a été le plus pluvieux deux années sur trois. En 89, il représente le tiers de la pluviométrie annuelle. On remarque également le mois de juillet 89 très déficitaire. Une grande irrégularité s'observe entre les débuts et les fins de saison de pluies.

PLUVIOMETRIE MENSUELLE à KAMBO

Fig.40



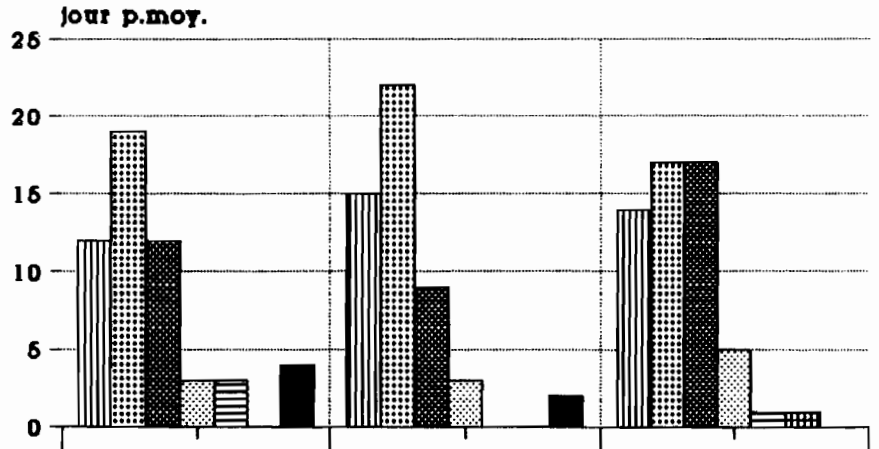
	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1988	0	0				134,5	255,2	355,3	231	96,4	0	0
1989	0	0	1,2	4,2	59,5	150,7	153,3	306,5	172,4	58,1	3,2	10,5
1990	0	0	0	60,1	91,6	129,7	283,5	266,3	154	103,9	13,7	0

Le poste météo de KADIOLO a été utilisé pour compléter les précipitations manquantes de début 88. Nous obtenons la répartition ci-dessous, figure 41, des précipitations moyennes journalières supérieures à 5 mm durant les 3 campagnes. Les précipitations journalières peuvent comporter plusieurs averses en 24 heures.

Le nombre de précipitations supérieures à 5 mm est très voisin durant les 3 années observées, 53 en 88, 51 en 89, 55 en 90. Par contre, on dénote de grandes différences dans les fortes précipitations, en 88 dix journées de pluies sont supérieures à 30 mm pour seulement 5 en 89 et 7 en 90. Ce sont ces fortes précipitations qui produisent du ruissellement alors que celles entre 10 et 30 mm, à moyenne intensité, favorisent l'infiltration donc les écoulements retardés sur notre bassin. La figure 42 nous indique distinctement les pourcentages des précipitations supérieures à 5 mm.

Fig.41

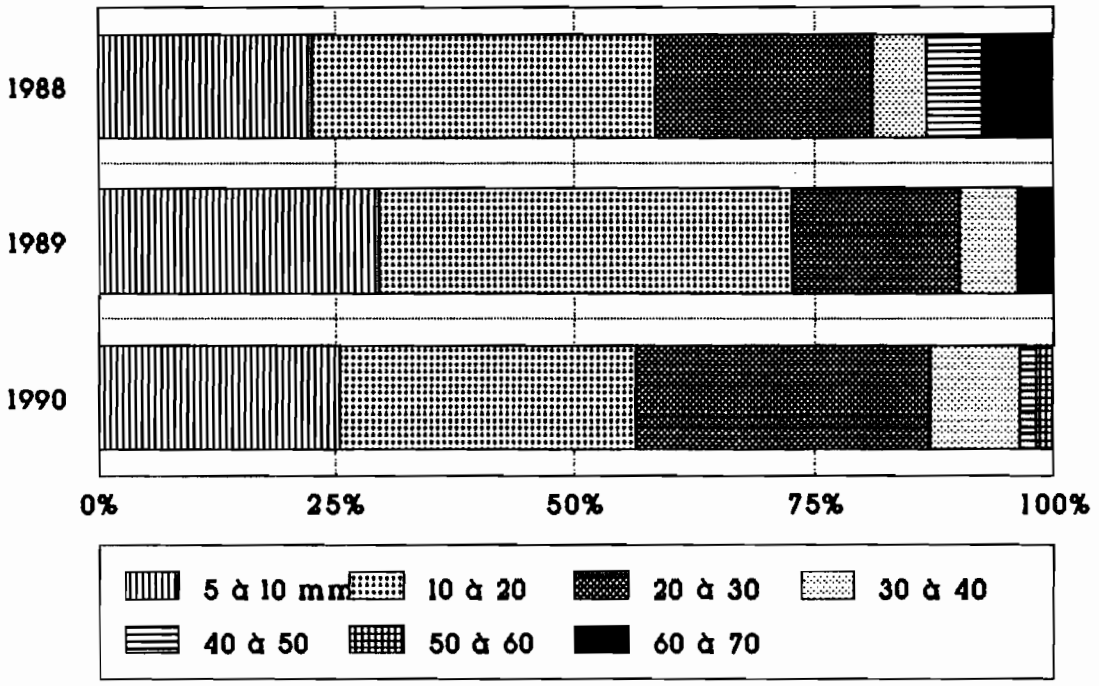
Répartition des précipitations



	1988	1989	1990
5 à 10 mm	12	15	14
10 à 20 mm	19	22	17
20 à 30 mm	12	9	17
30 à 40 mm	3	3	5
40 à 50 mm	3	0	1
50 à 60 mm	0	0	1
60 à 70 mm	4	2	0

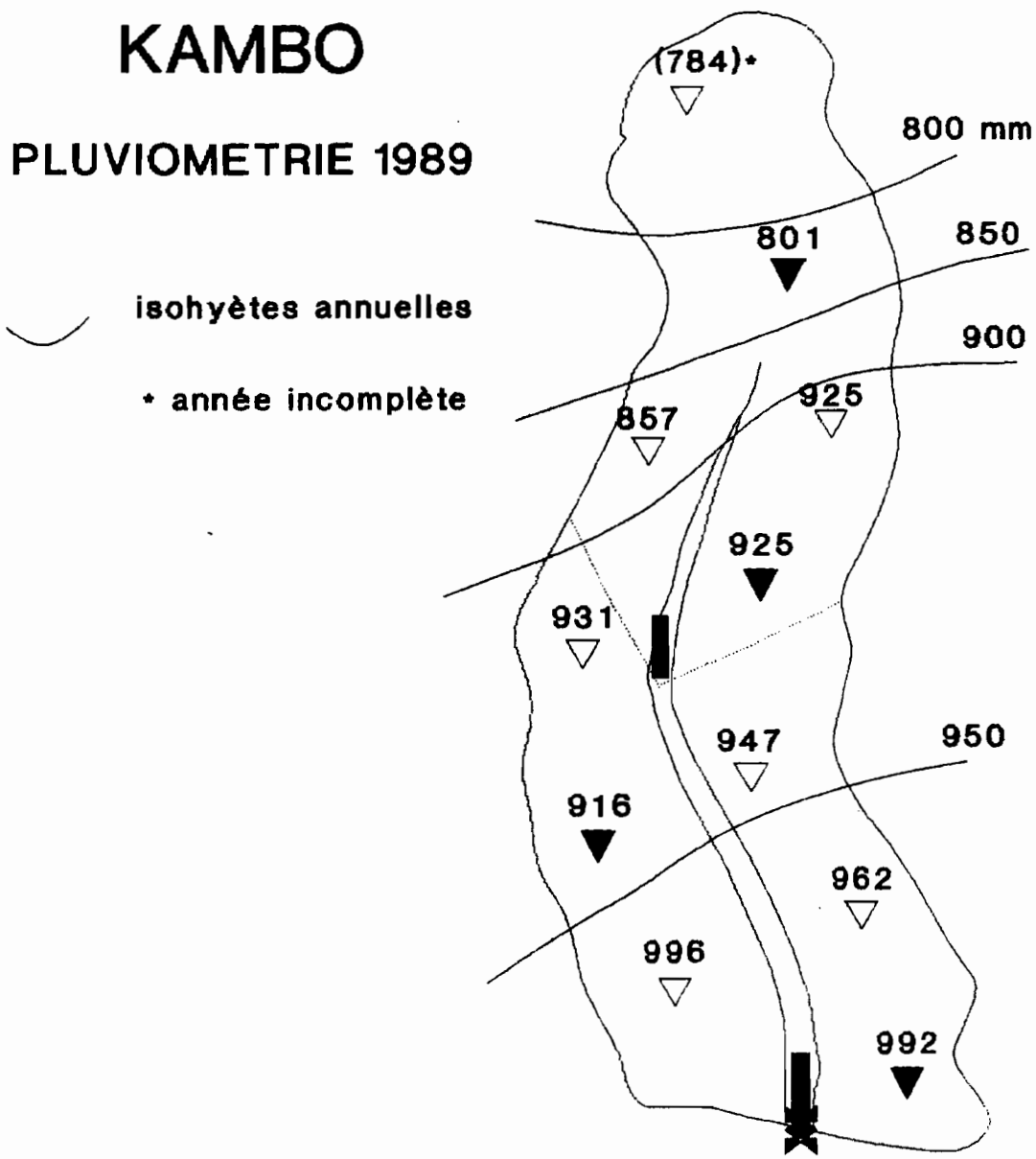
REPARTITION en pourcentage
des précipitations ⟩ 5 mm

Fig.42



Au vu des totaux pluviométriques annuels 90 (cf. tab. 6, § 2.2), on remarque une certaine homogénéité dans le cumul des 11 postes suivis. Il n'en a pas été de même en 89 où une grande différence s'observe entre les postes extrêmes Pe1 et Pe10 avec un écart de près de 200 mm . La figure 43 montre les isohyètes de l'année 89. L'année 88 n'a été suivie que par 3 postes pluviométriques (1ère campagne IER-CIRAD).

Fig.43



3.2 BILAN HYDROLOGIQUE

Le tableau 21 ci-dessous donne les résultats du bilan hydrologique annuel pour les 3 années suivies ainsi que l'ETP annuelle de SIKASSO (PENMAN). On a conservé la présentation calendaire car les écoulements démarrent et s'arrêtent dans l'année, les 3 premiers mois restent sans précipitation. La présentation en année hydrologique de début avril à fin mars aurait été plus conforme.

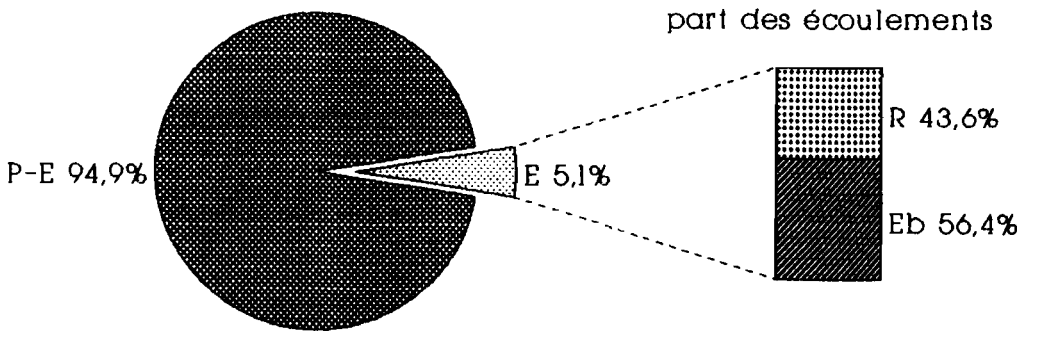
Les graphiques "camemberts" regroupés sur la figure 44 montrent distinctement la faiblesse de tous les écoulements de surface confondus, avec un maximum de 5,1% en 1988, année qui correspond à la plus abondante pluviométrie et surtout au plus grand nombre de fortes précipitations. Le partage des écoulements entre ruissellement (ou écoulement rapide de crue) et écoulement de base alimenté par la nappe indique un pourcentage plus élevé pour ce dernier en 1990. On verra plus loin, au § 3.4, que les manipulations de vannes ont été différentes cette dernière année des 2 premières années ; de plus, il semble que les précipitations comprises entre 20 et 30 mm, nombreuses en 90 (17), jouent un rôle important dans l'alimentation de la nappe. Les très fortes averses en 88 ont augmenté la part du ruissellement qui représente 44% des écoulements pour cette année-là et seulement 30 et 23% en 89 et 90.

BILAN HYDROLOGIQUE ANNUEL **Tab.21**

KAMBO	Pmoy. mm	Lé mm	Lr mm	Déf.écoul. mm	ETP mm
Barrage					
1988	1244	62.9	27.4	1181	1831
1989	920	32.8	9.88	887	1833
1990	1103	35.4	8.05	1068	1871
Amont					
1989	866.5	0.54	0.46	866	
1990	1107	4.99	3.16	1102	

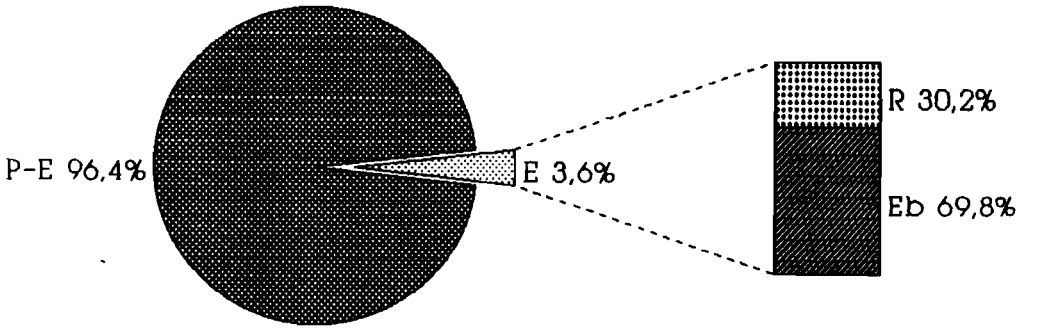
BILAN HYDROLOGIQUE
à KAMBO

Fig.44



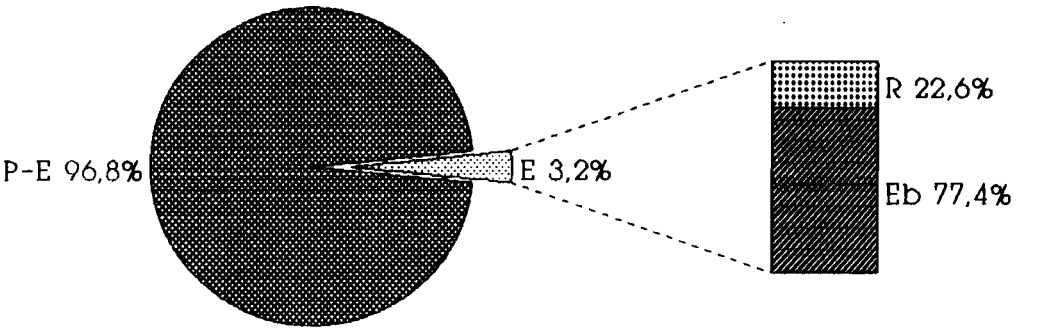
P.moy = 1244 mm

en 1988



P.moy = 920 mm

en 1989



P.moy = 1103 mm

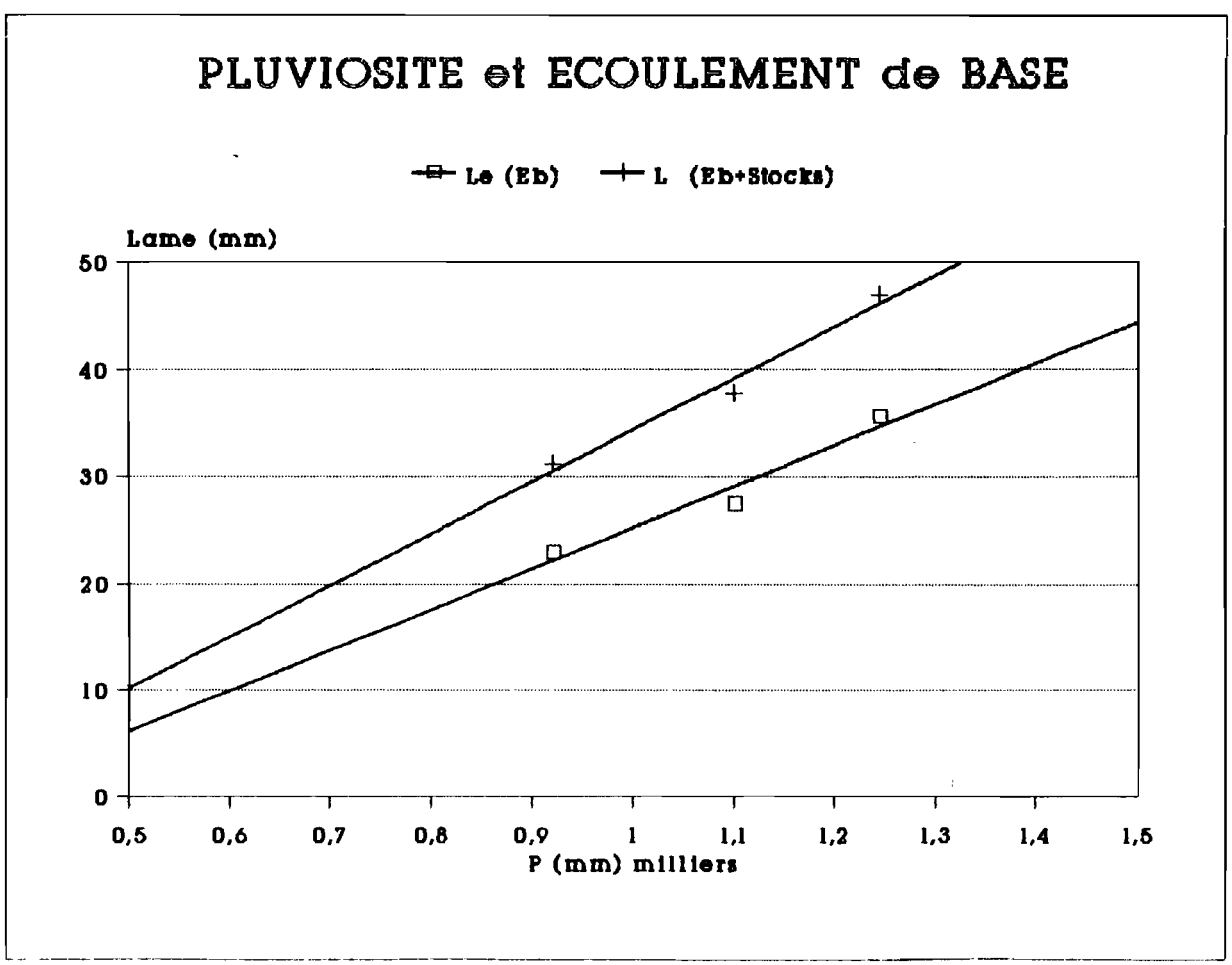
en 1990

P-E = déficit d'écoulement
R=ruissellement,Eb=écoulement de base

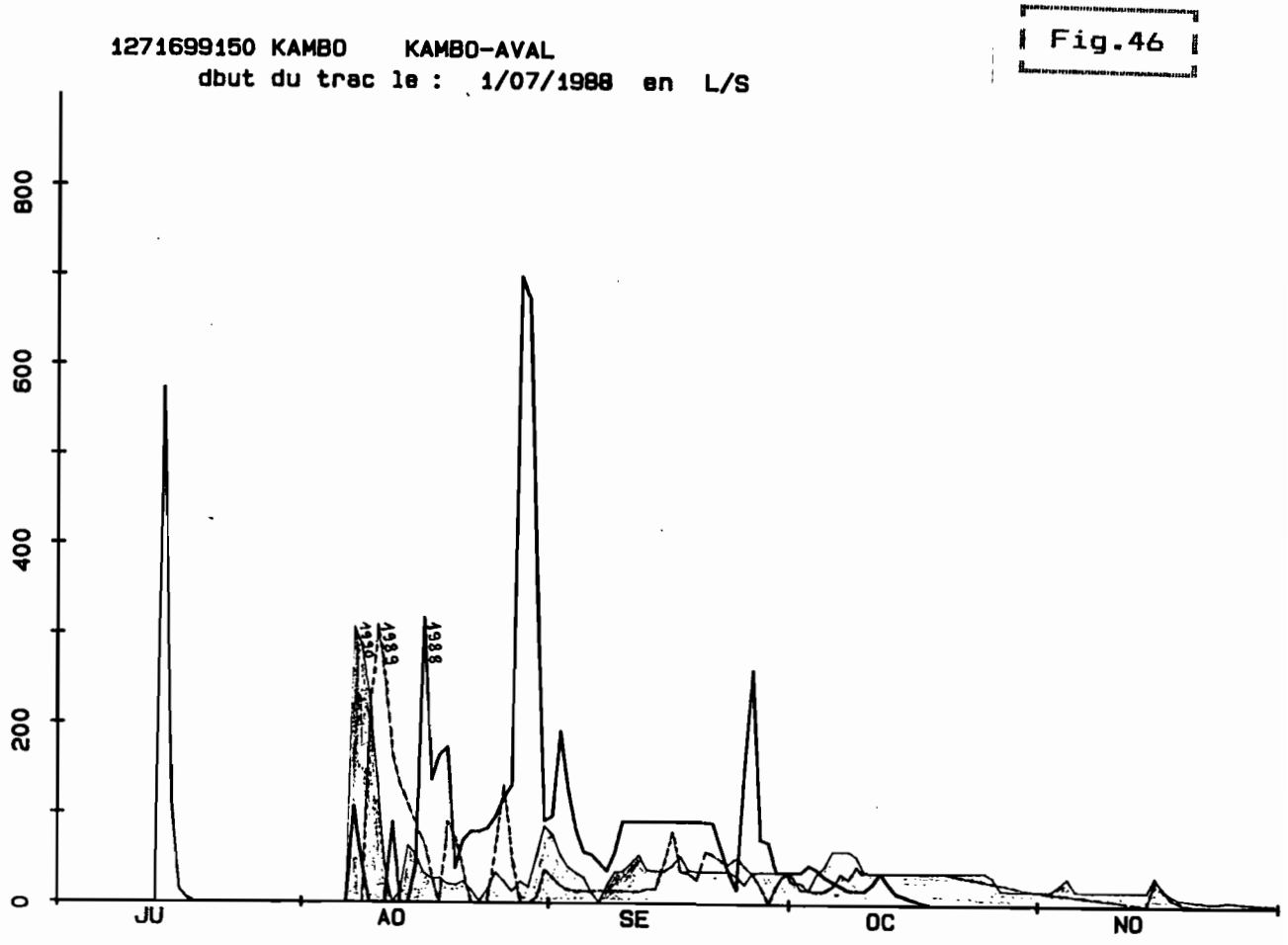
L'échantillon de l'étude de KAMBO, avec 3 années d'observations, est très réduit et surtout concerne des années à pluviosités proches de la moyenne. Des régressions linéaires ont été essayées entre les pluies annuelles et les lames écoulées, les lames ruisselées, les lames des écoulements de base déversés (E - R). C'est avec ce dernier que l'on trouve la meilleure corrélation (r^2=0.97) qui s'améliore (r^2=0.986) si on y ajoute les lames correspondantes au stock nécessaire pour maintenir la retenue pleine pendant 4 mois (infiltrations et ETR) calculées d'une façon sommaire au § 3.4.1. En effet, le stock permanent du barrage est maintenu à niveau essentiellement par le débit de base.

La figure 45 en est la représentation graphique. Ceci prouve bien l'effet "mémoire" du bassin qui restitue en temps différé un certain volume d'eau directement en relation avec le cumul pluviométrique de l'année. Pour des pluviosités de faible fréquence la droite doit devenir une courbe puisque nous avons vu précédemment, qu'en dessous de 500mm, il y a peu de chance de remplir la retenue donc d'avoir un écoulement de base. Vu le champ médian des pluviosités annuelles concernées par ces 3 couples de valeurs, toute extrapolation serait hasardeuse.

Fig.45



En annexes, les tableaux 43 à 47 donnent les débits moyens journaliers aux deux stations amont et barrage pour les années étudiées. La figure 46 ci-après pour l'aval et la figure 61 en annexes pour l'amont (89-90 seulement) donnent sur le même graphique et à la même échelle les débits moyens journaliers des 3 dernières années. On remarque que les écoulements et le débit de base sont très proches en 89 et 90, perturbés seulement par une gestion différente du barrage (cf. § 3.4).



