

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

PRESENTE PAR :

Yapi Issoufou SINARE

ANNEE 1989-1990

ETUDE DE 2 BAS FONDS DANS
LA COMOE (PROJET DE RECHERCHE SUR
LA MISE EN VALEUR DES BAS-FONDS).
COMPORTEMENT DE LA NAPPE
PHREATIQUE

Mention :

E. I. E. R.	
Enregistré à l'Arrivée	
le _____	N° 97/90

97.90

Encadrement
A. SCHMITT

REMERCIEMENTS

Ce rapport n'est pas ce qu'il est si nous n'avions bénéficié de concours multiformes et inlassables de la franche collaboration et de l'entière disponibilité des uns et des autres. C'est pourquoi nous ne remercier du fond du coeur :

- M.M. JAN Y. Directeur Général du "Programme de recherche pour la mise en oeuvre des bas fonds au Sahel" et J.P. TRIBOLLET (hydrologue) de l'Institut au C.I.E.M. pour leur encadrement.

- Mr. ALBY S. Enseignant à L'EJER - pour son encadrement ;

- Mr BAZIE F. pour ses conseils ;

- M.M. BERTHE M. et COULIBALY M. pour leur collaboration sur le terrain.

RESUME

Moadougou et Kawara sont 2 villages situés au Sud Ouest de Banfora (chef lieu de la Province de la Comoé B.F) qui ont donné leur nom aux bassins versant dans lesquels ils se trouvent. Les bassins versants de Kawara et Moadougou sont drainés respectivement par le Kawara et le Pingolé 2 affluents de la rive droite de la "Léraba orientale".

A l'intérieur de chaque Bassin existe une formation perméable identifiant un aquifère. Les aquifères sont drainés par le Kawara et Pingolé. L'étendue de chaque aquifère est difficile à estimer par rapport aux données dont on dispose. L'étude du comportement de la nappe dans chaque bas fond montre que :

- la nappe phréatique affleure dans la plaine colluvio alluviale en saison pluvieuse.
- L'aquifère est un milieu semi perméable ($K \approx 10^{-5}$ m/s)
- Pour l'année 1989 il s'est infiltrée environ 10.6 km³ dans le bassin de Kawara et 13.1 hm³ dans celui de Moadougou. On a également un écoulement souterrain moyen de 4.10^{-4} m³/s à Moadougou et $0.6 \cdot 10^{-4}$ m³/s à Kawara.

Il faut noter également que dans la portion étudiée de chaque bas fond, la nappe réagit presque instantannément à la pluie.

S O M M A I R E

<u>MATIERES</u>	<u>PAGES</u>
II INTRODUCTION	1
<u>III GENERALITES</u>	
III.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE	3
III.2 LE CLIMAT	3
III - STRUCTURE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	7
<u>IV DEFINITION DES PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES</u>	
IV.1 EVALUATION DES TRANSMISSIVITES.....	9
IV.2 COEFFICIENT D'EMMAGASINEMENT	16
<u>V ETUDE HYDRODYNAMIQUES</u>	
V.1. LES CONDITIONS AUX LIMITES	
V.1.a alimentation des nappes	17
V.1.b debits des écoulements souterrains	20
V.1.c la piezometrie	22
V.2 RESERVE REGULATRICE	26
VI REMARQUES SUGGESTION	27
VII CONCLUSION	28
VIII ANNEXES	
BIBLIOGRAPHIE	

INTRODUCTION

Le Burkina Faso est un pays où l'agriculture et l'élevage constituent la principale occupation de la majorité de la population (environ 90 %). Malgré ce taux élevé d'agriculteurs ces derniers n'arrivent pas à couvrir les besoins de l'ensemble du pays. C'est pour remédier à cela que l'une des priorités de la politique nationale reste l'autosuffisance alimentaire.

Les insuffisances de l'agriculture sont dues essentiellement aux conditions naturelles : sols peu fertiles (en majeure partie), insuffisance (plutôt mauvaise répartition) des pluies. Ce pendant les bas fonds de part leur situation constituent les paysages qui échappent le plus aux contraintes naturelles. Une attention particulière est portée à leur aménagement afin d'augmenter leurs rendements.

Pour ce faire, l'objectif poursuivi par le "projet de recherche sur la mise en valeur des bas fonds" est de pouvoir proposer des types d'aménagements (en fonction du temps et du lieu). Ceci nécessite une meilleure connaissance de ces derniers.

La présente étude a pour ambition de contribuer à une meilleure connaissance des bas fonds dans la Comoé - notamment ceux de Moadougou et de Kawara. Il s'agit d'étudier le comportement de la nappe phréatique de chaque bas fond. Par rapport aux données dont nous disposons, l'étude porte essentiellement sur la composante comportement hydrodynamique. Elle comporte les grands points suivants :

- Généralités sur le site cadre de notre étude
- une définition des paramètres hydrodynamiques de chaque aquifère
- une étude des facteurs du comportement hydrodynamique

III . 1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Kawara et Moadougou sont 2 villages qui ont donné leur nom aux bassins versants dans lesquels ils se trouvent. Ces 2 bassins versants contigus sont situés à une soixantaine de kilomètres au Sud - Ouest de Banfora chef lieu de la province de la Comoé (Sud Ouest du Burkina Faso).

III .2. LE CLIMAT

Le Sud Ouest du Burkina a un climat tropical de type sud soudanais Ouest (selon l'ASECNA). Le climat est sujet à une alternance de 6 mois de saison sèche (Novembre à Avril) et de 6 mois de saison pluvieuse (Mai à Octobre).

III. 2.1 LA PLUVIOMETRIE

Les 2 bassins versants sont équipés d'un réseau de pluviomètres assez dense. Mais la jeunesse de ces 2 réseaux de pluviomètres (installés en 1988) ne permet pas de cerner l'évolution de la pluviométrie. Cependant 3 postes pluvio de la météorologie nationale encadrent la zone d'étude. Ils permettent de calculer la pluie moyenne annuelle dans chaque bas-fond (cf. schéma et tableaux suivants) et de suivre l'évaluation de la pluviométrie.

Le calcul de la pluviométrie dans chacun des 2 bassins se fera par la méthode de Thiessen. On a :

$$P_k = C_L P_L + C_{So} P_{So} + C_{Si} P_{Si}$$

où P_k = pluie moyenne d'une année sur le bassin versant k
 C_j = coefficient de pondération de la pluie de la station j

$$C_j = \frac{\text{Surface du bassin versant influencée par la station}}{\text{Surface totale de bassin}}$$

k = Moadougou, Kawara

P_j = pluviométrie annuelle mesurée au poste j
pour j = Loumana (L), Soubaka (SO), Sindou (Si)

VALEURS DE C

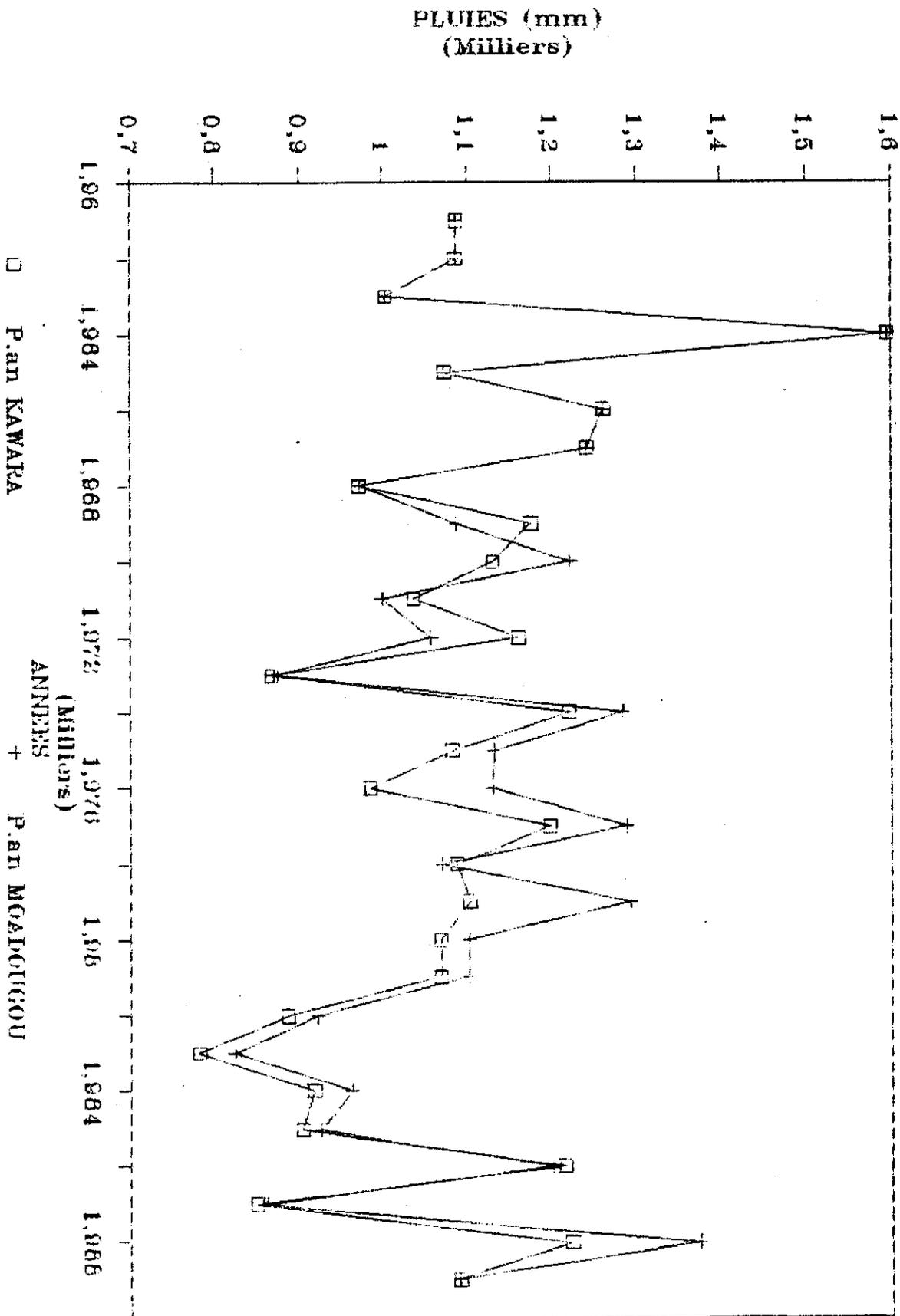
STATION BASSIN	SINDOU	LOUMANA	SOUBAKA
Moadougou	0.321	0.679	0
Kawara	0.847	0.153	0

Source : polygonisation thiesen ci jointe faite par Zeppenfeldt.

Valeurs de la pluviométrie aux postes de Loumana, Sindou,
Soubaka : cf tableau suivant

PLUIES ANNUELLES (1960-1989)

BASSINS VERSANTS DE MOADDOGOU & KAWARA



PLUVIOMETRIES ANNUELLES DE KAWARA ET MOADOUGOU

TABLEAU DE CALCUL : METHODE DE THIESSEN

STATION ANNEE	LOUMANA	SOUBAKA	SINDOU	KAWARA	MOADOUGOU
1960	-	-	-	-	-
1961	1087.8	-	-	1087.8	1087.8
62	1087.1	-	-	1087.1	1087.1
63	1004.5	1200.5	-	1004.5	1004.5
64	1599.9	1121.8	-	1595.5	1995.5
65	1073.5	1027.6	-	1073.5	1073.5
66	1262.5	1260.7	-	1262.5	1262.5
67	1241.8	1078.2	-	1241.8	1241.8
68	972.2	1196.8	-	972.2	972.2
69	1034.4	1324.2	1201.1	1175.6	1087.9
70	1277.7	1656.4	1104.1	1130.7	1222.0
71	976	1079.0	1048.1	1037.1	999.1
72	1008.7	1055.8	1189.4	1161.8	1097.8
73	872.1	910.2	866.3	867.2	870.2
74	1322.4	1101.3	1202.2	1220.6	1283.8
75	1161.7	1104.8	1068.4	1082.7	1131.8
76	1218.5	990.0	944.0	985.9	1130.4
77	1343.6	970.7	1172.1	1198.3	1288.5
78	1059.1	891.6	1092.8	1087.6	1069.9
79	1409.2	1313.8	1047.9	1103.2	1293.0
80	1122.0	1113.6	1059.6	1069.1	1102.0
81	-	1255.6	-	-	-
82	942.5	937.2	876.4	886.5	921.3
83	849.7	764.9	769.8	782.0	823.9
84	990.7	946.6	903.4	916.8	962.7
85	938.5	932.0	896.8	903.2	925.1
86	1192.9	1191.2	1219.9	1215.8	1201.6
87	869.5	884.5	846.5	850.0	862.1
88	1468.6	1144.7	1179.1	1223.4	1375.7
89		924.9	1090.9	1090.9	1090.9

Pluie moyenne annuelle $P_m = \frac{1}{28} \sum_{i=1}^{28} P_i$

Kawara $P_m = 1082.6 \text{ mm}$

Moadougou $P_m = 1069.1 \text{ mm}$

III.2.2 L'E T P

Dans le cadre de notre étude la connaissance de l'E T P est très importante pour l'évaluation des quantités d'eau infiltrées annuellement car elle donne la valeur approchée de la quantité d'eau perdue par évapotranspiration.

Les régions de Banfora et de Bobo Dioulasso sont soumises à un climat tropical de type soudano-guinéen. En première approximation nous pouvons donc identifier l'E.T.P de Banfora à celle de Bobo Dioulasso.

Banfora ne disposant pas de données. Il s'agit de l'E.T.P de PENMAN calculée sur la période 1981 - 1988. Le tableau ci dessous donne les moyennes mensuelles de l'E.T.P (calculées pour la saison pluvieuse)

TABLEAU 3 : Moyennes mensuelles de l'E.T.P

! MOIS !	J !	F !	M !	A !	M !	J !	J !	A !	S !	O !	N !	D !
! E T P !	- !	- !	- !	179.6 !	178.6 !	141.2 !	132.9 !	120.9 !	121 !	136.5 !	- !	- !
! (mm) !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !
! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !

Extrait du tableau n° 4 ; rapport sur les "caracteristiques morphopédologiques et aménagement des bas-fonds dans la comoé : cas des bas fonds de Kawara et Modougou " C I E H P.31

III.3 STRUCTURE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

III.3.1 SUPPORT GEOLOGIQUE

Les 2 bassins versants reposent sur plusieurs formations géologiques de nature différente. Chaque type de roche mère occupe une surface variable d'un bassin versant à l'autre. Cependant dans les 2 bassins versants, le socle granito gneissique reste l'unité géologique dont l'affleurement occupe la plus grande partie.

STRUCTURE GEOLOGIQUE ET OCCUPATION SPATIALE

a - Bassin versant de Moadougou : Il présente une grande hétérogénéité. Elle a une superficie de 112 km² occupée de la manière suivante (cf carte n° 10) :

- granito-gneiss	:	50 %	de la superficie totale
- schistes	:	27 %	
- grés inférieurs	:	14 %	
- Laves basiques	:	9 %	

NB Les buttes cuirassées occupent 4.1 % de la superficie totale tandis que la plaine colluvio-alluviale occupe 6.7 %

b - Bassin versant de Kawara

La superficie totale est de 99.8 km² occupée par 3 types de roches :

- granito-gneiss	:	74 %
- grés inférieurs	:	24 %
- dolérites	:	2 %

NB Ici, les buttes cuirassées (affleurement) occupent 0.7 % de la superficie totale et les colluvio-alluvions 6.2 %

III.3.2 STRUCTURE HYDROGEOLOGIQUE DES BASSINS

Nous traitons de nappes phréatiques affleurant dans la plaine colluvio-alluviale de chaque bassin. L'étude pédologique (jusqu'à 150 cm de profondeur) en l'absence d'essais de pompage peut nous donner une idée des caractéristiques hydrodynamiques notamment le coefficient d'emmagasinement. En effet nous n'avons pu approcher la valeur du coefficient d'emmagasinement.

Sur les versants de chaque bassin versant ou note l'existence de forages.

Les annexes A contiennent des résultats de la pédologie et les profits géologiques des forages.

Nota : Dans chaque bassin versant, la délimitation (limites latérales) de l'aquifère est difficile avec les données dont nous disposons. En effet à l'intérieur de chaque bassin il y a des forages négatifs (cf annexes) - preuve que la nappe n'est pas étendue sur tout le bassin.

TYPES D'AQUIFERES

Aussi bien à Moadougou qu'à Kawara, la limite supérieure de l'aquifère est de type hydrodynamique avec fluctuations libres. On a donc des aquifères à nappe libre.

IV

DEFINITION DES PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES

Dans le cadre de notre étude, les paramètres hydrodynamiques ci après nous sont utiles :

- la transmissivité T
- le coefficient d'emmagasinement S

APPROCHE DE T ET S

NOTE : Sur l'ensemble des 2 bassins versants des forages ont été faits par le "projet hydraulique villageoise Comoé III". Des essais de pompage longue durée nous auraient permis de déterminer la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement par simple interprétation de ceux-ci. En l'absence d'essais de pompage, nous approchons les dits paramètres par des expériences in situ que nous présenterons plus loin. (cf. "protocole de Mesures").

Ce pendant les coupes géologiques des forages nous permettent d'avoir un ordre de grandeur de la puissance moyenne de la nappe.

IV. 1 - EVALUATION DES TRANSMISSIVITES

Par définition on a $T = Ke$ (relation simplifiée)
où K = perméabilité moyenne de la nappe
e = puissance de la nappe

La transmissivité permet d'apprécier la facilité d'écoulement dans la nappe. Il nous suffit d'évaluer la perméabilité et la hauteur de la nappe pour déduire T.

IV. 1.1. DETERMINATION DE LA PERMEABILITE

Nous distinguons 2 types d'essais :

- les essais en milieux non saturés : méthode de PORSCHE : sur les rives ;
- les essais en milieux saturés : essai Lefranc à niveau variable ; dont nous décrivons les méthodes et principes dans les annexes B.

1.1 -NOMBRE ET CHOIX DES SITES D'EXPERIENCES

Pour raison de représentativité il aurait fallu faire les essais d'infiltration dans chaque bas fonds d'une part d'amont en aval le long de celui-ci (section amont, section centrale, section aval) et sur les rives et le centre, sur une même section d'autre part.

Nous n'avons malheureusement pu effectuer que 3 essais dans chaque bas fond pour des contraintes d'ordre matériel.

IV . 1.1.1. PERMEABILITE DANS LA NADPE DE MOADOUGOU

Section I Aval : Le piezo central est à sec. Nous y avons effectué un essai d'infiltration à niveau constant (principe voir annexe. B.)

TABEAU DE MESURES

N°	DIAMETRE TROU Ø cm	TEMP DEBUT ESSAI	NIVEAU EAU UNITIA L DANS FUT Ni cm	TEMP FIN ESSAI	NIVEAU FINAL DANS LE FUT N _f
1	38	12 h 49	60	13 h 49	67
2		13 h 53	67	14 h 27	71.8
		14 h 30	71.8	15 h 00	76.8

Caracteristique du puit d'infiltration

H = Profondeur totale 1,00 m

h = hauteur mouillée = 20 cm

S = surface du trou d'infiltration = $\pi \varnothing h$
 = $\pi \times 0.38 \times 0.20 = 0.36 \text{ m}^2$

TABEAU DE CALCUL

N°	ΔT	VOLUME INFILTRE ΔV m ³	DEBIT ECOULE Q = $\frac{\Delta V}{\Delta T}$ l/s	PERMEABILITE K = $\frac{Q}{S}$ m/s	K MOY m/s
1	60	0.0189	0.009	$2. \cdot 10^{-5}$	
2	60	0.0123	0.0068	$1.9. \cdot 10^{-5}$	$1.96 \cdot 10^{-5}$
3	30	0.0128	0.007	$2. \cdot 10^{-5}$	

Section 4 (centre bas-fond)

Il y a 2 types d'essais : - essai le franc à niveau variable.

