

Ministère du Développement
Rural et de l'Hydraulique
SOMIVAC
Unité de Planification

B.P. 175 — ZIGUINCHOR

I 36

(2)

Compte rendu provisoire de
l'étude de la nappe des sels gris
Dans le département de Sédhiou
(Sénégal)

16.200 BER

10 MARS 1972

R. BERTAN

UREM/Casim → OPR Kolda

OPR

COMPTE RENDU PROVISOIRE
DE L'ETUDE DE LA NAPPE DES SOLS GRIS
DANS LE DEPARTEMENT DE SEDHIOU
(Sénégal)

Ministère du Développement
Rural et de l'Hydraulique
SOMIVAC
Unité de Planification

PARIS, le 10 mars 1972

R. BERTRAND.

COMPTE RENDU PROVISOIRE
DE L'ETUDE DE LA NAPPE DES SOLS GRIS
DANS LE DEPARTEMENT DE SEDHIOU
(Sénégal)

NOTE PRELIMINAIRE -

Le compte rendu provisoire ci-dessous à pour but de donner les premières indications en fonction des résultats déjà acquis et exploités. En raison notamment de résultats encore non acquis ou partiellement acquis, il convient de souligner le caractère partiel et provisoire de ce compte rendu. De nombreux résultats d'analyses ne nous sont pas encore connus, de la même manière de nombreuses mesures restent encore à effectuer. Un rapport détaillé et un rapport de synthèse définitifs seront rédigés après la fin de la campagne.

A - PRESENTATION DE L'ETUDE -

Depuis quelques années les agropédologues de l'I.R.A.T. ont mis l'accent sur les remarquables potentialités rizicoles des sols gris de bas de versant en Moyenne Casamance.

Ces sols gris se caractérisent par :

- des propriétés physiques intéressantes,
- la proximité d'une nappe phréatique influant semble-t-il sur la végétation des plantes cultivées,
- une bonne réponse aux améliorations de la fertilité du sol, tant physique que chimique,
- une aptitude à la riziculture nette mais susceptible de diversification. En effet des rendements de plus de 4 tonnes/ha ont été constatés en expérimentation avec du riz pluvial.

Pour mieux approcher ces potentialités et, ainsi, mieux orienter l'impact des opérations de développement et singulièrement de l'opération productivité rizicole dans le département de SEDHIOU il convenait de préciser :

.../

- l'importance géographique de ces sols et surtout leurs subdivisions éventuelles (avec ou sans influence de la nappe ...),
- les aptitudes culturales en liaison avec la fluctuation de la nappe et les situations géomorphologiques,
- les successions culturales qui en découlent.

Dans le but de lever ces imprécisions, l'étude se proposait de traiter les points suivants :

- détermination des fluctuations de la nappe phréatique pendant une année complète, dans cinq zones représentatives des "sols gris sableux exondés" du département de SEDHIOU, aux environs de BOUNKILING,
- appréciation de la contribution de la nappe phréatique à l'alimentation hydrique du riz et des dangers de salure,
- extrapolation possible de ces résultats : appréciation de la proportion de sols gris à nappe phréatique élevée dans la zone du projet financé par la BIRD et dans d'autres zones de la Casamance.

B - CHOIX DES ZONES D'ETUDE -

L'étude a été réalisée comme prévu sur cinq zones de sols gris, situées en bordure de la Vallée de la Soungrougrou aux environs d'INOR. Ce choix se justifiait par l'existence d'une carte pédologique de reconnaissance d'une précision convenable pour permettre la localisation des chaînes de piézomètres et par la présence sur quelques kilomètres de trois types d'occurrence de sol gris :

- deux petits bassins versants (Inor, talweg et Tobor)
- une étroite zone de sols gris à texture relativement fine (Inon village)
- deux larges zones de sols gris en bordure de la Soungrougrou (KANDIADIOU et KANDIOUNKOU).

C - IMPLANTATION DES PIEZOMETRES -

Dans chacune des cinq zones une ligne de piézomètres a été installée suivant la ligne de plus grande pente et débordant

à l'aval comme à l'amont des sols gris. Pour les zones de talweg la ligne principale suit l'axe de la vallée. Des lignes de piézomètres transversales et deux échelles de crue complètent ce dispositif d'étude de la nappe.