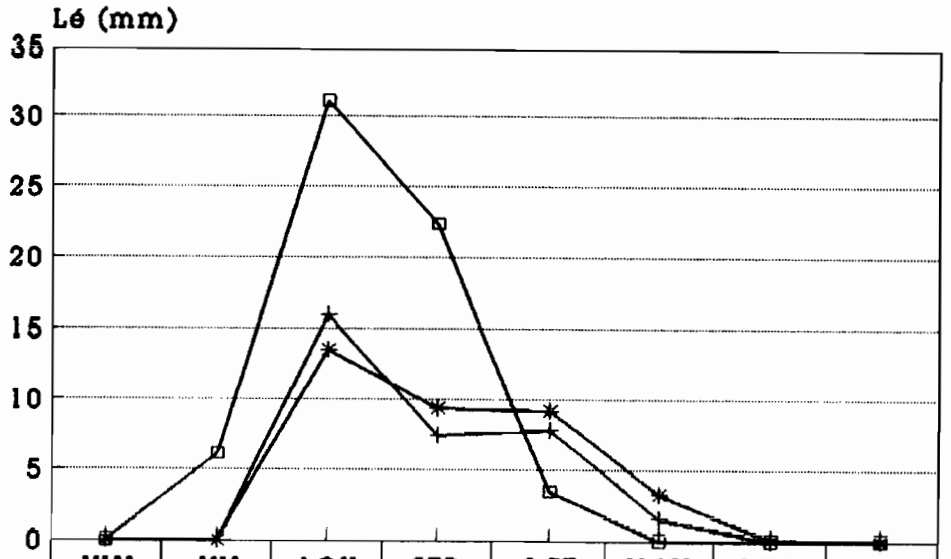
Les lames écoulées mensuelles (Ec) ont été calculées à partir des débits moyens mensuels et les lames ruisselées (Ru) déduites du tableau 23, ce qui nous permet de présenter ci-dessous les différents termes du bilan mensuellement. La figure 47 est la représentation graphique des écoulements (Ec).

VALEURS MENSUELLES du bilan hydrologique en mm — Tab.22

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
1988												
P	0	0	0	(77.5)	(9.6)	(219.0)	255.2	355.3	231.0	96.4	0	0
ETP	153.8	188.1	208.3	188.2	195.2	195.1	137.6	117.6	104.4	112.8	137.7	131.2
Ec	0	0	0	0	0	0	6.08	31.07	22.37	3.43	0	0
Ru	0	0	0	0	0	0	4.95	16.92	5.42	0.10	0	0
1989												
P	0	0	1.2	4.2	59.5	150.7	153.3	306.5	172.4	58.1	3.2	10.5
ETP	154.1	151.2	195.5	192.1	199.6	159.3	121.8	117.0	113.7	131.4	149.3	148.3
Ec	0	0	0	0	0	0	0	15.96	7.41	7.79	1.57	0
Ru	0	0	0	0	0	0	0	8.42	1.46	0	0	0
1990												
P	0	0	0	60.1	91.6	129.7	283.5	266.3	154.0	103.9	13.7	0
ETP	172.5	167.3	219	185.2	182.8	144.7	132.7	123.7	122.4	142.5	132.9	145.2
Ec	0	0	0	0	0	0	0	13.52	9.38	9.19	3.24	0.10
Ru	0	0	0	0	0	0	0	7.20	0	0.85	0	0

LAMES ECOULEES MENSUELLES

Fig.47



	JUN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN
1988	0	6,08	31,07	22,37	3,43	0	0	0
1989	0	0	15,96	7,41	7,79	1,57	0	0
1990	0	0	13,52	9,38	9,19	3,24	0,1	0

3.3 CRUES REMARQUABLES

Les barêmes établis en 90 sont quelque peu différents de ceux de 89. Les crues du rapport 89 ont été recalculées avec ces nouveaux barêmes. En 88, des ouvertures de vannes, en début août, non mentionnées dans le rapport 89 ont été prises en compte. Les caractéristiques de crues susceptibles d'être individualisées en 88-89-90 sont regroupées sur le tableau 23. Les volumes déversés suite à des ouvertures de vannes sont considérés comme des volumes ruisselés car elles interviennent à la suite d'évènements pluvieux ou ont lieu en cours de crue. Les toutes petites crues avec un débit QME inférieur à 50 l/s sont considérées comme des gonflements de la nappe. Il est impossible de séparer les écoulements hypodermiques très retardés des apports de la nappe.

KAMBO BARRAGE

CARACTERISTIQUES DES CRUES 88-89-90 Tab. 23

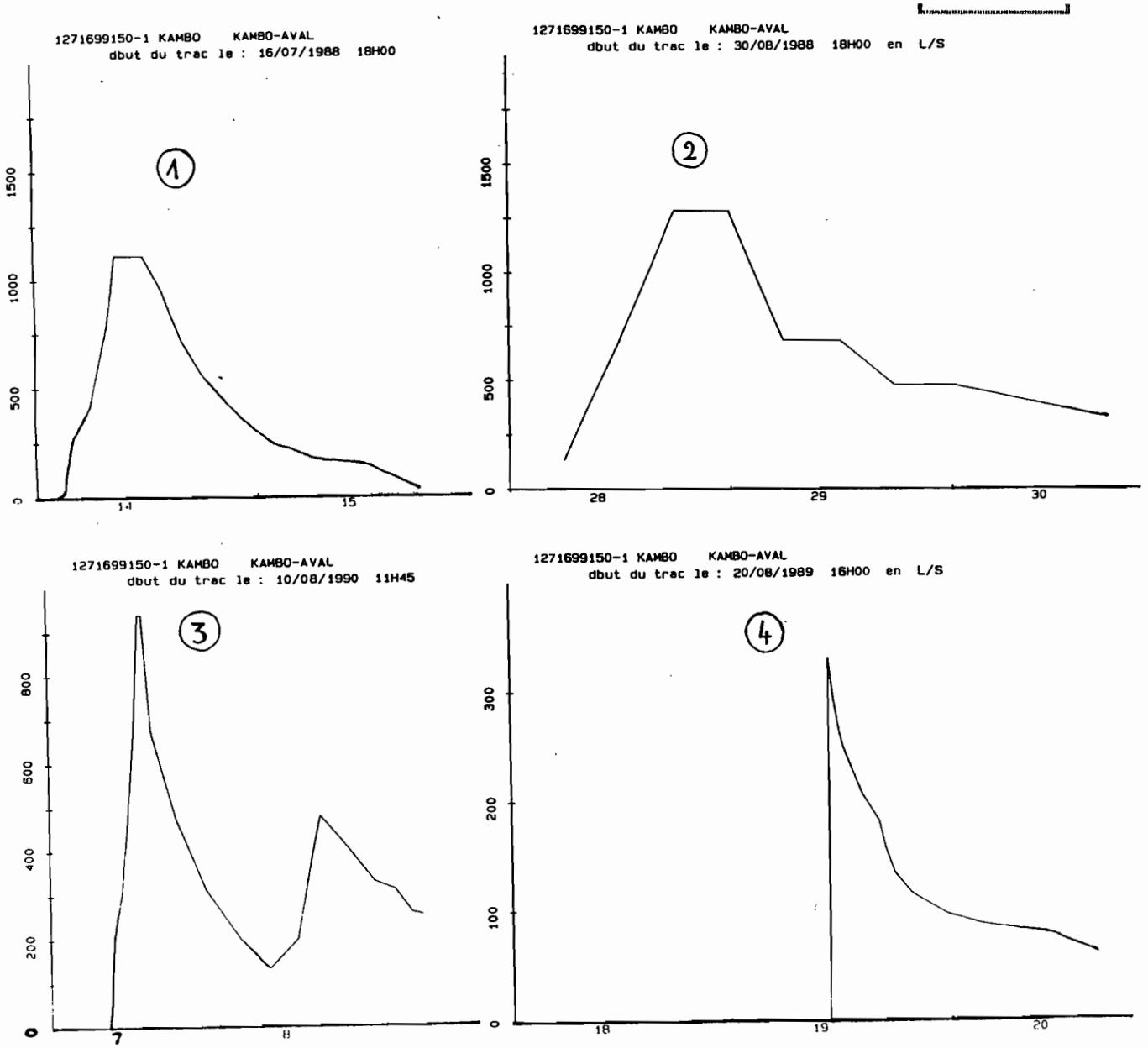
DATE	Pmoy. mm	QME l/s	QMR l/s	Tm h:mn	Tb h:mn	Vr 10^3m3	Lr mm	Kr %	Qspé. $l/s/km^2$
14/07/88	61.4	1110	1080	7:00	34:00	49.5	4.95	8.06	111
07/08/88	66.8	260	257	03:00	35:00	10.3	1.03	1.54	26
12/08/88	22.0	234	234	06:00	18:00	7.75	0.78	3.54	23.4
15/08/88	**	456	410	32:00	54:00	33.5	3.35	-	45.6
17/08/88	**	368	358	42:00	48:00	24.5	2.45	-	36.8
28/08/88	(47.8)	1280	1110	12:00	60:00	93.1	9.31	(19.5)	128
01/09/88	22.8	200	112	12:00	90:00	15.0	1.50	6.58	20
25/09/88	62.2	470	450	18:00	90:00	39.2	3.92	6.30	47
03/10/88	25.2	60	24	06:00	24:00	1.04	0.10	0.40	6.0
09/08/89	85.4#	506	453	30:00	83:00	53.5	5.35	6.26	50.6
19/08/89	**	330	330	00:10	29:00	9.36	0.94	-	33
24/08/89	**	349	349	23:50	65:30	21.3	2.13	-	34.9
14/09/89	17.5	103	80	42:30	64:00	7.89	0.79	4.51	10.3
19/09/89	19.0	68	38	20:00	60:00	4.47	0.45	2.37	6.8
23/09/89	12.9	56	18	23:40	72:10	2.25	0.22	1.70	5.6
07/08/90	54.0	940	930	5:45	76:15	59.4	5.94	11.0	94
13/08/90	21.8	103	61.9	24:30	39:00	2.66	0.27	1.24	10.3
30/08/90	23.4	125	89.1	38:30	77:30	9.93	0.99	4.23	12.5
05/10/90	22.3	60	24	00:30	110:30	8.50	0.85	3.81	6.0

* pas de pluie attribuée # deux précipitations

Les hydrogrammes de crues à cette station du barrage peuvent prendre des formes très différentes suivant l'état de la retenue et la configuration des batardeaux (vannes) à l'arrivée de la crue. L'écrêtement des crues est dû au seuil très large de la digue et à la précision du centimètre seulement. La figure 48 donne un exemple des 4 types de crues possibles :

1 - retenue vide - 2 vannes ouvertes et débordements sur digue
2 - retenue pleine - 2 vannes fermées et débordements sur digue
3 - retenue ½ pleine - remplissage et débordement sur digue, ensuite ouverture d'une vanne puis 2 vannes
4 - retenue presque pleine - ouverture de 2 vannes.

Fig.48



A partir des quelques crues observées au barrage, il est difficile de produire un hydrogramme médian. On retiendra des données de crues :

- le plus important débit maximal ruisselé (QMR = 1110 l/s) et écoulé (QME = 1280 l/s) a été observé à la crue du 28/08/88, très écrêté au passage sur la digue et présentant plusieurs paliers à la décrue. Cette crue intervient quand le barrage est plein avec un déversement de débit de base (132 l/s) et sur un sol très humide après plusieurs averses les jours précédents. A cette crue, le coefficient de ruissellement (Kr = 19.5%) calculé sur la seule précipitation du 28/08 est sans doute surestimé car le volume doit inclure une partie de la production des précipitations antérieures (22,4 et 28,2 mm les 27 et 26/08)

- le volume déversé de la crue du 28/08/88 correspond à 3 remplissages de la retenue (Lr = 9,31 mm). On remarque qu'en 88, année de fortes précipitations, il y a eu 5 crues susceptibles de remplir la retenue au moins une fois (alors qu'en 89 et 90, on ne trouve qu'une seule crue d'importance) avec pour cette crue des volumes déversés équivalents à 2 fois la capacité de la retenue

- vu l'allongement du bassin et la séparation du bassin amont par un passage routier, les temps de montées et de base sont très variables suivant la forme et la position des averses ainsi que l'état de la retenue

- durant les 3 ans d'étude, aucune averse de fréquence décennale n'a été observée.

Ce type de bassin, perméable avec un Q max relativement faible, a été peu étudié autrefois par l'ORSTOM à la "glorieuse époque" des bassins versants représentatifs car il ne posait pas de problèmes particuliers pour les ouvrages routiers notamment. L'intérêt grandissant pour la mise en valeur des bas-fonds leur donne une nouvelle importance.

En utilisant la méthode ORSTOM (RODIER-AUVRAY) de prédétermination des crues décennales, KAMBO se situe en zone tropicale (800-1600 mm) avec des caractéristiques physiographiques indiqués au tableau 1, § 1.1.

Le débit décennal s'obtient par l'équation :

$$Q_{10} = \frac{\alpha . S . Kr_{10} . (P_{10} . k)}{Tb}$$

En adoptant les valeurs suivantes pour KAMBO

P_{10} , averse décennale = 119 mm (rapport PEPIN déc. 89)
k , coefficient d'abattement = 0.88 (VUILLAUME 1974)
Kr_{10}, coefficient de ruissellement = 23%
α , rapport $\frac{Q_{10}}{QM}$ = 2,5 correspondant à la zone
Tb , 20 heures
Db , débit de base estimé à 7% à ajouter à Q_{10}

On trouve : Q_{10} max = 9 m^3/s

La méthode CIEH (PUECH - CHABI GONNI) par utilisation des abaques donne :

Q_{10} = 12 m^3/s abaque B
Q_{10} = 11 m^3/s abaque D avec K_r 23%

Le rapport technique de l'aménagement, réalisé par l'AFVP, donne le chiffre de 15 m^3/s pour le Q_{10} sans spécifier la méthode utilisée. Il y a peu d'écart entre les résultats ORSTOM et CIEH, la difficulté dans la méthode ORSTOM reste toujours le classement du groupe de perméabilité et aussi le temps de base. Les aménagements créent une grande dispersion dans les résultats des ruissellements de crues, il serait intéressant d'étudier parallèlement un bassin naturel similaire dans la région. L'effet d'amortissement ou "tampon" du barrage est très net quand la retenue est en cours de remplissage (cf. fig. 27, § 2.7.2). Pour étudier finement l'effet de laminage sur le Q max dans le cas d'une retenue pleine, il faut enregistrer la crue qui déverse à des échelles de hauteur et de pas de temps beaucoup plus précis.

Une crue décennale calculée correspond à un volume ruisselé d'environ 240 000 m^3, soit l'équivalent de 9 fois la capacité de la retenue à condition que cette crue se produise quand la saison de pluie est déjà bien avancée, avec une nappe engorgée et des sols saturés. Nous prenons comme exemple la crue du 28/08/88 qui a déversé près de 100 000 m^3 pour une précipitation de 50 mm survenant après 2 jours de pluie de moyenne importance. Une crue décennale de début de saison, quand le couvert végétal et les cultures sont peu développés, peut atteindre le même Q_{10} mais aura un volume nettement plus faible à l'exutoire car une plus grande proportion sera récupérée par les sols non saturés des versants et du bas-fond.

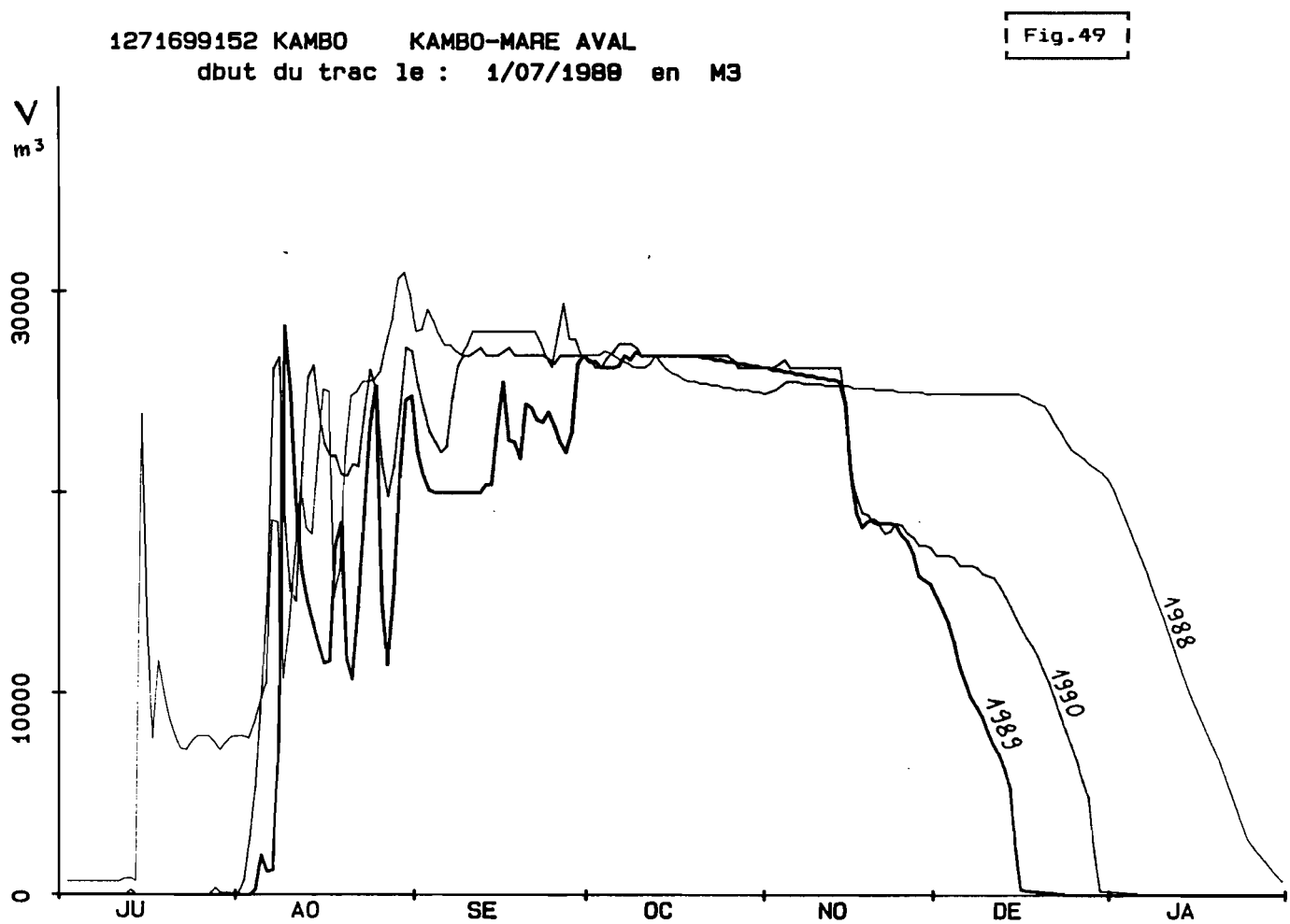
L'ouvrage réalisé avec : barrière anti-drainage, mur d'étanchéité, massif de pierres libres et tapis filtrant à l'aval, prévu pour une crue décennale plus conséquente, peut supporter ce type de crue, à condition d'y effectuer un entretien minimum au niveau de l'arête bétonnée imparfaitement plane et veiller à la remise en place des blocs à chaque campagne.

3.4 REMPLISSAGE DE LA RETENUE

3.4.1 Volumes stockés

La retenue de KAMBO a été traitée sous HYDROM comme une station hydrologique classique, les traductions hauteur/volume ont été calculées d'après le barême établi en 89.

La figure 49 trace les courbes des volumes moyens journaliers emmagasinés dans la retenue en 88-89-90 de juillet à janvier. Les tableaux correspondants se trouvent dans les annexes (Tab. 48, 49, 50). On remarque tout d'abord un déstockage (une vanne enlevée) dès la mi-novembre en 89 et 90 pour pouvoir effectuer la récolte du riz dans de meilleures conditions. En 88, la retenue est laissée pleine jusqu'au tarissement de la nappe à la mi-décembre. Le décalage de temps observé entre les tarissements de 89 et de 90 correspond aux différences de stockage dans les aquifères directement en rapport avec le cumul pluviométrique de l'année.



Les volumes moyens journaliers stockés sur 4 mois de début août à fin novembre ont été respectivement de 24 800 en 88, 21 000 en 89 et 23 600 m3 en 90. Les différences proviennent des manipulations des vannes car une fois la nappe engorgée à l'aval et le premier plein acquis, survenu chaque année dans la première décade d'août, la pluviométrie et l'écoulement de base ont été suffisants pour maintenir la retenue pratiquement pleine jusqu'en décembre, soit entre un et deux mois après la fin de la saison des pluies.

En se basant sur les calculs faits en 89 (rapport BAS-FOND, IER-CIRAD), pour maintenir la retenue pleine (27 000 m^3) pendant 100 jours, il faut compter cinq fois cette valeur. En utilisant ce coefficient, les pertes (infiltrations sous le barrage et ETR), connaissant les volumes moyens retenus, se montent à 114 000 m^3 pour 4 mois en 88, 82 000 m^3 en 89 et 103 000 m^3 en 90. Ces volumes correspondent à des lames d'eau (BV = 10 km^2) de 11.4, 8.2 et 10.3mm qu'il conviendrait d'ajouter aux lames déversées au barrage pour apprécier les apports globaux qui arrivent dans la retenue. **Ces pertes augmentent de 25% en moyenne les lames annuelles déversées au barrage ces 3 dernières années.**

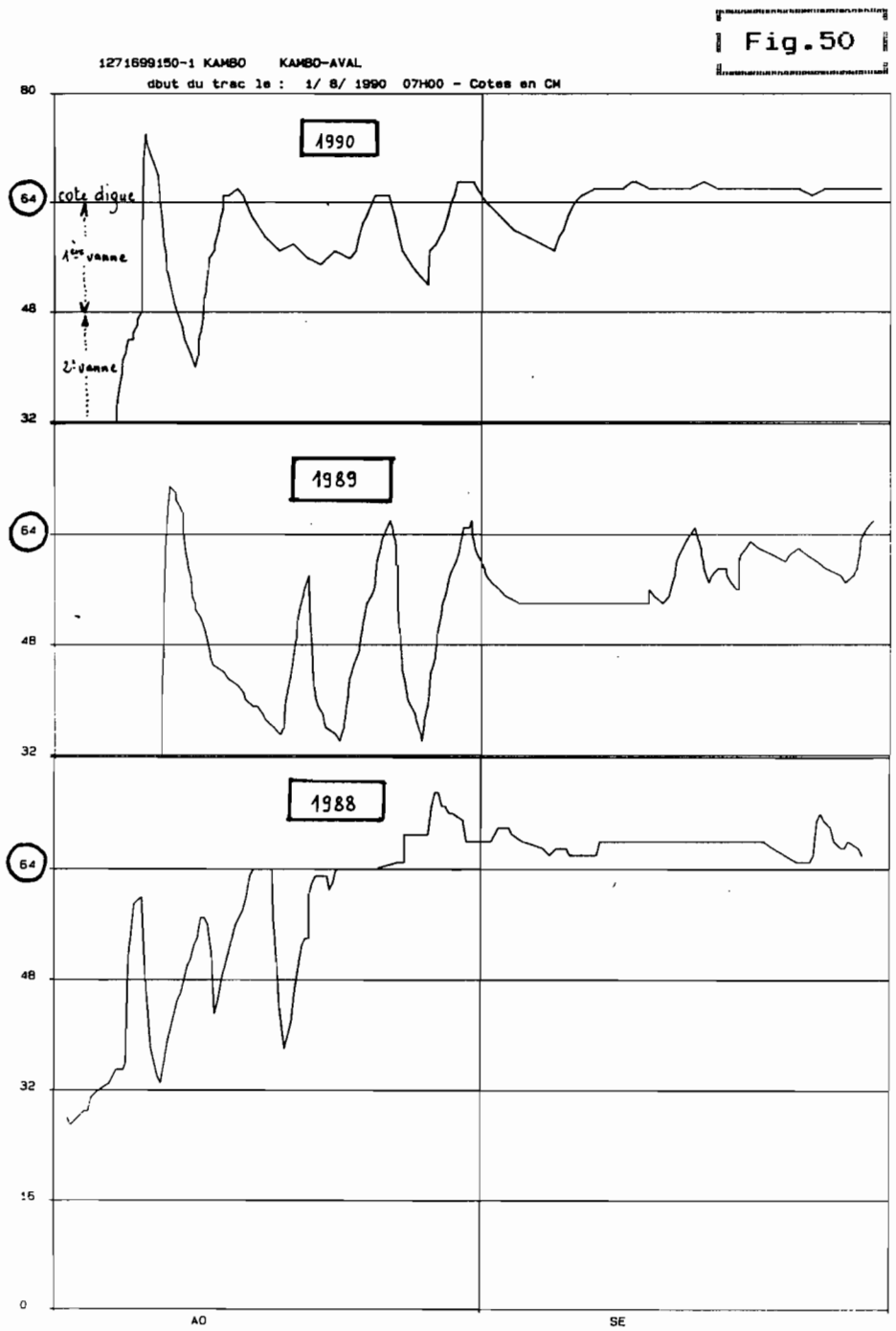
Il serait intéressant d'observer le comportement de la retenue en année déficitaire sachant qu'il faut en année moyenne 500 mm de précipitations pour amener la nappe d'inféro-flux au niveau du sol du bas-fond.

3.4.2 Gestion du barrage

La figure 50 montre dans le détail la gestion du barrage pendant les mois d'août et septembre où ont eu lieu des manipulations de vannes (2 vannes superposées de 25 cm). La figure 8 (§ 1.2) indique les cotes des vannes : 2ème vanne (20-46), 1ère vanne (46-71) mais les déversements sur la digue commencent à un point bas mesuré à la cote 64 cm.