- essai méthode de PÖRSCHET

a - essai d'infiltration en milieu non saturé

Caractéristiques trou

H = profondeur = 100 cm

Diamètre = ϕ = 40 cm

TABLEAU DES RESULTATS

N°	TEMP DEBUT	H ₁	TEMP FIN	H ₂	ΔT	K	K MOY
ESSAI	ESSAI	cm	ESSAI	cm	mm	m/s	m/s
1	14h09	20	14 h 39	2.2	30	3.3. 10 ⁻⁵	4.2 10 ⁻⁵
2	14h41	20	15 h 11	3.0	30	4.6. 10 ⁻⁵	
3	15h12	20	15 h 42	3.2	30	4.6. 10 ⁻⁵	

b - Essai le franc à niveau variable

Site : section 4 centre

N_S = 197 cm

TABLEAU DE MESURE

N° ESSAI	TEMP DE BUT ESSAI	NIVEAU INITIA L % NS H ₁	TEMP FËN ESSAI	NIVEAU FI NAL % NS H ₂
1	9 h 11	39 cm	9 h 19	34 cm
2	9 h 20	34 cm	9 h 35	30 cm
3	9 h 36	30 cm	9 h 46	29 cm
4	9 h 48	29 cm	10 h 03	28.5 cm

TABLEAU DE CALCUL

N° ESSAI	$H = \frac{H_1 + H_2}{2}$	$\Delta T = T_2 - T_1$	$\Delta H = H_1 - H_2$	$\frac{\Delta H}{\Delta T}$ cm/mn
1	36.5	8 mn	5 cm	0.627
2	32	15 mn	4 cm	0.27
3	29.5	10	1	0.1
4	28.75	10	0.5	0.09

Le graphe $\frac{dh}{dt} = f(h)$ est une droite de pente

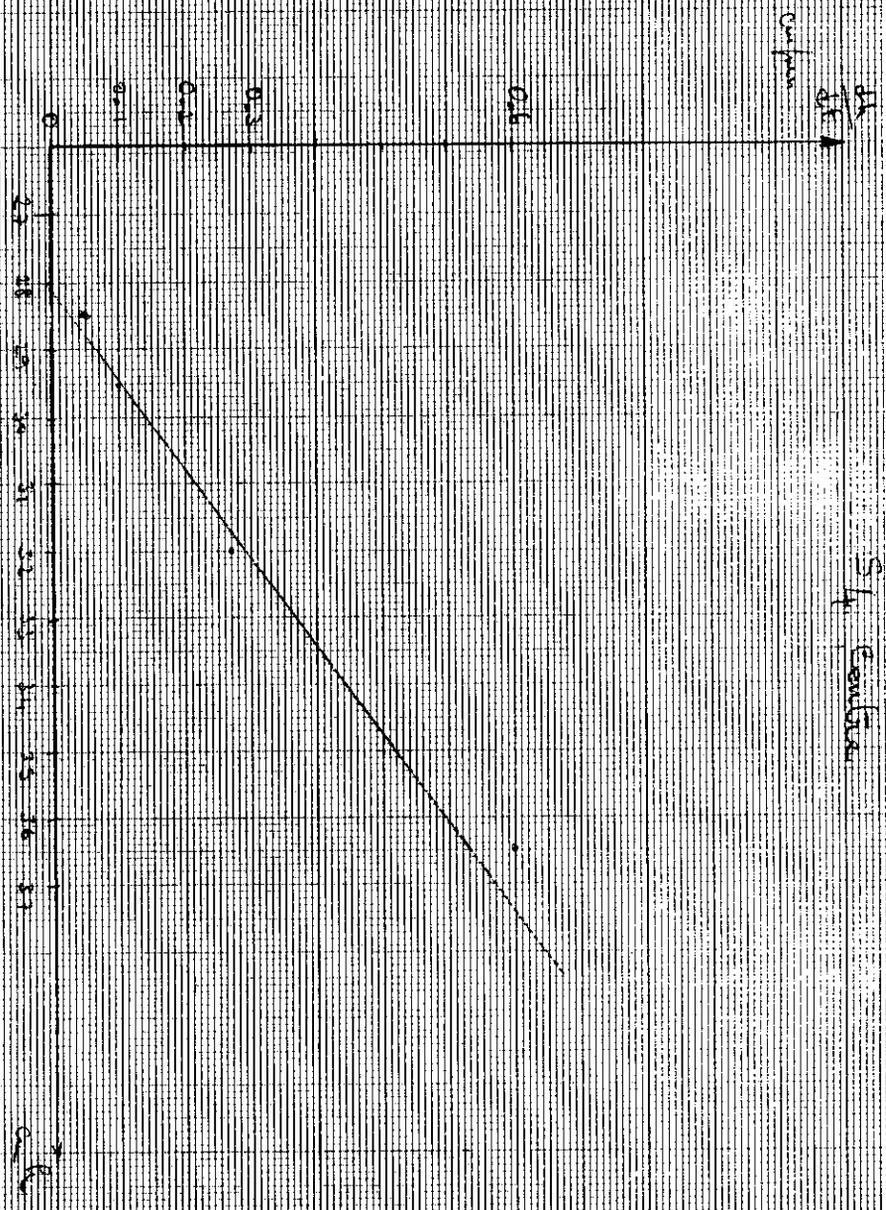
$$P = 7.4 \% \text{ mn} \quad K = P \frac{A}{C} = 3.11 \cdot 10^{-4} \text{ m/mn}$$

$$= 5.1 \cdot 10^{-6} \text{ m/S}$$

Le reste des autres piezo centraux sont soit à secs
soit bouchés la perméabilité moyenne à Moadougou est de

$$K = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{2} = \frac{(1.96 + 4.2 + 0.5) \cdot 10^{-5}}{3}$$

$$K = 2.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$



ST, continue

Représente la courbe

IV 1.1.2 PERMEABILITE DANS LA NAPPE DE KAWARA

Dans ce bas fond nous effectuons également 3 essais d'infiltration : 1 essai à charge hydraulique variable en milieu non saturé (section 13 : RG) et 2 essais le franc à niveau variable.

a - Essai d'infiltration à charge hydraulique variable

lieu d'expérimentation : section 13 - RG

Caractéristiques du puits d'infiltration	! ø = 35 cm
	! Profondeur totale H = 103 cm
	!
	!
	!

TABLEAU DES RESULTATS EXPERIMENTAUX

N°	TEMPS DE BUT D'ESSAI	H ₁ (cm)	TEMP FIN ESSAI	H ₂ (cm)	ST (mm)	K (m/S)	K MOY (m/S)
1	15 h 15	25 cm	15 h 45	20 cm	30	7.6 10 ⁻⁶	:
2	15 h 47	20 cm	16 h 17	14	30	1.11 10 ⁻⁵	5.6 10 ⁻⁶
3	16 h 20	20 cm	16 h 50	15	30	9.1 10 ⁻⁶	!

b. Essais le franc à niveau variable

Nous les effectuons au centre des sections 13 (à mont du bassin versant) et 7 (centre du bas fond)

SITE D'EXP.

KAWARA

S 13 C

Caract. Piezo

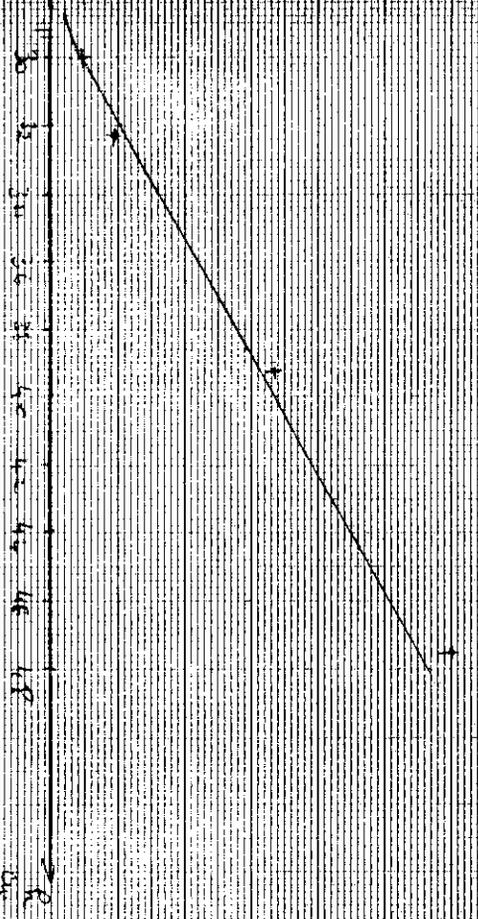
D = 8 CM diamètre du tube piezo

Lc = 50 cm longueur crépinée

NS (% tête piezo) = 168 cm

$\frac{\Delta h}{\Delta z}$
m/m

0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2

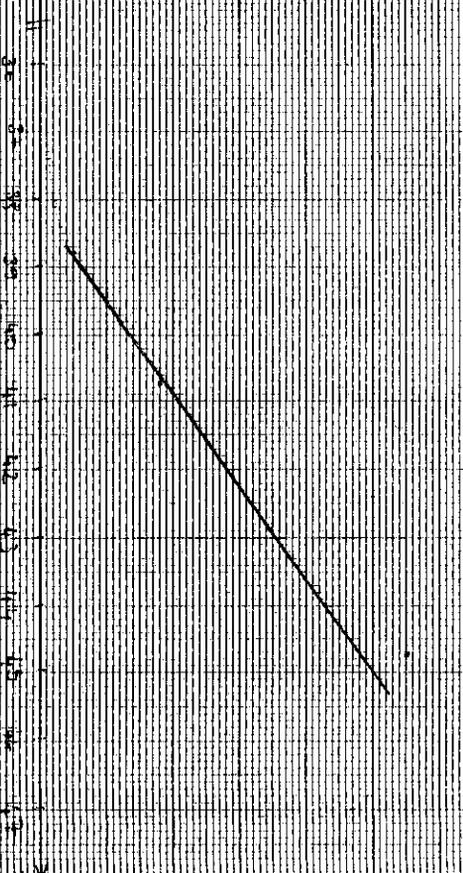


5.3.2.1

41.5.1.1

$\frac{\Delta h}{\Delta z}$
m/m

0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4



5.3.2.2

IV.1.2 ERRISSEUR MOYENNE E

La forages effectués respectivement des les bassins versants (sur les versants) de Kawara et de Moadougou non loin des bas-fond (cf situation) nous fournissent les renseignements suivants (cf coupes geologiques) :

a - Moadougou

Cote TN forage = 320.00

Cote piezo (NS) à l'etiage = $320 - 8.10 = \underline{311.90}$

Cote roche saine = $320 - 42 = 278.00$

b - dans le BV de Kawara -

Cote TN forage = 300.00

Cote piézo (NS) à l'étiage = $300 - 8.50 = 291.90$

Cote roche saine = $300 - 32 = 268.00$

L'altitude moyenne des fonds de vallées est de 310.00 m pour Moadougou et 295.00 m (291 pour l'exutoire) pour le BV de Kawara. (cf. rapport sur "les caractéristiques morpho pedologiques et aménagement des bas fonds dans la comoé" Georges P. Sawadogo)

Les niveaux d'eau dans les forages étant supérieurs aux niveaux d'eau dans les bas fond nous mettons l'hypothèse que les différents forages captent les nappes phréatiques sujettes à notre étude. Nous faisons aussi l'approximation suivantes : la cote du substratum est la même-aux erreurs près- dans les fonds de vallées et dans les versants (forage)

Nous posons la relation suivante valable pour les 2 bas-fonds. L'épaisseur moyenne e de la nappe est = cote TN fond de vallée - cote du substratum

D'où les résultats suivants :

Moadougou e = $310 - 278 = \underline{32 \text{ m}}$

Kawara e = $295 - 278 = \underline{27 \text{ m}}$

PROJET
HYDRAULIQUE VILLAGEOISE
COMOE III
- BURKINA FASO -
O.N.P.F. - F.E.D.

COUPE DE FORAGE

Village : KONDONOSSO

N° Forage : 168/2 F1

JBG

GAUFF INGENIEURE

Entreprise : **ONPF**
Atelier : **Dando800**
Foreur : **ILBOUDO EMMANUEL**

PROVINCE : **COMOE**
DEPARTEMENT : **DAKORO**
Carte 1/200 000 **MIELLE**

X : " ' "
Y : " ' "
Z : **320.00**

Profond. forée **45.35m** TYPE tubage **PVC** Date de foration : **12/05/1989**
équipée **45.35m** ϕ : **110/125 mm** Développement - Date : **14/05/1989**
Hauteur tête **0.80 m** L / tube plein **30.985 m** Durée **5 h** Teneur en sable :
Hauteur socle **22.55 m** L / crépines **12.435 m** Débit **1.7 m³/h** **méant**

Gravier - nature : **3/8 QUARTZ** Volume : **170L** NS après pompage d'essai **8,10 m**

Profond. m	NS m	Coupe technique	Vitesse m/mn	Débit m ³ /h	GEOLOGIE	
					Prof. m	Coupe
0						terre argileuse latérite
10	8.10	Ct			10	argile latéitique
		T				granite altéré
						granite altéré micassé
20					20	argile sableuse
30				1.24 m ³ /h à 34.20	30	granite fissuré micassé
40				2.25 m ³ /h à 43.35	40	
50				2.40 m ³ /h au foration	50	granite sain
60					60	
70					70	

SYMBOLES UTILISES :
R = rotary
M = marteau fond de trou
P = packer
C = crépine
Tp = tubage provisoire
T = tube plein
Ct = cimentation

Observations :
Etabli par :
HEMA N.B.

PROJET HYDRAULIQUE VILLAGEDISE COMOE III - BURKINA FASO - O.N.P.F. - F.E.D.		COUPE DE FORAGE Village : Kounadougou. Ecoh Q: Kambia Koko N° Forage : 129/2		JBG GAUFF INGENIEURE		
Entreprise : <u>ONPF</u>		Province : <u>Comoe</u>		X : <u>5° 10' 20"</u>		
Atelier : <u>TH60</u>		Departement : <u>Sindou</u>		Y : <u>10° 35' "</u>		
Foreur : <u>Bossibri</u>		Carte 1/200 000		Z : <u>≈ 300</u>		
Profond. forée <u>36.08 m</u> équipée <u>35.70 m</u>		TYPE tubage <u>PVC*</u> Ø : <u>110/135 mm</u>		Date de foration : <u>26 / 5 / 1989</u>		
Hauteur tête <u>1.0 m</u> Hauteur socle <u>21.74 m</u>		L / tube plein <u>22.96 m</u> L / crépines <u>11.74 m</u>		Développement - Date : <u>/ / 19</u>		
				Durée _____ h Teneur en sable :		
				Débit _____ m ³ /h		
Gravier - nature :		Volume :		NS après pompage d'essai _____ m.		
Profondeur m	NS m	Coupe technique	Vitesse m/h	Débit m ³ /h	GEOLOGIE	
					Prof. m	Description
						Argile latéritique
						argile marron avec quartz blanc
10						Argile rouge
						sable fin
20	21.74 22.16					granite gris très altéré
						-idem
30			13.5	27.23 m 0.43 m ³ /h		granite rose
			8.3			granite gris sain
35.70	33.70 35.70					
40						
50						
60						
70						
SYMBOLES UTILISES:			C = crépine Tp = tubage provisoire T = tube plein Ct = cimentation		Observations : Forage équipé à 0.55 m ³ /h	
					Etabli par: KINTOS	

Conclusion

Les valeurs de la transmissivité sont respectivement de $1.8 \cdot 10^{-4}$ m²/S et de $7 \cdot 10^{-4}$ m²/S pour les aquifères de Kawara et Moadougou.

IV 2 - EVALUATION DU COEFFICIENT D'EMMAGASINEMENT S

Le coefficient d'emmagasinement est un paramètre que nous n'avons pu approcher sur le terrain.

Cependant d'après la note sur la structure pédologique contenue dans le rapport sur "les caractéristiques morpho-pédologiques et aménagements des bas fonds dans la Comoé" les aquifères de Moadougou et de Kawara ont une structure limono-sableuse en moyenne.

Pour ce genre de matériaux la littérature donne à titre indicatif un coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 5 % (cf document interne du BURGEAP).

V ETUDE HYDRODYNAMIQUE

V.1. LES CONDITIONS AUX LIMITES

V . 1 .a ALIMENTATION DES NAPPES

L'étude des débits d'alimentation des systèmes hydrologiques est d'un intérêt capital pour la simple raison que c'est l'alimentation qui renouvelle les stocks d'eau et entretient l'écoulement dans les système hydrologiques.

La source d'alimentation du bassin hydrologique est procurée par les pluies efficaces P E.

P E = quantité d'eau fournie par les précipitation aux quelles on déduit les pertes par évapotranspiration. Elle représente les fraction ruisselée et infiltrée.

$$P E = P - E T R \Rightarrow \underline{I + R = P - ETR} \text{ à tout instant}$$

E T R = evapo transpiration réelle = lame effectivement évaporée

E T P = E T R si l'eau n'est pas un facteur limitant (i.e. Reserve du sol = RU)

Litterature → RU = 150 mm

E T P : méthode de RENMAN ; extrait du tableau n° 4 : moyennes mensuelles de l'évaporation et de l'E T P et le bilan hydrique.

MOIS	A	M	J	J	A	AS	O
E T P							
PENMAN							
mm	179.6	178.6	141.2	132.9	120.9	121.0	136.9

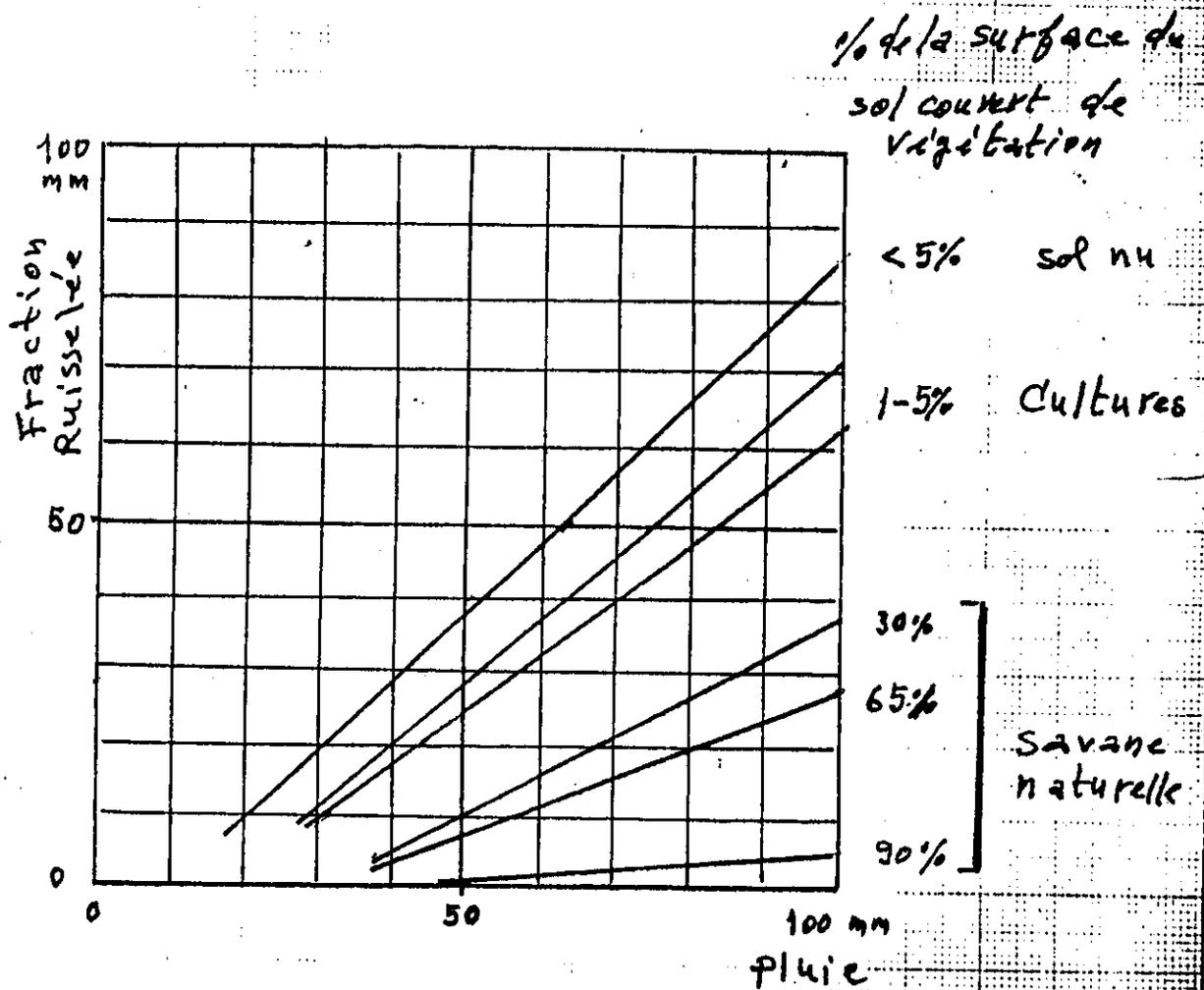
Ruissellement : C'est la fraction de pluie efficace alimentant directement l'écoulement superficiel.

* évaluation du coefficient moyen de ruissellement

On a un sol recouvert en majeure partie par des cultures puis par les arbres dans les 2 bassins versants.

⇒ Cr = 5 % Source : Ruissellement et occupation du sol au B F (Region N-E de Ouaga)

Ruissellement et occupation du sol
au Burkina Faso
(Région Nord-Est de Ouagadougou)



Source : Albergel, 1987

B V DE MOADOUYOU : alimentation pour 1989

! MOIS !	! M !	! A !	! M !	! J !	! J !	! A !	! S !	! O !	! TOTAUX !
! Pluie(mm) !	- !	- !	36.6 !	164.5 !	240.6 !	281 !	143.3 !	62.6 !	928.6 !
! source? !	! !	! 1 !	! !	! 156 !	! 229 !	! 267 !	! 136 !	! !	! !
! E T R(mm) !	- !	179.6 !	178.6 !	141.2 !	132.9 !	120.9 !	121.0 !	136.5 !	! !
! E T R(mm) !	- !	- !	36.6 !	141.2 !	132.9 !	120.9 !	121 !	136.5 !	! !
! Variat ⁹ !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !
! reserve !	- !	- !	- !	23.2 !	107.7 !	19.1 !	22.3 !	-739 !	! !
! (mm) !	! !	! !	! !	15.1 !	96 !	39 !	0 !	! !	! !
! Reserve !	0 !	0 !	0 !	23.2 !	130.9 !	150.0 !	150 !	176.1 !	! !
! P E(mm) !	0 !	0 !	0 !	0 !	0 !	141.0 !	22.3 !	0 !	163.3 !
! R (mm) !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !
! Infiltr !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	116.9 !
! (mm) !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !	! !

Conclusion : il s'est infiltré 116.9 mm durant l'année

1989

soit 1169 m³/ha $S_T = 112 \text{ km}^2 = 112 \times 10^6 \text{ m}^2$

$a = 1169 \times S_T = 1169 \times 11200 \text{ ha}$

$= 13092800 \text{ m}^3 = 13.1 \text{ km}^3$

B V DE KAWARA

$$S_T = 99.8 \text{ km}^2 = 9980 \text{ ha}$$

evaluation des apports pour l'année 1989.