Les implantations dans chaque zone sont les suivantes :

- INOR village :

- longueur de la ligne principale 620 m
- espacement des piézomètres 20 m dans les sols gris, 10 m aux deux zones de contact, 50 m en dehors des sols gris soit 26 piézomètres pour la ligne longitudinale . La profondeur des piézomètres varie entre 3,3 m et 2,5 m en moyenne

- trois lignes transversales soit 13 piézomètres implantés à différentes profondeurs,
soit en tout : 39 piézomètres.

1 échelle de crue est également installée.

- INOR talweg :

- longueur de la ligne 1.320 m,
- espacement moyen des piézomètres 50 m soit 26 piézomètres sur la ligne principale. Profondeur des piézomètres alternativement 1,5 m et 2,5 m.
- deux lignes transversales ont été installées avec 10 piézomètres,
soit en tout : 36 piézomètres.

- Talweg de TOBOR : (le village de Tabayel n'existe plus)

- longueur de la ligne principale 2,2 km.
- espacement moyen des piézomètres : 100 m soit 21 piézomètres pour la ligne principale,
- deux lignes transversales avec 18 piézomètres.
- profondeur des piézomètres 3 m à 1,5 m,
soit en tout 39 piézomètres.

- KANDIOUNKOU -

Le dispositif a été adopté en fonction d'une étude pédologique plus détaillée.

- longueur de la ligne principale 1.600 m,
- espacement moyen des piézomètres 100 m soit 16 piézomètres.

Une ligne transversale de 800 m a été installée avec 10 piézomètres.

- profondeur des piézomètres 2,5 m en moyenne,
- soit en tout : 26 piézomètres.

- KANDIADIOU -

- longueur de la ligne principale 840 m,
- espacement moyen des piézomètres : 20 mètres, soit 25 piézomètres sur la ligne principale,
- 3 lignes transversales avec 8 piézomètres,
- profondeur des piézomètres : 1,5 à 3,5 m.

Le dispositif est complété par une échelle de crue

D - MODE D'IMPLANTATION DES PIEZOMETRES

Creusement d'un trou à la tarière (\emptyset 10 cm) jusqu'à la profondeur désirée ; mise en place du piézomètre (tube en plastique AFCODOR \emptyset 5,6 cm) crépiné sur 50 cm vers le bas. La crépine est entourée d'un manchon en tissu nylon fermé vers le bas.

Du sable grossier est installé autour de la crépine ; ce filtre est surmonté d'une couche de terre argileuse (20 cm) ; puis d'un bouchon d'étanchéité constitué de 1/3 de terre argileuse, 1/3 de ciment artificiel, 1/3 de bentonite. Le vide subsistant est rempli de terre jusqu'à 50 cm de la surface du sol ensuite un nouveau bouchon d'étanchéité est installé, une petite butte de terre entoure la partie aérienne du piézomètre bouchée par une boîte de conserve retournée.

E - EXPERIMENTATION AGRONOMIQUE -

A INOR village une bande de terre de 100 m de large environ et de 800 m de longueur disposée parallèlement à la ligne de piézomètre, a été cultivée avec 2 variétés de riz. Du sorgho local, du mil, de l'arachide, du maïs, du pois mascate et du mil fourrage ont été également été cultivés ; ces plantes sont susceptibles de succéder au riz pluvial sur les sols gris dont la vocation n'est peut-être pas exclusivement rizicole.

F - RESULTATS -

Les principaux résultats acquis au cours de la campagne de juin à décembre 1971 sont résumés par les figures 1 à 10 jointes à ce compte rendu provisoire.

1/ ETUDE DES FLUCTUATION DE LA NAPPE -1.1. Etude ponctuelle.

Cette étude peut être effectuée en observant les variations du niveau piézométrique en fonction du temps et en corrélation avec la pluviométrie sur quelques piézomètres représentatifs (fig. 1,2,3).

Les figures 2 et 3 montrent l'évolution du niveau piézométrique en fonction du temps pour les chaînes de piézomètres de INOR talweg et de KANDIADIOU ; sur ces figures le niveau du terrain naturel (TN) est ramené à 0 pour permettre de comparer l'allure des différentes courbes.