On s'aperçoit qu'il y a eu 3 fois ouverture de 2 vannes en août 88 et 89 pour seulement une fois en 90. Il est curieux de constater qu'en 88, année à bonne pluviométrie, le barrage est resté plein dès la fin août alors qu'en 89, année déficitaire, le barrage a été vidé une 3ème fois à cette date. La vanne supérieure est restée ouverte la 1ère semaine de septembre 90 et plus de 3 semaines en septembre 89. Cette ouverture tardive peut s'expliquer par le retard pris par certaines parcelles afin de leur éviter la submersion. La 2ème vanne n'a été remise en place que le 27/09/89. On remarque la gestion prudente de 90 avec l'ouverture d'une seule vanne dès la mi-août et le plein maintenu dès le 6 septembre.

Pour compenser les pertes, infiltrations et ETR, et maintenir le barrage plein, il faut que le débit d'étiage provenant de la nappe reste égal ou supérieur à environ 20 l/s (rapport IER-CIRAD, 03/90).



3.5 VARIATIONS DE LA NAPPE

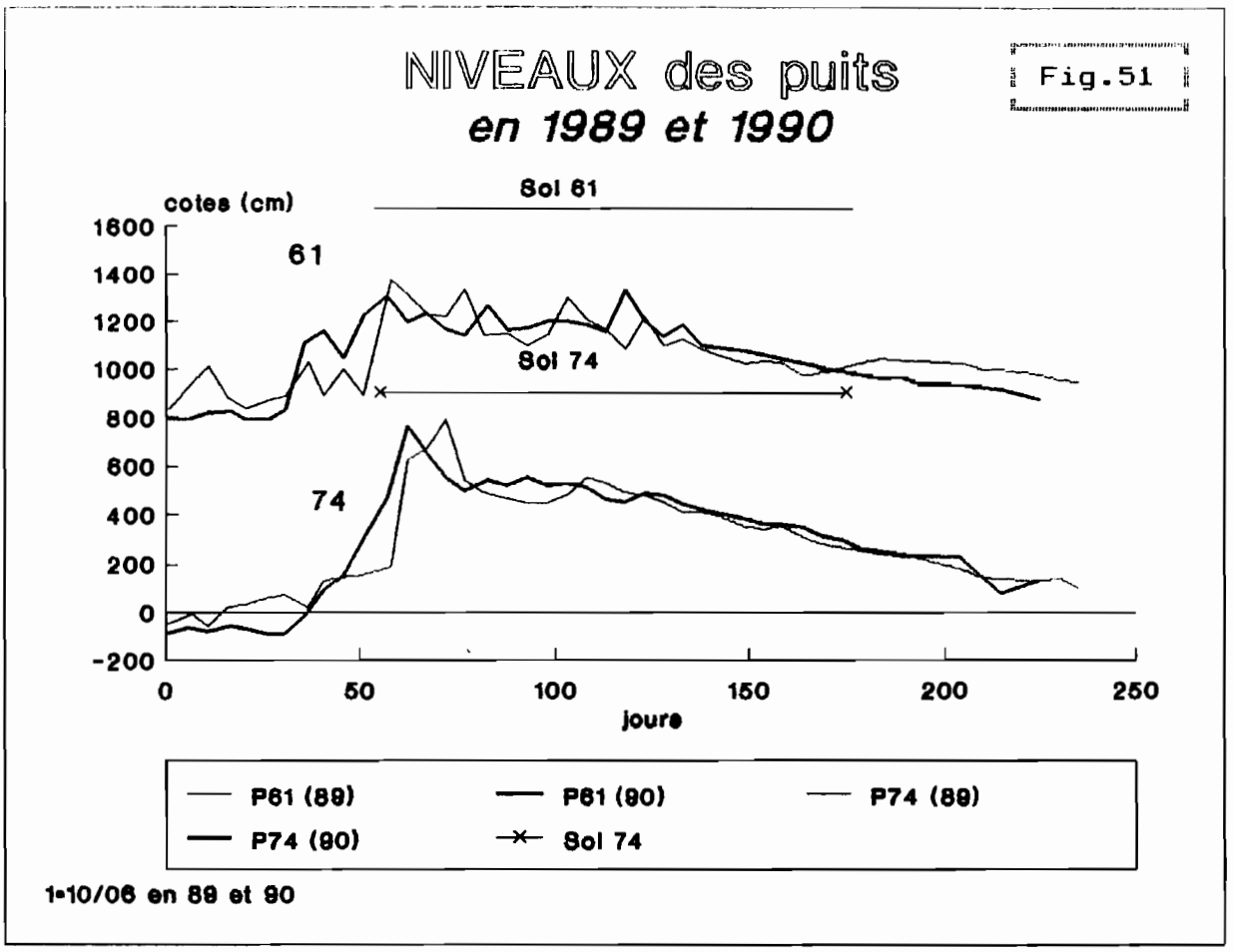
Pendant les 2 dernières années 89 et 90, un suivi régulier des niveaux de la nappe a été effectué sur 36 tubes piézométriques et 18 puits villageois. En 90, un piézographe a été installé à l'amont du bassin pour suivre avec précision les fluctuations des niveaux de la nappe (cf. § 2.9). En 88, le dispositif ne comprenait que quelques piézomètres dans la partie inondée en amont et en aval de la retenue.

Les figures 51, 52 et 53 montrent les résultats superposés des cotes mesurées du 10 juin d'une année au 30 janvier de l'année suivante. Deux années sont représentées 89-90 et 90-91. On constate sur la figure 51 qu'il y a peu de différence dans la recharge entre les deux dernières années sur les puits placés assez haut sur les versants (P61 et P74). Les cotes du P61, du rapport PEPIN de décembre 89, ont été modifiées de + 86 cm, suite à une vérification du profil et du repère de la mesure en juillet 90. Par contre, la recharge est nettement supérieure, en faveur de l'année 90, sur le P69 placé en rive droite à mi-versant. Dans le bas-fond, le maintien de la nappe, à des cotes supérieures pour l'année 90 est très visible sur le P21 pendant environ 75 jours. Ces stockages supplémentaires prolongent la durée d'affleurement de la nappe au P25 d'une quinzaine de jours en fin de saison. Ces différences dans les aquifères sont en relation avec les cumuls pluviométriques sachant qu'il est tombé entre 150 et 200 mm de plus en 1990 dans cette partie du bassin.

Au § . 3.2, une bonne corrélation a été trouvée entre la vidange des stockages, correspondant au débit de base à l'exutoire, et la pluviosité annuelle.

On remarque également sur les figures 51, 52 des étiages de nappe beaucoup plus prononcés en juin 90 qu'en juin 89. L'explication est simple, l'étiage de la nappe de juin 89 fait suite à la pluviométrie un peu excédentaire de 88 (1244 mm) alors que l'étiage de 90 correspond à la pluviométrie un peu faible de 89 (920 mm). Là aussi, l'effet "mémoire" des pluviosités antérieures intervient. Cet effet est cumulatif et devient inquiétant dans l'hypothèse d'une série d'années déficitaires. Ce constat qui est analogue à celui observé sur les grands bassins exige une longue série d'années d'observation si on veut étudier finement le phénomène.

Un petit bassin témoin ou plusieurs peuvent donc servir de "baromètre" pour prévoir l'hydraulicité d'un bassin beaucoup plus important, ici le BAFINI qui se jette dans la BAGOE puis le BANI.


NIVEAUX des puits
en 1989 et 1990
Fig.51
cotes (cm)
Sol 61
61
Sol 74
74
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
-200
0
50
100
150
200
250
jours
P61 (89)
P61 (90)
P74 (89)
P74 (90)
Sol 74
1-10/06 en 89 et 90

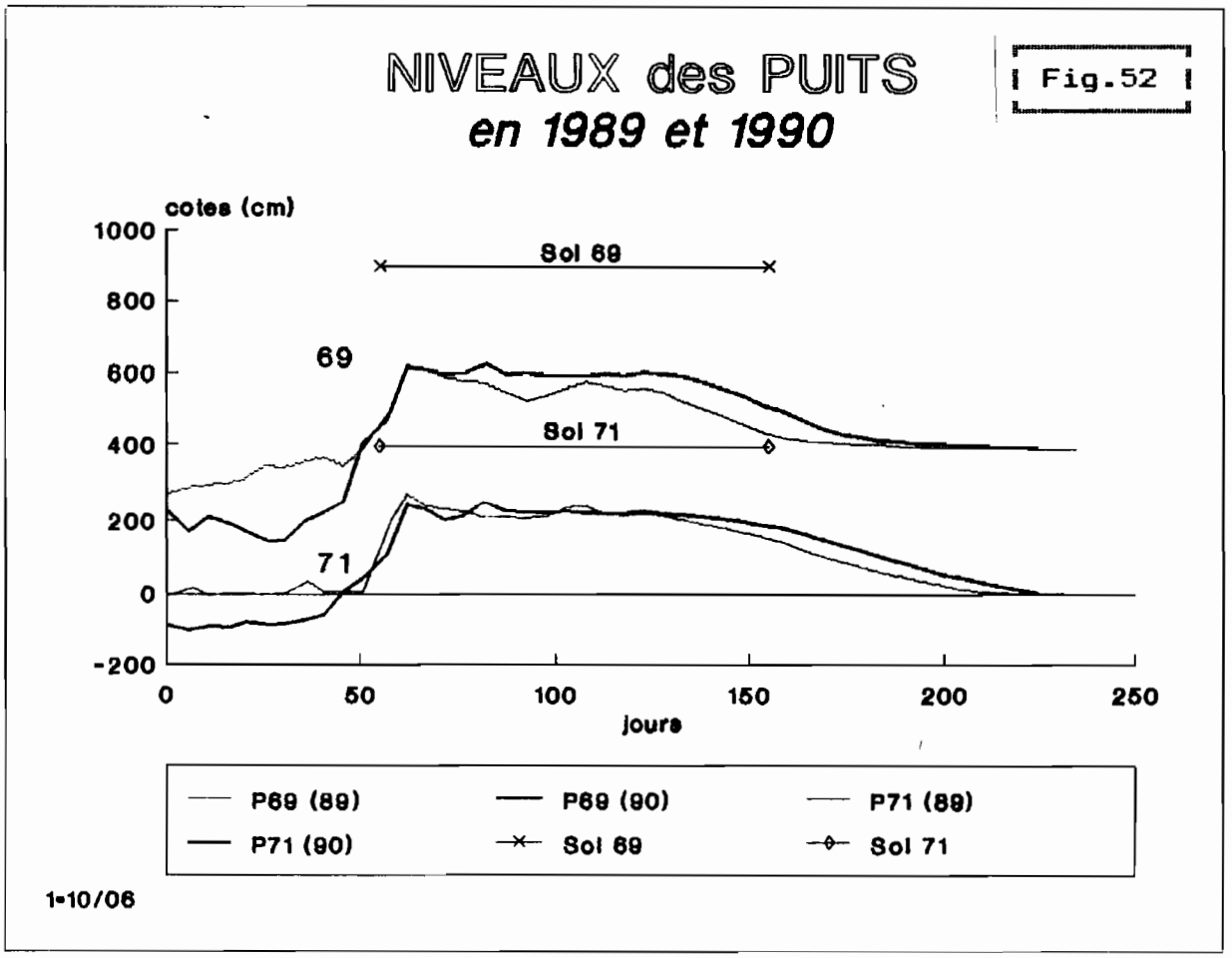
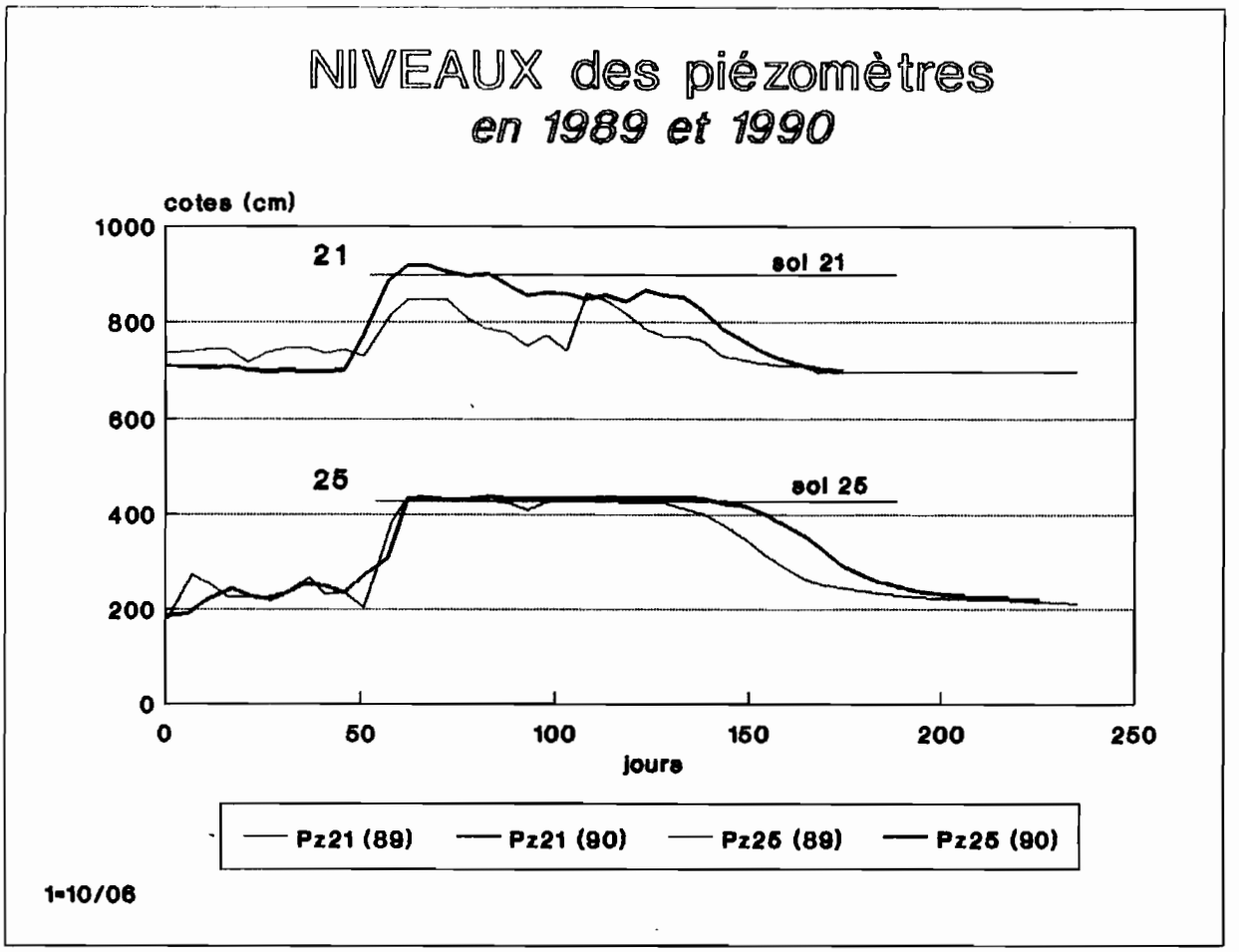

NIVEAUX des PUITS
en 1989 et 1990
Fig.52
cotes (cm)
Sol 69
69
Sol 71
71
1000
800
600
400
200
0
-200
0
50
100
150
200
250
jours
P69 (89)
P69 (90)
P71 (89)
P71 (90)
Sol 69
Sol 71
1-10/06

Fig.53


NIVEAUX des piézomètres
en 1989 et 1990
cotes (cm)
1000
800
600
400
200
0
21
sol 21
25
sol 25
0
50
100
150
200
250
jours
Pz21 (89)
Pz21 (90)
Pz25 (89)
Pz25 (90)
1=10/06

CONCLUSIONS

Il est dommage que le dispositif de mesures sur le terrain n'ait pas été aussi complet en 88 que pendant les 2 dernières années notamment pour le suivi des nappes à l'amont du bassin. Les 3 années observées se situent dans une fourchette étroite avec l'année 90 égale à la médiane du secteur (poste météo de KADIOLO) et les années 88-89 inférieures à une récurrence de 5 ans en années humide et sèche.

Les précipitations

Les mesures pluviométriques ont montré une hétérogénéité des averses sur ce type de bassin de forme allongée. Un pluviomètre par km² est nécessaire si on veut connaître la pluviométrie avec une précision acceptable. Le pluviographe OEDIPE semble être l'appareil idéal pour départager les averses et bien connaître leurs intensités (à condition de nettoyer très souvent le trou de l'entonnoir !). De plus, les données informatisées facilitent les dépouillements. La répartition des averses joue un très grand rôle sur ce genre de bassin classé a priori perméable.

L'évaporation

Les résultats sur bac mixte (flottant et hors-sol) donnent des données contrastées, inférieures à l'ETP quand le bac est flottant et supérieur en saison sèche quand il est dégagé au-dessus du sol. Les comparaisons devraient être faites avec un bac COLORADO classique enterré dans un espace dégagé. Le bilan offre-demande en eau (P - ETP) est positif seulement 4 mois par an en moyenne.

Les écoulements

Sur ce bassin équipé de petits aménagements en cascade, les 3 campagnes ont démontré qu'il est difficile de départager les ruissellements de crues des écoulements de base de la nappe. Dans les écoulements très retardés, les écoulements hypodermiques se confondent avec les apports de la nappe. Pour améliorer la précision des mesures de hauteurs d'eau, effectuées sur un seuil très large (digue déversante), il est nécessaire d'approcher le millimètre. Pour reconstituer la crue qui arrive dans une petite retenue et apprécier son effet sur l'amortissement et le laminage des Q max, il faut pouvoir disposer d'un pas de temps précis et réduit (de l'ordre de 5 mn). Ces exigences de précision peuvent être obtenues par les derniers capteurs électroniques récemment mis au point (sonde piézo-résistive et carte d'acquisition).

Les bilans hydrologiques établis ont montré la part très faible de tous les écoulements superficiels confondus. Les lames écoulées correspondent à 5% des apports pluviométriques en 88 et à un peu plus de 3% en 89 et 90. La part de ruissellement (ou écoulement rapide de crue) se situe entre le tiers et le quart des écoulements en année moyenne mais augmente sérieusement en année humide (43% en 88). L'écoulement de base permanent ne s'observe qu'à la station aval et nous donne une bonne corrélation avec les pluviosités annuelles. Il démarre vers la mi-août quand la nappe est engorgée et le barrage en eau . Il se maintient jusqu'à la mi-novembre en année moyenne.

Le barrage

La capacité du barrage est faible (27 000 m³), cela représente une lame d'eau de moins de 3 mm sur le bassin. Les écoulements de surface mesurés à l'exutoire représentent 23 fois la capacité de la retenue en 88, 12 fois en 89 et 13 fois en 90. Le seuil pluviométrique inférieur pour amener durablement la nappe affleurante dans la partie aval du bas-fond se situe aux environs de 500 mm sur les 3 ans observés. Le barrage, bien situé à l'aval avant la rupture de pente, bénéficie du dépôt des éléments fins et autorise le contrôle des lames d'eau sur 500 m (6 ha de parcelles). Il sécurise la riziculture lors de creux pluviométriques et prolonge un régime d'inondation en fin de cycle. Les barrières secondaires, étagées à l'amont, freinent les écoulements et maintiennent la recharge de la nappe à leurs niveaux.

Patrick PARIENTE (1990) a simulé les coefficients de satisfaction en eau avec ou sans aménagement (barrage). Le seuil inférieur de satisfaction (80%) est dépassé seulement 5 années sur 25 (1963-87) avec aménagement pour 14 sur 25 sans aménagement. Ces résultats confortent les observations de terrain. L'utilité du barrage deviendra optimale pour une année moyennement déficitaire qu'il sera intéressant de suivre.

La nappe

Le stockage souterrain sur les versants joue un rôle essentiel dans le fonctionnement hydrologique du bas-fond.

La nappe du bas-fond est indissociable de la nappe des altérites des versants, même si en début de saison des pluies, les ruissellements superficiels maintiennent localement quelques temps une nappe qui disparaît rapidement par une infiltration verticale et latérale plutôt que longitudinale.

Ces 3 dernières années, il faut attendre la mi-juillet (88) ou début août (89-90) pour, à la station aval, non seulement apercevoir les premiers ruissellements, mais voir la remontée du front de la nappe par paliers. Quand la nappe devient affleurante sur tout le bas-fond (cela arrive en même temps), un écoulement de base longitudinale s'installe. Cet écoulement est alimenté par les versants (écoulement hypodermique et nappe) et les pluies qui tombent directement sur le bas-fond. Cet écoulement n'est visible que dans le dernier tiers du bas-fond. A l'amont, il circule en inféro-flux, en profitant de la pente, la majeure partie de la saison des pluies. Quand les pluies cessent, en tête et au milieu du bas-fond, la nappe redescend rapidement car sollicitée à nouveau par les infiltrations latérales en plus de celles longitudinales.

Le bassin de KAMBO se caractérise par sa capacité globale d'absorption et son bas-fond par une dynamique de nappe qui ne devient apparente en surface qu'après avoir atteint un seuil pluviométrique. **Ce seuil variable est directement en liaison avec l'état initial de la nappe de fin de saison sèche.**

Beaucoup de petits bas-fonds de la zone du même type, allongés et rétrécis, avec même sol et sous-sol, doivent avoir un comportement similaire. Les caractéristiques physiographiques sont susceptibles de créer des différences, celles-ci doivent être étudiées d'une façon approfondie avant tout aménagement.

Proposition pour une suite de l'étude

Sur ce bassin, un dispositif léger de surveillance pluviographique, limnigraphique (à l'aval) et piézométrique pendant plusieurs années devrait permettre de disposer d'une série d'observations communes, écoulement et tarissement de nappe en surface mais également en profondeur. Pour connaître le tarissement minimal de l'année, il est nécessaire de descendre quelques tubes piézométriques, en milieu de bas-fond, à des profondeurs voisines de 4 m. Une série de coefficients de tarissement de la nappe, en liaison avec la pluviométrie, devrait permettre de prévoir, en début de saison de pluie, le seuil pluviométrique nécessaire pour recharger la nappe jusqu'à son niveau utile pour la riziculture.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES CONSULTES :

* Y. PEPIN, Bassin versant de KAMBO, région de KADIOLO (MALI) Synthèse des observations 88-89, Programme bas-fond ORSTOM, IER-CIRAD, DAKAR 12/89

* IER-CIRAD, Mise en valeur des bas-fonds, projet eau-sol-plante, Campagne 89-90, BAMAKO 03/90

* P. PARIENTE, BV de KAMBO, synthèse des observations hydrologiques 88-90
  Propositions d'une approche agro-hydraulique
  Programme mise en valeur des bas-fonds, Réseau R3S
  ENGREF, IRAT-CIRAD, IER, DRA, SRCVO, 12/90

* S. BERTON, La maîtrise des crues dans les bas-fonds
  GRET, COOP. F, AFVP, ACCT, 02/88

* P. CHEVALIER, Complexité hydrologique du petit bassin versant
  Exemple en savane humide, BOORO-BOROTOU (C.I.)
  Thèse, ORSTOM

* J. RODIER, C. AUVRAY, Estimation des débits de crues décennales pour BV inférieurs à 200 km², 1965

* J.C. OLIVRY, Méthode de prédétermination des crues sur petits BV, l'exemple du CAMEROUN, 1986

LOGICIELS UTILISES

*	Logiciels ORSTOM :	HYDROM	V. 2.0
		DIXLOIS	
		PLUVIOGR	
*	Logiciels extérieurs :	WORD PERFECT	V. 4.2
		HARVARD GRAPHIQUE	V. 2.10

REMERCIEMENTS :

Au terme de cette étude, nous tenons à remercier tous ceux qui ont uni leurs efforts et compétences pour mener à bien ces campagnes :

MM. YANNICK PEPIN, ORSTOM/DAKAR
PATRICK PARIENTE, stagiaire ENGREF
DRISSA BERTHE de KAMBO
DICKO ARBER de l'ORSTOM/BAMAKO

et la sympathique équipe des Volontaires du Progrès (AFVP) de KADIOLO.

Nous remercions également les responsables du Projet Eau-Sol-Plante de leur soutien:

MM. DANIEL KRIER, Coopération-IRAT
SIMPARA, IER/SOTUBA/BKO
CHAROY, Responsable du CIRAD/BKO

ainsi que les responsables de l'ORSTOM :

MM. B. POUYAUD, Chef du Département DEC
A. CASENAVE, Responsable de l'UR 2B
J. ALBERGEL, Responsable du Programme Bas-fond

pour leur aide financière et leurs encouragements

J.C. OLIVRY, Représentant de l'ORSTOM à BAMAKO, et Directeur de Recherche à l'Hydrologie, pour son appui et ses conseils.