! MOIS	! A	! M	! J	! J	! O	! S	! O	! TOTAUX
! Pluie(mm)	-	40	163.2	253.7	261.6	140.6	74.6	933.7
! source								
! E T P (mm)	179.6	178.6	141.2	132.9	120.9	121.0	136.5	
! E T R (mm)	-	40	141.2	132.9	120.9	121.0	136.5	
! Variation	-	-	22	120.8	7.2	0	-61.9	
! reserve(mm)								
! Reserve (mm)	0	0	22	142.8	150	150	0	153.1
! P E (mm)	0	0	0	0	133.5	19.6	0	153.1
! R (mm)								46.7
! Infiltr (mm)								106.4

Conclusion I = 106.4 mm pour 1989

$$\text{soit } Q_I = I \times S_T = 1064 \times 9980 = \underline{10.6 \text{ hm}^3}$$

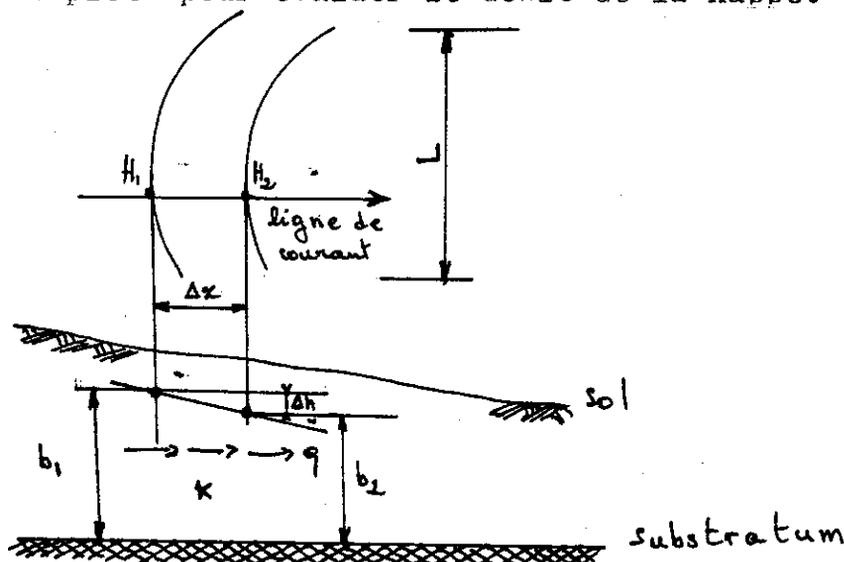
IV 1.6 DEBITS DES ECOULEMENTS

Nous avons à traiter de nappes phréatiques qui affleurent à certains endroits (bas fonds) à une certaine époque de l'année. Il va s'en dire que les débits d'écoulements varient non seulement en fonction du temps (voir allure des hydro isohypses en fonction du temps) mais aussi en fonction du lieu. Nous nous intéresserons aux débits d'écoulements souterrains à l'exutoire de chaque B.V.

Débit d'une nappe = Volume d'eau traversant par unité de temps une section transversale d'aquifère sous l'impulsion d'un gradient hydraulique

Débit du fond de vallée à l'exutoire

Nous traitons de nappes souterraines peu profondes avec des sections transversales relativement faibles (largeurs inférieures à quelques km). Nous pouvons utiliser la méthode de la carte piezo pour évaluer le débit de la nappe.



on a $A = K \frac{b_1 + b_2}{2} L \times \frac{\Delta H}{\Delta X}$ (Loi de DARCY)

a - Cas de Moadougou

2) Au debut de la saison pluvieuse

On a $\frac{b_1 + b_2}{2} = 27 \text{ m}$

$L = 400 \text{ m}$

$\Delta h = 0.5 \text{ m}$

$\Delta x = 300 \text{ m}$

$Q = \frac{A}{L} = 40 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

ii) Milieu de la saison pluvieuse 25-08-

On a $K = 2.2 \cdot 10^{-5}$ m/s (voir page 12.)

$$\Delta h = 0.05 \text{ m}$$

$$\Delta x = 300$$

$$\frac{B_1 + B_2}{2} = 27 \text{ m}$$

$$L = 500 \text{ m}$$

$$\Rightarrow Q = 50 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s} = 1.78 \text{ m}^3/\text{h}$$

iii) fin de la saison pluvieuse

On a : $K = 2.2 \cdot 10^{-5}$ m/s

$$\Delta h = 0.5 \text{ m}$$

$$\Delta x = 320 \text{ m}$$

$$L = 50 \text{ m}$$

$$\frac{B_1 + B_2}{2} = 27 \text{ m}$$

$$\Rightarrow Q = 42 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

b - Cas de Kawara

L'épaisseur moyenne de la nappe est de 32 m

i) débit des écoulements en début de saison pluvieuse

$$L = 140 \text{ m}$$

$$\Delta x = 240 \text{ m}$$

$$\Delta h = 0.5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow Q = 0.6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0.22 \text{ m}^3/\text{h}$$

ii) milieu de la saison pluvieuse

$$L = 150 \text{ m}$$

$$\Delta x = 250 \text{ m}$$

$$\Delta h = 0.5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow Q = 0.62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0.22 \text{ m}^3/\text{h}$$

iii) fin de la saison pluvieuse

$$L = 200$$

$$\Delta x = 300$$

$$\Delta h = 0.5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow Q = 0.6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0.21 \text{ m}^3/\text{h}$$

V 1.C PIEZOMETRIE

i) FLUCTUATION SPATIALE

Afin d'étudier le régime de l'écoulement et les relations cours d'eau - nappe nous établissons 3 cartes piézométriques pour chaque bas fond de la façon suivante :

- 1 carte piézométrique correspondant au début de la saison pluvieuse (en réalité à une date où le plus grand nombre de piézométriques déclinent le niveau de la nappe) ceci à défaut de données piézométriques en fin de saison sèche.

- 1 carte correspondant au milieu de la saison pluvieuse où la surface piézométrique est à son niveau maximum.

- 1 carte en fin de saison pluvieuse.

NB : L'équidistance des courbes hydroisohypses est de 0.5 m ceci parce que la carte du bas-fond est à une échelle de 1/10000 (relativement grande). Nous ne mentionnons pas ici la méthode utilisée pour le tracé des courbes hydroisohypses. Nous joignons en annexe les différentes cartes piézométriques.

INTERPRETATION DES CARTES PIEZOMETRIQUES

1 - Relation nappe - cours d'eau

Aussi bien dans le B V de Moadougou que celui de Kawara la remarque suivante se dégage : Le niveau d'eau dans le cours est plus bas que dans les versants ceci à n'importe quelle période de l'année (cf cartes piézométriques). Nous tirons la conclusion suivante : Il y a drainage de la nappe par le cours d'eau mais jamais alimentation de la nappe par le cours d'eau.

2 - Régime de l'écoulement - types d'aquifère

Les composantes ci après de l'analyse morphologique de la surface piézométrique nous permettront de caractériser le type d'aquifère et l'écoulement des bassins de Kawara et de Moadougou :

- axes principaux du flux
- orientation et espacement des courbes hydroisohypses : étude partant sur la courbure des arcs de cercles et le module d'espacement.

2. 1 Aquifère de Kawara

a - axes principaux du flux : se referer aux cartes piezo

b - orientation et espacement des hydroisohypses

Les arcs de cercles ont une concavité ouverte vers l'aval.

⇒ les lignes de courant convergent - identifiant un aquifère à nappe convergente (cf cartes piezo)

La courbure des arcs de cercle est une fonction croissante du drainage (plus le drainage est important, moins les rayons de courbures sont grands).

Sur une ligne de courant on constate que le module d'espacement va croissant donnant un profil piézométrique hyperbolique.

Compte tenu de l'hétérogénéité de l'aquifère due d'une part à la structure géologique et d'autre part à la morphologie du bassin les débits unitaires varient (aussi bien en intensité qu'en direction) en fonction de chaque point de l'espace aquifère. L'écoulement est donc non uniforme

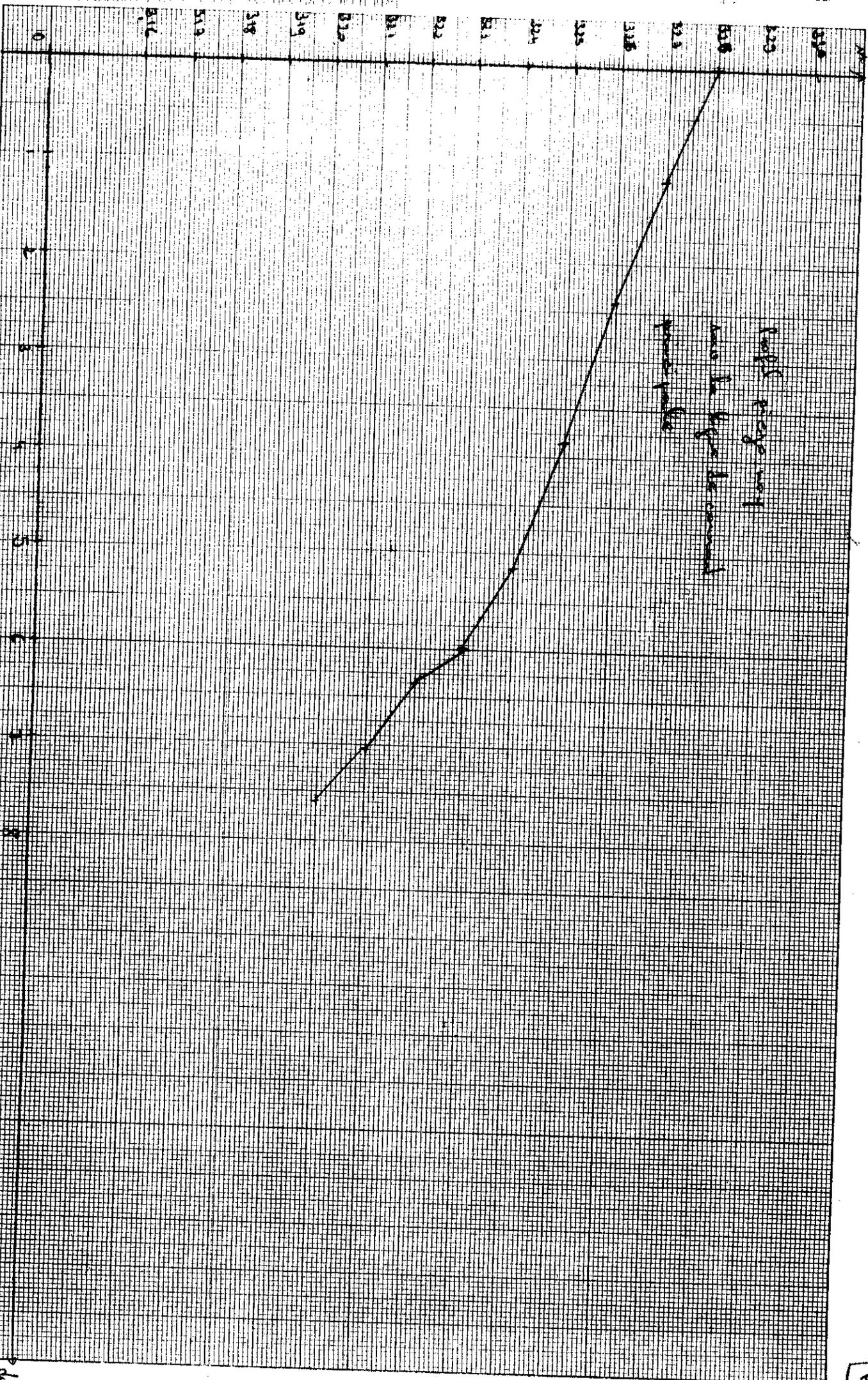
c - Type d'aquifère élémentaire

La surface piézométrique a une forme convexe (cf croquis). On a donc un aquifère à nappe radiale convergente (caractéristique des zones de drainage).

2.1 Cas de l'aquifère de Moadougou

Ce que nous venons de dire sur l'aquifère de Kawara reste aussi valable pour Moadougou (cf cartes piezo)

Number



LABORATOIRE DE RECHERCHES A LA FABRIQUE EN FRANCE

de r

10

11 - Fluctuation temporelle de la piézométrie :
influence de la pluviométrie

Dans chacun des bassins versants nous suivons l'évolution de la piézométrie en fonction de temps de la façon suivante :

i) le long du cours d'eau - à l'amont, au centre et à l'aval des cours d'eau.

ii) sur une section transversale à l'écoulement, nous suivons la fluctuation temporelle de la ligne d'eau dans les piézomètres de rive et du centre.

Notons que l'établissement des courbes "niveau d'eau en fonction du temps" a souffert d'insuffisance de données piézométriques. Ceci est dû essentiellement aux raisons suivantes :

- les piézomètres de rive sont à sec sur une bonne partie de l'année (6 à 8 mois suivant les piézo)

- beaucoup de piézomètres centraux restent inaccessibles pendant les périodes de grandes pluies (en juillet - mi septembre)

- certains piézomètres peuvent être obturés par des obstacles de toute nature.

- la conséquence est que les courbes qui en découlent sont incomplètes.

Commentaire des graphes

L'allure des courbes nous appelle aux remarques suivantes :

- le niveau d'eau dans l'ensemble des piézo à une tendance générale à la hausse de début juin à début Août avec par moment une baisse due à une "sécheresse ponctuelle" (absence de pluie).

- Pendant le mois d'Août - et jusqu'à parfois septembre - la courbe à une allure de dents de scies avec de faibles amplitudes.

- A partir de fin septembre la courbe à une tendance générale à la baisse avec par moment un relèvement dû à une alimentation ponctuelle par infiltration de pluie efficace. C'est le début du tarissement de la nappe.

Reaction de la nappe

Pour chaque aquifère, en superposant les graphes (page suivante) :

- variation de la piézométrie en fonction du temps (année 1989)

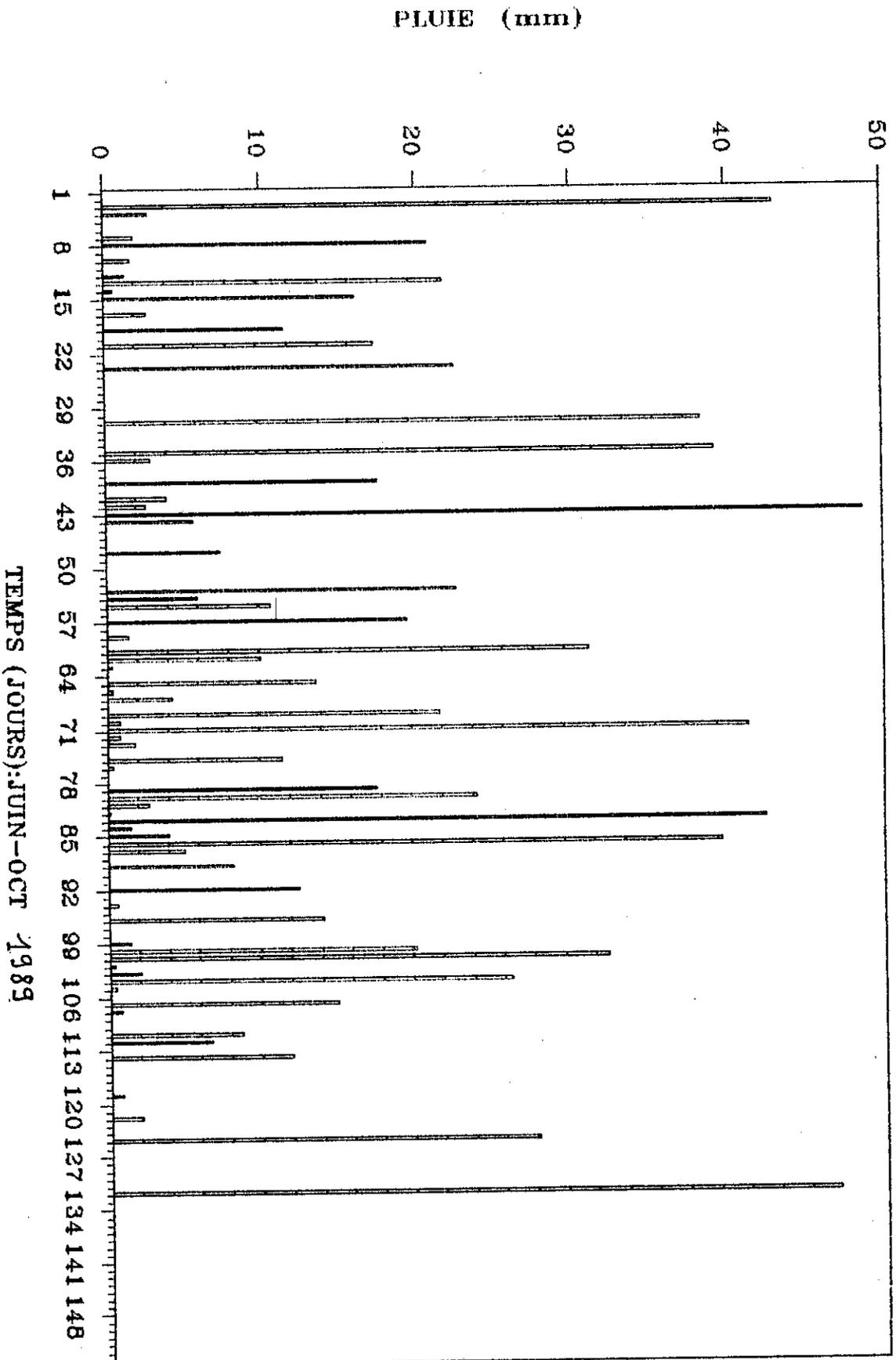
- et la variation de la pluviométrie en fonction du temps (année 1989); on constate que la réaction de la nappe est quasi-instantanée. En effet tout apport d'eau se traduit par une hausse de la surface piézométrique Inversement l'absence de pluie se traduit par une baisse de la surface piezo. Comme l'aquifère est semi perméable on pourrait expliquer ce comportement par les raisons suivantes :

- la nappe phréatique dans les 2 B V est peu profonde (affleurent même par endroit).

- le bas fond de Kawara à un régime hydrologique d'inondation à drainage pauvre (classe 1 FAO). Moadougou connaît une inondation pendant quelques jours lors des grandes averses avec drainage imparfait.

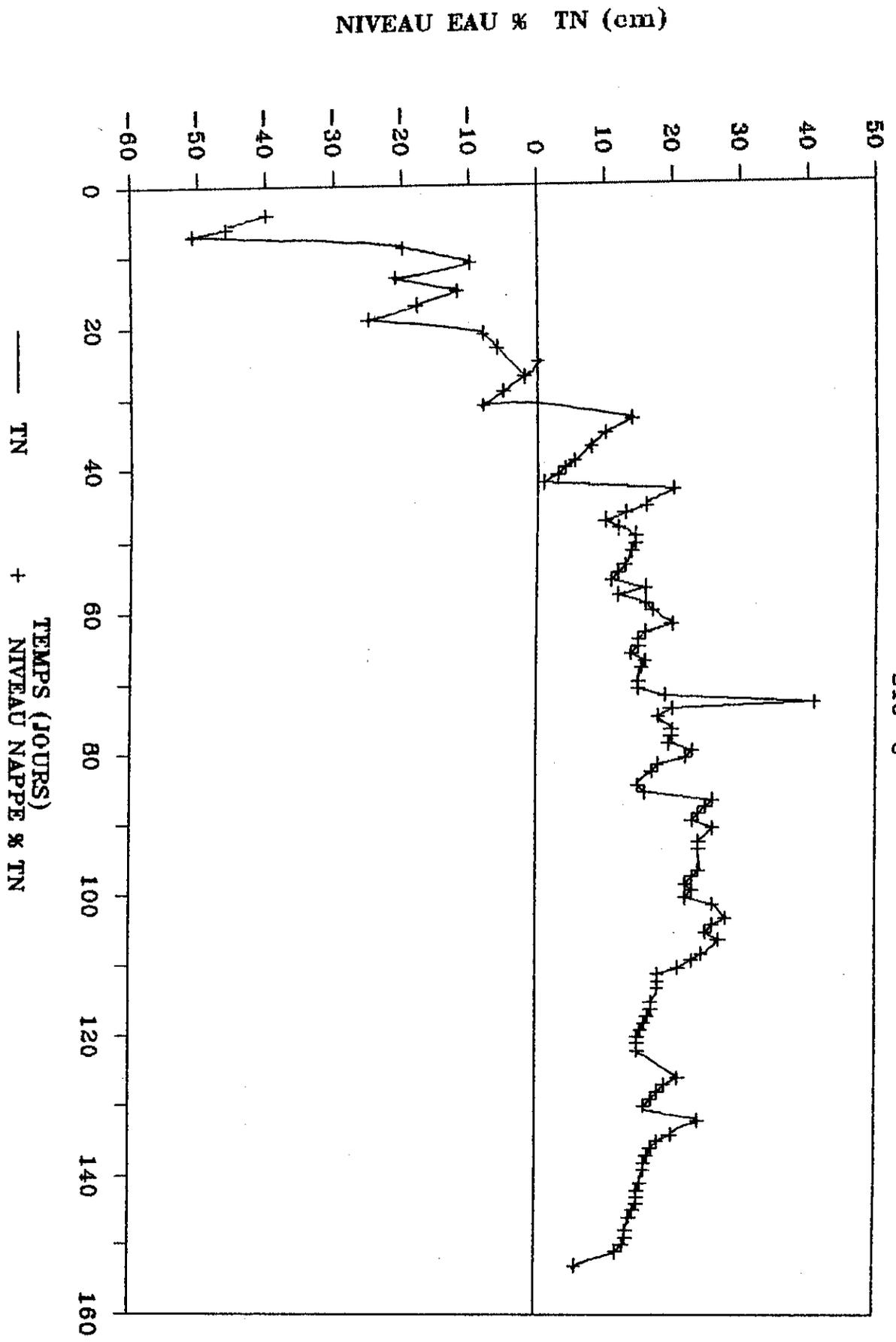
(cf : caractéristiques morphopedologiques et aménagement des bas fonds dans la Comoé : cas de Moadougou et Kawara).