1.1.1. INOR

On constate l'existence de 3 types de courbes :

- un type de courbe pour les piézomètres situés dans les rizières aquatiques,
- un type de courbe très typée pour les piézomètres situés dans les zones où l'alimentation hydrique du riz pluvial, dans la frange capillaire de la nappe, est possible.
- un type de courbe très semblable à la précédente pour les zones où le riz pluvial ne peut s'alimenter en eau dans la frange capillaire de la nappe.

1.1.1.1. Pose des rizières aquatiques.

La courbe d'évolution du niveau piézométrique comprend trois parties :

- une partie ascendante relativement rapide dès fin juillet. La nappe devient subaffleurante début août.
- une partie stable avec de faibles fluctuations au dessus et en dessous de la surface du sol jusque vers le 20 octobre.

.../

- une partie descendante relativement rapide jusqu'au 10 novembre puis beaucoup plus lente. Au 31 décembre, la nappe se trouve à 80 cm au dessous du sol, c'est-à-dire à peu près le niveau observé en juin (au moment de l'installation des piézomètres).

1.1.1.2. Zone favorable au riz pluvial alimenté par la nappe.

La courbe de variation piézométrique en fonction du temps comprend trois parties :

- une partie ascendante de juillet à fin août, qui se subdivise en
 - . une partie faiblement ascendante jusqu'au 16 août,
 - . une partie où la nappe monte très brusquement : 1 mètre en 7 jours.
- une partie où la nappe est à son niveau maximum qui se subdivise en
 - . une partie qui dure une quinzaine de jours du 26 août au 10 septembre,
 - . une partie légèrement ascendante. La nappe atteint son maximum vers le 30 septembre, elle est alors à moins de 1 m de la surface du sol.
- une partie régulièrement descendante qui correspond à la courbe de tarissement de la nappe. Jusqu'au 31 octobre, la nappe reste à moins de 1 m de la surface du sol. Entre le 30 septembre et le 30 novembre, la nappe s'abaisse de 60 cm en moyenne, soit 1 CM PAR JOUR.

1.1.1.1. Zone inapte à la culture du riz pluvial.

L'évolution du niveau piézométrique, en fonction du temps, est identique à celle observée dans la zone favorable au riz pluvial alimenté par la nappe. La nappe étant très profonde, il n'a pas toujours été possible d'observer la montée du niveau piézométrique (ex. Pz 20).

Dans cette zone, le niveau piézométrique se situe en dessous de 1 à 1,2 mètres de profondeur le 30 octobre soit encore à plus de 70 ou 90 cm, juste après la dernière pluie.

1.1.1.4. Conclusion pour la chaîne de INOR village.

Cette chaîne de piézomètres caractérise un certain type d'occurrence de sols gris : zone étroite de 100 à 200 m, pente assez forte 1,5 %, sols contenant 10 à 20 % d'argile sur un mètre de profondeur.

Dans ces sols des rendements intéressants (> 25 Qx/ha) de riz pluvial sont obtenus lorsque la nappe est à moins de 0,9 mètre de la surface au 30 septembre. Pour ce type d'occurrence de sols gris, la prospection peut être faite entre le 1 et le 30 octobre, en faisant des trous à la tarière. La nappe doit se trouver à moins de 90 cm + x cm (x représentant la date). Au delà du 30 octobre, les prospections seront plus difficiles, les sondages à la tarière pouvant dépasser 120 cm ; elles sont néanmoins possibles à condition d'utiliser des rallonges.

1.1.2. KANDIADIOU.

On constate l'existence de 3 types de courbes :

- un type de courbe pour les piézomètres situés dans les rizières aquatiques,
- un type de courbe très typée pour les piézomètres situés dans les zones où l'alimentation hydrique du riz pluvial dans la frange capillaire de la nappe est possible,
- un type de courbe assez semblable à la précédente pour les piézomètres situés dans les zones où le riz ne peut s'alimenter en eau dans la frange capillaire de la nappe.

1.1.2.1 - Zone des rizières aquatiques.

La courbe d'évolution du niveau piézométrique en fonction du temps montre deux parties :

- jusqu'en septembre le niveau piézométrique varie légèrement près de la surface du sol. Pour le piézomètre 5 situé à la limite sols gris- rizière aquatique

on observe une partie légèrement ascendante de mi-juillet au 20 août puis une légère mais brusque montée entre le 20 et le 27 août. Puis le niveau piézométrique oscille légèrement au dessus du sol.