ANNEXES

FIGURES

Fig - 54 Plan d´aménagement principale de KAMBO (source AFVP)

Fig - 55 Profil en long du bas-fond entre bornes B6 et B5

Fig - 56 Courbe 1
Fig - 57 Courbe 2
Fig - 58 Courbe 3 de KAMBO-BARRAGE

Fig - 59 Cotes instantanées à la station amont
Fig - 60 Cotes instantanées à la station aval

Fig - 61 Débits moyens journaliers 89 et 90 à KAMBO-AMONT

PLAN AMENAGEMENT DU BAS FOND DE KAMBO

distances cumulées	1636,5	1574,5	1495	1413	1317	1244,5	1161	1067	990	929	848	765	676	613	541,5	467	385	282,5	199,5	56	15
distances partielles	57	84,5	82	96	72,5	83,5	94	77	61	81	83	84	63	71,5	74,5	78	106,5	83	103,5	81	15
cotes	96,49	96,35	96,22	96,21	96,07	95,96	95,64	95,44	95,44	95,14	94,94	94,19	94,68	94,66	94,45	94,18	93,96	93,99	93,83	93,65	93,17

LEGENDE

DIGUE DE PECHE
PIEZOMETRES
OUVRAGE

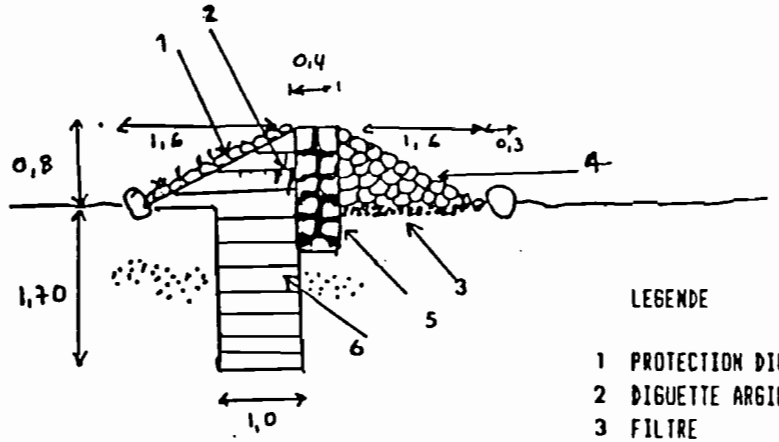
ECHELLE 1/5000

SENS ECOULEMENT

ZONE DOMINEE PAR L'OUVRAGE

OUVRAGE

COUPE TYPE DE L'OUVRAGE



LEGENDE

1 PROTECTION DIGUETTE
2 DIGUETTE ARGILE COMPACTEE
3 FILTRE
4 CONTREFORT PIERRES LIBRES
5 MUR MACONNE
6 BARRIERE ANTIDRAINAGE

Fig. 54

BAS-FOND de KAMBO

entre bornes B 5 et B 6

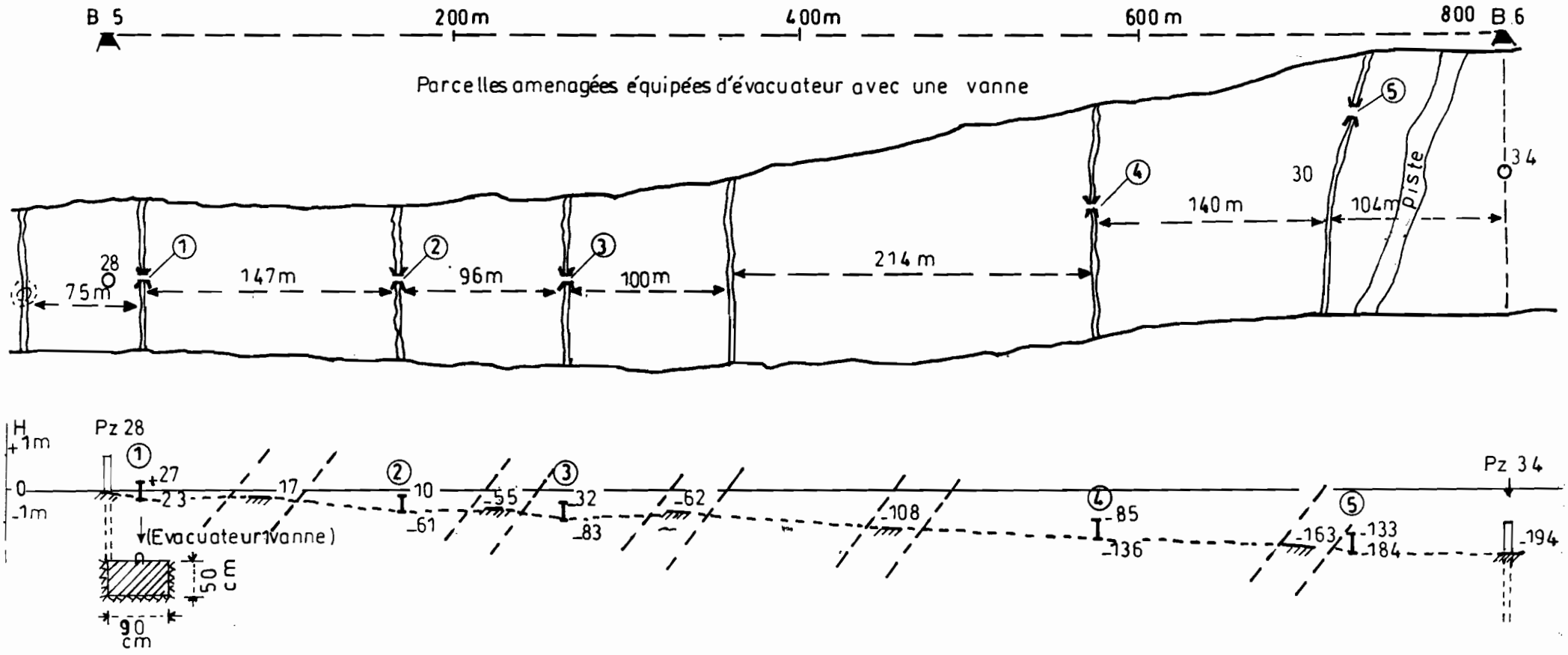
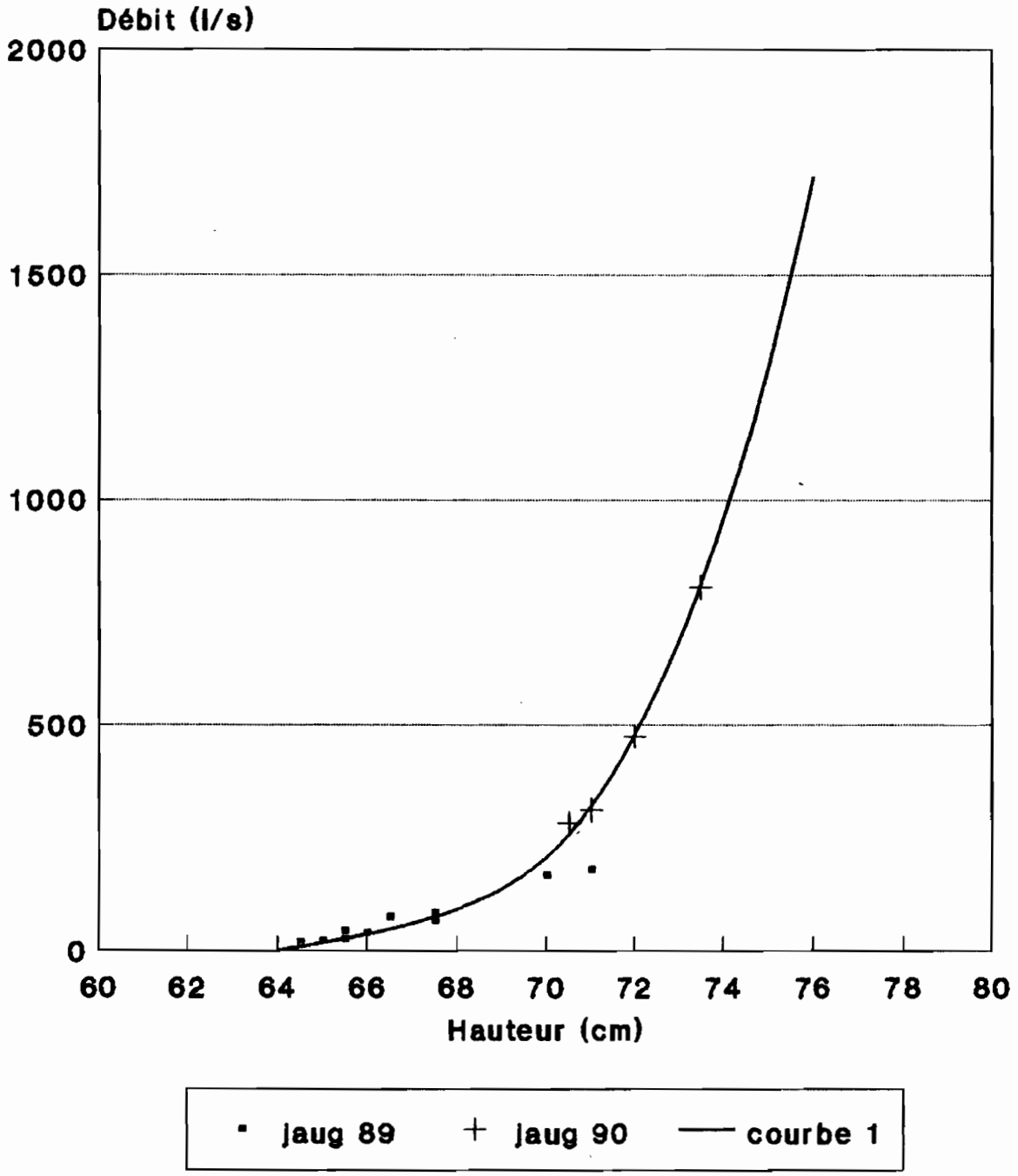


Fig. 55

Fig.56

TARAGE KAMBO-BARRAGE

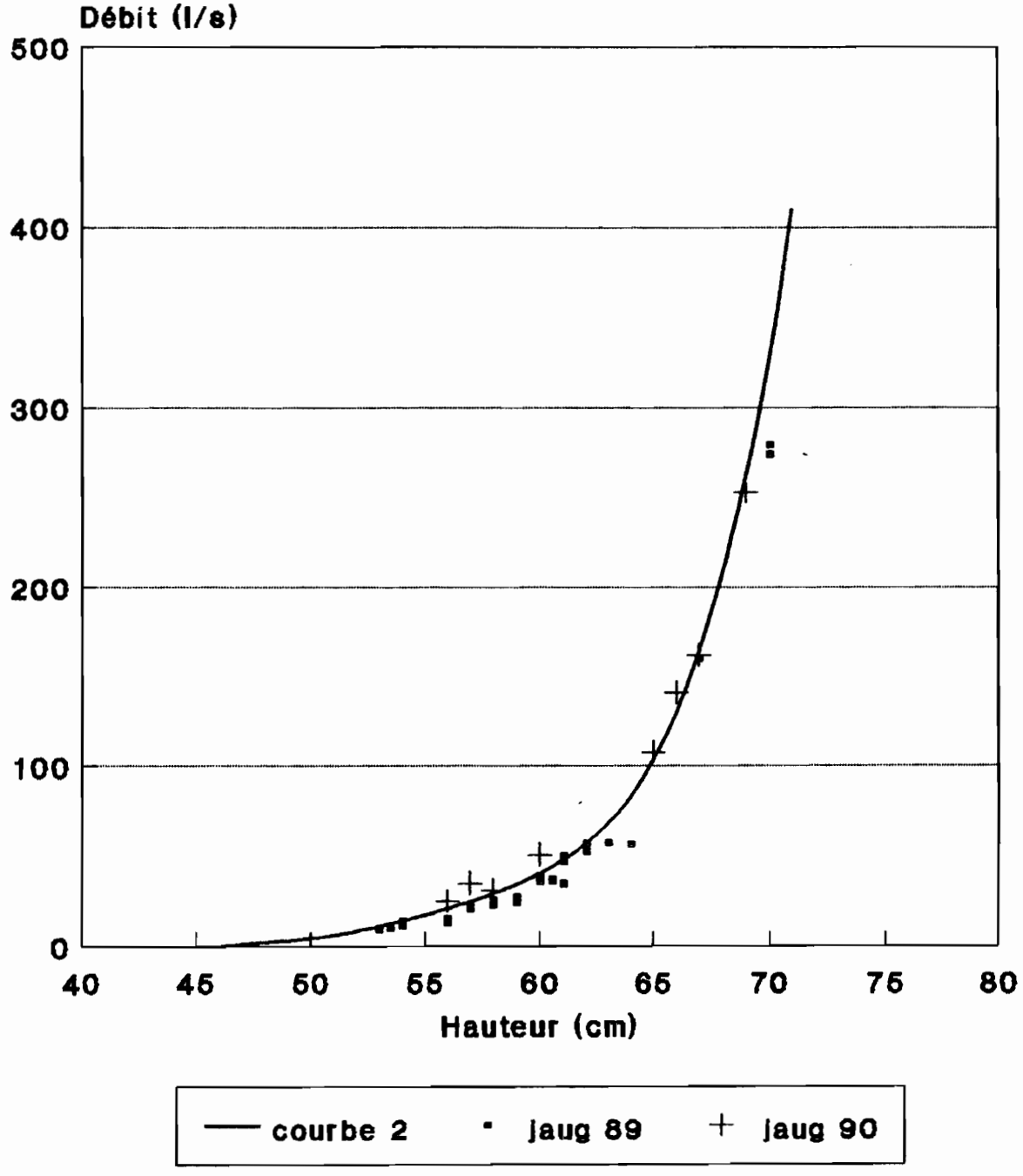
Courbe N 1



2 vannes en place

Fig.57

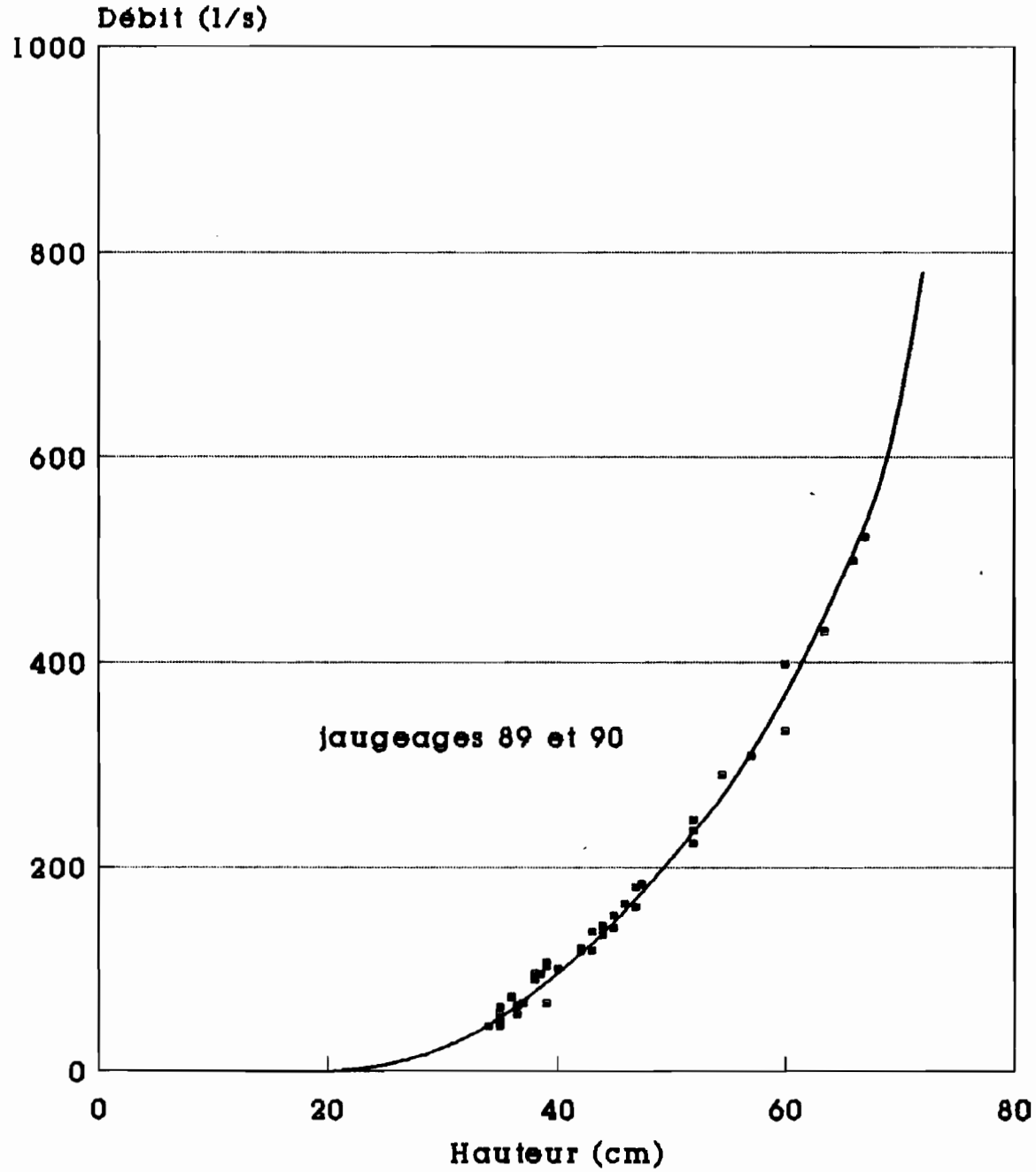
TARAGE KAMBO-BARRAGE
Courbe N 2



1 vanne en place

Fig.58

TARAGE KAMBO-BARRAGE
Courbe N 3



0 vanne en place

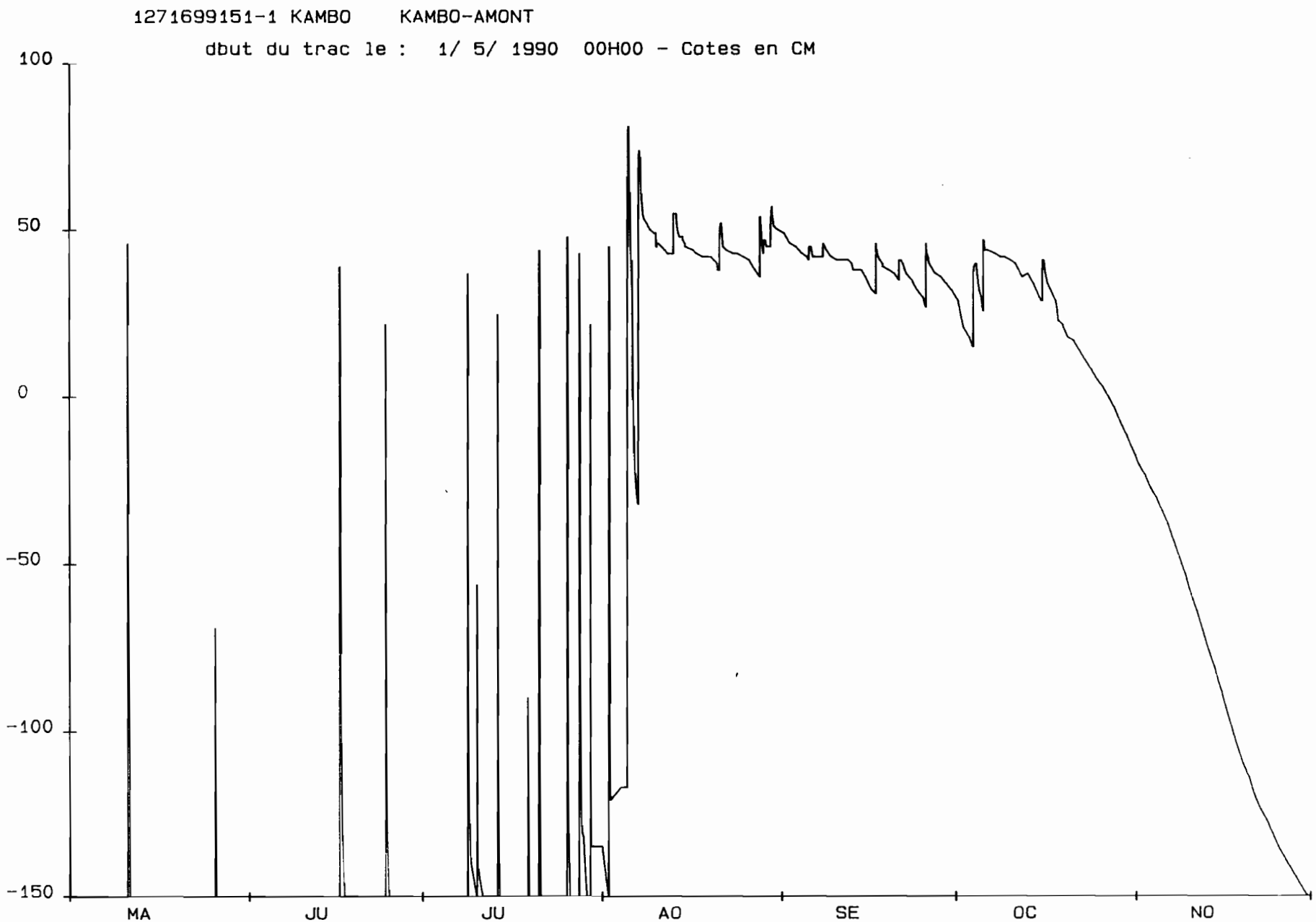

1271699151-1 KAMBO KAMBO-AMONT
dbut du trac le : 1/ 5/ 1990 00H00 - Cotes en CM
100
50
0
-50
-100
-150
MA
JU
JU
AO
SE
OC
NO

Fig.59

1271699150-1 KAMBO KAMBO-AVAL

dbut du trac le : 1/ 4/ 1990 08H00 - Cotes en CM

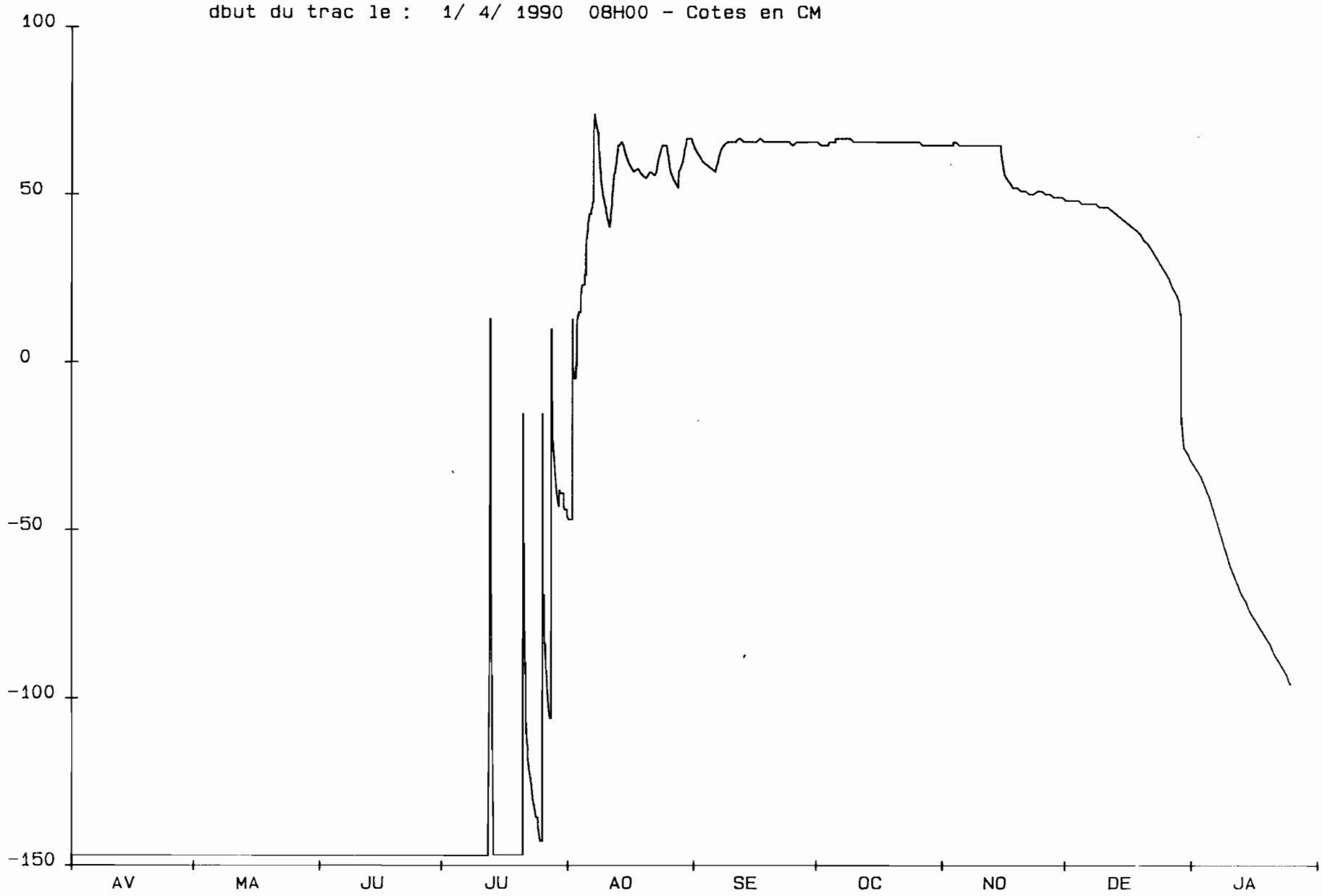


Fig.60

1271699151 KAMBO KAMBO-AMONT

dbut du trac le : 1/07/1989 en L/S

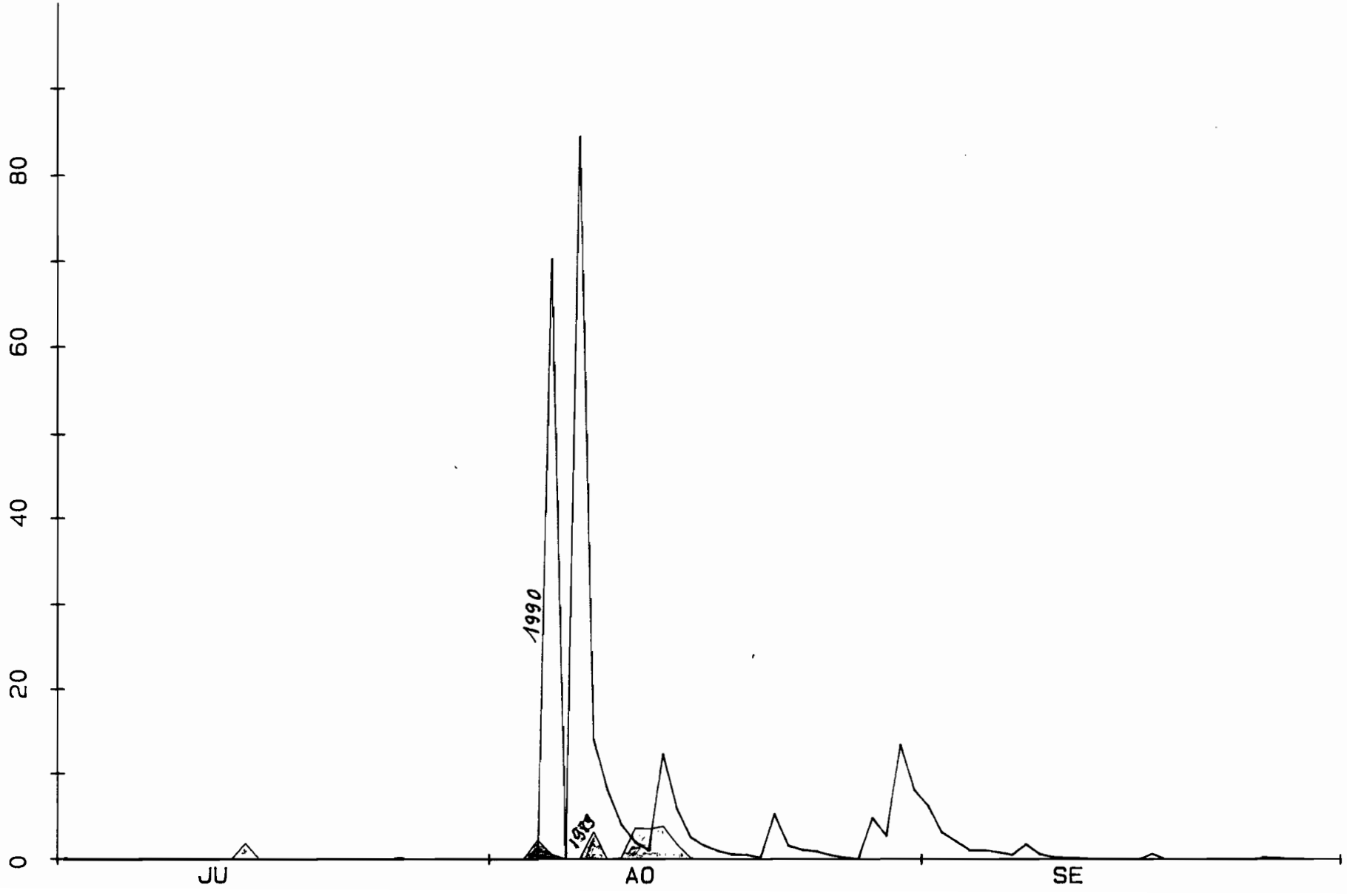


Fig.61

ANNEXES

TABLEAUX

Tab - 25 Précipitations moyennes journalières à KAMBO en 1990
Tab - 26 " " " " " " 1989
Tab - 27 " " " " " " 1988
Tab - 28 " " " KAMBO-AMONT en 1990
Tab - 29 " " " KAMBO-AMONT en 1989