PLUVIOMETRIE DE KAWARA



PIEZOMETRIE DE KAWARA

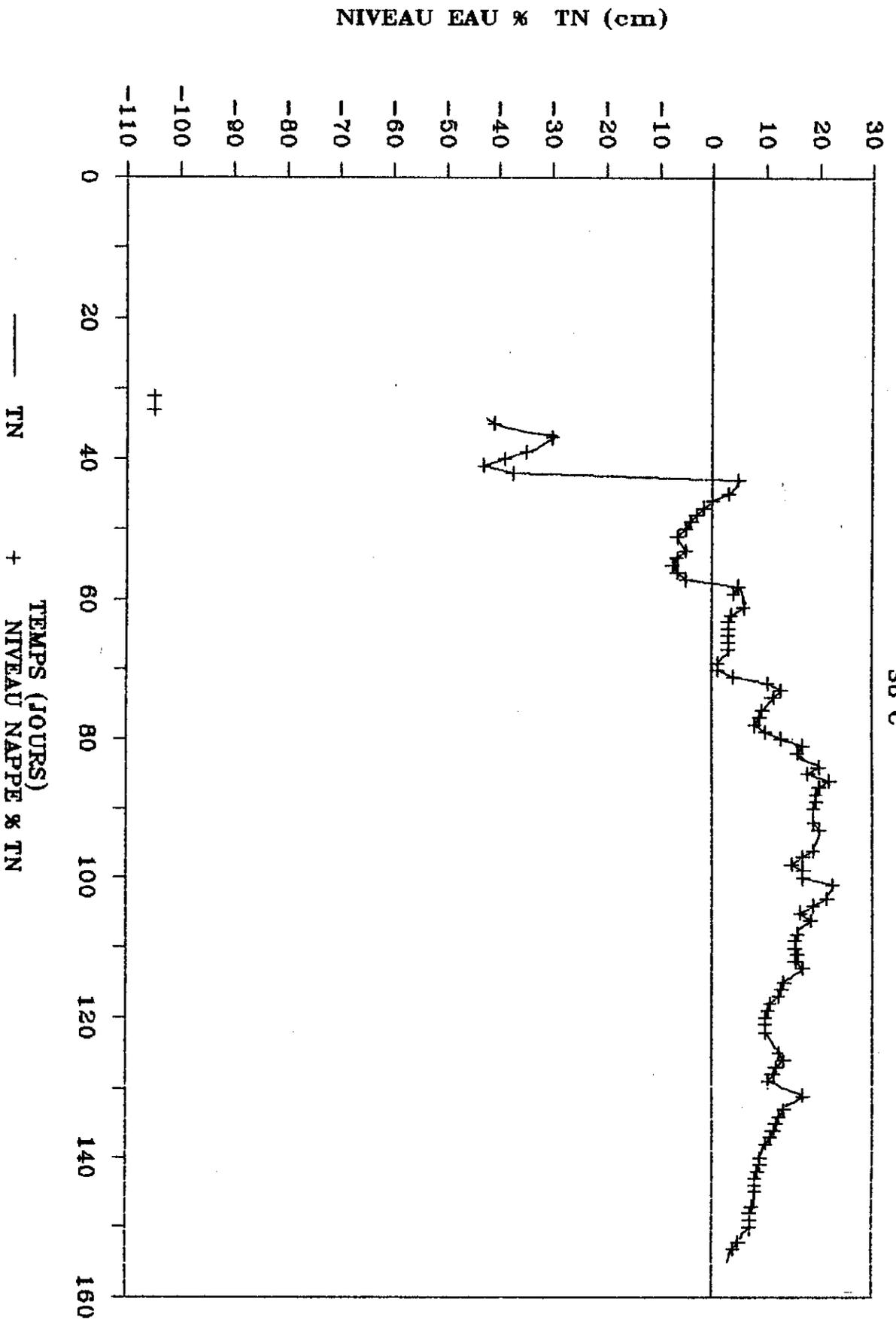
S18 C



Jun-Oct. 1989

PIEZOMETRIE DE KAWARA

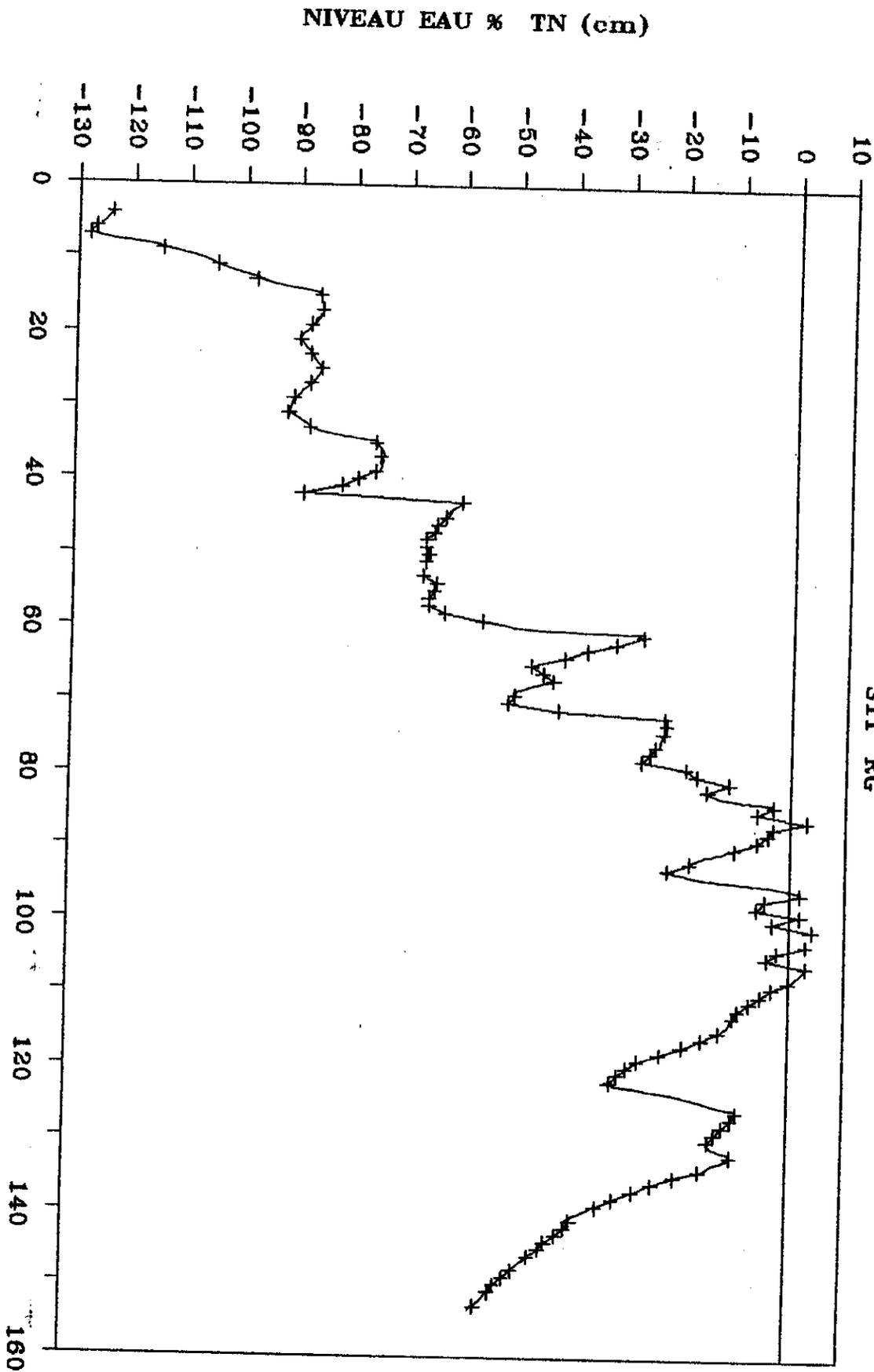
SB C



Juin - Oct. 1889

PIEZOMETRIE DE KAWARA

S11 RG



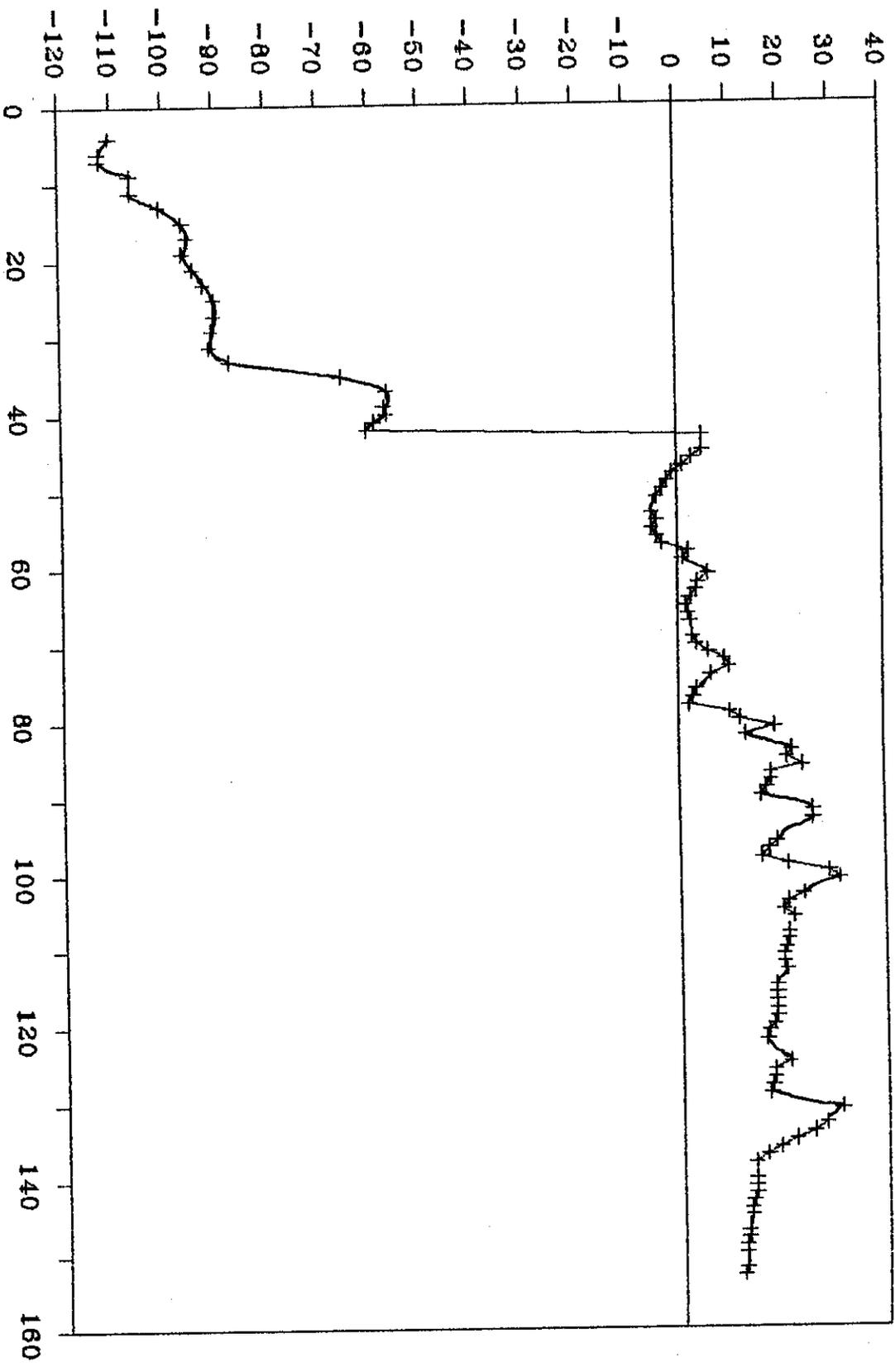
— TN
+ TEMPS (JOURS)
+ NIVEAU NAPPE % TN

Jun-Oct. 1989.

PIEZOMETRIE DE KAWARA

S11 C

NIVEAU EAU % TN (cm)



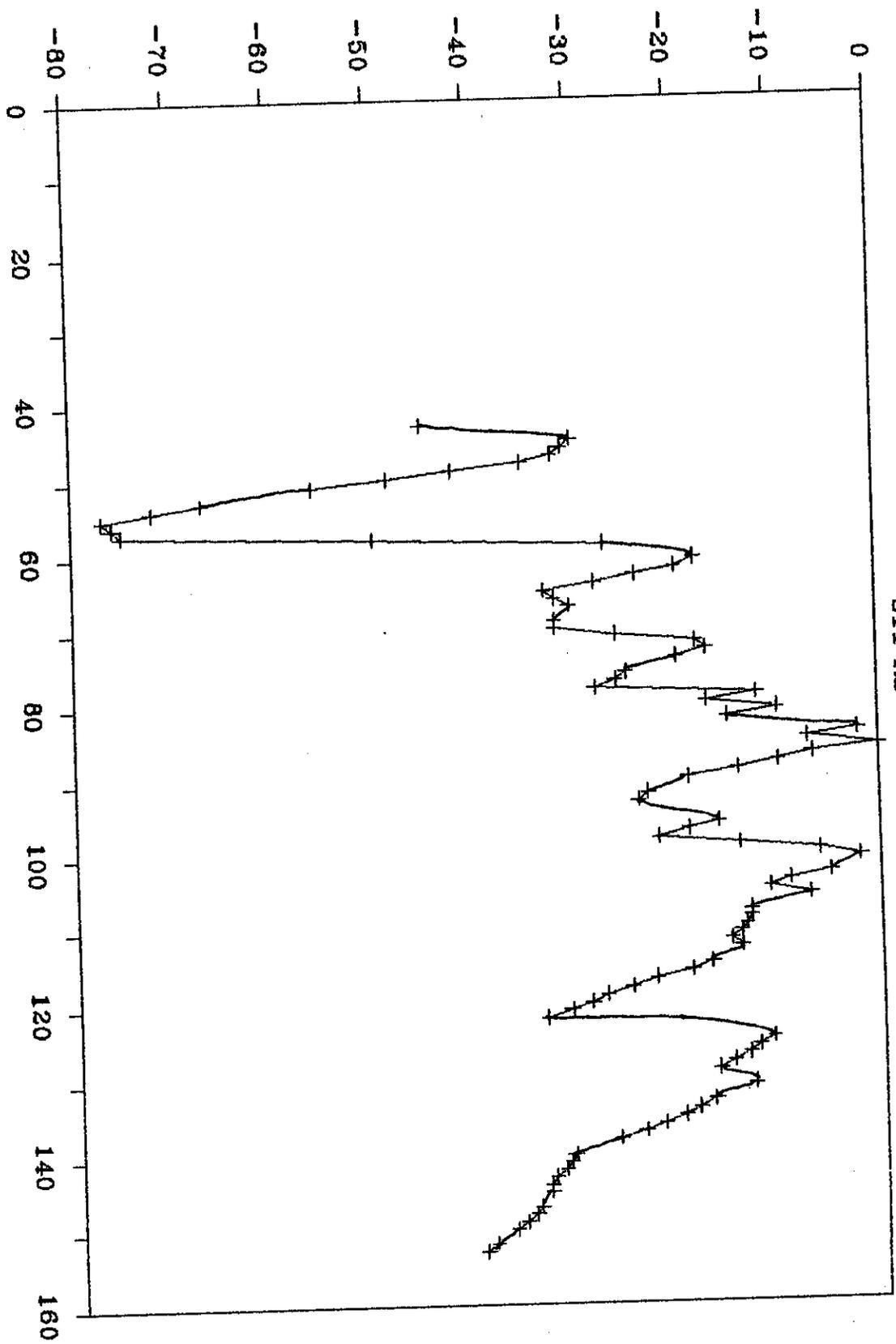
TEMPS (JOURS)
+ NIVEAU NAPPE % TN

Juin - oct 1989

PIEZOMETRIE DE KAWARA

S11 RD

NIVEAU EAU % TN (cm)