- à partir de fin septembre, le niveau piézométrique s'abaisse lentement d'environ 0,5 cm/jour. Fin décembre le niveau piézométrique se trouve à 60 cm au dessous de la surface du sol.

1.1.2.2. Zone favorable au riz pluvial alimenté par la nappe.

La courbe de variation du niveau piézométrique en fonction du temps comprend trois parties :

- une partie ascendante qui se subdivise en
 - . une fraction de courbe où la nappe monte lentement jusqu'au 16 août,
 - . une fraction où le niveau piézométrique s'élève très brusquement, 100 cm en 7 jours,
- une partie où le niveau piézométrique est à son maximum (40 cm de la surface). On y constate des oscillations assez rapides d'une vingtaine de centimètres d'amplitude.
- une tranche descendante qui commence le 20 septembre. Cette courbe de tarissement se subdivise en
 - . une fraction à tarissement rapide du 20 septembre au 10 octobre 2,5 CM PAR JOUR,
 - . une fraction à tarissement plus lent et régulier 1,3 CM PAR JOUR. Au 31 octobre le niveau piézométrique est encore à moins de 100 cm de la surface du sol pour le piézomètre 15 situé à l'extrême limite amont des sols gris rizicultivables.

1.1.2.3. Zone inapte à la culture du riz pluvial.

L'évolution du niveau piézométrique en fonction du temps est à peu près identique à celle observée pour la zone favorable au riz pluvial. Ici la nappe

est beaucoup plus profonde. Le 20 septembre à son maximum elle est à 80 cm de profondeur ; un mois plus tard à la récolte du riz, elle est à plus de 140 cm de profondeur.

1.1.2.4. CONCLUSION POUR LA CHAÎNE DE KANDIADIOU.

Cette chaîne de piézomètres caractérise un type d'occurrence de sols gris favorables à la culture du riz sur nappe ; sols extrêmement sableux (approximativement moins de 5 % d'argile sur l'ensemble du profil), pente faible 0,8 %.

La courbe d'évolution du niveau piézométrique en fonction du temps comprend 3 parties comme pour la chaîne d'INOR : une branche ascendante, un pallier où la nappe est à son maximum, une courbe de tarissement. Cette évolution du niveau piézométrique dans le temps se différencie de la dynamique de la nappe de la chaîne INOR par des oscillations rapides au cours de la période où la nappe est à son plus haut niveau et par une courbe de tarissement caractérisée par une phase de tarissement rapide à laquelle succède une phase de tarissement plus lente.

1.2. Résumé des observations sur la dynamique de la nappe dans le temps - conséquences.

Dans cette étude partielle et provisoire, la dynamique de la nappe dans le temps a été analysée sur quelques piézomètres. Ils représentent très fidèlement l'ensemble des piézomètres implantés sur les sols gris favorables à la culture du riz pluvial.

Les deux chaînes de INOR-VILLAGE d'une part et de KANDIADIOU d'autre part ont été examinées. Pour le point de vue où l'on se place, elles représentent assez bien l'ensemble des autres chaînes de piézomètres. Elles ont l'avantage éminemment précieux d'être en rapport avec une série de parcelles cultivées en riz le long de la toposéquence ; ceci a permis de relier les observations pédologiques et hydrologiques aux observations agronomiques.

Sur les graphiques annexés à ce compte rendu, 3 zones ont été distinguées de l'amont à l'aval de la toposéquence.

- une zone où le riz pluvial est déconseillé (rendements très faibles et aléatoires),
- une zone favorable au riz pluvial sur nappe,
- une zone de rizières aquatiques inondables.

La courbe d'évolution du niveau piézométrique en fonction du temps dans la deuxième zone qui nous intéresse plus particulièrement comprend 3 parties :

- une phase d'ascension de la nappe qui se subdivise en :
 - . une fraction de montée lente jusqu'au 16 août,
 - . une fraction de montée très rapide, brutale :
1 mètre en une dizaine de jours (du 16 au 25 août).
- une phase d'étale, la nappe est à son niveau maximum. On peut y distinguer :
 - . un pallier qui dure une quinzaine de jours,
 - . une partie légèrement ascendante. La nappe atteint son maximum absolu vers le 30 septembre, soit quelques jours après l'arrêt des pluies.
- une phase de tarissement. Dans la zone considérée de la toposéquence et pour les deux chaînes considérées, la nappe est à moins de 1,2 mètres de profondeur au moment de la maturité du riz.