Tab - 30 Précipitations journalières à SIKASSO en 1990
Tab - 31 " " à KADIOLO en 1990

Tab - 32 Précipitations journalières du bassin en AVRIL-MAI 90
Tab - 33 " " " " en JUIN 90
Tab - 34 " " " " en JUIL. 90
Tab - 35 " " " " en AOUT 90
Tab - 36 " " " " en SEPT. 90
Tab - 37 " " " " en OCT-NOV 90

Tab - 38 Liste des jaugeages KAMBO-AMONT et AVAL, capteur 1
Tab - 39 " " " station aval, capteur 2
Tab - 40 " " " " " capteur 3

Tab - 41 Barêmes d'étalonnage capteur 1 amont et aval
Tab - 42 " " capteur 2 et 3 aval

Tab - 43 Débits moyens journaliers en 1990 à KAMBO-AMONT
Tab - 44 " " " " 1989 à KAMBO-AMONT
Tab - 45 " " " " 1990 à KAMBO-AVAL
Tab - 46 " " " " 1989 à KAMBO-AVAL
Tab - 47 " " " " 1988 à KAMBO-AVAL

Tab - 48 Volumes moyens journaliers dans la retenue en 1990-91
Tab - 49 " " " " " " " 1989-90
Tab - 50 " " " " " " " 1988-89

Tab - 51 Hauteurs moyennes journalières à KAMBO-AMONT en 1990
Tab - 52 " " " à KAMBO-BARRAGE en 1990

Tab - 53 Niveaux piézométriques des tubes piézos
Tab - 54 " " " " "
Tab - 55 Niveaux des puits

BASSIN VERSANT DE:KAMBO

Tab.25

PLUVIOMETRIE DE L'ANNEE: 1990

	JANVI	FEVRI	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPTE	OCTOB	NOVEM	DECEM
1						24.3		3.4	4.9			
2						16.1		30.6	2.2	3.3		
3										2.2	0.3	
4						2.8		5.6		34.6	10.5	
5				28.7			1.3	40.4		22.3	2.9	
6				3.8			9.9		17.5	5.4		
7					9.2			54.0				
8						2.1	2.2		20.0			
9					1.1		20.0					
10								3.1				
11					22.7		9.1			1.9		
12									20.8			
13					12.6	6.4	29.2	21.8		7.6		
14						12.3	22.4	4.9	7.9	3.3		
15				2.1			7.7					
16							0.5			18.2		
17						19.2	13.0	1.8	25.6			
18						9.9		8.3		2.6		
19							30.3					
20					13.5				6.8	2.5		
21						12.9	37.2	23.1	13.5			
22												
23				9.3	1.9		13.6		7.3			
24							1.4	4.4				
25					11.0	21.3			4.0			
26					19.6		31.3	0.4	23.2			
27						1.4	1.5	1.8	0.3			
28							35.5	25.4				
29				16.2		1.0		13.9				
30							17.4	23.4				
31												

TOT	0.0	0.0	0.0	60.1	91.6	129.7	283.5	266.3	154.0	103.9	13.7	0.0
NBJ	0	0	0	5	8	12	18	17	13	11	3	0

TOTAL ANNUEL =1102.8 mm EN 87 JOURS.
MAXI QUOTIDIEN= 54.0 mm LE 7 AOUT

TOT=total mensuel de pluie.
NBJ=nombre de jours de pluie.
mm=millimètre.

Tab.26

BASSIN VERSANT DE:KAMBO

PLUVIOMETRIE DE L'ANNEE: 1989

	JANVI	FEVRI	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPTE	OCTOB	NOVEM	DECEM
1				0.8			1.8	14.4	7.6			
2							21.7					
3						29.7		2.0			0.3	
4						0.6		68.3	11.6	2.8		
5					5.7		18.6	33.4				
6					15.1		6.2	3.5		11.4		
7						24.3			6.6			
8				0.4	1.7			65.7	16.2	1.4		
9							15.3			21.4		
10					6.3			20.7	14.5			
11					3.9		3.8				2.9	
12					5.0		21.6	15.5	17.5			
13						24.0		3.9				
14							23.0	5.9				
15				1.5		27.5		0.8				
16					1.1	11.0				3.0		
17					10.9							
18								15.8	33.7			
19						15.1		7.5	19.0	18.1		
20								10.2				
21					9.5	6.3			10.0			
22							32.0					
23								8.6	12.9			
24				0.9		12.2		10.4				
25				0.6			2.6	3.5				
26								8.7				
27							1.3					
28					0.3			7.7	2.0			
29									12.7			
30			1.2				5.4		8.1			10.5
31												

TOT	0.0	0.0	1.2	4.2	59.5	150.7	153.3	306.5	172.4	58.1	3.2	10.5
NBJ	0	0	1	5	10	9	12	19	13	6	2	1

TOTAL ANNUEL = 919.6 mm EN 78 JOURS.
MAXI QUOTIDIEN= 68.3 mm LE 4 AOUT

TOT=total mensuel de pluie.
NBJ=nombre de jours de pluie.
mm=millimètre.

BASSIN VERSANT DE:KAMBO

Tab.27

PLUVIOMETRIE DE L'ANNEE: 1988

	JANVI	FEVRI	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPTE	OCTOB	NOVEM	DECEM
1							24.7		22.8			
2									1.2	11.7		
3							7.3		16.8	15.6		
4							0.9		3.1	25.2		
5								5.8	23.2			
6							13.7	66.8	1.6			
7								1.0		8.0		
8									15.2			
9						9.0			2.6	8.0		
10							26.1	5.5	3.2			
11								22.0				
12						1.7	2.7	0.4				
13							12.2	2.7	27.0			
14							61.4	1.8	2.9			
15						32.4		8.0	0.8			
16							0.4	11.4	19.8	4.7		
17							49.6	0.7	15.7			
18						1.8	9.7	14.9				
19						31.3	1.6	3.4				
20									3.6			
21								69.7	1.4			
22						12.4		7.5	7.2			
23								16.8	0.7			
24						25.8	13.4					
25						15.2		11.0	62.2	1.6		
26								28.2				
27								22.4		21.6		
28						4.9	27.7	47.8				
29								5.1				
30							3.0	2.4				
31							0.8					
TOT	0.0	0.0	0.0	(0.0)	(0.0)	(134.5)	255.2	355.3	231.0	96.4	0.0	0.0
NBJ	0	0	0	0	0	9	16	22	19	8	0	0

TOTAL ANNUEL =(1072.4) mm EN 74 JOURS. ( ) mois incomplets, année incomplète
MAXI QUOTIDIEN= 69.7 mm LE 21 AOUT

à KADIOLO/88 AVRIL = 77.5 mm MAI = 9.6 mm JUIN du 1er au 8 = 46.6 mm

TOT=total mensuel de pluie.
NBJ=nombre de jours de pluie.
mm=millimètre.

BASSIN VERSANT DE:KAMBO-AMONT

Tab.28

PLUVIOMETRIE DE L'ANNEE: 1990

	JANVI	FEVRI	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPTE	OCTOB	NOVEM	DECEM
1						30.9		3.7	5.6			
2						18.2		25.8	2.5	3.5		
3										2.8	0.2	
4						2.7		5.3		36.4	5.6	
5				28.9			1.2	44.9		17.2	1.7	
6				4.3			13.1		18.5	8.4		
7					9.5			34.3				
8						1.9	0.5		13.8			
9					2.2		20.4					
10								2.9				
11					28.9		9.4			3.2		
12									30.9			
13					18.1	6.0	16.5	23.0		5.9		
14						12.5	29.6	5.3	4.6	4.0		
15				1.1			7.5					
16							0.7			27.8		
17						16.3	17.8	2.2	22.8			
18						10.8		7.5		2.0		
19							36.0					
20					11.3				5.8	3.8		
21						9.1	36.2	25.8	15.4			
22												
23				15.7	0.4		14.8		4.0			
24							1.4	7.0				
25					9.3	17.5			5.6			
26					17.1		33.2	0.4	25.8			
27						2.6	1.4	3.1	0.1			
28							30.1	17.9				
29				13.1		1.3		12.7				
30							20.3	27.8				
31												

TOT	0.0	0.0	0.0	63.1	96.8	129.8	290.1	249.6	155.4	115.0	7.5	0.0
NBJ	0	0	0	5	8	12	18	17	13	11	3	0

TOTAL ANNUEL =1107.3 mm EN 87 JOURS.
MAXI QUOTIDIEN= 44.9 mm LE 5 AOUT

TOT=total mensuel de pluie.
NBJ=nombre de jours de pluie.
mm=millimètre.

BASSIN VERSANT DE:KAMBO-AMONT

Tab.29

PLUVIOMETRIE DE L'ANNEE: 1989

	JANVI	FEVRI	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPTE	OCTOB	NOVEM	DECEM
1				0.1			1.3	13.6	8.7			
2							24.8					
3						24.5		3.3			0.2	
4						0.7		66.8	15.0	3.3		
5					7.2		17.8	26.8	5.2			
6					11.3		6.9	2.1		10.3		
7						24.9						
8				0.5	1.0			46.1	15.4	0.5		
9							11.2			19.0		
10					7.5			21.5	16.4			
11					2.6		5.0				1.0	
12					4.4		18.8	18.6	15.8			
13						21.9		1.9				
14							16.3	6.5				
15				1.5		23.1		0.8				
16						7.5				1.6		
17					8.8							
18								18.3	38.4			
19						14.8		7.3	15.6	21.6		
20								11.1				
21					8.7	5.2			9.5			
22							33.0					
23								8.9	8.5			
24				1.2		12.7		8.9				
25				0.3			3.3	3.1				
26								7.6				
27							2.3					
28					0.3			6.4	0.4			
29									18.0			
30			1.1				4.4		10.3			15.4
31												
TOT	0.0	0.0	1.1	3.6	51.8	135.3	145.1	279.6	177.2	56.3	1.2	15.4
NBJ	0	0	1	5	9	9	12	19	13	6	2	1

TOTAL ANNUEL = 866.6 mm EN 77 JOURS.
MAXI QUOTIDIEN= 66.8 mm LE 4 AOUT

TOT=total mensuel de pluie.
NBJ=nombre de jours de pluie.
mm=millimètre.

STATION METEOROLOGIQUE DE:SIKASSO

Tab.30

PLUVIOMETRIE DE L'ANNEE: 1990

	JANVI	FEVRI	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPTE	OCTOB	NOVEM	DECEM
1						12.5		18.3	14.7			
2						0.1		7.0				
3							0.7	13.4		2.8	3.0	
4												
5							37.0	18.4	13.6			
6				0.7	32.3	3.8		0.5	10.6	14.5		
7				0.5		0.4		20.5	14.7			
8							0.2		1.3			
9						24.8	0.9	29.4	14.0			
10							23.6	3.3				
11									16.0			
12					11.6	39.4	7.1		2.1	4.6		
13							10.7	2.5	18.7			
14							1.0	18.3	29.2			
15							1.1		1.7	1.0		
16				22.9		19.1	24.4	1.9	1.7			
17									15.1			
18					17.9	20.7	1.3			0.1		
19					4.6			0.2	3.5			
20							8.8	0.1	8.2			
21								7.7				
22					0.2	0.1	0.6	5.0		0.8		
23				3.2	11.9			0.4	7.1			
24					13.0	23.3			17.5	19.2		
25							14.6	2.8	23.7			
26									14.3			
27								2.9				
28				9.8		40.6	16.1	13.5				
29						2.3		1.6				
30					29.1			3.9				
31					15.4		2.5	14.0				

TOT	0.0	0.0	0.0	37.1	136.0	187.1	150.6	185.6	227.7	43.0	3.0	0.0
NBJ	0	0	0	5	9	12	16	22	19	7	1	0

TOTAL ANNUEL = 970.1 mm EN 91 JOURS.
MAXI QUOTIDIEN= 40.6 mm LE 28 JUIN

TOT=total mensuel de pluie.
NBJ=nombre de jours de pluie.
mm=millimètre.

STATION METEOROLOGIQUE DE:KADIOLO

Tab.31

PLUVIOMETRIE DE L'ANNEE: 1990

	JANVI	FEVRI	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPTE	OCTOB	NOVEM	DECEM
1				0.6		33.5		29.6	9.5	3.6		
2								4.7		4.0	0.2	
3						1.8		9.3		27.8	4.9	
4							1.8	7.6		3.4	0.5	
5				38.6			7.6	42.8	15.4	14.0		
6				3.5				19.0				
7					10.9			11.4	9.6			
8					7.5	8.8	3.2					
9								2.6	1.4	0.4		
10					19.6		0.5					
11							3.5		15.2	9.3		
12					30.6	4.0	5.5	18.7		8.2		
13						16.3	59.2	13.5		0.3		
14				3.8			17.0	1.9	10.7			
15							0.4			39.0		
16						7.5	19.7		16.3	0.9		
17						4.9						
18						11.7	56.2	11.0				
19									2.3	17.9		
20					8.5	2.8	46.2	14.5	15.5			
21								2.1				
22							16.7		2.8	0.2		
23				32.1			3.5	15.0				
24					7.3	24.9						
25					16.0		32.7		33.2			
26							5.4	6.7				
27						14.9	26.6	9.1				
28				16.2				4.1				
29							41.8	31.9				
30												
31												

TOT	0.0	0.0	0.0	94.8	100.4	131.1	347.5	255.5	131.9	129.0	5.6	0.0
NBJ	0	0	0	6	7	11	18	19	11	13	3	0

TOTAL ANNUEL =1195.8 mm EN 88 JOURS.
MAXI QUOTIDIEN= 59.2 mm LE 13 JUILLET

TOT=total mensuel de pluie.
NBJ=nombre de jours de pluie.
mm=millimètre.

MOIS D'AVRIL 1990

Tab. 32

DATE	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
05/04	31.5	-	-	-	-	-	26.4	-	-	28.4	-	28.9	28.7#
06/04	4.3	4.0	-	4.6	-	4.0	3.9	3.8	4.2	2.3	-	4.3	3.8#
15/04	0.3	1.5	1.2	2.0	1.6	2.2	1.1	3.4	2.8	7.3	1.1	1.1	2.1@
23/04	19.8	11.2	15.3	8.1	4.8	4.7	3.5	2.5	2.8	1.4	20.3	15.7	9.3
29/04	12.3	13.8	13.3	17.6	21.0	19.0	18.3	17.3	17.8	22.7	10.2	13.1	16.2
TOTAL	68.2	30.5‡	29.8‡	32.3‡	27.4‡	29.9‡	53.2	27.0‡	27.6‡	62.1	31.6‡	63.1	60.1

‡ mois incomplet - poste non installé
# moyenne arithmétique des postes en place
@ moyenne avec coefficients de Thiessen

MOIS de MAI 1990

DATE	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
07/05	8.9	9.1	9.0	9.3	9.1	8.8	8.0	9.4	9.3	9.0	10.8	9.5	9.2
09/05	3.1	0.9	0.6	0.6	0.4	0.4	0	0	0	0	4.5	2.2	1.1
11/05	33.8	32.2	34.7	26.2	24.8	20.3	19.1	12.8	10.6	9.7	20.0	28.9	22.7
13/05	22.9	16.6	17.0	13.5	9.4	9.7	7.5	5.1	6.0	4.4	18.9	18.1	12.6
20/05	12.3	13.6	10.0	10.1	10.2	13.0	15.4	18.5	21.7	16.5	10.1	11.3	13.5
23/05	0.2	0.7	0.4	1.1	1.3	1.9	1.4	5.1	3.1	8.5	0	0.4	1.9
25/05	9.0	9.3	7.0	8.5	13.0	12.3	13.8	12.4	14.0	12.0	11.2	9.3	11.0
26/05	17.6	18.2	15.6	17.0	19.5	20.6	21.8	24.5	27.3	18.8	16.8	17.1	19.6
Total	107.8	100.6	94.3	86.3	87.7	87.0	87.0	87.8	92.0	78.9	92.3	96.8	91.6

MOIS de JUIN 1990

Tab. 33

DATE	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
01/06	36.9	25.6	27.4	19.4	18.4	17.3	17.2	17.9	21.8	17.9	38.6	30.9	24.3
02/06	23.2	17.8	16.6	17.6	18.3	16.6	15.2	12.2	12.0	9.7	15.6	18.2	16.1
04/06	2.3	2.2	2.6	2.0	2.3	2.3	1.8	3.7	3.9	4.3	3.8	2.7	2.8
08/06	1.6	1.8	1.7	1.7	2.4	2.1	1.7	2.6	2.6	3.3	2.3	1.9	2.1
13/06	4.3	6.0	3.8	8.8	6.2	6.2	5.0	7.2	7.6	6.3	7.7	6.0	6.4
14/06	11.1	12.0	12.1	11.4	12.3	13.6	11.2	13.1	12.1	10.8	14.8	12.5	12.3
17/06	14.9	19.3	18.9	23.2	25.1	22.2	21.8	19.3	21.2	19.4	9.5	16.3	19.2
18/06	9.5	10.3	9.9	8.4	9.5	9.1	8.4	8.6	10.3	8.7	14.1	10.8	9.9
21/06	6.6	11.0	9.7	13.5	14.1	15.9	16.1	18.2	16.9	17.8	6.9	9.1	12.9
25/06	17.6	18.5	16.7	20.7	22.6	24.0	26.5	26.0	27.7	23.0	15.4	17.5	21.3
27/06	2.0	0.4	0.8	0.2	0.3	0.6	0.2	1.3	0.2	0.2	7.4	2.6	1.4
29/06	0.1	2.5	3.2	1.4	0.8	0.6	1.3	0.6	0.7	0.2	0.1	1.3	1.0
TOTAL	132.8	127.4	123.4	128.3	132.3	130.5	126.4	130.7	137.0	121.6	136.2	129.8	129.7

MOIS de JUILLET 1990

Tab. 34

DATE	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
05/07	0.3	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	2.5	1.6	2.9	2.9	1.2	1.3
06/07	13.9	13.0	12.5	7.9	4.2	6.8	4.0	11.1	7.0	8.0	16.1	13.1	9.9
08/07	0.6	0.4	0.2	1.5	1.8	6.1	2.7	4.9	3.9	2.9	0.2	0.5	2.2
09/07	20.6	22.0	19.1	21.8	21.4	19.7	21.7	19.1	20.0	14.0	19.1	20.4	20.0
11/07	7.6	6.6	6.4	12.3	12.9	7.9	5.9	7.9	7.9	9.3	13.2	9.4	9.1
13/07	13.9	19.0	14.2	21.7	25.6	30.3	30.7	50.5	46.9	72.6	15.2	16.5	29.2
14/07	33.9	27.3	31.0	22.7	19.8	18.8	17.5	11.1	15.0	10.0	31.0	29.6	22.4
15/07	7.4	7.4	7.4	8.3	7.8	7.9	7.5	7.7	7.9	7.7	7.3	7.5	7.7
16/07	0.5	0.8	0.9	0.6	0.6	0.5	0.2	0.3	0.4	0.3	0.6	0.7	0.5
17/07	18.7	14.6	16.0	14.5	14.0	10.6	8.9	5.6	5.4	5.0	22.4	17.8	13.0
19/07	43.5	31.8	39.2	29.9	31.5	26.3	25.7	21.3	23.7	19.5	34.1	36.0	30.3
21/07	33.4	31.1	39.9	32.3	37.4	36.4	40.3	35.6	43.1	39.6	41.8	36.2	37.2
23/07	16.0	13.5	12.1	13.0	12.4	12.7	11.5	12.5	12.8	12.6	17.7	14.8	13.6
24/07	1.2	1.5	1.4	1.4	1.6	1.4	1.3	1.2	1.5	1.2	1.4	1.4	1.4
26/07	38.2	32.4	36.5	28.4	30.1	27.8	26.9	30.2	31.4	31.1	30.1	33.2	31.3
27/07	1.2	1.5	1.3	1.4	1.5	1.7	1.1	1.7	2.1	1.4	1.7	1.4	1.5
28/07	27.7	31.6	29.7	35.6	37.6	38.7	39.3	40.6	41.8	47.8	28.0	30.1	35.5
30/07	15.0	13.3	14.5	14.4	17.6	13.8	13.0	15.8	13.2	18.3	36.7	20.3	17.4
TOTAL	293.6	268.6	283.1	268.3	278.4	268.1	258.9	279.6	285.6	304.2	319.5	290.2	283.5

MOIS de AOUT 1990

Tab. 35

DATE	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
01/08	4.4	6.2	4.3	4.4	2.6	3.5	1.4	4.1	1.7	4.7	0.4	3.7	3.4
02/08	22.4	28.4	25.4	32.1	29.3	35.1	28.8	39.0	36.5	40.0	23.7	25.8	30.6
04/08	5.6	4.1	5.3	5.2	6.2	8.3	5.0	5.8	3.9	7.2	6.0	5.3	5.6
05/08	52.7	49.4	38.3	44.3	39.0	33.6	36.8	36.5	29.1	41.4	40.0	44.9	40.4
07/08	24.3	35.8	46.1	50.3	72.3	76.8	74.1	73.5	72.5	70.0	23.7	34.3	54.0
10/08	1.7	2.2	2.1	2.6	3.0	3.1	2.7	3.2	3.4	4.4	5.1	2.9	3.1
13/08	24.8	24.3	21.2	23.6	22.2	21.1	19.9	21.2	20.4	17.5	21.3	23.0	21.8
14/08	4.0	6.0	5.8	5.3	5.5	4.0	3.2	4.9	3.9	6.1	5.5	5.3	4.9
17/08	4.0	3.1	1.4	2.4	2.2	1.9	0.3	0.9	1.3	1.0	0.4	2.2	1.8
18/08	7.6	8.9	6.0	10.1	9.8	11.7	10.3	7.3	10.0	3.2	6.0	7.5	8.3
21/08	26.3	26.3	25.8	25.1	20.3	19.3	18.5	19.4	19.3	25.1	25.6	25.8	23.1
24/08	5.0	4.0	3.4	3.5	3.2	2.6	1.6	1.7	1.7	1.3	15.4	7.0	4.4
26/08	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.0	0.7	1.2	0.2	0.3	0.4	0.4
27/08	3.9	1.1	1.2	1.3	1.8	0.5	0.9	0.2	0.7	0.0	6.2	3.1	1.8
28/08	15.7	19.7	22.0	27.4	33.4	32.9	32.7	37.6	28.9	28.6	9.9	17.9	25.4
29/08	11.8	15.3	12.8	15.0	13.4	10.2	10.8	17.6	15.6	22.1	10.3	12.7	13.9
30/08	23.4	23.0	25.8	21.7	21.8	22.0	19.6	16.7	18.3	18.6	40.0	27.8	23.4
TOTAL	238.1	258.1	247.2	274.7	286.3	286.9	266.6	290.3	268.4	291.4	239.8	249.6	266.3