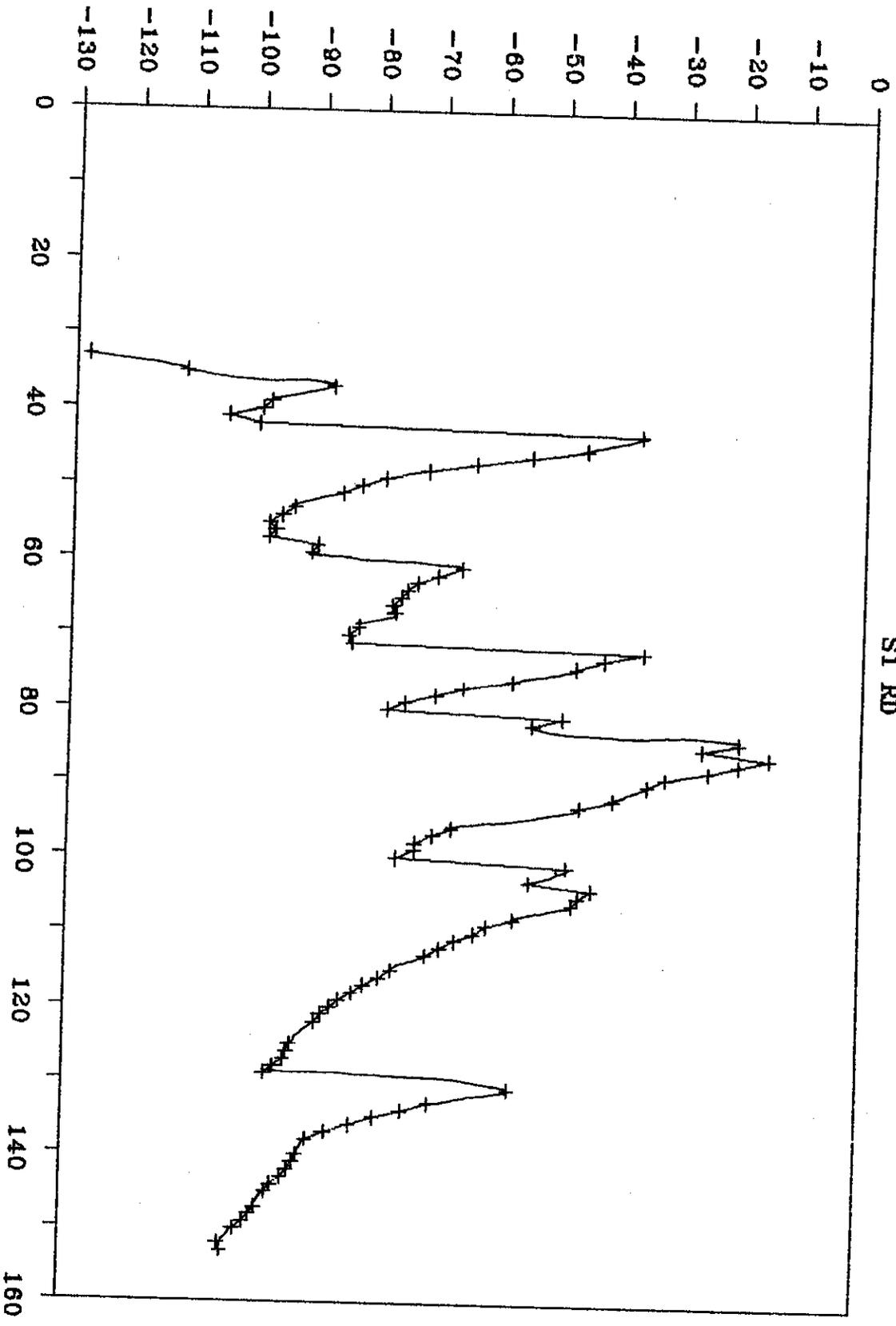


juin - oct. 1969

PIEZOMETRIE DE KAWARA

S1 RD

NIVEAU EAU % TN



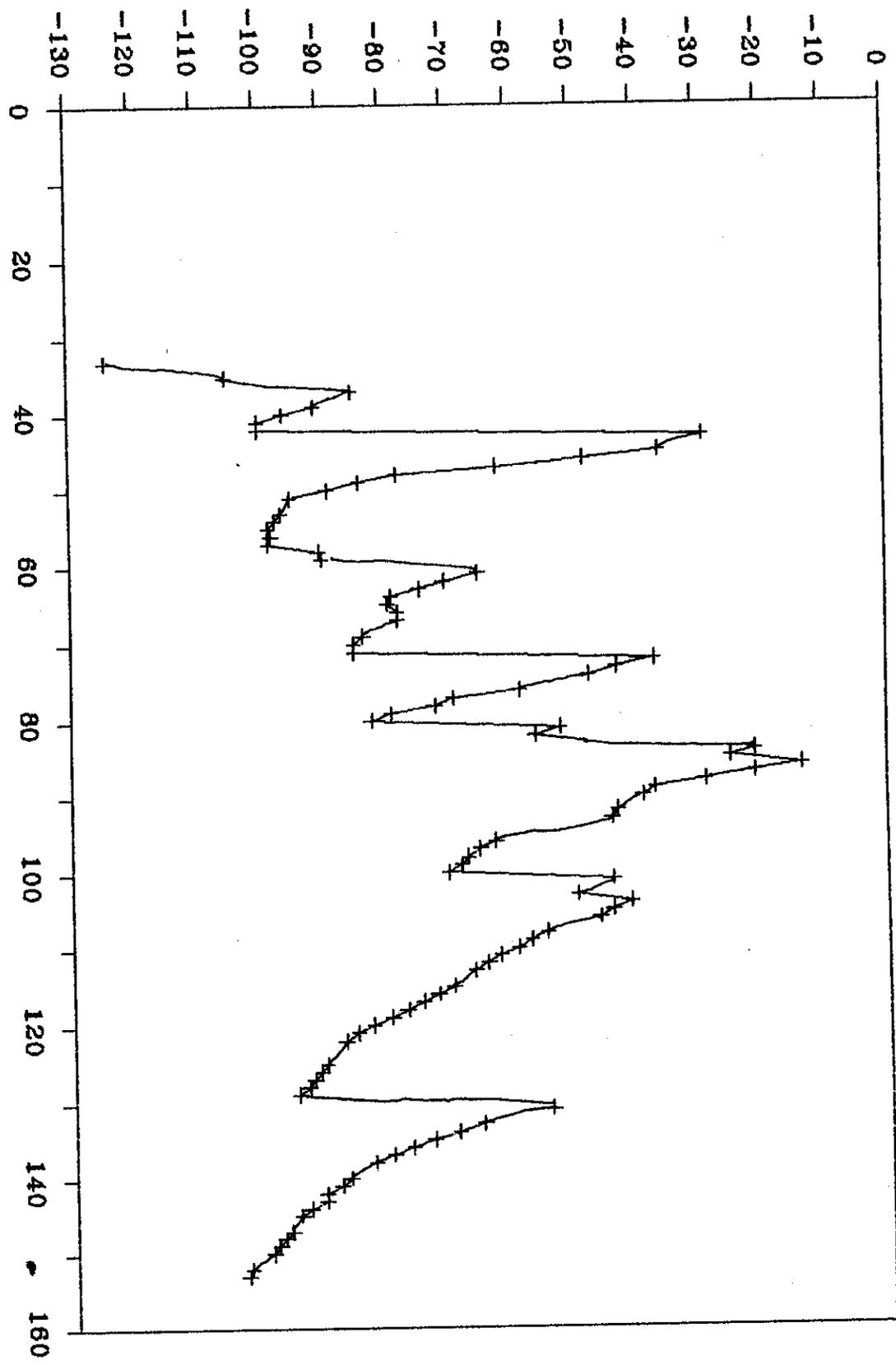
— TN + Niveau Nappe % TN

Jun - oct. 1989

PIEZOMETRIE DE KAWARA

SI RG

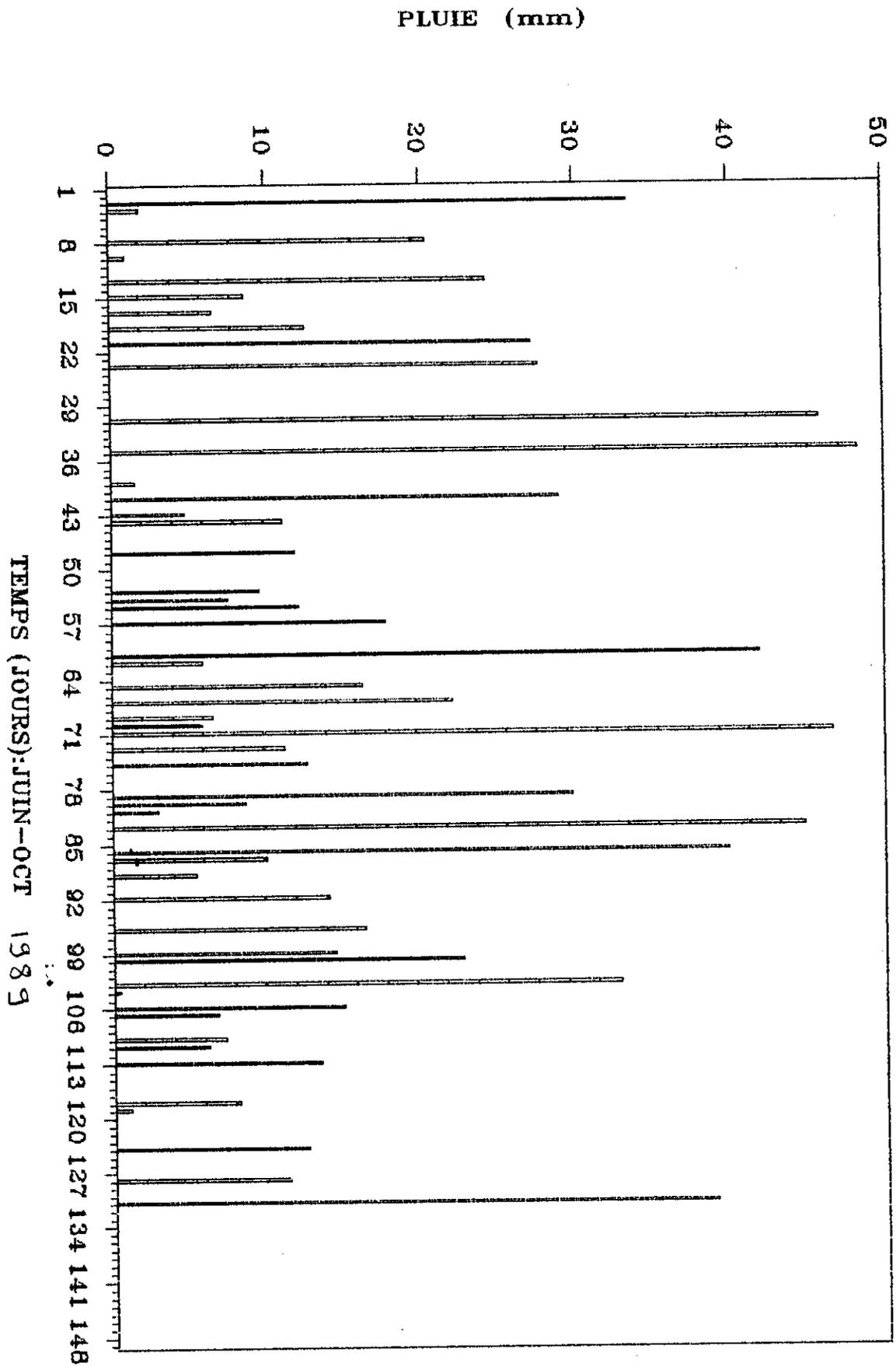
NIVEAU EAU % TN (cm)



——— TN
 + Niveau Nappe % TN

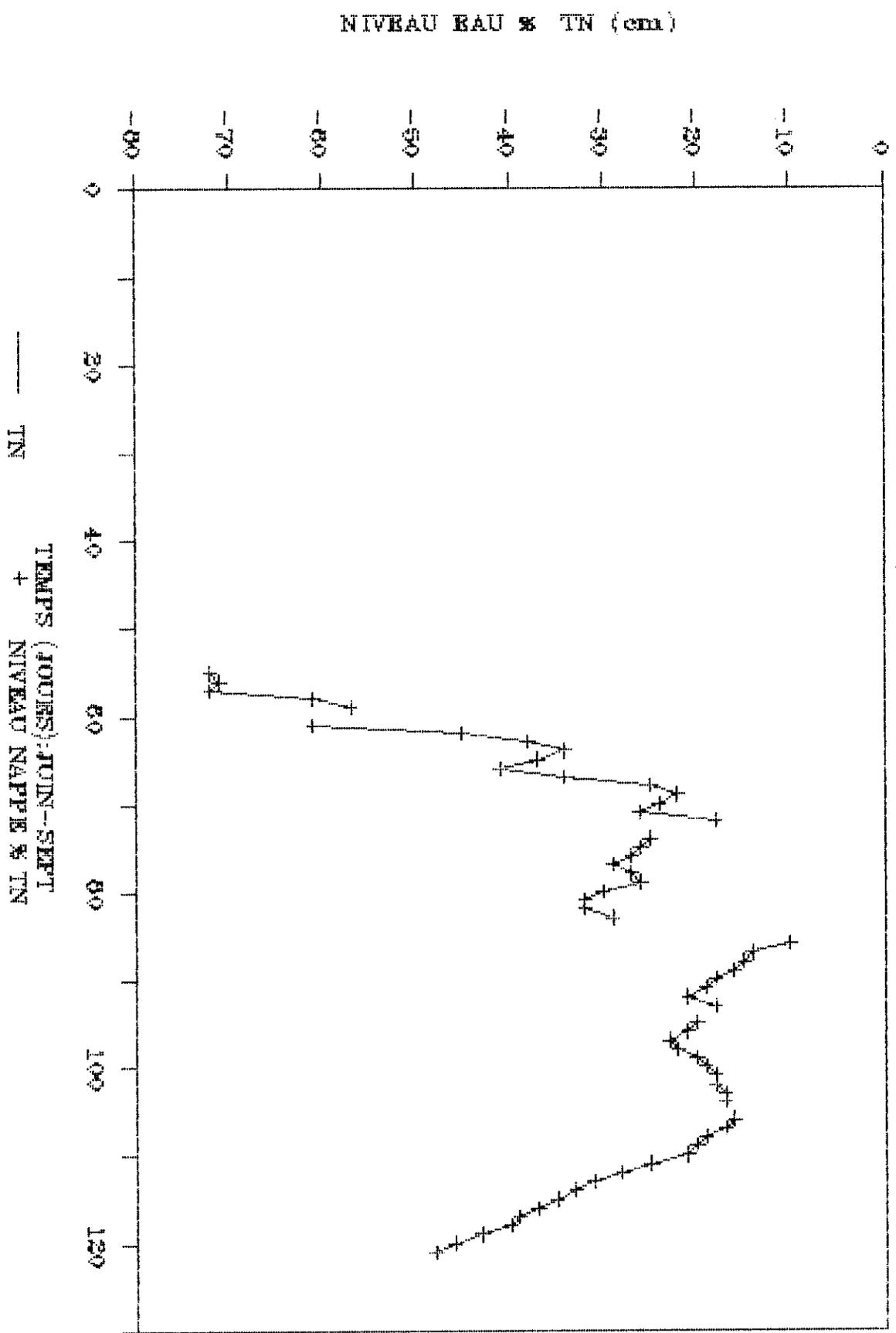
Juin-oct. 1989

PLUVIOMETRIE DE MOADOUGOU



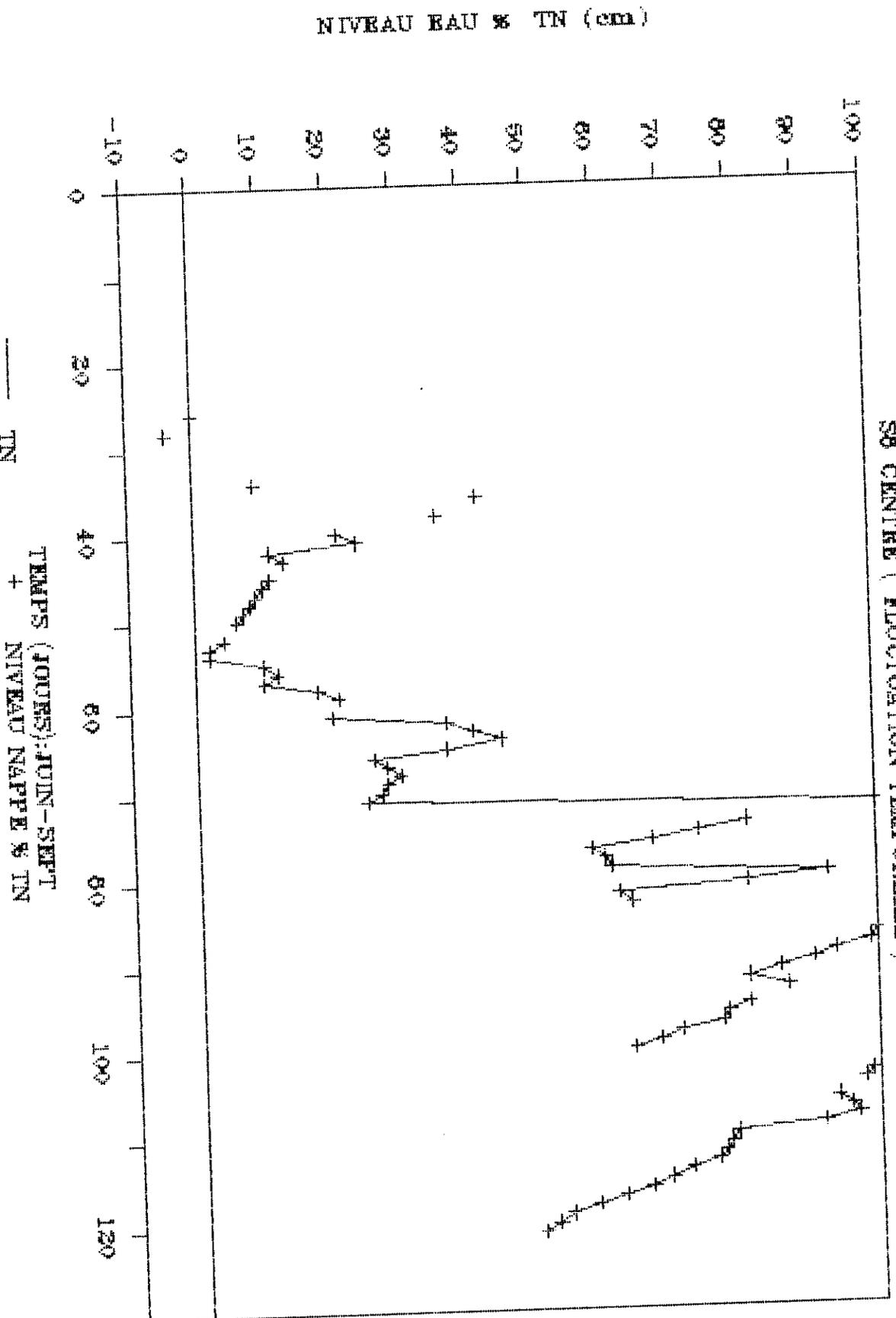
PIEZOMETRIE DE MOADDOUGOU

59 RD (FLUCTUATION TEMPORELLE)



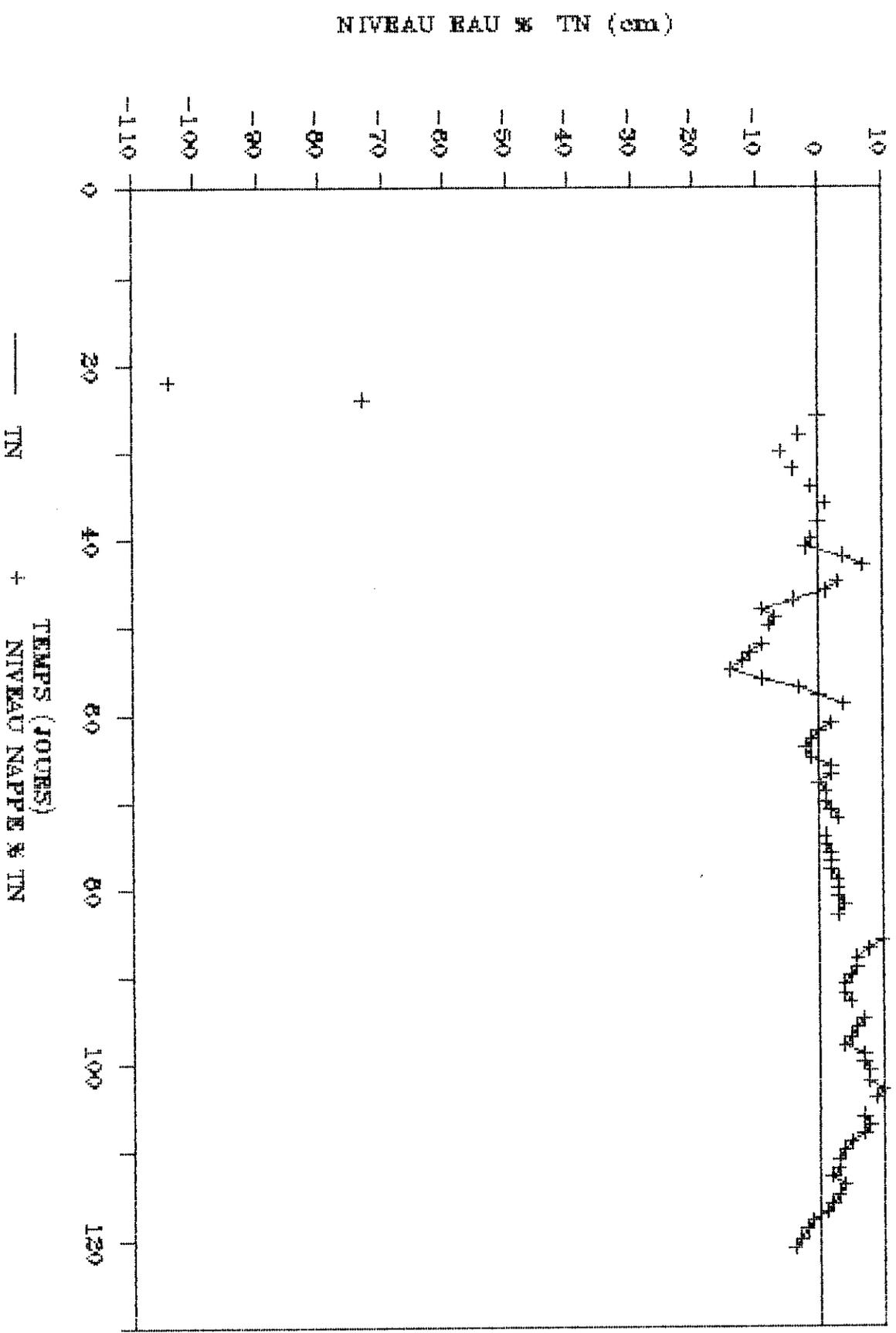
PIEZOMETRIE DE MOADOUGOU

S3 CENTRE (FLUCTUATION TEMPORIELLE)



PIEZOMETRIE DE MOADOUGOU

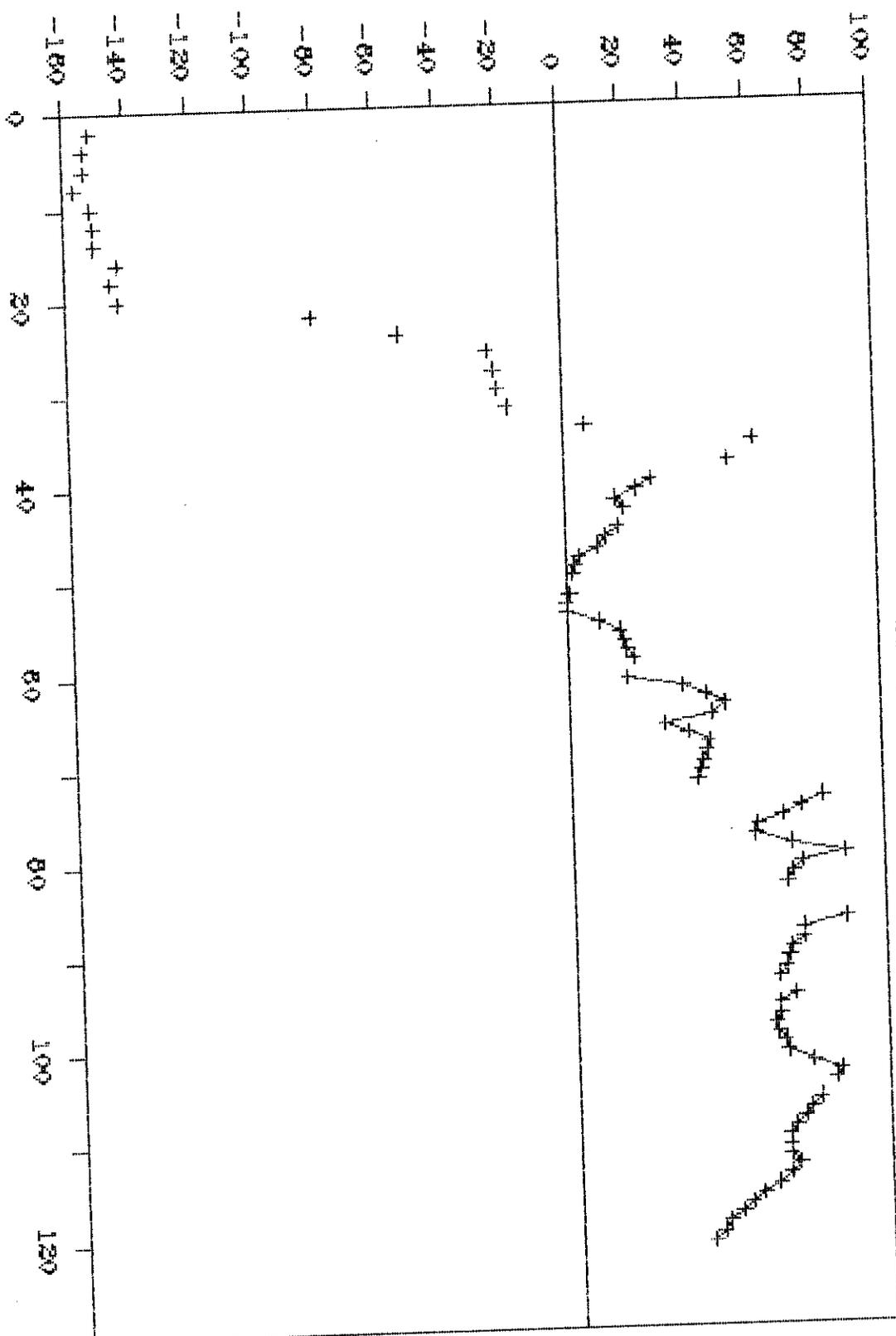
31 AVR



PIEZOMETRIE DE MOADOUGOU

SA C

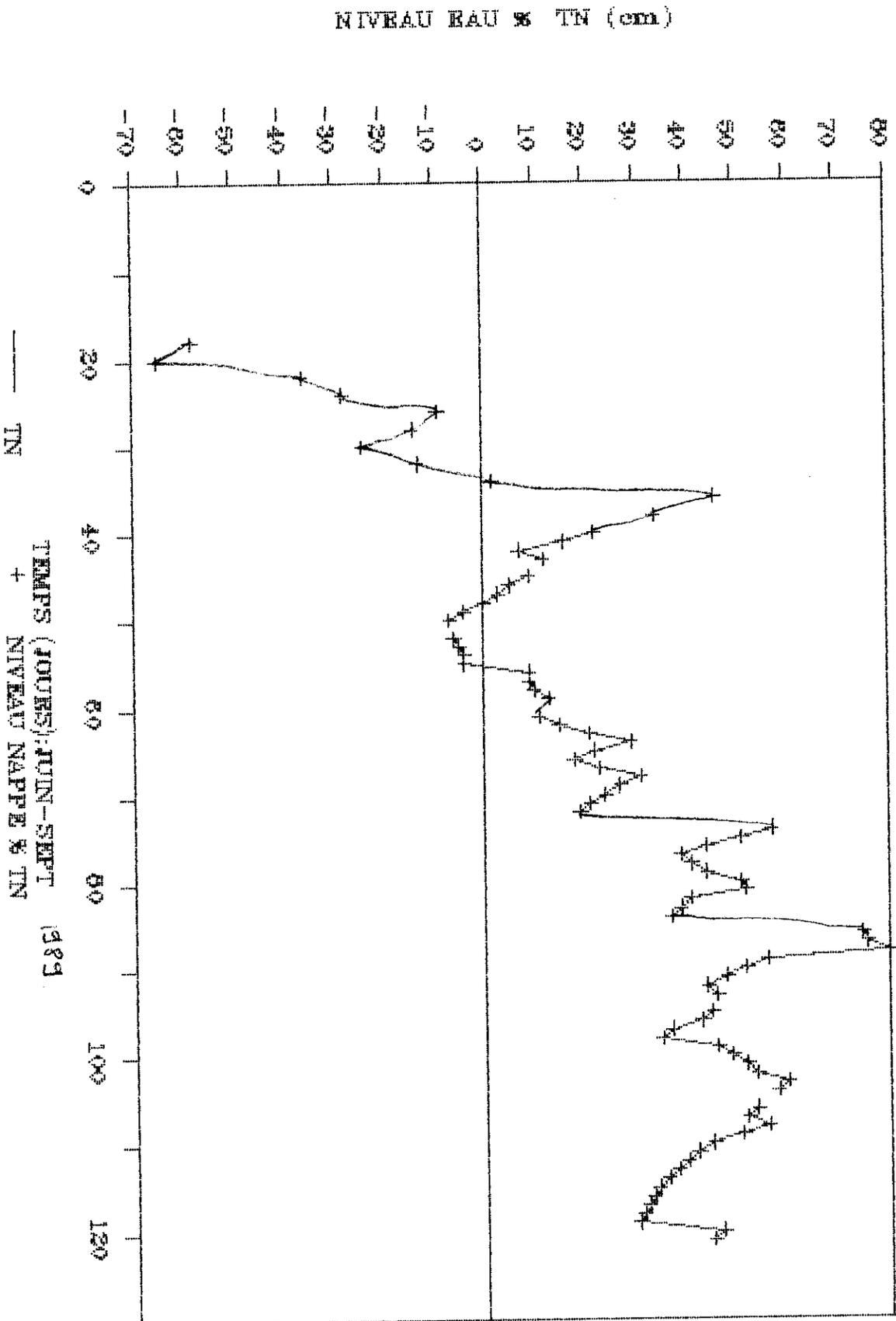
NIVEAU BAU % TN (cm)