La dynamique de la nappe en fonction du temps diffère légèrement à KANDIADIOU par les caractères suivants :

- . la phase d'étale est marquée par des fluctuations assez rapides d'une vingtaine de centimètres d'amplitude qui n'existent pas à INOR,
- . la phase de tarissement se subdivise en 2 parties, au début le tarissement est rapide 2,5 cm/jour, puis vers le 10 octobre la descente est plus lente 1,3 cm/jour. A INOR le tarissement est très régulier et plus lent 1 cm/jour.

L'amplitude totale de variation de la nappe au cours de la campagne est de 150 cm. Cette étude permet de tirer quelques enseignements quant au choix des sols gris aptes à être cultivés en riz pluvial influencé par la nappe. Les sols favorables sont ceux dans lesquels la nappe est à moins de 100 m de profondeur entre le 25 et le 30 septembre. La prospection des sols gris peut être alors effectuée en faisant des sondages à la tarière ; suivant la date d'observation la nappe ne devra pas être plus profonde que $1 \text{ m} + x \text{ cm}$. (x étant égal au nombre de jours qui sépare la date du sondage du 30 septembre ou mieux de la dernière pluie efficace).

Exemple : sondage effectué le 10 novembre --> profondeur maximum acceptable de la nappe $100 + 45 = 145 \text{ cm}$ (les pluies ont cessé le 25 septembre en 1971).

Note importante

Cette indication demande à être nuancée en fonction du type d'occurrence de sols gris, ainsi pour la large zone de sols gris de KANDIADIYOU, la profondeur acceptable serait $100 + (1,3 \times) =$ soit dans le même exemple 158 cm.

D'une même manière, il y aurait sans doute à nuancer la profondeur maximum acceptable au moment de l'arrêt des pluies en fonction de la texture. Par exemple, on peut craindre que sur des plages de sols relativement argileux la dynamique de la nappe soit différente.

Ces incertitudes pourraient être levées par une campagne de mesures liant piézomètres et parcelles cultivées en riz sur divers types d'occurrence ou de nature de sols gris : situation géomorphologique, texture, largeur de la zone de sols gris, présence d'anciens bras à texture argileuse, présence de levée alluviale anciennes ...

Une année de mesures supplémentaire à INOR et KANDIADIYOU permettrait de confirmer ces résultats en utilisant le dispositif déjà en place.

1.3. Etude sur l'ensemble des toposéquences.

Cette étude peut être effectuée en étudiant les variations du niveau piézométrique en fonction du temps sur

l'ensemble des 2 toposéquences de INOR village et KANDIADIOU (fig. 4 et 5).

Sur ces figures on a considéré le niveau piézométrique de la nappe à quatre dates remarquables.

1.3.1. Au 20 juillet date de la première mesure systématique, nous considérerons provisoirement que la nappe est à son niveau d'étiage.

Pour la toposéquence d'INOR, le niveau de la nappe est subhorizontal. Cependant entre le piézomètre 1 situé près de la Soungrougrou et le piézomètre 4 le toit de la nappe est incliné vers l'intérieur des terres. Cela signifie que le fleuve a tendance à alimenter la nappe.

Cela semble confirmé par le fait que la salinité des eaux dans les piézomètres est parfois importante jusqu'au piézomètre 10. La salinité de la nappe proviendrait de celle du fleuve.

A KANDIADIOU, il ne semble pas en être de même. Le toit de la nappe est assez irrégulièrement incliné vers le fleuve. La nappe alimenterait donc le fleuve.

Cette différence pourrait avoir une signification importante si elle était confirmée par une nouvelle série de mesures. En effet, la limite amont des sols salés dans la vallée de la SOUNGROUGROU est voisine de KANDIADIOU. Cette limite serait-elle en rapport avec le régime hydrologique de la nappe ? Dans l'affirmative, on aurait donc un régime hydrologique particulier pour la zone en aval de KANDIADIOU. Cela poserait sans doute le problème de l'utilisation d'une partie des sols gris dans la partie aval de la Casamance et du SOUNGROUGROU. Ces problèmes pourraient acquérir une importance considérable en Casamance maritime et plus particulièrement dans la région de BIGNONA où les problèmes de salure et de toxicité nous ont semblé limiter les possibilités d'utilisation de certains sols gris. Il ne s'agit cependant là que d'une première hypothèse, d'autres problèmes tels que carences minérales pouvant aussi être à l'origine des désordres végétatifs constatés sur les rizières sur sols gris de cette région.