MOIS de SEPTEMBRE 1990

Tab. 36

DATE	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
01/09	3.9	7.4	6.8	6.4	6.4	5.2	4.5	2.8	3.9	1.3	4.5	5.6	4.9
02/09	1.5	1.4	1.2	1.0	1.4	1.1	0.7	2.4	2.1	5.0	5.8	2.5	2.2
06/09	19.1	17.7	17.6	16.5	18.4	18.3	19.6	14.8	14.3	15.2	20.0	18.5	17.5
08/09	11.3	16.0	16.6	17.1	21.4	21.0	22.7	26.5	29.4	38.6	10.2	13.8	20.0
12/09	42.6	29.3	24.7	23.2	14.4	11.3	9.8	9.1	7.9	13.5	31.2	30.9	20.8
14/09	3.5	3.9	2.1	6.1	8.3	9.5	11.0	12.5	15.4	11.0	6.5	4.6	7.9
17/09	22.0	24.7	24.5	25.7	26.6	25.6	26.7	31.1	29.1	30.1	19.2	22.8	25.6
20/09	7.2	6.8	8.0	5.2	5.9	4.3	5.9	9.6	10.6	11.4	2.6	5.8	6.8
21/09	17.8	15.9	15.5	13.5	14.4	13.8	11.9	10.3	10.5	8.9	13.8	15.4	13.5
23/09	3.3	4.5	4.6	6.2	9.9	10.1	13.1	10.4	12.6	7.4	2.3	4.0	7.3
25/09	6.7	7.6	5.9	4.5	4.6	3.3	2.9	1.4	2.3	0.4	3.4	5.6	4.0
26/09	25.6	26.5	26.5	22.5	26.3	22.2	20.7	20.1	18.6	16.3	26.7	25.8	23.2
27/09	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.0	0.6	0.6	0.6	0.0	0.1	0.3
TOTAL	164.6	161.8	154.1	148.1	158.3	146.1	149.5	151.6	157.3	159.7	146.2	155.2	154.0

Tab. 37

MOIS de OCTOBRE 1990

DATE	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
02/10	3.5	2.8	3.1	3.1	3.0	3.3	2.7	3.5	3.2	3.1	4.6	3.5	3.3
03/10	3.6	3.0	4.3	2.9	2.2	2.0	1.3	1.1	1.4	0.1	1.1	2.8	2.2
04/10	38.9	39.2	36.4	36.1	37.1	34.7	33.7	30.5	30.3	29.9	32.3	36.4	34.6
05/10	19.0	21.3	11.9	21.9	27.6	23.3	25.7	29.1	29.6	29.3	12.9	17.2	22.3
06/10	9.7	5.7	6.0	4.2	3.3	2.4	2.3	2.2	2.5	3.5	13.2	8.4	5.4
11/10	2.8	1.7	1.3	1.5	1.4	1.2	0.0	0.5	0.6	0.2	6.8	3.2	1.9
13/10	6.0	7.6	4.6	8.0	8.9	10.0	10.8	7.8	10.0	8.0	4.0	5.9	7.6
14/10	5.3	5.1	4.3	4.8	4.9	3.5	2.6	0.8	1.5	1.3	1.3	4.0	3.3
16/10	28.8	27.2	25.8	22.3	16.0	14.5	7.5	4.9	3.7	4.0	32.2	27.8	18.2
18/10	1.6	2.3	2.6	2.8	2.1	2.8	3.2	3.5	5.0	2.2	1.4	2.0	2.6
20/10	2.7	3.4	3.0	1.0	2.6	1.9	1.5	1.2	1.6	0.5	6.9	3.8	2.5
TOTAL	121.9	119.3	103.3	108.6	109.1	99.6	91.3	85.1	89.4	82.1	116.7	115.0	103.9

MOIS de NOVEMBRE 1990

DATE	Pe1	P2	P3	P4	P5	P6	Pe7	P8	P9	Pe10	P11	Pamont	Paval
03/11	0.1	0.4	0.2	0.7	0.2	0.6	tr	tr	0.4	tr	0.1	0.2	0.3
04/11	5.1	7.8	5.5	9.0	13.2	12.3	12.1	15.9	18.8	20.5	2.2	5.6	10.5
05/11	1.8	2.2	3.0	1.6	2.8	5.2	4.3	5.3	5.4	1.5	0.5	1.7	2.9
TOTAL	7.0	10.4	8.7	11.3	16.2	18.1	16.4	21.2	24.6	22.0	2.8	7.5	13.7

LISTE DES JAUGEAGES

Edition du 22/12/1990 à 11H46

Tab.38

Station : 1271699150-1 KAMBO-AVAL — Latit. 10.37.00
Rivière : KAMBO — Longit. -5.48.00
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI — Aire 10,0000 km2

Ordre de cotes croissantes

NO	Date	Heure	Cote	Débit		Auteur
13	06/10/1989	à 08H05	645 MM	18,8	L/S	BIGA
3	25/08/1989	à 09H35	65 CM	21,9	"	BIGA
8	02/10/1989	à 16H00	65 "	22,1	"	BIGA
9	03/10/1989	à 06H00	65 "	21,5	"	BIGA
10	03/10/1989	à 16H05	65 "	23,1	"	BIGA
11	04/10/1989	à 11H00	65 "	20,4	"	BIGA
12	05/10/1989	à 10H05	65 "	21,2	"	BIGA
14	07/10/1989	à 06H20	65 "	20,7	"	BIGA
7	01/10/1989	à 16H40	655 MM	44,1	"	BIGA
15	08/10/1989	à 06H45	655 "	26,	"	BIGA
17	11/10/1989	à 08H30	66 CM	40,	"	GUIGUEN
5	30/09/1989	à 07H25	665 MM	76,2	"	BIGA
6	30/09/1989	à 16H45	665 "	77,8	"	BIGA
4	29/09/1989	à 18H30	675 "	67,8	"	BIGA
16	09/10/1989	à 07H00	675 "	85,6	"	BIGA
1	08/08/1989	à 07H00	70 CM	169,	"	PEPIN
21	08/08/1990	à 07H00	705 MM	280,	"	DICKO BIGA
2	09/08/1989	à 08H36	71 CM	180,	"	PEPIN
18	07/08/1990	à 09H20	71 "	312,	"	DICKO BIGA
19	07/08/1990	à 11H00	72 "	474,	"	DICKO BIGA
20	07/08/1990	à 12H25	735 MM	807,	"	BIGA

Station : 1271699151-1 KAMBO-AMONT — Latit. 10.37.00
Rivière : KAMBO — Longit. -5.48.00
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI — Aire 4,70000 km2

Ordre de cotes croissantes

NO	Date	Heure	Cote	Débit		Auteur
13	20/08/1990	à 10H30	41 CM	0,26	L/S	PEPIN
3	02/08/1990	à 03H50	43 "	1,52	"	DICKO BIGA
16	22/08/1990	à 10H05	445 MM	1,51	"	PEPIN PARIENTE
12	11/08/1990	à 07H50	45 CM	2,55	"	DICKO BIGA
2	25/07/1990	à 21H45	46 "	2,89	"	DICKO BIGA
6	05/08/1990	à 10H40	46 "	2,96	"	DICKO BIGA
15	21/08/1990	à 07H46	465 MM	4,12	"	PEPIN PARIENTE
19	02/09/1990	à 09H20	465 "	4,37	"	BIGA
1	25/07/1990	à 21H15	48 CM	4,49	"	DICKO BIGA
14	21/08/1990	à 07H32	495 MM	7,04	"	PEPIN PARIENTE
5	05/08/1990	à 10H20	505 "	8,61	"	DICKO BIGA
17	28/08/1990	à 09H15	51 CM	10,3	"	BIGA
18	30/08/1990	à 09H25	53 "	13,5	"	BIGA
11	08/08/1990	à 08H30	54 "	16,9	"	DICKO BIGA
9	05/08/1990	à 17H20	61 "	48,8	"	DICKO BIGA
4	05/08/1990	à 09H00	63 "	60,8	"	DICKO BIGA
10	07/08/1990	à 06H55	70 "	174,	"	DICKO BIGA
8	05/08/1990	à 14H15	745 MM	244,	"	DICKO BIGA
7	05/08/1990	à 13H25	77 CM	282,	"	DICKO BIGA

Station : 1271699150-2 KAMBO-AVAL
Rivière : KAMBO
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI

Latit. 10.37.00
Longit. -5.48.00

Tab.39

Aire 10,0000 km2

Ordre de cotes croissantes

NO	Date	Heure	Cote	Débit		Auteur
18	06/09/1989	à 16H35	53 CM	9,06	L/S	BIGA
17	06/09/1989	à 07H35	535 MM	9,75	"	BIGA
12	03/09/1989	à 18H00	54 CM	9,18	"	BIGA
13	04/09/1989	à 09H30	54 "	12,6	"	BIGA
14	04/09/1989	à 17H15	54 "	12,	"	BIGA
15	05/09/1989	à 08H15	54 "	11,2	"	BIGA
16	05/09/1989	à 16H30	54 "	10,8	"	BIGA
19	07/09/1989	à 09H45	54 "	13,	"	BIGA
20	07/09/1989	à 17H10	54 "	11,8	"	BIGA
21	08/09/1989	à 08H10	54 "	12,7	"	BIGA
22	08/09/1989	à 17H05	54 "	13,4	"	BIGA
23	09/09/1989	à 07H45	54 "	14,	"	BIGA
24	09/09/1989	à 16H40	54 "	12,	"	BIGA
25	10/09/1989	à 09H00	54 "	10,9	"	BIGA
27	11/09/1989	à 08H45	54 "	14,1	"	BIGA
28	11/09/1989	à 17H15	54 "	12,2	"	BIGA
29	12/09/1989	à 08H00	54 "	11,6	"	BIGA
33	14/09/1989	à 08H20	54 "	12,8	"	BIGA
64	27/08/1990	à 08H25	54 "	14,1	"	BIGA
11	03/09/1989	à 08H45	55 "	10,5	"	BIGA
26	10/09/1989	à 16H40	55 "	14,1	"	BIGA
30	12/09/1989	à 17H00	55 "	13,6	"	BIGA
32	13/09/1989	à 16H25	55 "	12,7	"	BIGA
9	02/09/1989	à 08H05	56 "	14,1	"	BIGA
10	02/09/1989	à 17H20	56 "	12,6	"	BIGA
31	13/09/1989	à 07H55	56 "	15,5	"	BIGA
62	22/08/1990	à 11H11	56 "	25,3	"	PARIENTE PEPIN
8	01/09/1989	à 17H05	57 "	20,7	"	BIGA
37	17/09/1989	à 17H10	57 "	22,8	"	BIGA
40	19/09/1989	à 07H40	57 "	23,5	"	BIGA
41	19/09/1989	à 17H05	57 "	21,7	"	BIGA
61	19/08/1990	à 07H30	57 "	35,3	"	BIGA
7	01/09/1989	à 08H00	58 "	23,	"	BIGA
56	26/09/1989	à 16H40	58 "	25,8	"	BIGA
57	27/09/1989	à 08H40	58 "	24,4	"	BIGA
66	04/09/1990	à 07H50	58 "	31,4	"	BIGA
36	17/09/1989	à 08H05	59 "	26,7	"	BIGA
38	18/09/1989	à 08H05	59 "	24,2	"	BIGA
39	18/09/1989	à 17H05	59 "	23,5	"	BIGA
50	23/09/1989	à 08H05	59 "	27,6	"	BIGA
55	26/09/1989	à 08H10	59 "	26,8	"	BIGA
42	19/09/1989	à 22H30	60 "	39,7	"	BIGA
49	22/09/1989	à 17H00	60 "	35,9	"	BIGA
60	16/08/1990	à 06H50	60 "	51,3	"	BIGA
48	22/09/1989	à 16H45	605 MM	37,5	"	BIGA
54	25/09/1989	à 16H50	605 "	36,4	"	BIGA
6	31/08/1989	à 17H10	61 CM	34,9	"	BIGA
46	21/09/1989	à 16H10	61 "	50,2	"	BIGA
47	22/09/1989	à 08H30	61 "	47,1	"	BIGA
53	25/09/1989	à 08H35	61 "	35,3	"	BIGA
43	20/09/1989	à 09H25	62 CM	53,	L/S	BIGA
44	20/09/1989	à 16H55	62 "	57,3	"	BIGA
45	21/09/1989	à 07H40	62 "	53,2	"	BIGA
51	24/09/1989	à 07H45	62 "	46,6	"	BIGA
52	24/09/1989	à 16H17	62 "	44,1	"	BIGA
4	31/08/1989	à 08H25	63 "	44,9	"	BIGA
5	31/08/1989	à 09H00	63 "	43,9	"	BIGA
35	16/09/1989	à 18H00	63 "	57,7	"	BIGA
34	16/09/1989	à 16H50	64 "	56,6	"	BOGA
63	25/08/1990	à 07H15	65 "	108,	"	BIGA
59	14/08/1990	à 07H15	66 "	141,	"	DICKO BIGA
3	10/08/1989	à 06H36	67 "	160,	"	PEPIN
65	31/08/1990	à 10H10	67 "	162,	"	BIGA
58	08/08/1990	à 07H35	69 "	253,	"	DICKO BIGA
1	09/08/1989	à 16H17	70 "	274,	"	PEPIN
2	09/08/1989	à 16H25	70 "	279,	"	PEPIN

Station : 1271699150-3 KAMBO-AVAL
Rivière : KAMBO
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI

Latit. 10.37.00
Longit. -5.48.00

Aire 10,0000 km2

Tab.40

Ordre de cotes croissantes

NO	Date	Heure	Cote	Débit	Auteur
35	21/08/1989	à 16H35	34 CM	43,6 L/S	BIGA
25	17/08/1989	à 08H30	35 "	55,1 "	BIGA
26	17/08/1989	à 09H05	35 "	62,3 "	BIGA
34	21/08/1989	à 09H50	35 "	43,4 "	BIGA
42	27/08/1989	à 16H25	35 "	49,5 "	BIGA
33	20/08/1989	à 16H05	36 "	73,5 "	BIGA
41	27/08/1989	à 08H50	36 "	71,5 "	BIGA
23	16/08/1989	à 17H36	365 MM	55,3 "	BIGA
24	16/08/1989	à 18H20	365 "	64,1 "	BIGA
40	27/08/1989	à 08H25	37 CM	66,3 "	BIGA
21	16/08/1989	à 08H25	38 "	92,5 "	BIGA
22	16/08/1989	à 08H45	38 "	89,5 "	BIGA
32	20/08/1989	à 08H15	38 "	95,7 "	BIGA
31	20/08/1989	à 07H45	385 MM	94,6 "	BIGA
18	15/08/1989	à 09H55	39 CM	105, "	BIGA
19	15/08/1989	à 17H34	39 "	102, "	BIGA
20	15/08/1989	à 18H00	39 "	106, "	BIGA
45	11/08/1990	à 07H00	39 "	66, "	DICKO BIGA
39	26/08/1989	à 17H20	40 "	99,7 "	BIGA
15	14/08/1989	à 09H05	42 "	120, "	BIGA
16	14/08/1989	à 10H00	42 "	119, "	BIGA
17	14/08/1989	à 18H10	42 "	117, "	BIGA
14	13/08/1989	à 16H10	43 "	118, "	BIGA
38	26/08/1989	à 09H00	43 "	136, "	BIGA
12	13/08/1989	à 08H50	44 "	133, "	BIGA
13	13/08/1989	à 09H45	44 "	141, "	BIGA
37	26/08/1989	à 08H10	44 "	142, "	BIGA
10	12/08/1989	à 16H45	45 "	140, "	BIGA
11	12/08/1989	à 17H30	45 "	152, "	BIGA
9	12/08/1989	à 09H45	46 "	164, "	BIGA
8	12/08/1989	à 08H25	47 "	161, "	BIGA
30	19/08/1989	à 17H10	47 "	180, "	BIGA
29	19/08/1989	à 16H20	475 MM	183, "	BIGA
6	11/08/1989	à 16H12	52 CM	246, "	BIGA
7	11/08/1989	à 17H00	52 "	223, "	BIGA
44	09/08/1990	à 06H50	52 "	235, "	DICKO BIGA
4	11/08/1989	à 07H30	53 "	258, "	BIGA
5	11/08/1989	à 08H05	53 "	282, "	BIGA
28	19/08/1989	à 11H50	545 MM	290, "	BIGA
27	19/08/1989	à 10H55	57 CM	309, "	BIGA
3	10/08/1989	à 16H00	60 "	398, "	PEPIN
36	25/08/1989	à 19H40	60 "	333, "	BIGA
2	10/08/1989	à 11H55	63 "	429, "	PEPIN
1	10/08/1989	à 08H51	66 "	498, "	PEPIN
43	08/08/1990	à 11H30	67 "	521, "	BIGA

IMPRESSION DES ETALONNAGES

Tab.41

Capteur : 1271699151-1 KAMBO-AMONT
Rivière : KAMBO
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI

Latit. 10.37.00
Longit. -5.48.00
Aire 4.70000 km2

Etalonnage valide du 01/05/1990 à 00H00 au 31/12/1991 à 24H00
de -0150 à +0094 CM
bi-univoque 0

Cotes (CM)	Débits (L/S)	Cotes (CM)	Débits (L/S)
-0150	000000,000	+0086	000435,000
+0040	000000,000	+0090	000505,000
+0041	000000,200	+0094	000580,000
+0042	000000,520		
+0044	000001,500		
+0046	000003,000		
+0048	000005,300		
+0050	000008,200		
+0052	000012,000		
+0054	000016,500		
+0056	000022,000		
+0058	000029,000		
+0060	000039,500		
+0062	000052,500		
+0064	000076,000		
+0066	000107,000		
+0068	000138,000		
+0070	000171,000		
+0074	000235,000		
+0078	000300,000		
+0082	000365,000		

IMPRESSION DES ETALONNAGES

Capteur : 1271699150-1 KAMBO-AVAL
Rivière : KAMBO
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI

Latit. 10.37.00
Longit. -5.48.00
Aire 10.0000 km2

Etalonnage valide du 19/11/1989 à 07H27 au 08/08/1990 à 07H30
de -0150 à +0076 CM
bi-univoque 0

Cotes (CM)	Débits (L/S)
-0150	000000,000
+0064	000000,000
+0065	000016,000
+0066	000036,000
+0067	000060,000
+0068	000092,000
+0069	000132,000
+0070	000200,000
+0071	000312,000
+0072	000470,000
+0073	000676,000
+0074	000940,000
+0075	001280,000
+0076	001720,000

IMPRESSION DES ETALONNAGES

Tab.42

Capteur : 1271699150-2 KAMBO-AVAL — Latit. 10.37.00
Rivière : KAMBO — Longit. -5.48.00
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI — Aire 10.0000 km2

Etalonnage valide du 01/01/1988 à 00H00 au 31/12/1990 à 24H00
de -0150 à +0076 CM
bi-univoque 0

Cotes (CM)	Débits (L/S)
-0150	000000,000
+0046	000000,000
+0048	000002,000
+0050	000004,000
+0052	000008,000
+0054	000014,000
+0056	000021,000
+0058	000029,000
+0060	000040,000
+0062	000056,000
+0064	000080,000
+0066	000125,000
+0068	000200,000
+0070	000316,000
+0071	000410,000
+0072	000540,000
+0074	000980,000
+0076	001720,000

IMPRESSION DES ETALONNAGES

Capteur : 1271699150-3 KAMBO-AVAL — Latit. 10.37.00
Rivière : KAMBO — Longit. -5.48.00
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI — Aire 10.0000 km2

Etalonnage valide du 01/01/1988 à 00H00 au 31/12/1990 à 24H00
de -0150 à +0076 CM
bi-univoque 0

Cotes (CM)	Débits (L/S)	Cotes (CM)	Débits (L/S)
-0150	000000,000	+0062	000410,000
+0020	000000,000	+0064	000456,000
+0024	000004,000	+0066	000506,000
+0026	000009,000	+0068	000558,000
+0028	000015,000	+0070	000640,000
+0030	000023,000	+0072	000780,000
+0032	000033,000	+0074	001110,000
+0034	000044,000	+0076	001720,000
+0036	000060,000		
+0038	000078,000		
+0040	000096,000		
+0042	000115,000		
+0044	000134,000		
+0046	000157,000		
+0048	000181,000		
+0050	000206,000		
+0052	000234,000		
+0054	000260,000		
+0056	000294,000		
+0058	000330,000		
+0060	000368,000		

ORSTOM ### HYDROMETRIE ### LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1990 02/02/1991

Tab.43

Station : 1271699151 KAMBO-AMONT Latit. 10.36.20
Rivière : KAMBO Longit. -5.47.15
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI Aire 4.70000 km2
DEBITS EN L/S

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	6.18	.000	.000	.000	1
2	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.090	3.13	.000	.000	.000	2
3	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	2.11	.000	.000	.000	3
4	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.07	.000	.000	.000	4
5	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	70.4	1.03	.816	.000	.000	5
6	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.017	.832	1.43	.000	.000	6
7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	84.8	.520	1.08	.000	.000	7
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	14.1	1.78	.617	.000	.000	8
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	8.10	.602	.442	.000	.000	9
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	4.04	.230	.162	.000	.000	10
11	.000	.000	.000	.000	.066	.000	.000	1.99	.200	.003	.000	.000	11
12	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.06	.140	.000	.000	.000	12
13	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	12.4	.000	.000	.000	.000	13
14	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	5.83	.000	.000	.000	.000	14
15	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	2.53	.000	.034	.000	.000	15
16	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.57	.000	.019	.000	.000	16
17	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.944	.663	.000	.000	.000	17
18	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.553	.017	.000	.000	.000	18
19	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.502	.000	.000	.000	.000	19
20	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.144	.000	.000	.000	.000	20
21	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.079	5.27	.094	.000	.000	.000	21
22	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.56	.000	.000	.000	.000	22
23	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.09	.000	.000	.000	.000	23
24	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.896	.000	.000	.000	.000	24
25	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.231	.483	.269	.000	.000	.000	25
26	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.180	.208	.000	.000	.000	26
27	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.006	.013	.000	.000	.000	.000	27
28	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.030	4.82	.000	.000	.000	.000	28
29	.000		.000	.000	.000	.000	.000	2.74	.000	.000	.000	.000	29
30	.000		.000	.000	.000	.000	.000	13.5	.000	.000	.000	.000	30
31	.000		.000		.000		.000	8.06		.000		.000	31
Mo	.000	.000	.000	.000	.002	.000	.011	7.99	.636	.149	.000	.000	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : .000 L/S LE 1 JANV à 00H00
MAXIMUM INSTANTANE : 349. L/S LE 5 AOUT à 11H25

MINIMUM JOURNALIER : .000 L/S LE 1 JANV
MAXIMUM JOURNALIER : 84.8 L/S LE 7 AOUT

DEBIT MOYEN ANNUEL : .744 L/S

Tab.44

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1989 02/02/1991

Station : 1271699151 KAMBO-AMONT Latit. 10.36.20
Rivière : KAMBO Longit. -5.47.15
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI Aire 4.70000 km2
DEBITS EN L/S

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.189	.000	.000	.000	.000	.000	1
2	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	2
3	.000	.000	.000	.000	.000	1.89	.000	.000	.000	.000	.000	.000	3
4	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	2.24	.000	.000	.000	.000	4
5	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.559	.000	.000	.000	.000	5
6	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	6
7	.000	.000	.000	.000	.000	.123	.000	.000	.000	.000	.000	.000	7
8	.000	.000	.000	.000	.000	2.31	.000	3.21	.000	.000	.000	.000	8
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	9
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.160	.000	.000	.000	.000	10
11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	3.63	.000	.000	.000	.000	11
12	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	3.54	.000	.000	.000	.000	12
13	.000	.000	.000	.000	.000	1.53	.000	3.86	.000	.000	.000	.000	13
14	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.85	1.71	.000	.000	.000	.000	14
15	.000	.000	.000	.000	.000	.994	.000	.130	.000	.000	.000	.000	15
16	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	16
17	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	17
18	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	18
19	.000	.000	.000	.000	.000	1.20	.000	.000	.000	.000	.000	.000	19
20	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	20
21	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	21
22	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	22
23	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	23
24	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	24
25	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	25
26	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	26
27	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	27
28	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	28
29	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	29
30	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	30
31	.000		.000		.000		.000	.000		.000		.000	31
Mo	.000	.000	.000	.000	.000	.268	.066	.614	.000	.000	.000	.000	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : .000 L/S LE 21 MARS à 00H00
MAXIMUM INSTANTANE : 86.5 L/S LE 15 JUIN à 03H45