TEMPS (HOURS)
 NIVEAU NAPPES & TN

PIEZOMETRIE DE MOADOUGOU

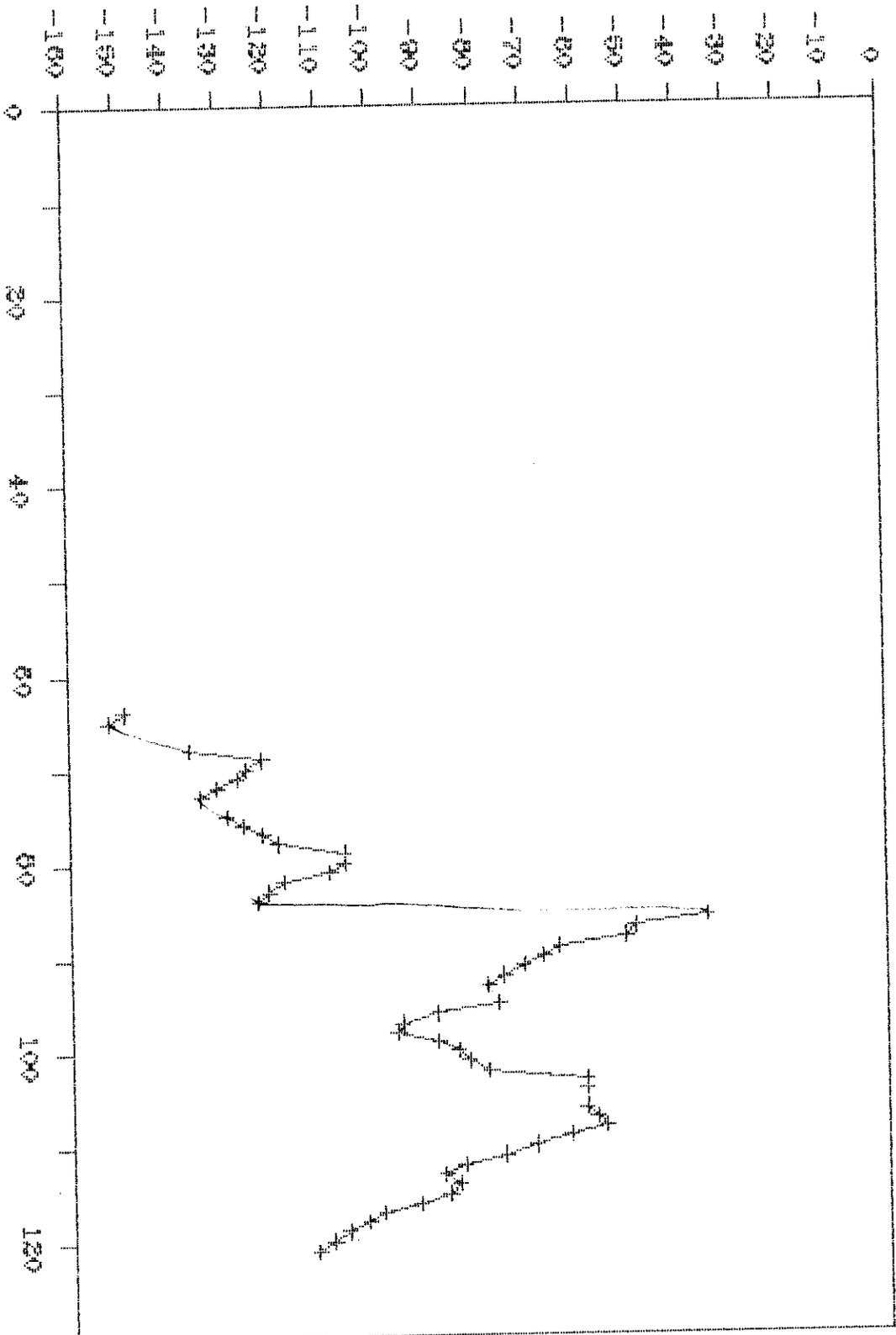
SS CENTRE (FLUCTUATION TEMPORELLE)



PIEZOMETRIE DE MOADDOUGOU

S1 RD

NIVEAU BAU % TN (cm)



TEMPS (JOURS)
NIVEAU BAU % TN

Jun-sept 1988

V .2. RESERVE REGULATRICE

Définition : On entend par réserve régulatrice le volume d'eau gravitaire contenu dans la tranche d'aquifère balayée par la surface piézométrique lorsqu'elle passe du niveau le plus bas au niveau le plus haut. Elle varie d'une année à l'autre.

Le volume d'eau au dessus des niveaux les plus bas joue le rôle de régulateur du débit de l'horizon aquifère.

Quand il y a apport d'eau d'infiltration sous l'effet d'une averse l'aquifère réagit en jouant sur ses fonction réservoir et conductrice. Cette réaction se traduit par une augmentation de la réserve d'eau souterraine et par un écoulement. Cette fonction régulatrice est assimilable à celle d'un barrage vis à vis de son cours d'eau.

Evaluation de la réserve régulatrice W_R

W_R est évaluée par traitement d'une paire de données : le coefficient d'emmagasinement S et le volume de la tranche d'aquifère considérée (cf définition) V_R

On a la relation $W_R = V_R S$

Avec les données dont nous disposons sur les 2 bassins versants de Moadougou et de Kawara, le volume V_R ne peut être déterminé pour les raisons suivantes :

- l'allure de la surface piézométrique n'est connu que dans les bas fonds (qui représentent 6 % de la surface de chaque bassin versant)

- la surface piézométrique n'est pas connue lorsque la nappe est à son niveau minimal (ce niveau ne pouvant être donné par les piézomètres existants)

Il s'en suit que nous ne pouvons évaluer la réserve régulatrice de chaque aquifère.

REMARQUES - SUGGESTION

Au terme de cette étude les situations ci après se dégagent :

- le champ de piézomètres installés ne suit l'évolution de la piézométrie que dans les bas-fonds (6 % de la surface de chaque BV)

- Les piézomètres installés sur les rives (limites latérales des bas-fonds) ne peuvent plus donner le niveau de la nappe à partir de la fin de la saison pluvieuse.

- Des piézomètres sont obturés à certains moments.

- L'évolution des facteurs du comportement hydrofynamique dans le temps compte tenu de la jeunesse des piézomètres

Devant ce constat, nous proposons les suggestions suivantes afin de mieux appréhender le comportement de la nappe dans chaque bassin versant :

- élargir le réseau piézométrique afin de mieux cerner la nappe.

- Enfoncer les piézomètres afin de pouvoir capter la nappe sur toute l'année.

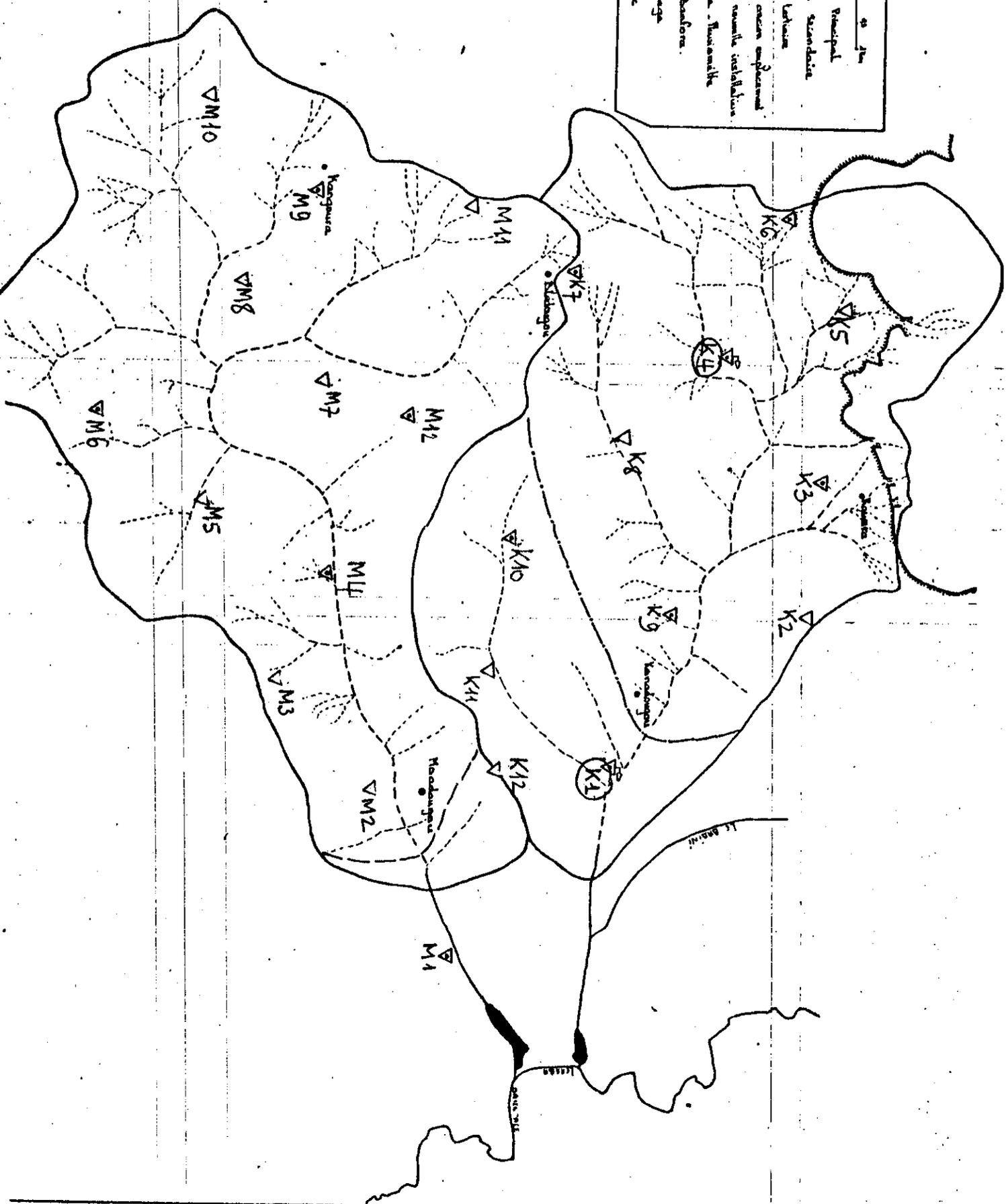
 ONCLUSION

Le présent travail avait pour but l'étude du comportement hydrodynamique de la nappe de chaque bas fond. Les relevés piézométriques pour l'année 1989 nous ont permis de cerner un certain nombre de facteurs du comportement. La jeunesse des piézomètres et leur repartition ont rendu cette étude incomplète. On pourra donc compléter cette étude à l'avenir par une étude des paramètres qu'on n'a pu cerner d'une part et de l'évolution des différents facteurs du comportement hydrodynamique et hydrobiologique rendrait plus complète le comportement général de la nappe.

/-) N N E X E S A.

legende:

- Carte 0 10 km
- Cours d'eau Principal
- Cours d'eau Secondaire
- Cours d'eau Tertiaire
- Pluviosité moyen mensuel
- △ K1 Pluviosité normale isolations
- △ (K2) Pluviosité - Maximum
- falaise de sandstone
- Nom de village
- Mangrove, Lac



Projet CIETH/INERA
Bas-Fond = Floodage

Fiche numerique des piegomètres

Observateur : Serfi Daouda

Section	Emplacement	Piepo. No	Hauteur m	Profondeur m	Anciens = A	Nouveaux = N	Allongés = AL	Remplacement = R	Observations
Section 1	RA	1	0,50	4,50	A	-	-	-	
	C	2	1	4,50	A	-	-	-	
	RG	3	0,50	4,50	-	-	-	-	
Section 2	C	4	1	4,70	-	N	-	-	
	RA	5	0,50	4,50	A	-	-	-	(bois)
Section 3	C	6	1	4,50	A	-	-	-	
	RA	7	0,50	4,50	A	-	-	-	(bois)
	RG	8	0,50	4,50	-	-	-	-	
Section 4	RD	9	0,50	4,50	A	-	-	-	
	C1	10	1	4,50	A	-	-	-	
	C2	11	0,50	4,50	-	N	-	-	
	RG	12	0,50	4,50	-	N	-	-	
Section 5	RA	13	0,50	4,50	A	-	-	-	
	RG	14	0,50	4,50	-	-	-	-	(bois)
	C	15	1	4,70	-	N	-	-	
Section 6	A	16	0,50	4,50	A	-	-	-	
	RA	17	0,50	4,50	A	-	-	-	
	C1	18	1	4,50	A	-	-	-	
Section 7	C2	19	1	4,70	-	N	-	-	
	RG	20	0,50	4,50	A	-	-	-	
	RA	21	1	4,70	-	N	-	-	
Section 8	C	22	1	4,70	-	N	-	-	
	RG	23	1	4,70	-	N	-	-	
	RA	24	0,50	4,50	A	-	-	-	
Section 9	C1	25	1	4,50	A	-	-	-	
	C2	26	1	4,70	-	N	-	-	
	RG	27	0,50	4,50	A	-	-	-	
Section 9	C	28	1	4,70	A	-	-	R	

Amont

Aval

Proj. CIHT/INERA
 Ann. 1853-90
 Bas Fond: Roadloger

Pos. Aout

Legende
 - see
 ⊗ inaccessible
 + inondé
 X obstacle

Fille piezométrique
 Ouvrier: Sali Dardas

D	Section 1			Section 2			Section 3			Section 4			Section 5			Section 6			Section 7			Section 8			Set 9	Observations		
	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D				
1	-118	+	⊗	+141	-17	+142	+1	-55	+62	+69	+16	-17	-16	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
2	-121	+	⊗	+39	-15	+40	-1	-53	+60	+69	+16	-17	-16	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
3	-122	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
4	-126	+	⊗	+51	-28	+47	+4	-62	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
5	-128	+	⊗	+39	-19	+46	-1	-50	+69	+60	+16	-28	-15	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
6	-129	+	⊗	+57	-32	+48	+2	-67	+84	+81	+15	-30	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
7	-136	+	+	+23	-31	+28	-2	-74	+44	+38	+15	-24	-23	+6	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
8	-138	+	+	+31	-22	+33	0	-58	+50	+44	+14	-17	-20	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
9	-142	+	+	+24	-26	+31	-1	-64	+48	+43	+14	-21	-19	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
10	-145	+	+	+19	-37	+28	-2	-70	+46	+41	+13	-28	-17	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
11	-148	+	+	+14	-26	+28	-3	-57	+47	+59	+16	-27	-16	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
12	-149	+	⊗	+44	-18	+50	+8	-62	+78	+71	+16	-28	-16	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
13	-152	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
14	-155	+	⊗	+31	-3	+32	-22	-72	+44	+31	+15	-24	-23	+6	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
15	-158	+	⊗	+11	-17	+43	+3	-56	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
16	-161	+	⊗	+14	-18	+50	+8	-62	+78	+71	+16	-28	-16	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
17	-164	+	⊗	+39	-15	+40	-1	-53	+60	+69	+16	-17	-16	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
18	-167	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
19	-170	+	⊗	+39	-19	+46	-1	-50	+69	+60	+16	-28	-15	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
20	-173	+	⊗	+57	-32	+48	+2	-67	+84	+81	+15	-30	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
21	-176	+	⊗	+51	-28	+47	+4	-62	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
22	-179	+	⊗	+39	-19	+46	-1	-50	+69	+60	+16	-28	-15	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
23	-182	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
24	-185	+	⊗	+31	-3	+32	-22	-72	+44	+31	+15	-24	-23	+6	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
25	-188	+	⊗	+11	-17	+43	+3	-56	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
26	-191	+	⊗	+14	-18	+50	+8	-62	+78	+71	+16	-28	-16	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
27	-194	+	⊗	+39	-15	+40	-1	-53	+60	+69	+16	-17	-16	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
28	-197	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
29	-200	+	⊗	+39	-19	+46	-1	-50	+69	+60	+16	-28	-15	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
30	-203	+	⊗	+57	-32	+48	+2	-67	+84	+81	+15	-30	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
31	-206	+	⊗	+51	-28	+47	+4	-62	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
32	-209	+	⊗	+39	-19	+46	-1	-50	+69	+60	+16	-28	-15	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
33	-212	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
34	-215	+	⊗	+31	-3	+32	-22	-72	+44	+31	+15	-24	-23	+6	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
35	-218	+	⊗	+11	-17	+43	+3	-56	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
36	-221	+	⊗	+14	-18	+50	+8	-62	+78	+71	+16	-28	-16	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
37	-224	+	⊗	+39	-15	+40	-1	-53	+60	+69	+16	-17	-16	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
38	-227	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
39	-230	+	⊗	+39	-19	+46	-1	-50	+69	+60	+16	-28	-15	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
40	-233	+	⊗	+57	-32	+48	+2	-67	+84	+81	+15	-30	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
41	-236	+	⊗	+51	-28	+47	+4	-62	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
42	-239	+	⊗	+39	-19	+46	-1	-50	+69	+60	+16	-28	-15	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
43	-242	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
44	-245	+	⊗	+31	-3	+32	-22	-72	+44	+31	+15	-24	-23	+6	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
45	-248	+	⊗	+11	-17	+43	+3	-56	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
46	-251	+	⊗	+14	-18	+50	+8	-62	+78	+71	+16	-28	-16	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
47	-254	+	⊗	+39	-15	+40	-1	-53	+60	+69	+16	-17	-16	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
48	-257	+	⊗	+51	-20	+53	+5	-67	+93	+81	+16	-19	-15	+3	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
49	-260	+	⊗	+39	-19	+46	-1	-50	+69	+60	+16	-28	-15	+2	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
50	-263	+	⊗	+57	-32	+48	+2	-67	+84	+81	+15	-30	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
51	-266	+	⊗	+51	-28	+47	+4	-62	+78	+74	+15	-29	-22	+1	+10	+	+12	+7	+95	+3	-6	+1/2	+98	+3/0	-10	-	-67	+51
52	-2																											