MINIMUM JOURNALIER : .000 L/S LE 1 JANV
MAXIMUM JOURNALIER : 3.86 L/S LE 13 AOUT

DEBIT MOYEN ANNUEL : .079 L/S

ORSTOM ### HYDROMETRIE ### LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1990 02/02/1991

Tab.45

Station : 1271699150 KAMBO-AVAL Latit. 10.37.50
Rivière : KAMBO Longit. -5.47.40
Pays : MALI Altit. 320M
Bassin : NIGER-BANI Aire 10.0000 km2
DEBITS EN L/S

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	77.0	31.0	16.0	2.04	1
2	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	53.0	16.9	16.0	2.00	2
3	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	39.3	16.2	22.5	2.00	3
4	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	33.4	33.7	31.0	1.75	4
5	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	28.2	43.3	16.9	1.04	5
6	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	11.6	60.0	16.0	1.00	6
7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	307.	.694	60.0	16.0	1.00	7
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	287.	19.7	60.0	16.0	.875	8
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	229.	35.1	54.0	16.0	.125	9
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	140.	36.0	37.0	16.0	.000	10
11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	41.8	44.5	36.0	16.0	.000	11
12	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	54.0	36.0	16.0	.000	12
13	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	13.1	37.0	36.0	16.0	.000	13
14	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	63.4	36.0	36.0	16.0	.000	14
15	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	52.9	36.0	36.0	32.8	.000	15
16	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	32.7	42.0	36.0	20.3	.000	16
17	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	26.4	53.0	36.0	12.9	.000	17
18	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	26.9	37.0	36.0	8.28	.000	18
19	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	20.5	36.0	36.0	7.50	.000	19
20	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	19.5	36.0	36.0	6.09	.000	20
21	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	23.7	36.0	36.0	5.50	.000	21
22	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	14.1	36.0	36.0	4.09	.000	22
23	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.64	36.0	36.0	4.50	.000	23
24	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	15.0	31.0	36.0	5.91	.000	24
25	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	33.5	21.9	36.0	5.50	.000	25
26	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	24.5	35.1	31.0	4.09	.000	26
27	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	12.8	36.0	16.9	3.75	.000	27
28	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	23.6	36.0	16.0	3.04	.000	28
29	.000		.000	.000	.000	.000	.000	17.6	36.0	16.0	3.00	.000	29
30	.000		.000	.000	.000	.000	.000	52.1	36.0	16.0	2.75	.000	30
31	.000		.000		.000		.000	85.6		16.0		.000	31
Mo	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	50.5	36.2	34.3	12.5	.382	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : .000 L/S LE 1 JANV à 00H00
MAXIMUM INSTANTANE : 940. L/S LE 7 AOUT à 13H15

MINIMUM JOURNALIER : .000 L/S LE 1 JANV
MAXIMUM JOURNALIER : 307. L/S LE 7 AOUT

DEBIT MOYEN ANNUEL : 11.2 L/S

ORSTOM ### HYDROMETRIE ### LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1989 02/02/1991

Tab.46

Station : 1271699150 KAMBO-AVAL Latit. 10.37.50
Rivière : KAMBO Longit. -5.47.40
Pays : MALI Altit. 320M
Bassin : NIGER-BANI Aire 10.0000 km2
DEBITS EN L/S

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	28.9	24.4	15.4	.000	1
2	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	19.4	24.4	14.3	.000	2
3	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	15.0	16.0	13.2	.000	3
4	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	14.0	16.0	12.1	.000	4
5	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	14.0	16.0	11.0	.000	5
6	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	14.0	20.7	9.88	.000	6
7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	14.0	35.1	8.77	.000	7
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	14.0	29.0	7.65	.000	8
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	214.	14.0	43.8	6.54	.000	9
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	311.	14.0	36.0	5.43	.000	10
11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	244.	14.0	36.0	4.31	.000	11
12	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	162.	14.0	36.0	3.20	.000	12
13	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	130.	16.9	36.0	2.09	.000	13
14	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	110.	16.5	36.0	.974	.000	14
15	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	87.5	44.6	36.0	31.2	.000	15
16	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	67.7	81.1	36.0	20.9	.000	16
17	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	28.4	36.0	36.0	8.48	.000	17
18	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	33.7	36.0	5.28	.000	18
19	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	91.4	26.4	36.0	1.32	.000	19
20	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	72.8	59.0	35.6	.000	.000	20
21	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	36.6	55.2	34.0	.000	.000	21
22	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	46.9	32.3	.000	.000	22
23	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	45.1	30.6	.000	.000	23
24	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.071	52.3	28.9	.000	.000	24
25	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	64.7	42.1	27.1	.000	.000	25
26	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	133.	33.9	25.4	.000	.000	26
27	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	48.4	20.8	23.7	.000	.000	27
28	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	22.0	.000	.000	28
29	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	22.5	20.3	.000	.000	29
30	.000		.000	.000	.000	.000	.000	6.33	36.0	18.6	.000	.000	30
31	.000		.000		.000		.000	37.9		16.9		.000	31
Mo	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	59.6	28.6	29.1	6.07	.000	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : .000 L/S LE 1 JANV à 00H00
MAXIMUM INSTANTANE : 506. L/S LE 10 AOUT à 09H00

MINIMUM JOURNALIER : .000 L/S LE 1 JANV
MAXIMUM JOURNALIER : 311. L/S LE 10 AOUT

DEBIT MOYEN ANNUEL : 10.4 L/S

ORSTOM *** HYDROMETRIE *** LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1988 02/02/1991 Tab.47

Station : 1271699150 KAMBO-AVAL Latit. 10.37.50
Rivière : KAMBO Longit. -5.47.40
Pays : MALI Altit. 320M
Bassin : NIGER-BANI Aire 10.0000 km2
DEBITS EN L/S

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	97.0	36.0	.000	.000	1
2	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	192.	36.0	.000	.000	2
3	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	126.	44.0	.000	.000	3
4	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	81.3	39.4	.000	.000	4
5	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	56.7	31.0	.000	.000	5
6	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	54.0	26.0	.000	.000	6
7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	107.	45.0	21.0	.000	.000	7
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	45.4	36.0	16.6	.000	.000	8
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	57.0	16.0	.000	.000	9
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	92.0	16.0	.000	.000	10
11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	92.0	23.5	.000	.000	11
12	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	89.8	92.0	36.0	.000	.000	12
13	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	92.0	23.1	.000	.000	13
14	.000	.000	.000	.000	.000	.000	574.	.000	92.0	12.8	.000	.000	14
15	.000	.000	.000	.000	.000	.000	114.	42.7	92.0	9.60	.000	.000	15
16	.000	.000	.000	.000	.000	.000	13.5	318.	92.0	6.40	.000	.000	16
17	.000	.000	.000	.000	.000	.000	3.76	137.	92.0	3.20	.000	.000	17
18	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	165.	92.0	.400	.000	.000	18
19	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	174.	92.0	.000	.000	.000	19
20	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	38.0	92.0	.000	.000	.000	20
21	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	70.0	90.7	.000	.000	.000	21
22	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	80.0	62.2	.000	.000	.000	22
23	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	80.0	34.9	.000	.000	.000	23
24	.000	.000	.000	.000	.000	.042	.000	83.7	16.8	.000	.000	.000	24
25	.000	.000	.000	.000	.000	.188	.000	96.4	152.	.000	.000	.000	25
26	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	117.	262.	.000	.000	.000	26
27	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	132.	72.0	.000	.000	.000	27
28	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	699.	69.0	.000	.000	.000	28
29	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	674.	36.0	.000	.000	.000	29
30	.000		.000	.000	.000	.000	.000	344.	36.0	.000	.000	.000	30
31	.000		.000		.000		.000	92.0		.000		.000	31
Mo	.000	.000	.000	.000	.000	.007	22.7	116.	86.3	12.8	.000	.000	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : .000 L/S LE 17 JUIN à 00H00
MAXIMUM INSTANTANE : 1280. L/S LE 28 AOUT à 18H00

MINIMUM JOURNALIER : .000 L/S LE 1 JANV
MAXIMUM JOURNALIER : 699. L/S LE 28 AOUT

DEBIT MOYEN ANNUEL : 19.9 L/S

ORSTOM ### HYDROMETRIE ### LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

VOLUMES MOYENS JOURNALIERS - année 1990/1991 02/02/1991 Tab.48

Station : 1271699152 KAMBO-MARE AVAL Latit. 10.37.00
Rivière : KAMBO Longit. -5.48.00
Pays : MALI
Bassin : BANI-NIGER Aire 10.0000 km2
V. EN M3

Jo	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	Jo
1	.000	.000	.000	.000	25.7	25300	26600	26200	16900	167.	.000	.000	1
2	.000	.000	.000	.000	704.	24100	26200	26200	16900	150.	.000	.000	2
3	.000	.000	.000	.000	2750.	23000	26200	26400	16900	132.	.000	.000	3
4	.000	.000	.000	.000	5340.	22500	26700	26600	16800	108.	.000	.000	4
5	.000	.000	.000	.000	9870.	22000	27000	26200	16400	82.2	.000	.000	5
6	.000	.000	.000	.000	15000	22300	27400	26200	16400	50.0	.000	.000	6
7	.000	.000	.000	.000	26100	24700	27400	26200	16400	18.8	.000	.000	7
8	.000	.000	.000	.000	26700	26300	27400	26200	16300	2.09	.000	.000	8
9	.000	.000	.000	.000	18700	26800	27200	26200	16000	.000	.000	.000	9
10	.000	.000	.000	.000	15100	26800	26800	26200	15900	.000	.000	.000	10
11	.000	.000	.000	.000	14600	27000	26800	26200	15800	.000	.000	.000	11
12	.000	.000	.000	.000	21200	27200	26800	26200	15400	.000	.000	.000	12
13	.000	.000	.000	243.	25700	26800	26800	26200	14900	.000	.000	.000	13
14	.000	.000	.000	.000	26300	26800	26800	26200	14400	.000	.000	.000	14
15	.000	.000	.000	.000	24000	26800	26800	24500	13800	.000	.000	.000	15
16	.000	.000	.000	.000	22400	27000	26800	20900	13300	.000	.000	.000	16
17	.000	.000	.000	.000	21800	27200	26800	19800	12800	.000	.000	.000	17
18	.000	.000	.000	.000	21800	26800	26800	19000	12400	.000	.000	.000	18
19	.000	.000	.000	.000	20900	26800	26800	18900	11900	.000	.000	.000	19
20	.000	.000	.000	.000	20800	26800	26800	18500	11200	.000	.000	.000	20
21	.000	.000	.000	8.95	21400	26800	26800	18400	10600	.000	.000	.000	21
22	.000	.000	.000	.000	21300	26800	26800	18000	9860.	.000	.000	.000	22
23	.000	.000	.000	.000	23900	26800	26800	18100	9030.	.000	.000	.000	23
24	.000	.000	.000	.000	26100	26600	26800	18500	8240.	.000	.000	.000	24
25	.000	.000	.000	5.90	25100	26400	26800	18400	7490.	.000	.000	.000	25
26	.000	.000	.000	.000	21400	26800	26600	18000	6700.	.000	.000	.000	26
27	.000	.000	.000	47.5	19800	26800	26200	17800	5690.	.000	.000	.000	27
28	.000	.000	.000	329.	21300	26800	26200	17400	4870.	.000	.000	.000	28
29	.000	.000	.000	87.3	24100	26800	26200	17400	2150.	.000		.000	29
30	.000	.000	.000	92.5	27200	26800	26200	17300	209.	.000		.000	30
31		.000		47.6	27000		26200		187.	.000		.000	31
Mo	.000	.000	.000	27.8	19300	26000	26700	22300	11800	22.9	.000	.000	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : .000 M3 LE 1 AVRI à 08H00
MAXIMUM INSTANTANE : 31600 M3 LE 7 AOUT à 13H15

MINIMUM JOURNALIER : .000 M3 LE 1 AVRI
MAXIMUM JOURNALIER : 27400 M3 LE 6 OCTO

V. MOYEN ANNUEL : 8880. M3

ORSTOM ### HYDROMETRIE ### LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

VOLUMES MOYENS JOURNALIERS - année 1989/1990 02/02/1991 Tab.49

Station : 1271699152 KAMBO-MARE AVAL Latit. 10.37.00
Rivière : KAMBO Longit. -5.48.00
Pays : MALI
Bassin : BANI-NIGER Aire 10.0000 km2
V. EN M3

Jo	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	Jo
1	.000	.000	.000	.000	.000	22000	26500	26200	14900	.000	.000	.000	1
2	.000	.000	.000	.000	.000	20800	26500	26100	14300	.000	.000	.000	2
3	.000	.000	.000	.000	.000	20100	26200	26100	13600	.000	.000	.000	3
4	.000	.000	.000	.000	265.	20000	26200	26000	12600	.000	.000	.000	4
5	.000	.000	.000	.000	1980.	20000	26200	26000	11400	.000	.000	.000	5
6	.000	.000	.000	.000	1140.	20000	26300	25900	10600	.000	.000	.000	6
7	.000	.000	.000	.000	1220.	20000	26800	25900	9810.	.000	.000	.000	7
8	.000	.000	.000	.000	7330.	20000	26600	25800	9370.	.000	.000	.000	8
9	.000	.000	.000	.000	28300	20000	27000	25800	8870.	.000	.000	.000	9
10	.000	.000	.000	.000	25100	20000	26800	25700	8110.	.000	.000	.000	10
11	.000	.000	.000	.000	19400	20000	26800	25700	7450.	.000	.000	.000	11
12	.000	.000	.000	.000	16100	20000	26800	25600	6980.	.000	.000	.000	12
13	.000	.000	.000	.000	14600	20400	26800	25600	6260.	.000	.000	.000	13
14	.000	.000	.000	.000	13500	20400	26800	25500	5330.	.000	.000	.000	14
15	.000	.000	.000	.000	12400	23300	26800	24400	2310.	.000	.000	.000	15
16	.000	.000	.000	.000	11500	25500	26800	21000	291.	.000	.000	.000	16
17	.000	.000	.000	.000	11600	22600	26800	19000	229.	.000	.000	.000	17
18	.000	.000	.000	.000	17300	22500	26800	18300	201.	.000	.000	.000	18
19	.000	.000	.000	.000	18500	21700	26800	18600	182.	.000	.000	.000	19
20	.000	.000	.000	.000	11700	24400	26800	18700	158.	.000	.000	.000	20
21	.000	.000	.000	.000	10700	24200	26700	18500	134.	.000	.000	.000	21
22	.000	.000	.000	.000	14200	23600	26700	18500	114.	.000	.000	.000	22
23	.000	.000	.000	.000	18700	23500	26600	18500	76.1	.000	.000	.000	23
24	.000	.000	.000	.000	23200	24000	26600	18400	41.7	.000	.000	.000	24
25	.000	.000	.000	.000	25300	23300	26500	17900	11.5	.000	.000	.000	25
26	.000	.000	.000	.000	14600	22500	26500	17600	1.04	.000	.000	.000	26
27	.000	.000	.000	.000	11400	22000	26400	17000	.000	.000	.000	.000	27
28	.000	.000	.000	.000	15000	23000	26400	15900	.000	.000	.000	.000	28
29	.000	.000	.000	.000	20800	26400	26300	15700	.000	.000		.000	29
30	.000	.000	.000	.000	24600	26800	26300	15500	.000	.000		.000	30
31		.000		.000	24800		26200		.000	.000		.000	31
Mo	.000	.000	.000	.000	13400	22100	26600	21900	4620.	.000	.000	.000	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : .000 M3 LE 1 AVRI à 00H00
MAXIMUM INSTANTANE : 29800 M3 LE 9 AOUT à 08H36

MINIMUM JOURNALIER : .000 M3 LE 1 AVRI
MAXIMUM JOURNALIER : 28300 M3 LE 9 AOUT

V. MOYEN ANNUEL : 7410. M3

ORSTOM ‡‡‡ HYDROMETRIE ‡‡‡ LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

VOLUMES MOYENS JOURNALIERS - année 1988/1989 02/02/1991 Tab.50

Station : 1271699152 KAMBO-MARE AVAL Latit. 10.37.00
Rivière : KAMBO Longit. -5.48.00
Pays : MALI
Bassin : BANI-NIGER Aire 10.0000 km2
V. EN M3

Jo	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	Jo
1	.000	.000	.000	650.	7860.	28100	26800	25000	24900	20200	650.	.000	1
2	.000	.000	.000	650.	7740.	29100	26800	25100	24900	19500	.000	.000	2
3	.000	.000	.000	650.	8530.	28500	27000	25300	24900	18800	.000	.000	3
4	.000	.000	.000	650.	9570.	27800	26900	25500	24900	18100	.000	.000	4
5	.000	.000	.000	650.	10500	27300	26700	25500	24900	17400	.000	.000	5
6	.000	.000	.000	650.	18600	27300	26500	25500	24900	16700	.000	.000	6
7	.000	.000	.000	650.	18500	27000	26400	25400	24900	16000	.000	.000	7
8	.000	.000	.000	650.	10700	26800	26200	25400	24900	15200	.000	.000	8
9	.000	.000	.000	650.	13300	27300	26200	25400	24900	14500	.000	.000	9
10	.000	.000	.000	650.	16900	28000	26200	25400	24900	13800	.000	.000	10
11	.000	.000	.000	798.	20300	28000	26400	25300	24900	13000	.000	.000	11
12	.000	.000	.000	821.	18200	28000	26800	25300	24900	12200	.000	.000	12
13	.000	.000	.000	650.	17900	28000	26400	25300	24900	11400	.000	.000	13
14	.000	.000	.000	23900	21600	28000	26100	25300	24900	10600	.000	.000	14
15	.000	.000	.000	13100	25100	28000	25900	25300	24900	9880.	.000	.000	15
16	.000	.000	.000	7680.	25000	28000	25800	25200	24800	9240.	.000	.000	16
17	.000	.000	650.	11600	14800	28000	25600	25200	24700	8620.	.000	.000	17
18	.000	.000	650.	10000	16100	28000	25500	25200	24500	7990.	.000	.000	18
19	.000	.000	650.	8710.	22000	28000	25500	25200	24400	7370.	.000	.000	19
20	.000	.000	650.	7860.	24800	28000	25400	25100	24300	6730.	.000	.000	20
21	.000	.000	650.	7210.	25000	28000	25400	25100	23900	5940.	.000	.000	21
22	.000	.000	650.	7140.	25500	27400	25300	25100	23400	5130.	.000	.000	22
23	.000	.000	650.	7580.	25500	26700	25300	25100	23000	4320.	.000	.000	23
24	.000	.000	1080.	7860.	25600	26200	25200	25000	22500	3510.	.000	.000	24
25	.000	.000	1470.	7860.	26000	27800	25200	25000	22100	2760.	.000	.000	25
26	.000	.000	650.	7860.	27400	29400	25100	25000	21900	2360.	.000	.000	26
27	.000	.000	650.	7570.	28600	27600	25100	25000	21700	2020.	.000	.000	27
28	.000	.000	650.	7140.	30600	27600	25100	25000	21400	1680.	.000	.000	28
29	.000	.000	650.	7530.	30900	26800	25000	24900	21200	1330.		.000	29
30	.000	.000	650.	7820.	29800	26800	25000	24900	21000	992.		.000	30
31		.000		7860.	28000		24900		20700	693.		.000	31
Mo	.000	.000	345.	5650.	20400	27700	25900	25200	23800	9610.	23.2	.000	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : 650. M3 LE 17 JUIN à 00H00
MAXIMUM INSTANTANE : 32300 M3 LE 28 AOUT à 18H00

MINIMUM JOURNALIER : .000 M3 LE 1 AVRI
MAXIMUM JOURNALIER : 30900 M3 LE 29 AOUT

V. MOYEN ANNUEL : 11600 M3

Tab.51

COTES MOYENNES JOURNALIERES - année 1990 28/01/1991

Station : 1271699151 KAMBO-AMONT Latit. 10.36.20
Rivière : KAMBO Longit. -5.47.15
Pays : MALI
Bassin : NIGER-BANI Aire 4.70000 km2
Cotes en CM

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-142	49	28	-20	-150	1
2	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-102	46	21	-23	-150	2
3	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-119	45	18	-27	-150	3
4	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-117	43	37	-30	-150	4
5	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	0	43	34	-34	-150	5
6	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-2	43	44	-38	-150	6
7	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	41	42	43	-43	-150	7
8	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-132	53	44	42	-48	-150	8
9	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-139	50	42	42	-53	-150	9
10	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-143	47	41	41	-59	-150	10
11	-150	-150	-150	-150	-107	-150	-149	45	41	39	-64	-150	11
12	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	43	41	36	-70	-150	12
13	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-149	51	38	36	-76	-150	13
14	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-139	48	38	33	-81	-150	14
15	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	45	35	32	-87	-150	15
16	-150	-150	-150	-150	-150	-104	-150	44	32	36	-93	-150	16
17	-150	-150	-150	-150	-150	-143	-150	43	41	31	-99	-150	17
18	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	42	39	25	-105	-150	18
19	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-145	42	38	21	-110	-150	19
20	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	40	36	18	-114	-150	20
21	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-113	46	40	16	-120	-150	21
22	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	44	37	13	-124	-150	22
23	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	43	35	10	-127	-150	23
24	-150	-150	-150	-150	-150	-130	-150	43	32	7	-131	-150	24
25	-150	-150	-150	-150	-150	-149	-126	42	32	5	-135	-150	25
26	-150	-150	-150	-150	-145	-150	-142	40	40	2	-138	-150	26
27	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-146	38	37	-1	-141	-150	27
28	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-103	45	36	-4	-144	-150	28
29	-150		-150	-150	-150	-150	-146	46	34	-8	-147	-150	29
30	-150		-150	-150	-150	-150	-135	52	31	-12	-150	-150	30
31	-150		-150		-150		-135	50		-16		-150	31
Mo	-150	-150	-150	-150	-148	-148	-143	21	39	22	-88	-150	Mo

- : lacune . : à sec ou arrêt de l'écoulement

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : -150 CM LE 1 JANV à 00H00
MAXIMUM INSTANTANE : 81 CM LE 5 AOUT à 11H25

MINIMUM JOURNALIER : -150 CM LE 1 JANV
MAXIMUM JOURNALIER : 53 CM LE 8 AOUT

ORSTOM *** HYDROMETRIE *** LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

COTES MOYENNES JOURNALIERES - année 1990 20/02/1991

Tab.52

Station : 1271699150 KAMBO-AVAL Latit. 10.37.50
Rivière : KAMBO Longit. -5.47.40
Pays : MALI Altit. 320M
Bassin : NIGER-BANI Aire 10.0000 km2
Cotes en CM

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	-69	-132	-147	-147	-147	-147	-147	-47	64	66	65	48	1
2	-72	-134	-147	-147	-147	-147	-147	-7	62	65	65	48	2
3	-74	-137	-147	-147	-147	-147	-147	11	60	65	65	48	3
4	-76	-138	-147	-147	-147	-147	-147	21	59	66	66	48	4
5	-78	-139	-147	-147	-147	-147	-147	33	58	66	65	47	5
6	-80	-140	-147	-147	-147	-147	-147	44	58	67	65	47	6
7	-82	-143	-147	-147	-147	-147	-147	64	63	67	65	47	7
8	-84	-144	-147	-147	-147	-147	-147	66	65	67	65	47	8
9	-86	-144	-147	-147	-147	-147	-147	52	66	67	65	46	9
10	-89	-145	-147	-147	-147	-147	-147	44	66	66	65	46	10
11	-91	-147	-147	-147	-147	-147	-147	43	66	66	65	46	11
12	-93	-147	-147	-147	-147	-147	-127	56	67	66	65	45	12
13	-95	-147	-147	-147	-147	-147	-87	64	66	66	65	44	13
14	-98	-147	-147	-147	-147	-147	-147	65	66	66	65	43	14
15	-101	-147	-147	-147	-147	-147	-147	61	66	66	62	42	15
16	-105	-147	-147	-147	-147	-147	-147	59	66	66	56	41	16
17	-106	-147	-147	-147	-147	-147	-147	57	67	66	54	40	17
18	-107	-147	-147	-147	-147	-147	-147	57	66	66	52	39	18
19	-109	-147	-147	-147	-147	-147	-147	56	66	66	52	38	19
20	-112	-147	-147	-147	-147	-147	-147	56	66	66	51	36	20
21	-114	-147	-147	-147	-147	-147	-83	57	66	66	51	35	21
22	-115	-147	-147	-147	-147	-147	-119	56	66	66	50	33	22
23	-116	-147	-147	-147	-147	-147	-130	61	66	66	50	31	23
24	-118	-147	-147	-147	-147	-147	-137	65	66	66	51	29	24
25	-121	-147	-147	-147	-147	-147	-131	63	65	66	51	27	25
26	-122	-147	-147	-147	-147	-147	-84	57	66	66	50	25	26
27	-123	-147	-147	-147	-147	-147	-99	54	66	65	50	22	27
28	-124	-147	-147	-147	-147	-147	-22	56	66	65	49	20	28
29	-125		-147	-147	-147	-147	-40	62	66	65	49	1	29
30	-127		-147	-147	-147	-147	-39	67	66	65	49	-25	30
31	-128		-147		-147		-44	66		65		-28	31
Mo	-101	-144	-147	-147	-147	-147	-122	49	65	66	58	34	Mo

- : lacune . : à sec ou arrêt de l'écoulement

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : -147 CM LE 11 FEVR à 08H50
MAXIMUM INSTANTANE : 74 CM LE 7 AOUT à 13H15

MINIMUM JOURNALIER : -147 CM LE 11 FEVR
MAXIMUM JOURNALIER : 67 CM LE 30 AOUT

KAMBO 1990 DONNEES PIEZOMETRIQUES

Tab.53

date	jour	jour	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30	p31	p32	p33	p34	p35	p36	p37	p38	p39	p40	p41	p42	p43	p44	p45	p46	p47	p48	p49	p50	p51	p52	p53	p55
10/12/89	0	0	944	697	428	380	232	233	255	63	68	68	37	38	38	36	36	36	34	32	27	28	23	27	3	2	-7	5	24	-2	-21	-18	-21	-21	-111	-97	537
20/12/89	10	10	944	697	423	371	224	226	250	38	39	38	16	19	16	15	15	16	14	13	10	10	4	6	-18	-19	-33	-21	-15	-28	-45	-44	-47	-45	-131	-118	524
30/12/89	10	20	944	697	419	369	220	223	245	12	38	26	-5	-5	-4	-8	-6	-7	-12	-6	-11	-8	-7	-13	-64	-62	-67	-65	-65	-55	-81	-76	-77	-72	-153	-138	516
05/01/90	6	26	944	697	418	368	217	221	244	3	37	17	-18	-16	-18	-20	-23	-21	-21	-23	-27	-26	-29	-27	-87	-83	-85	-79	-78	-68	-92	-87	-89	-86	-172	-147	511
10/01/90	5	31	944	697	415	362	215	220	240	-7	36	16	-33	-33	-32	-36	-34	-38	-39	-37	-43	-40	-44	-42	-100	-94	-87	-93	-93	-80	-92	-101	-100	-95	-175	-157	510
15/01/90	5	36	944	697	414	361	192	218	236	-16	36	16	-48	-43	-46	-47	-47	-47	-48	-49	-55	-53	-56	-56	-111	-106	-87	-95	-102	-90	-105	-112	-109	-108	-178	-164	502
20/01/90	5	41	944	697	413	361	192	215	235	-29	36	15	-62	-59	-60	-61	-63	-60	-63	-65	-68	-65	-69	-68	-121	-117	-87	-111	-109	-102	-105	-119	-117	-115	-185	-177	495
26/01/90	6	47	944	697	410	361	192	214	229	-51	35	13	-77	-76	-76	-75	-77	-77	-78	-82	-82	-91	-86	-79	-135	-128	-87	-119	-121	-115	-105	-129	-128	-126	-190	-181	494
30/01/90	4	51	944	697	408	360	192	211	224	-51	35	12	-89	-84	-88	-86	-87	-88	-88	-89	-93	-92	-94	-93	-143	-135	-87	-119	-128	-120	-105	-137	-135	-130	-195	-183	491
05/02/90	6	57	944	697	406	359	192	209	221	-51	34	8	-104	-115	-97	-103	-102	-103	-102	-104	-109	-108	-108	-110	-155	-149	-87	-119	-142	-130	-105	-149	-147	-145	-202	-189	490
11/02/90	6	63	944	697	404	358	192	204	215	-51	34	8	-118	-115	-118	-117	-120	-118	-121	-129	-122	-122	-124	-124	-171	-163	-87	-119	-151	-139	-105	-160	-155	-154	-208	-199	483
15/02/90	4	67	944	697	401	356	192	199	205	-51	33	8	-126	-115	-118	-129	-130	-130	-130	-130	-133	-134	-138	-134	-182	-172	-87	-119	-157	-145	-105	-166	-165	-161	-215	-203	481
25/02/90	10	77	944	697	394	348	192	194	195	-51	31	8	-137	-115	-118	-156	-145	-154	-150	-152	-158	-159	-158	-155	-199	-193	-87	-119	-173	-161	-105	-173	-182	-183	-216	-218	478
08/03/90	11	88	944	697	385	340	192	186	187	-51	30	8	-137	-115	-118	-172	-162	-173	-164	-174	-176	-175	-182	-175	-207	-207	-87	-119	-187	-161	-105	-173	-206	-189	-216	-259	476
20/03/90	12	100	944	697	369	335	192	169	166	-51	23	8	-137	-115	-118	-200	-174	-200	-164	-177	-204	-203	-209	-199	-209	-229	-87	-119	-192	-161	-105	-173	-217	-192	-216	-269	466
30/03/90	10	110	944	697	356	328	192	167	152	-51	17	8	-137	-115	-118	-215	-176	-209	-164	-192	-217	-215	-223	-212	-211	-238	-87	-119	-192	-161	-105	-173	-222	-198	-216	-284	464
10/04/90	11	121	944	697	343	322	192	156	140	-51	9	8	-137	-115	-118	-232	-183	-209	-164	-192	-236	-229	-233	-228	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	463
19/04/90	9	130	944	697	302	318	192	131	125	-51	-1	8	-137	-115	-118	-232	-186	-209	-164	-192	-240	-237	-245	-237	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	459
30/04/90	11	141	944	697	302	317	192	131	118	-51	-3	8	-137	-115	-118	-232	-190	-209	-164	-192	-243	-245	-245	-239	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	448
05/05/90	5	146	944	697	302	313	192	131	118	-51	-16	8	-137	-115	-118	-232	-191	-209	-164	-192	-256	-248	-245	-254	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	448
10/05/90	5	151	944	697	302	303	192	131	118	-51	-21	8	-137	-115	-118	-232	-197	-209	-164	-192	-256	-250	-245	-260	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	448
15/05/90	5	156	944	702	320	306	192	131	118	-51	-31	8	-137	-115	-118	-232	-199	-209	-164	-192	-256	-254	-245	-264	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	451
21/05/90	6	162	944	701	383	301	192	131	118	-51	-38	8	-137	-115	-118	-232	-204	-209	-164	-192	-249	-254	-245	-250	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	448
26/05/90	5	167	944	697	381	299	192	131	118	-51	-43	8	-137	-115	-118	-223	-210	-209	-164	-192	-208	-205	-245	-215	-183	-200	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-209	-201	-216	-304	521
31/05/90	5	172	944	697	363	303	192	131	118	-51	-46	8	-137	-115	-118	-232	-215	-209	-164	-192	-249	-242	-245	-249	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	476
05/06/90	5	177	944	697	375	331	192	200	118	-51	-45	8	-137	-115	-118	-232	-219	-209	-164	-192	-252	-247	-245	-254	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	497
10/06/90	5	182	944	709	354	333	192	188	118	-51	-48	8	-137	-115	-118	-232	-220	-209	-164	-192	-256	-253	-245	-267	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	489
15/06/90	5	187	944	707	354	333	192	191	118	-51	-47	8	-137	-115	-118	-232	-222	-209	-164	-192	-256	-255	-245	-274	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	489
20/06/90	5	192	944	705	402	348	192	223	118	-51	-50	8	-137	-115	-118	-232	-228	-209	-164	-192	-249	-238	-245	-256	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	511
26/06/90	6	198	944	707	417	371	192	245	118	-51	-45	8	-137	-115	-118	-232	-227	-209	-164	-192	-227	-223	-226	-243	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	533
30/06/90	4	202	944	703	391	364	192	229	118	-51	-32	8	-137	-115	-118	-232	-223	-209	-164	-192	-237	-231	-245	-248	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	520
06/07/90	6	208	944	701	369	359	192	220	122	-51	-30	8	-137	-115	-118	-232	-218	-209	-164	-192	-246	-241	-245	-254	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	507
10/07/90	4	212	944	702	402	361	192	235	125	-51	-18	8	-137	-115	-118	-232	-217	-209	-164	-192	-245	-243	-245	-256	-220	-238	-87	-119	-199	-161	-105	-173	-225	-201	-216	-304	521
15/07/90	5	217	944	701	430	387	192	254	138	-51	-10	8	-137	-115	-118	-157	-151	-163	-164	-161	-145	-143	-147	-157	-178	-185	-87	-119	-170	-161	-105	-164	-166	-167	-207	-199	555
20/07/90	5	222	944	701	430	390	192	251	170	-41	7	8	-137	-115	-118	-163	-157	-169	-164	-168	-163	-163	-168	-170	-201	-201	-87	-119	-181	-161	-105	-173	-187	-186	-145	-221	572
25/07/90	5	227	944	702	428	382	192	235	207	-9	34	15	-118	-115	-118	-118	-118	-118	-118	-122	-120	-118	-125	-122	-160	-158	-87	-119	-142	-138	-105	-144	-145	-144	-194	-183	567
30/07/90	5	232	944	775	462	406	270	274	271	39	37	29	2	4	2	2	1	2	0	-3	-3	-7	-14	-16	-39	-52	-29	-31	-33	-40	-37	-38	-42	-45	-93	-87	584
05/08/90	6	238	1103	884	579	487	305	309	305	106	88	89	53	55	49	43	46	47	37	27	26	23	21	24	18	-1	16	20	28	19	8	8	2	2	-69	-72	676
10/08/90	5	243	1135	918	650	600	447	434	443	242	241	246	101	98	89	75	70	72	57	44	45	43	38	43	18	18	36	44	48	60	26	21	12	16	-36	-56	737
15/08/90	5	248	1134	919	646	596	445	431	438	229	237	238	97	99	89	74	71	71	61	60	60	58	56	58	33	35	52	61	63	57	37	28	12	17	4	3	736
20/08/90	5	253	1092	905	637	588	444	431	437	213	228	230	93	94	88	69	69	69	60	54	54	53	50	53	28	29	41	56	57	48	29	24	10	12	-9	-11	742
25/08/90	5	258	1064	896	639	590	444	431	438	210	224	226	100	98	87	72	72	73	66	63	62	63	60	63	35	37	50	61	61	56	35	28	16	16	-20	-26	752
31/08/90	6	264	1056	900	651	603	456	437	449	245	246	248	113	105	98	82	76	78	68	65	67	64	60	71	40	44	55	63	73	59	41	29	16	18	-24	-47	746
05/09/90	5	269	1027	877	641	590	447	433	441	226	234	236	105	101	90	73	72	72	61	56	56	55	51	55	52	9	39	50	56	44	28	25	18	19	-41	-60	724
10/09/90	5	274	991	855	637	593	446	434	440	223	233	234	107	102	90	77	73	75	67	65	63	64	59	62	38	44	52	61	63	53	35	29	25	25	-38	-61	707
15/09/90	5	279	1024	862	633	582	445	433	438	218	229	231	103	100	90	77	73	76	66	65	64	63	60	64	37	38	48	60	62	51	34	28	23	23	-42	-61	701
20/09/90	5	284	1009	859	636	588	447	433	439	223	234	236	108	99	92	77	73	76	68	64	67	64	57	61	62	16	52	59	61	49	39	37	30	30	-29	-51	704
25/09/90	5	289	996	848	618	584	443	433	438	218	229	231	106	100	91	75	72	74	64	66	65	64	59	63	38	42	49	59	61	49	36	34	29	25	-32	-46	692
30/09/90	5	294	1004	855	632	586	445	435	438	217	229	230	104	100	90	76	73	75	67	65	54	62	59	62	37	34	47	56	60	47	34	32	26	29	-37	-49	699
05/10/90	5	299	1004	843	630	586	447	434	441	217	230	233	111	107	97	82	78	80	70	67	65	65	59	61	38	39	54	61	62	49	44	38	33	29	-31	-57	700
10/10/90	5	304	1023	867	638	592	450	436	444	227	235	238	107	102	93	78	75	76	69	64	65	64	60	62	36	37	49	57	59	48	38	55	32	31	-45	-60	711
15/10/90	5	309	1001	855	632	586	447	435	439	217	230	231	104	100	90	74	74	77	67	65	63	64	58	61	36	36	47	55	58	45	34	34	32	30	-52	-62	700
20/10/90	5	314	1004	852	625	581	446	435	436	212	225	228	101	97	90	76	73	75	68	64	63	64	60	58	37	38	46	55	58	44	36	34	33	31	-52	-63	690
25/10/90	5	319	994	825	607	559	437	434	435	207	221	223	101	97	87	75	73	73	66	63	62	62	60	62	36	34	44	54	56	40	33	31	30	30	-54	-63	679

KAMBO 1990 DONNEES PIEZOMETRIQUES

Tab.54

date	jour	jour	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30	p31	p32	p33	p34	p35	p36	p37	p38	p39	p40	p41	p42	p43	p44	p45	p46	p47	p48	p49	p50	p51	p52	p53	p55
30/10/90	5	324	984	787	587	548	429	424	420	195	213	214	95	93	84	74	71	74	67	64	62	61	59	61	37	59	43	25	55	37	27	28	26	27	-64	-63	638
05/11/90	6	330	1244	759	565	534	423	419	410	193	210	211	93	93	85	72	72	73	67	62	62	61	57	57	34	35	39	49	50	36	23	24	21	22	-68	-65	606
10/11/90	5	335	1244	738	537	506	407	403	394	185	196	198	91	87	83	71	70	71	64	63	59	61	57	60	36	37	36	46	51	32	21	20	15	14	-74	-66	572
14/11/90	4	339	1244	724	519	488	392	386	383	177	188	189	89	90	83	71	70	73	65	62	62	62	58	56	35	36	35	44	51	32	20	20	17	15	-73	-66	566
20/11/90	6	345	1244	710	488	458	359	359	360	160	173	175	82	81	75	62	63	66	76	50	47	49	44	46	21	21	23	32	40	23	14	18	24	21	-77	-67	563
25/11/90	5	350	1244	702	467	438	327	329	337	146	157	161	75	75	70	60	61	65	56	51	47	48	44	47	22	21	19	30	39	21	9	12	12	10	-83	-69	559
30/11/90	5	355	1244	700	450	416	291	294	315	132	141	143	70	69	66	56	60	62	55	48	45	45	41	44	20	19	17	26	36	17	6	8	9	10	-82	-71	560
05/12/90	5	360	1244	997	443	408	285	276	299	119	128	131	65	66	70	55	58	57	53	47	45	45	42	46	18	18	11	21	32	14	-1	1	3	3	-88	-74	559
10/12/90	5	365	1244	997	436	400	260	259	285	100	110	113	59	60	57	50	54	54	49	43	42	41	40	41	17	14	6	16	32	9	-8	-6	-8	-7	-99	-83	557
15/12/90	5	370	1244	997	434	396	248	249	273	86	96	98	52	53	50	46	47	48	44	41	37	38	35	37	12	9	-2	8	21	4	-15	-11	-15	-15	-103	-90	554
20/12/90	5	375	1244	997	432	391	299	239	267	73	82	84	44	46	44	40	41	42	39	35	32	33	29	31	7	10	-8	1	13	-5	-22	-20	-22	-21	-111	-106	551
25/12/90	5	380	1244	997	430	388	234	233	265	59	66	68	35	36	36	31	33	34	32	28	23	25	20	23	-3	-9	-17	-5	6	-12	-29	-27	-29	-30	-120	-105	547
30/12/90	5	385	1244	997	429	384	230	229	260	46	53	55	25	27	25	24	25	23	22	10	16	16	10	14	-12	-19	-27	-13	-9	-21	-39	-37	-39	-39	-127	-113	544
10/01/91	11	396	1244	997	425	378	223	224	253	21	37	30	2	5	3	1	2	3	1	-2	-6	-4	-9	-8	-59	-54	-60	-55	-54	-46	-69	-68	-69	-64	-144	-131	536
20/01/91	10	406	1244	997	420	368	218	220	246	-21	37	20	-28	-25	-27	-27	-28	-28	-30	-31	-36	-37	-42	-37	-95	-88	213	-85	-84	-72	-98	-95	-93	-91	-166	-152	529
30 01 91	10	423	1244	997	414	365	214	216	228	347	37	18	-59	-57	-58	-59	-58	-59	-60	-60	-66	-64	-69	-66	-118	-112	213	-106	-108	-95	195	-116	-113	-111	-182	-167	526
10 02 91	11	434	1244	997	407	363	197	209	203	347	37	398	-93	-90	-92	-94	-92	-93	-94	-94	-98	-97	-101	-99	-145	-139	213	146	-129	-122	195	-139	-136	-135	-197	-184	516

KAMBO 1990 COTES PUITS CALCULEES

Tab.55

date	jour	jour cum	p60	p61	p62	p63	p64	p65	p66	p67	p68	p69	p70	p71	p72	p73	p74	p75	p76	p77	p78
10/12/89	0	0	1137	957	797	903	662	763	432	367	391	402	265	62	21	38	243	16	25	542	
20/12/89	10	10	1131	946	790	898	656	753	432	364	383	394	262	37	1	18	223	16	6	542	
30/12/89	10	20	1126	937	784	900	654	753	422	360	376	393	260	14	-19	-4	184	-7	-14	542	
05/01/90	6	26	1122	917	778	892	651	748	422	361	373	393	259	6	-31	-18	148	-19	-30	542	
10/01/90	5	31	1121	912	777	846	649	743	422	357	372	393	255	5	-39	-30	143	-35	-49	542	
15/01/90	5	36	1120	907	774	837	647	728	422	355	367	393	255	3	-59	-45	137	-56	-59	529	
20/01/90	5	41	1117	894	774	817	643	723	417	357	364	392	255	1	-70	-58	136	-64	-69	532	
26/01/90	6	47	1110	867	769	812	643	721	417	355	359	391	253	3	-89	-75	141	-79	-84	542	
30/01/90	4	51	1107	864	771	800	639	719	432	353	354	392	255	0	-96	-84	103	-89	-94	552	
05/02/90	6	57	1100	862	769	793	636	716	412	351	348	391	252	-3	-109	-100	91	-109	-104	532	
11/02/90	6	63	1087	857	766	788	631	716	412	346	316	390	241	-5	-129	-116	83	-120	-124	559	
15/02/90	4	67	1079	852	762	795	627	715	407	341	323	391	250	-8	-135	-126	78	-134	-134	487	
25/02/90	10	77	1055	847	744	787	554	713	401	338	319	390	239	-23	-159	-147	58	-169	-154	398	
08/03/90	11	88	1037	815	694	758	480	693	392	281	314	389	240	-33	-169	-169	63	-239	-175	330	
20/03/90	12	100	1005	817	671	759	476	693	300	220	304	384	233	-66	-201	-198	48	-249	-200	341	
30/03/90	10	110	1003	807	603	763	446	693	291	78	298	377	219	-78	-210	-210	23	-254	-214	322	
10/04/90	11	121	989	807	562	760	442	693	233	5	302	364	198	-108	-214	-236	-27	-254	-234	301	
19/04/90	9	130	965	807	571	760	436	693	187	2	296	344	145	-110	-219	-254	-54	-254	-244	302	
30/04/90	11	141	940	807	569	758	416	693	150	-37	246	318	99	-146	-221	-279	-64	-254	-254	299	
05/05/90	5	146	865	807	564	755	356	693	142	-34	165	294	93	-146	-222	-299	-70	-254	-266	299	
10/05/90	5	151	856	797	562	755	291	693	125	-36	118	292	92	-146	-229	-304	-77	-254	-279	299	881
15/05/90	5	156	821	792	551	755	223	693	162	-29	117	274	83	-133	-230	-324	-97	-254	-285	295	881
21/05/90	6	162	800	792	505	756	204	693	182	-33	113	229	66	-123	-239	-339	-67	-254	-299	295	877
26/05/90	5	167	805	797	478	758	212	693	145	-34	145	228	65	-106	-234	-347	-77	-254	-259	295	871
31/05/90	5	172	811	797	469	758	207	693	98	-39	192	229	63	-93	-235	-351	-70	-254	-271	295	871
05/06/90	5	177	815	810	464	775	245	693	142	-31	193	237	58	-86	-239	-356	-72	-249	-289	295	912
10/06/90	5	182	1096	797	574	756	627	693	103	-29	271	223	42	-88	-232	-364	-87	-254	-292	295	962
15/06/90	5	187	1075	792	494	755	626	693	110	-29	260	172	38	-103	-244	-369	-65	-254	-299	295	954
20/06/90	5	192	1052	817	744	760	624	693	230	-19	348	209	85	-90	-244	-379	-79	-254	-377	295	941
26/06/90	6	198	1017	826	772	764	622	693	402	-9	358	191	136	-93	-229	-319	-57	-204	-254	300	932
30/06/90	4	202	997	792	724	760	609	693	382	72	342	171	102	-78	-229	-270	-69	-244	-261	295	925
06/07/90	6	208	887	792	642	764	558	693	146	101	321	144	50	-87	-229	-289	-92	-254	-273	302	921
10/07/90	4	212	877	831	779	762	617	693	259	77	346	146	71	-83	-230	-307	-92	-254	-282	295	913
15/07/90	5	217	1126	1108	802	762	665	693	412	114	368	197	182	-74	-154	-159	-17	-138	-159	295	906
20/07/90	5	222	1107	1160	831	776	686	720	427	93	371	223	176	-60	-161	-162	93	-158	-172	295	1093
25/07/90	5	227	1176	1047	819	769	687	733	427	386	374	252	239	6	-116	-110	153	-119	-123	434	1114
30/07/90	5	232	1212	1222	974	964	771	773	473	433	411	405	280	43	1	6	303	21	-14	558	1084
05/08/90	6	238	1322	1307	1096	1072	879	871	512	457	491	470	305	108	45	51	467	56	21	680	1279
10/08/90	5	243	1315	1197	1117	1110	917	924	630	610	606	619	448	244	80	86	763	136	41	739	1291
15/08/90	5	248	1287	1233	1119	1093	919	923	623	602	602	609	439	232	79	87	653	191	61	732	1267
20/08/90	5	253	1239	1166	1083	1060	902	903	612	592	595	600	429	202	71	103	553	71	50	719	1214
25/08/90	5	258	1212	1143	1061	1041	893	897	612	592	595	602	430	214	76	87	501	74	51	722	1170
31/08/90	6	264	1215	1267	1052	1040	899	903	632	613	609	625	453	251	86	94	543	91	65	750	1187
05/09/90	5	269	1207	1165	1024	1023	876	878	616	598	597	596	437	228	76	89	523	71	54	723	1175
10/09/90	5	274	1187	1172	991	1002	851	853	611	592	596	602	440	224	81	91	556	82	60	707	1148
15/09/90	5	279	1207	1202	1023	1023	856	858	602	583	590	595	430	222	80	90	521	78	61	700	1177
20/09/90	5	284	1197	1202	1007	1014	854	853	607	589	595	595	432	227	81	91	528	79	64	703	1161
25/09/90	5	289	1187	1185	994	1004	845	843	600	582	589	595	425	222	75	88	513	78	61	692	1152
30/09/90	5	294	1195	1157	1002	1011	851	853	502	585	593	599	425	220	79	87	463	71	59	699	1156
05/10/90	5	299	1185	1331	1005	1000	829	843	599	585	592	594	430	221	86	96	453	87	66	691	1151
10/10/90	5	304	1205	1204	1022	1024	864	866	612	596	598	605	435	228	81	93	487	78	64	712	1171
15/10/90	5	309	1187	1137	999	1011	848	853	605	586	590	598	428	219	77	90	483	74	56	697	1152
20/10/90	5	314	1195	1187	1004	1013	849	849	600	582	588	594	425	217	79	79	443	72	61	692	1471
25/10/90	5	319	1184	1207	970	988	811	823	582	571	573	579	415	211	76	87	423	61	64	671	1471
30/10/90	5	324	1174	1087	934	963	778	798	562	551	556	559	405	204	73	86	403	51	62	637	1471
05/11/90	11	335	1164	1077	904	962	756	788	537	527	535	538	398	197	71	87	385	66	56	600	1107
10/11/90	5	340	1157	1067	887	950	736	783	512	503	511	512	385	189	69	84	363	67	56	566	1102
14/11/90	4	344	1155	1047	875	943	721	778	492	480	495	499	375	182	71	86	363	68	59	567	1099
20/11/90	6	350	1152	1040	863	935	706	773	471	446	465	469	355	166	62	75	348	56	46	562	1096
25/11/90	5	355	1149	1006	854	950	699	773	459	428	444	447	335	150	61	74	313	54	46	562	1091
30/11/90	5	360	1147	984	844	935	688	769	448	411	424	430	311	133	56	70	303	60	44	561	1090
05/12/90	5	365	1145	977	835	925	683	763	442	406	415	422	295	120	54	66	263	51	41	560	1087
10/12/90	5	370	1140	966	824	922	676	765	440	400	408	414	280	102	51	58	254	45	40	556	1082
15/12/90	5	375	1139	967	818	924	669	762	436	397	402	410	273	87	46	54	243	41	35	549	1080
20/12/90	5	380	1135	937	810	911	666	753	432	396	398	406	265	72	41	48	237	35	30	551	1076
25/12/90	5	385	1131	937	804	923	663	753	431	393	398	405	263	57	31	29	391	29	21	550	1073
30/12/90	5	390	1128	934	800	921	661	753	427	390	392	401	259	47	21	31	233	21	11	550	1071
10/01/91	11	401	1122	915	794	913	656	751	422	387	386	397	254	22	4	9	83	1	-9	542	1066
20/01/91	10	411	1117	875	784	858	651	732	422	383	378	396	255	5	-29	-24	134	-29	-41	540	1058
30/01/91	10	485	1081	847	778	838	647	718	417	378	371	394	252	2	-59	-54	8	-62	-69	538	1050
10/01/91	11	496	1056	847	774	786	642	723	410	373	363	394	248	-3	-92	-86	153	-97	-99	467	1041