Proj: CIEM/INERA

Annee: 1989-1990

3^{es} Sect: Flobourgou

Pos: September

inonant

+ inaccessible

Tube pègometrique

Observateur: Bette Dausder

Station	Section 1			Section 2			Section 3			Section 4			Section 5			Section 6			Section 7			Section 8			Observations			
	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G	D	C	G				
1	-78	0	-98	+46	-51	+43	+1	-51	+1	-51	+34	+66	+16	-26	-17	+5	+98	+10	+5	+20	+25	-11	+36	+86	+16	-12	+22	+2
2	-26	0	-26	+45	+51	+51	+5	-19	+5	-19	+38	+31	+12	-20	-19	+7	0	+12	+5	+33	+26	-10	+26	+81	+10	-20	+11	-20
3	-18	0	-98	+63	+49	+49	+4	-18	+4	-18	+36	+66	+17	-27	-27	+6	0	+16	+2	+66	+20	-14	+40	+80	+18	-8	+18	-85
4	-85	0	-103	+57	+44	+44	+3	-14	+3	-14	+40	+66	+16	-16	-39	+5	+57	+11	0	+68	+61	-17	+40	+76	+16	-11	+16	+14
5	-56	0	-106	+53	+19	+19	+1	-19	+1	-19	+67	+64	+16	-34	-28	+4	+24	+11	-3	+37	+60	-13	+16	+84	+14	-13	+14	+160
6	-81	0	-101	+46	+17	+17	+4	-17	+4	-17	+69	+58	+12	-27	-20	+3	+34	+16	+6	+57	+59	-20	+16	+82	+14	-12	+14	+33
7	-34	0	-87	+49	+16	+16	+4	-16	+4	-16	+41	+67	+18	-66	-31	+9	+98	+16	+2	+53	+56	-22	+10	+80	+16	-13	+16	+36
8	-92	0	-96	+52	+18	+18	+5	-18	+5	-18	+35	+58	+19	-18	-33	+8	+26	+13	+5	+9	+9	-18	+16	+93	+16	-18	+16	+53
9	-17	0	-35	+54	+21	+21	+7	-17	+7	-17	+80	+16	+20	-41	-18	+8	+13	+13	+4	+28	+100	-16	+26	+95	+16	-16	+16	+32
10	-19	0	-1	+60	+18	+18	+5	-18	+5	-18	+51	+85	+10	-24	-17	+10	+15	+15	+8	+36	+38	-15	+16	+85	+16	-15	+16	+50
11	-51	0	-1	+58	+18	+18	+2	-18	+2	-18	+88	+33	+19	-30	-16	+9	+15	+15	+2	+35	+35	-15	+16	+85	+16	-17	+16	+18
12	-53	0	-1	+54	+18	+18	+10	-18	+10	-18	+95	+38	+18	-28	-18	+7	+11	+11	0	+41	+44	-18	+16	+86	+16	-16	+16	+16
13	-52	0	-1	+58	+17	+17	+11	-17	+11	-17	+93	+35	+18	-55	-16	+8	+15	+15	+1	+43	+43	-14	+16	+86	+16	-14	+16	+14
14	-55	0	-1	+56	+16	+16	+12	-16	+12	-16	+82	+33	+18	-28	-18	+8	+11	+11	+1	+47	+31	+13	0	+88	+16	-19	+16	+14
15	-62	0	-1	+51	+12	+12	+2	-12	+2	-12	+72	+70	+17	-11	-11	+5	+11	+11	+3	+54	+66	-14	0	+82	+16	-20	+16	+16
16	-69	0	-24	+25	+16	+16	+5	-16	+5	-16	+74	+68	+18	-33	-24	+4	+8	+8	+6	+60	+65	-16	+16	+85	+16	-16	+16	+39
17	-15	0	-77	+47	+11	+11	+2	-11	+2	-11	+25	+43	+18	-36	-23	+3	+11	+11	+8	+60	+65	-16	+16	+85	+16	-16	+16	+38
18	-25	0	-82	+40	+13	+13	+4	-13	+4	-13	+26	+68	+17	-18	-34	+3	+11	+11	+9	+62	+62	-21	+16	+80	+16	-18	+16	+38
19	-87	0	-84	+38	+26	+26	-1	-26	-1	-26	+78	+71	+17	-39	-35	+2	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38
20	-84	0	-83	+36	+24	+24	+6	-24	+6	-24	+75	+71	+17	-39	-35	+2	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38
21	-86	0	-85	+34	+27	+27	+5	-27	+5	-27	+70	+67	+18	-44	-39	+3	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38
22	-88	0	-88	+23	+33	+33	+4	-33	+4	-33	+61	+53	+16	-46	-41	+2	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38
23	-93	0	-91	+33	+39	+39	+3	-39	+3	-39	+65	+55	+16	-46	-41	+2	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38
24	-102	0	-94	+31	+43	+43	+2	-43	+2	-43	+59	+58	+16	-50	-46	+2	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38
25	-106	0	-96	+30	+47	+47	-1	-47	-1	-47	+55	+48	+15	-51	-47	+2	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38
26	-105	0	-98	+27	+51	+51	-2	-51	-2	-51	+53	+46	+14	-53	-49	+2	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38
27	-112	0	-101	+25	+52	+52	-4	-52	-4	-52	+50	+43	+13	-55	-51	+2	+11	+11	+3	+60	+60	-23	+16	+80	+16	-21	+16	+38

(SECTION) NO

DATE	1		2		3			4		5			6			7			8			9			10			11			12			13			Summary
	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	C	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	RG	C	RD	RG	C	RD	C	RG	C	RD	RG	C	RD			
1																																					
2		355	-	-	-	+7	-	-	-	208	-	775	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	182		
3																																					
4	-	+22	-	+11/100	-	+18	-	+55/20	+23/24	-52/15	-	+18	-	-	-	705	-	-	325	-	124	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30				
5				+8/100				+575	+15/20	-52/20																											
6		+415	-	+11/50		+6		+56	+10/20	-15/20		+20	-	-	-	0	-	-	60	-	127	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36				
7	-	+30	-	+10/25		+6		+55	+6/20	-7/20		+145	-	-	-	-	-	-	675	-	128	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100				
8																																					
9	-	+335	-	+15/25		+19		+46	+6/20	+6/16		+185	-	-	-	36	-	-	95	-	115	106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80				
10																																					
11	-	+375	-	+16/25		+18		+57	+125/20	+10/13		+35	-	-	-	135	-	-	15	-	105	106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	845				
12																																					
13	-	+42	-	+85/45	+25	+295		+60	+28/20	+16		+5	-	-	-	123	-	-	115	-	38	1095	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	180			
14																																					
15	-	+63	-	+24/40	+13	+22		+70	+40/20	+21		+3	-	-	-	105	-	-	10	-	865	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+5	176			
16																																					
17	-	+585	-	+28/40		+16		+67	+22/28	+16	110	+7	-	-	-	118	-	-	150	-	17	87	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	171		
18																																					
19	-	+555	-	+20/20	X	+13		+65	+22/26	+14	146	+6	140	-	-	125	-	X	13	-	88	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	127		
20																																					
21	-	+61	-	+30/45	X	+22		+69	+45/25	+18	115	+10	114	-	-	90	-	-	140	-	22	90	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	185		
22																																					
23	-	+64	-	+35/48	X	+23		+71	+42/28	+19	110	+65	105	-	-	80	-	-	141	-	22	88	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	185		
24																																					
25	-	+18	-	+40/57		+26,5		+72	+55/20	+25	102	118	102	-	-	66	-	-	139	-	95	86	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	180		
26																																					
27	-	+675	-	+48		+24		+65	+63/26	+24,5	110	+12	111	-	-	78	-	-	139,5	-	20	88	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	185		
28																																					
29	-	+675	-	+46		+23		+58	+60/28	+22	114	+6	116	-	-	112	-	-	140	-	38,5	91	90,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	185		
30																																					
31																																					

T.S. V.P. → Suite

TOURNAMENT
- G
FILE

ANNEE 1989

PROJET : CIEM / INERA

FICHE : PIEZOMETRIQUE

bas-Fond : Kawara

MOIS : juillet

OBSERVATEUR : Coulibaly
Houma

Date	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10			11			12		13		
	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	C	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	RG	C	RD	RG	C	RD	C	RG	C	RD		
1		+67	-	+66	X	+21	X	+54,5	+55,5	+21,5	110	+1,5	119	-	-	-125	-	-105	-4,5	+	-22	-31	-	-	-	-	-	-46	-134
2																													
3	124	+22,5	128	+50,5	80	+25	X	+56,5	+63,5	+22	39	+7	110	105	-	-	90	-	140	-18,5	X	-88	-87	-	-	-	-181	+5	128
4																													
5	105	+80	118	+63	-35	+30	X	+66	+100	+30	71	+47	-76	-41	-	-	8	-	135	+7,5	X	-76	-65,5	-	-	-	-180	+60	80
6																													
7	85	IN	-88	+66	-38	+28,5	X	+69	+97	+22	-23	+16	-65	-30	-	-	16	-	125	+8	X	-75	-56,5	-	-	-	-167	+22	183
8																													
9	31	IN	-98	+60	-65	+28,5	X	+66	+96	+15	-80	+14	-	35	-	-	116	-	126	+7,5	X	-76	-57	-	-	-	-168	+16	130
10	36	IN	-99,5	+60	-84	+29		+69	+96,5	+29	-31	+15	-	39	-	-	114	-	125	+10	X	-78	-56,5	-	-	-	-185	+15	130
11	100	IN	105	+65	110	88	X	+64,5	+94,5	88	101	114	-87	-43	-	-	115	-	127	+3	X	-82	-59	-	-	-	-130	116	141
12	100	IN	100	+56	-97	+30	X	+65	+94,5	+23,5	105,5	+13	-38,5	-39,5	-	-	118,5	-	125	+8,5	X	-113	-83	-60,5	-	-	-136	+12	158
13	23	IN	-37	+70	-88	+39	-56	+75	+94,5	IN	+39,5	-61	+22	-46	+5	-80	+26	-92	-85	+27	-15	-60	+5	-65	180	-106	+22	153	
14																													
15	26	IN	-26	+83,5	-25	+37	80	+78,5	+98	+37	-66	+20	-56	+3	-82	+21	89	-88	+22	96	-63	+5	-30	-167	-88	+19	-67		
16	48	IN	-55	+69	36	+36	84	+77	+97	+36	-70	+19	59	0	-94	+16	83,5	-90,5	+20	85	-66,5	+3	-31	-160	-86,5	+16	-78		
17	68	IN	64	+69,5	-45	+35,5	89	+71,5	+96	+35,5	-75	78	68	-1,5	-92	+13,5	84	-93	+19	-22	-65	+1	-32	-154	-85	+3	-82		
18	78	IN	-72	+69,5	-62	+35	38	+70,5	+95	+35	-81,5	+17	65,5	-3	-103	+15	86,5	-93,5	+19,5	-71	-66,5	-1	-35	-155,5	-85	+2	131		
19	84	IN	-79	+69	-79	+35	36	+79	+94	+35	-86,5	+17	68	-6	-107	+16,5	86,5	-100	+18	-21	-66,5	-8	-42	-152,5	-86	+6	150		
20	89	IN	-83	+69,5	-86	+35	38,5	+79,5	+93,5	+36,5	-89,5	+17	70	-5	-110	+13	84,5	-103	+19	-70	-66	-3	-47,5	-158	-86,5	+6,5	165		
21	35	IN	-96	+69	-91	+36,5	41,5	+79,5	+93,5	+36	-93	+16,5	76	-6,5	-111	+13	85	-106	+19,5	-70,5	-66,5	-4	-56	-159	-88	+6	147		
22																													
23	96,5	IN	-94	+69,5	-93	+36	66	+79,5	+93,5	+36	-95	+16	81,5	-5	-116	+12,5	82	-108,5	+16	-21,5	-67	-5	-67	-157	-79	+9	-72		
24	97,5	IN	-96	+69	-94	+36	69	+79,5	+93,5	+36	-99	+16	86,5	-6,5	-112	+13,5	89	-110	+16	-72	-66,5	-6	-72	-158,5	-79	+8	-88		
25	98,5	IN	-98	+68	-96	+35	50	+79,5	+93,5	+33	-100	+10,5	94	-7,5	-113	+13	90	-111	+15	-23	-65	-5	-72	-156	-78	+13	-101		
26	98	IN	-97	+69,5	-99	+35	51,5	+79,5	+93,5	+33,5	-102	+10,5	94	-6,5	-115	+11	90	-113	+15	-74	-66	-6	-76	-154	-72	+23	-90		
27	98,5	IN	-98	+69,5	-99	+35	52,5	+79,5	+93,5	+36	-100	+10	98,5	-5	-113	+12	88	-110	+16	-73	-66	-3	-75	-152	-79,5	+16	-82		
28	90,5	IN	-90	+69,5	-95	+36,5	35	+79,5	+93,5	+38	-92	+26	-77	+5	-110	+14	80	-110	+14	-67	-63	+2	-50	-150	-60	+25	-80		
29	90	IN	-91	+69,5	-93	+36	40	+79,5	+93,5	+36	-89	+27	-70	+4	-112	+14	81	-110	+13,5	-59	-56	+1	-22	-149	-59	+96	-73		
30																													
31	65	IN	-66	+58	-46	-16	47	+79,5	+93,5	+6	-98	+30	-50	-93	+20,5	-24	-82	+6	-18	-135	-29	+26	-51						

T.S.V.P. Suite

ANNEE : 1989

MOIS : Août

... ..

TSAS-FOND : Kawara

Observateur : - Louhily Hourou

Date	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12				13			
	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C	RG	C	RD	C								
1	70,5	1W	-70	X	-61	+45	-16	+21	1W	+46	-38	71	+40	-56,5	+3,5	98	+28	-53	92	51,5	-36	38	+4	80	128,5	41	+16	-56																								
2	74,5	-	73,5	X	-66	+42	-18	+28	+39	+36	-74	+37	-33,5	+3	100	72,5	-52	200	+18,5	-37	37	+3,5	24	274	42	+14	-61																									
3	79	-	75	X	-71	+44	-21	+27	+28	+40,5	-77	+35,5	-61	+3	97	+22	-54	102	+18	-38	41	+2,5	-28	125	43	+13	-67																									
4	73,5	-	76	X	-74	+47	-23	+27,5	+27,5	+40	-78,5	+35,5	-61	+3	97	+21	-54	96,5	+18,5	-40	47	+1,5	-33	123,5	44	+13	-73																									
5	78	-	74,5	X	-77	+42,5	-25	+27	+27	+40	-80	+35,5	-61,5	+3	96	+20,5	-54	96,5	+18,5	-38	45	+2	-32	130	44,5	+14	-78																									
6	78	-	77	X	-81	+42,5	-28	+26,5	+26,5	+40	-82,5	+36	-61	+3	95	+19,5	-53	96,5	+18,5	-43	43	+2,5	-30,5	127	46	+12,5	-83																									
7																																																				
8	83,5	-	83	X	-80	+43	-30	+25	+25	+40	-86	+31,5	-68	+4	94,5	+20	-53,5	93,5	+17,5	-47	50	+3	-32	111	52,5	+12	-88																									
9	85	-	84	X	-93	+43	-34	+24,5	+24,5	+40	-88	+30	-69	+4	96	+19	-64	101	+10	-49	51	+3,5	-38	104,5	53	+13	-87																									
10	85	-	84	X	-89,5	+44	-26,5	+23	+23	+40	-79	+33	-62	+4	91	+25	-54	92	+16	-40	42	+6	-26	115	45	+17	-70																									
11	37	-	26	X	-61	+47	-6,5	+27	1W	+48	-56,5	+47	-41	+10,5	81	+42	-33	82	+23	-20	-23	+3	-18	105	29	+13,5	-50																									
12	43	-	42,5	X	-58	+48	-5,5	+27,5	1W	+50	-53	+48	-40	+13	77	+32	-35	21	+23,5	-26	99,5	+10	-17	95,5	28	+21	-48																									
13	44,5	-	47	X	-59	+48	-9	+27	+27	+48	-60	+45	-45	+11,5	84	+23,5	-37	63	+23	-28	83	+6,5	-20	88,5	29,5	+18	-53																									
14																																																				
15	58,5	-	58,5	X	-60	+48	-12,5	+21	1W	+45	-70	+39	-55	+3,5	88	+24,5	-42	68	+24,5	-33	24,5	+3,5	-25	90	35	+10	-62																									
16	69	-	65,5	X	-68	+45,5	-19	+27	+27	+44	-74	+37,5	-57	+3	80	+38	-39	70	+23	-33,5	25,5	+3	-26	106,5	36	+18	-68																									
17	72	-	70	X	-77	+47	-21	+26,5	+26,5	+43	-78	+35	-53	+8	75	+26	-37	79,5	+22	-34	27	+2	-28	59	54,5	+16,5	-72																									
18	79	-	75	X	-79	+47	-23,5	+25	+25	+46	-79,5	+48	-60,5	+10	73	+30	-40	73	+20	-35	12	+10	-12	48	37	+16	-75																									
19	82	-	78	X	-81	+48	-26	+24,5	+24,5	+45	-82,5	+49,5	-66,5	+13	74	+36	-44,5	75	+25	-34,5	12	+12	-17	37,5	35	+7,5	-67																									
20	52	-	49	X	-86	+48,5	-30	+26	+26	+44	-83	+55	-67	+17	74,5	+43,5	-37	77	+36,5	-34	11	+18,5	-10	21	23	+40	-75																									
1	56	-	52	X	-90,5	+47,5	-33	+23	+23	+43	-84	+51	-69,5	+16	75	+37	-39	70	+26,5	-34	15	+13	-15	8	10	+35,5	-41																									
2																																																				
3	81	-	80	X	-3	+50,5	-7	+25	1W	+46	-34,5	+58	-34	+20	84	+49	-25	20	+36,5	-5	3	+22	-2	20	50	+43	-10																									
4	85	-	86	X	-5	+43	+2	+24	1W	+45	-40,5	+51	-26,5	+18	87	+43	-28	29	+35	-3,5	6	+21	-7	10	8	+39	-18																									
5	135	-	115	X	8	+65	+4	1W	1W	+63	-30	+65	-26	+22	17	+51	-16	24	+35,5	+2	+3	+24	0	13	86	+33	-7																									
6	81	-	80	X	-3	+60	-1	+28	1W	+58	-36	+57	-30	+20	22	+43,5	-26	22	+25,5	-14	3	+18	-6,5	14	8	+30	-14																									
7	89	-	85	X	-7	+60	-12	+28	1W	+60	-41	+58,5	-35	+19,5	30	+39,5	-30	23,5	+35	-21	4	+18	-10	14	8	+28	-20																									
8	37	-	32	X	-11	+60	-25	+29	1W	+58	-45	+48	-39	+19,5	33	+37	-36	28	+23,5	-25	6	+19	-14	15	8	+26	-25																									
9	39	-	35	X	-20	+60,5	-33	+29	1W	+57	-49	+46	-43	+19	32	+38	-35	32	+24	-27	10	+16	-19	14	8	+24	-31																									
0																																																				
1	43	-	40,5	X	-40	+60,5	-48	+28	1W	+41	-53	+42	-49	+19	37,5	+33,5	-45	42	+30	-32	18	+26	-23	17	8	+20	-37																									

TS.V.P → suite

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	RG C RD	C	RG C RD	C	C	C	RG C RD	C	RG C RD	C	RG C RD	C	RG C RD
3	-44 X -46 X	X	-46 +60 -43 X	X	X	54/44	-56 +13 -51 +20 -38 +35 -47	-48 +31 -35	-28 +26 -24	+12/44	-2	+20 -42	
4	-63,5 X -67 X	X	-78 +61,5 -18 X	X	X	56/46	-71 +41 -49 +19 -33 -34,5 -46	-52 +30,5 -21 +8	+13 -16	+18/45	13,5	+16 -35	
5	-65 X -70 X	X	-78,5 +61 -73,5 X	X	X	55/45	-74 +39 -58,5 +17 -35 +23 -48	-56,5 +29,5 -33	-4,5 +19,5 -12	+18/45	15,5	+13 -31	
6	-67 X -73 X	X	-82 +55 -91 X	X	X	56/46	-77 +38,5 -54,5 +15 -37,5 +32 -50	-60,5 +28,5 -36,5	-6 +16 -22	+18/45	16	+12 -25	
7	-68 X -73 X	X	-83,5 +57 -80 X	X	X	55/44	-79,5 +39,5 -57,5 +17 -26 +34,5 -46,5	-57,5 +25,5 -30	+2 +21 -14	+19/46	16	+28,5 -16	
8	-70 X -76 X	X	-87 +53 -13 X	X	X	52/42	-78,5 +47 -62 +17 -31 +40,5 -39	-62 +29,5 -30	-3 +29 -6	+28,5/46	18	+35 -20	
9	-64 X -68 X	X	-68 +60 -8 X	X	X	53/43	-68 +60 -57,5 +22,5 -23 +20,5 -24	-48,5 +32 -19	+4 +31 -2	+18,5/46	18	+22 -18	
10	-63,5 X -54 X	X	-41,5 +57 -5 X	X	X	53/43	-40 +58 -42 +8,5 -21 +4,5 -26	-30,5 +36 -26	+3 +24 -5	+10,5/45	16	+24 -7	
11	-41 X -44 X	X	-45 +59 -9 X	X	X	58/47	-54 +53 -46 +19 -26 +63 -29	-34 +36,5 -30	-2 +21 -9	+10,5/45	16	+12 -7	
12	-44 X -46 X	X	-47 +58 -18 X	X	X	54/44	-57 +48 -49 +16,5 -27 +42 -38,5	-35 +34 -33,5	-4 +20 -11	+10,5/45	16	+14,5 -7	
13	-46 X -47 X	X	-48 +57 -7 X	X	X	56/46	-58 +49 -47 +18,5 -24,5 +47,5 -27	-29 +25 -18	+3 +22 -7	+10,5/45	16	+15,5 -3	
14	-54,5 X -56,5 X	X	-50 +57 -13 X	X	X	56/46	-64,5 +46 -55 +16 -23,5 +33 -37	-41 +33,5 -25	0 +21 -13	+10,5/45	17	+17 -24	
15	-57 X -61 X	X	-58 +54 -15 X	X	X	56/46	-66 +46 -58 +15,5 -30 +27 -40	-44 +38,5 -27	-3 +21 -13	+19/46	17	+17,5 -14	
16	-59 X -63 X	X	-64 +54 -15 X	X	X	55/45	-69 +43 -59 +15,5 -28 +39 -41	-46 +39,5 -29	-5 +20,5 -13,5	+20/47	17	+17 -17	
17	-62 X -66 X	X	-71 +63 -14,5 X	X	X	55/45	-71 +40 -62 +16 -29 +39,5 -47	-50 +31,5 -29,5	-7 +20 -14	+20/47	17	+16 -19	
18	-64 X -68,5 X	X	-76 +62 -16 X	X	X	57/47	-73 +39 -63 +15,5 -31 +26 -45	-54 +31 -34	-9 +20 -15	+10/47	15	+15 -22	
19	-66 X -71 X	X	-79 +60 -17 X	X	X	54/44	-75 +39,5 -64,5 +12 -32 +37 -47	-55 +33 -32	-10 +20,5 -11	+10/47	15	+12 -20	
20	-69,5 X -76,5 X	X	-87 +57 -21 X	X	X	55/45	-79,5 +37 -72 +13,5 -34 +35 -41	-62,5 +30 -33	-12,5 +18,5 -17	+20/47	15	+12 -26	
21	-72 X -78,5 X	X	-83 +54,5 -28,5 X	X	X	55/45	-80 +34,5 -76,5 +13 -36 +33,5 -43	-67,5 +29,5 -34,5	-15,5 +18,5 -19	+20/47	18	+11,5 -41,5	
22	-74,5 X -81 X	X	-81 +53 -23,5 X	X	X	51/41	-88,5 +38 -77,5 +18,5 -37 +38 -44,5	-71 +28 -36	-19 +18,5 -22,5	+13,5/47	21,5	+11 -46	
23	-77 X -83 X	X	-93,5 +51 -24 X	X	X	51/41	-86,5 +31 -79,5 +11 -39 +39 -46	-74 +28,5 -37	-23 +18,5 -25	+13,5/47	24	+10 -51	
24	-79,5 X -85 X	X	-95 +48 -25 X	X	X	54/44	-86 +29 -82 +10,5 -41 +29,5 -48	-77 +27 -38	-27 +18,5 -24,5	+10/47	27,5	+9 -56	
25	-82,5 X -86,5 X	X	-97,5 +45 -22,5 X	X	X	54/44	-87,5 +28,5 -84,5 +10 -43,5 +28,5 -49	-80 -26 -38,5	-29 +18 -29	+10/47	29	+9 -58,5	
26	-85 X -89 X	X	-93 +42 -26 X	X	X	56/46	-83 +28 -86 +10 -46 +29,5 -50	-83 +25 -39,5	-30,5 +17 -31	+10/47	31	+3 -61,5	
27	-87 X -89 X	X	-100 +38,5 -26,5 X	X	X	54/44	-90 +27 -88 +10 -48 +27,5 -51	-86 +24,5 -40,5	-32 +16,5 -33,5	+10/47	33	+3 -64	

T.S.V.P → suite

SFT : CIEH / INERA

Tiche piezometrique

ANNEE : 1979

MOIS : OCTOBRE

Observateur : Coulibaly Houna

FOND : KAWARA

1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13								
C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D	C	R	D
X	-	X	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
0	X	-93	X	X	+41 -235	X	X	+45 -35	X	X	+45 -35	-82	+35	-82	+125	-34	+36	-38	-85	+87	-33	9	+21	-11	+20	-265	-38	+18	-43	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
1	X	-93,5	X	X	+44 -29	X	X	+45 -37	X	X	+45 -37	-87	+37	-85	+135	-35	+35	-40	-87	+26	-35	-10	+18	-18,5	+20	-265	-33	+15	-47	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
2	X	-94	X	93	+42 -29,5	X	X	+44 -36	X	X	+44 -36	-88,5	+36,5	-87	+12	-36	+34	-48	-88	+25	-37	-11,5	+18	-13,5	+19,5	-265	-34,5	+13,5	-43,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
3	X	-95,5	X	102	+40,5 -29,5	X	X	+43,5 -35	X	X	+43,5 -35	90	+35	-89	+11,5	-36,5	+33,5	-43	-90,5	+23	-39	-13	+12,5	-15	+19,5	-265	-36	+12,5	-52,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
4,5	X	-97	X	105	+38,5 -30,5	X	X	+42 -34	X	X	+42 -34	-91,5	+33	-91	+10,5	-37	+31,5	-44,5	-92,5	+21	-41,5	-16	+17	-16,5	+19	-265	-37	+11	-55	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
5	X	-97	X	-	-	X	X	+42 -34	X	X	+42 -34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
6	X	-97	X	-67	+43 -15	X	X	+43 -15	X	X	+43 -15	-72,5	+48,5	-68	+17	-18	+41	-21	-65,5	+35	-23,5	-10	+31	-13	+20	-265	-28	+18	-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
6,5	X	-97	X	-	-	X	X	+43 -15	X	X	+43 -15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
6,5	X	-97	X	-77	+38 -17,5	X	X	+45 -39,5	X	X	+45 -39,5	-76	+27	-71	+13,5	-29,5	+35	-37,5	-71	+28	-30	-15,5	+28	-17	+19	-265	-31,5	+13	-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
6,5	X	-97,5	X	-80	+37,5 -15	X	X	+45 -39,5	X	X	+45 -39,5	-79,5	+35	-73,5	+12,5	-34	+33	-39	-73	+27,5	-33,5	-20	+25,5	-18,5	+19,5	-265	-33	+13	-36,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
7,5	X	-97,5	X	-83	+37 -21,5	X	X	+44 -37	X	X	+44 -37	-80	+33	-76	+12	-36,5	+32	-40,5	-75,5	+27	-35	-24	+22	-20	+18	-265	-34	+12,5	-41,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
7,5	X	-97,5	X	-85,5	+37 -23	X	X	+43 -36	X	X	+43 -36	-82	+30,5	-72,5	+11,5	-38	+30	-42	-78	+26,5	-36,5	-27,5	+19	-22	+18	-265	-35,5	+12,5	-47	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
7,5	X	-97,5	X	-87	+37 -25	X	X	+42 -35	X	X	+42 -35	-84	+28	-81	+11	-40,5	+29,5	-44	-80	+26,5	-38	-31	+16,5	-24	+18	-265	-37	+12	-53	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
8,5	X	-97,5	X	-83	+36,5 -27	X	X	+42 -35	X	X	+42 -35	-86	+24	-83	+10	-42,5	+27	-45,5	-82	+24,5	-39	-34	+14	-26,5	+18	-265	-38	+11,5	-56	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
8,5	X	-97,5	X	-	-	X	X	+42 -35	X	X	+42 -35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
8,5	X	-97,5	X	-105	+36,5 -34	X	X	+41 -34	X	X	+41 -34	-89	+23	-88,5	+9	-45,5	+24,5	-48	-87,5	+23	-40	-38,5	+14	-31	+17,5	-265	-40,5	+10,5	-61,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
8,5	X	-97,5	X	102,5	+36,5 -35	X	X	+40 -31	X	X	+40 -31	-90	+22,5	-90	+9	-48	+24	-49,5	-89,5	+22,5	-41	-39,5	+14	-31,5	+17,5	-265	-41,5	+10	-64	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	110	+36,5 -36	X	X	+39,5 -29	X	X	+39,5 -29	-91	+22	-92	+8,5	-49	+23,5	-49	-92	+22	-42	-41	+14	-32	+16,5	-265	-43	+9,5	-67,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	113	+36,5 -37	X	X	+39 -28,5	X	X	+39 -28,5	-92	+21,5	-93,5	+8	-52,5	+23,5	-49,5	-94	+21	-43	-43	+13,5	-33	+16	-265	-44	+9	-70	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	115,5	+36 -38	X	X	+38 -28	X	X	+38 -28	-93	+21	-95	+7,8	-54,5	+23	-50	-95,5	+20,5	-43	-44	+13	-33,5	+15,5	-265	-45	+9	-73	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	118	+35,5 -39,5	X	X	+37 -27,5	X	X	+37 -27,5	-93,5	+20,5	-97	+7,8	-56	+23	-51	-97	+20	-43	-46	+13	-33,5	+15,5	-265	-46	+9	-76	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	-	-	X	X	+37 -27,5	X	X	+37 -27,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	-102	+35 -42	X	X	+35 -26,5	X	X	+35 -26,5	-95	+19,5	-97	+7,5	-59,5	+22	-53	-100	+19	-45	-49	+12,5	-34,5	+14	-265	-47,5	+8	-81	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	121,5	+34,5 -43	X	X	+34 -26	X	X	+34 -26	-96	+19	-97	+7	-64	+21	-54,5	-102	+18,5	-45,5	-50,5	+12,5	-35	+14	-265	-48,5	+8	-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	127	+34,5 -44	X	X	+33 -25,5	X	X	+33 -25,5	-97	+18	-97,5	+7	-63	+20,5	-55	-104	+18	-46	-52	+12	-36	+13,5	-265	-49,5	+7,5	-86,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	122,5	+34 -46	X	X	+32 -25	X	X	+32 -25	-98	+17,5	-98	+7	-65,5	+20	-55,5	-105,5	+17,5	-47,5	-53	+12	-37	+13	-265	-50,5	+7	-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	-	-	X	X	+32 -25	X	X	+32 -25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	-102,5	+34 -48	X	X	+31 -24	X	X	+31 -24	-99	+16,5	-99	+5	-68,5	+19	-58	-107,5	+16,5	-48,5	-55,5	+12	-39	+12,5	-265	-52	+5	-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
9,5	X	-97,5	X	125	+34 -52	X	X	+30 -23,5	X	X	+30 -23,5	-99,5	+16	-99,5	+4	-70	+19	-59,5	-109	+16	-49,5	-57	+11,5	-40	+12	-265	-53	+4	-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

T.S.V.P. -> suite.

PROJET : CIEH / INERA

FICHE PIEZOMETRIQUE

ANNEE : 1989

MOIS : Novembre

COLLIBRABLY

BAS-FOND : KALUAPRA

OBSERVATEUR :

MOUSSA

Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	RG C RD	C	RG C RD	C	C	C	RG C RD	C	RG C RD	RG C RD	RG C RD	C	RG C RD
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-1085 X -113	X	-	-60	X	-	-	-79 +15 -62	-	-114 -13 -55	-63 +11 -56	-	-535 -15 2110
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-110 X -114,5	X	-	-62	X	-	-	-82,5 +14 -70	-	-116 +12 -555	-65 +105 -64	-	-595 -35 -12
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-143 X -116	X	-	-63,5	X	-	-	-85 +12,5 -72,5	-	-118 +11 -535	-66,5 +105 -71	-	-60 -4 722
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-145 X -117	X	-	-65	X	-	-	-87,5 +11 -75	-	-120 +10 -535	-68 +10 -78	-	-61 -4,5 130
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-117 X	X	-	-67	X	-	-	-89 -105 -72	-	-121 +9,5 -62	-69 +10 -85	-	-62 -4,5 -13

(Secher)

Suite du mois de Novembre Kaulam

(Ceebers)

DATE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	RG C RD	C	RG C RD	C	C	C	RG C RD	C	RG C RD	RG C RD	RG C RD	RG C RD	C	RG C RD	RG C RD
17	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	X	X	+29 - 69	X	X	+20 +12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	X	X	+29 - 20,5	X	X	+18 +16	-106 +12 -111,5	-35,5	-30 +10,5 - 84,5	-122 + 7,5 - 67,5	-71 + 8,5 - 95,5	-6,5	-65	-5	14,5
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	X	X	+29,5 - 22	-	-	+12 +15	-106 + 25,5 - 112	-4,5	-30 + 29,5 - 87	-122,5 + 7 - 69	-72 + 8 - 98	-3,5	-66	-5	25,5
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	X	X	+28 - 73	X	X	+15,5 +13,5	-106 + 16 - 119,5	-47	-30 + 10,5 - 89,5	-130 + 6 - 71	-73 + 8 - 101	-13	-66	-5	25,5
25	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	X	X	+29,5 - 74	X	X	+15 +14,5	-106,5 + 14 - 113,5	-48,5	-30 + 8 - 92,5	-131 + 2 - 74	-74 + 8 - 104	-18	-67	-9	26
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	X	X	+22 - 75	X	X	+13,5 +16	-104 + 15 - 114	-50	-30 + 10 - 86	-132 - 3 - 78	-74,5 + 8 - 102	-29	-68	-14	26,7
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	X	X	+26,5 - 75,5	X	X	+12 +14	-117 + 15 - 114,5	-51	-30 + 13 - 109,5	-132,5 - 2 - 80	-75 + 7,5 - 110	-26	-71	-19,5	26,5

A-) N N E X E S B.

PROTCOLE DE MESURE DE LA PERMEABILITE K

1 - Essai d'infiltration en milieu non saturé

i) Methode de PORSCHET

La demande à suivre est la suivante :

1 - creuser un trou parfaitement vertical de 10 à 40 cm de diamètre (2R) dans la couche dont on veut approcher la perméabilité.

2 - scarifier le fond et les parois du trou.

3 - déposer une couche de sable d'environ 5 cm d'épaisseur.

4 - procéder à une humectation : verser de l'eau claire sur une hauteur de 30 cm. Maintenir ce niveau constant par ajout d'eau pendant 4 heures au moins.

N.B Si le sol est sableux, supprimer la phase d'humectation

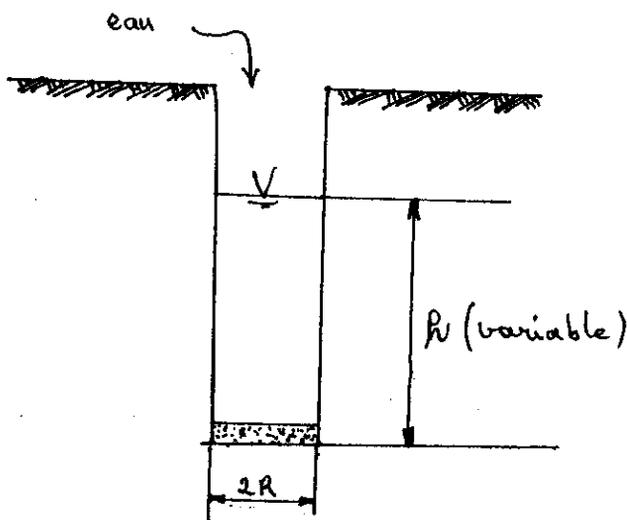
5 - Noter l'heure t_1 et la hauteur d'eau par rapport au fond (h_1).

6 - Laisser l'eau s'infiltrer pendant au moins 30 minutes : noter le temps (t_2) et la hauteur h_2

k est donnée par la relation $K = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \ln \frac{(h_1 + 0.5R)}{(h_2 + 0.5R)}$

7 - repartir au point 5 pour avoir d'autres valeurs de K

8 - déduire une valeur moyenne de K



ii) Essai d'infiltration à charge hydraulique constante

demarche

Les points 1, 2, 3, 4 sont les mêmes que dans le cas précédant.

5 - effectuer les mesures d'infiltration du volume d'eau $v = f(\text{temps})$ en gardant la hauteur mouillée constante.

TABLÉAU DE MESURES

N° ESSAI	TEMPS DEBUT ESSAI t_1	TEMP FIN ESSAI t_2	DUREE EXPERIENCE st	VOLUME ECOULE sv
1				
2				
...				
...				

Calcul de K

On a $K = \frac{Q}{S}$ pour chaque essai

avec $A = \frac{Av}{At}$ et $S = 2 \pi R h$

$$K_{\text{moyen}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i$$

2 - 6 Essai d'infiltration en milieu saturé :

essai Lefranc à niveau variable.

déroulement de l'expérience

- 1 - mesurer le niveau d'eau dans le piézomètre
- 2 - ajouter un volume v d'eau. noter la nouvelle hauteur H dans le piezo et le temps t_0
- 3 - Faire une serie de mesures du niveau d'eau dans le piezo après des intervalles de temps Δt variables.

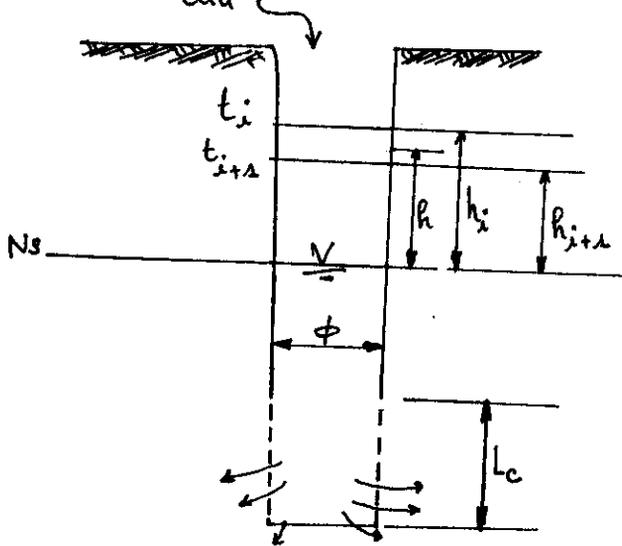


TABLEAU DE MESURES

N° ESSAI	TEMPS DEBUT ESSAI \$t_1\$	\$h_1\$	TEMP FIN ESSAI \$t_2\$	\$h_2\$
1				
2				
⋮				

N° ESSAI	\$h\$	\$sh\$	\$st\$	\$\frac{sh}{t}\$
1				
2				
⋮				

$$\text{où } h = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$\Delta h = h_1 - h_2$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

determination de K

On a $K = \frac{A}{ca}$ où A = surface de l'ouverture circulaire du piezomètre
 C = coefficient de poche déterminé par l'abaque sol-étanche.

$$a = \frac{hdt}{dt}$$

$$\implies K = \frac{A}{ca} = \frac{A}{c h dt} \implies \frac{dh}{dt} = \frac{c h k}{A}$$

c, k, A sont constants \implies le graphe $\frac{dh}{dt} = f(h)$ est une

droite de pente $P = \frac{ck}{A}$

$$\implies \boxed{K = P \frac{A}{C}}$$

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Principes et methodes de l'hydrogéologie
par G. Castany
Dunod Université
- 2- Traité pratique des eaux souterraines
(2è édition)
G. Castany
Dunod, Paris 1967
- 3 - Ressources en eaux souterraines : classifica-
tion et methodes d'évaluation.
N. A. plotnikov
Gauthier - villars et Cie éditeur Paris
- 4 - Hydrogéologie (2è édition) Fourmarier P.
Masson et Cie 1958
- 5 - Mesures piézo et essais de
pompages dans les nappes souterraine
Application à l'estimation de la puissance
d'une nappe.
R. Brémond, I. Cheret, C. Parsy
rédigé par I. Cheret
- 6 - Interprétation des mesures disponibles des
variations naturelles piézométriques du niveau
des nappes en côte d'ivoire
Par C. Joseph Mai 1969
C.E.R.H faculté des sciences Montpellier
- 7 - Caractéristiques morphopédologiques et aménagement des
bas fonds dans la Comoé : cas des bas fonds de Kawara et
de Moudougou.
Par George P. SAWADOGO
CIEH
- 8 - BURGEAP : étude et mise en valeur des eaux souterraines.

A) N N E X E S C.

BAS FOND DE KAWARA

R G

- bas de pente (rive pour les piezo)

- ! sol sableux sur l'ensemble
- ! sol très sableux dans les section 6, 4 et 3
- 50 cm : ! sol limoneux très sableux S₂
- ! sol sablo-limoneux S₅ et S_I

- 100 cm ! sol sableux S₆ et S₃
- ! sol sablo limoneux : S₁
- ! sol limono argilo sableux (S₄ - 64 % sable) S₅ et S₂
- ! sol argileux S₄

- 150 cm ! niveau cuirassé atteint en S₁, S₂, S₃ et S₆
- ! sol stable, texture moyenne
- !

R D

bas de pente

- ! S₃ sol sableux
- 50 cm ! S₂ sablo limoneux
- ! S₆ limono très sableux
- ! S₄ S₅ limono argilo sableux
- !

- 100 cm ! S₆ - texture moyenne
- ! reste : sablo limoneux ou limono sableux
- !

- 150 cm ! couche homogène limono argilo sableux: amont vers aval
- ! S₅ limon très sableux
- !

PLAINE COLLUVIO ALLUVIADE

Substratum géologique : granito-gneiss
formation superficielle = épais remblaiement colluvio -
alluvial en recouvrement sur des alterites issues du granite.

type de sol = hydromorphe à pseudo gley
végétation = plantes aquatiques + rizières

sol à texture fine S_2 et S_1

variation assez remarquable de la texture d'amont
—— aval

- ! sol sableux dans la partie amont (S_6)
- ! texture devenant fine —— aval pour donner des
- 50 cm ! limons argilo sableux S_4
- ! texture devenant brusquement grossiers (limono sableux)
- ! depuis S_3 à S_1

- ! sol grossiers devenant plus fin —— aval jusqu'à S_4
- 100 cm ! zone sablo limoneux s'étend depuis S_3 à S_1
- !
- 150 cm : Idem

bas fonds de Moadougou

bas de pente

section N° 6 cuirasse à 40 - 50 cm

De S_5 à S_6 : sol sableux à textures grossière sur les 2 rives
qui restent homogènes jusqu'à 150 cm

- ! sol sableux à partir de 50 cm
- S_3 ! sol sablo limoneux à - de 50 cm de profondeur / RG
- ! sol limono argilo sableux jusqu'à 150 cm : RD

- ! 50 cm —— sol sablo limoneux sur RG
- S_2 ! 100 cm —— sol limono argilo sableux
- ! 150 cm —— argilo sableux

- ! sol limono sableux devenant très limoneux à partir
- ! 150 cm R D
- S_1 ! sol limono très sableux à 50 cm, limono argilo sableux
- ! à 100 cm et argilo sableux à 150 cm su RG

Fond de vallée

- substration géologique = granito gneiss
- formation supérieure = remblais colluvio alluviaux en recouvrement des alterites ferrugineuses sur granite.

type de sol = sol hydromorpho
végétation = rizières essentiellement

horizon supérieur = très argileux
nature et texture des sols hétérogènes de l'amont — aval
et de la surface — profondeur.

amont : S₆ ! sol limono argilo sableux — 100 cm
! sol limono très sableux à partir de 150 cm
S₉ ! 100 cm : sol argilo - argilo sableux
! 150 cm : sol limono argilo sableux
S₄ ! 50 - 150 cm : sol argileux
!
S₃ ! 0 — 100 cm : matériel limono argilo sableux
! 150 cm et plus argile

Source

caractéristiques morphopédologiques et aménagement dans
les bas fonds de la Comoé : cas de Moadougou et de Kawara.