1.3.2. Au 21 octobre le riz arrive à maturité, cette date a par conséquent une très grande importance agronomique et expérimentale. Sur les figures 4 et 5 on peut voir que la nappe est à moins de 1,2 m de profondeur dans la zone de sols gris à bonnes potentialités rizicoles. Le graphique donnant les rendements observés en projection verticale sur l'emplacement des parcelles de comportement du riz montre bien la chute de production dès que la nappe s'abaisse en dessous de cette profondeur.

L'allure de la courbe piézométrique se compose d'une partie quasi-horizontale dans la zone des sols gris et d'une partie en pente assez forte (1 %) dans la zone des rizières aquatiques pour la toposéquence de INOR ; le point d'inflexion du toit de la nappe étant situé juste à la limite sols gris - sols argileux des rizières aquatiques. A cette date (le 20/10) la nappe alimente le fleuve.

A KANDIADIOU la forme du toit de la nappe est assez différente. Le toit de la nappe est en pente vers le fleuve et la nappe contribue donc à l'alimentation de la Soungrougrou. A la limite sols gris - sols argileux des rizières aquatiques le toit de la nappe présente un point d'inflexion comme à INOR.

Qu'elle est la signification de ce point d'inflexion ? A notre sens il s'agit essentiellement de l'influence conjuguée de l'horizon argileux, de la terrasse argileuse subactuelle et de l'inféroflux du fleuve qui domine les eaux de la nappe. Ceci reste cependant à étudier.

1.3.3. Les courbes du 18 novembre et du 20 décembre montrant les états successifs du toit de la nappe au cours du tarissement. On voit que les courbes conservent les caractéristiques propres à chacune des deux toposéquences. Il convient de noter cependant que le niveau piézométrique est par endroits inférieur en novembre et décembre au niveau supposé de l'étiage du 20 juillet. Cela s'explique pour deux raisons :

- les premières mesures ont été effectuées en utilisant des perches enfoncées dans le piézomètre, il s'en est suivi une surestimation de la hauteur d'eau dans les piézomètres. Des remèdes ont été apportés pour améliorer

la qualité des mesures dès le mois d'août.

- les mesures de juillet ne représentaient pas le niveau d'étiage. Au 20 juillet, la nappe avait déjà monté.

Les mesures effectuées pendant la saison sèche 1971-72 permettront de connaître avec plus de précision le niveau d'étiage réel.

1.4. Résumé des observations sur l'évolution du niveau piézométrique sur l'ensemble des toposéquences.

Les courbes matérialisant le toit des nappes dans les deux toposéquences considérées présentent des caractères qui permettent de les différencier, mais aussi quelques caractères similaires.

Le toit de la nappe est horizontal à INOR dans la zone des sols gris favorables au riz pluvial, tandis que, à KANDIADIU la courbe qui matérialise le niveau piézométrique est oblique et présente un gradient de 0,5 % environ vers le fleuve dont il alimente l'inféorflux.

A la limite sols gris - sols argileux de rizières inondables, le toit de la nappe pour les deux toposéquences présente une inflexion plus ou moins marquée vers le fleuve.

Au delà de ce point d'inflexion les courbes présentent une pente vers le fleuve dans les deux cas en octobre, la nappe alimente le fleuve.

Par contre dès novembre et en juillet à INOR, le fleuve semble alimenter la nappe, le toit de la nappe est incliné vers l'intérieur des terres. Cela semble se traduire par une salure de la nappe jusqu'à plus de 150 m du fleuve à INOR. Le cas est tout différent à KANDIADIU où la nappe, au moins pendant la période d'observation considérée, alimente le fleuve. Cela pose un problème quant à l'extrapolation possible des résultats pour les zones de sols gris situés en aval ; particulièrement dans la région de BIGNONA ou des désordres végétatifs du riz pourraient peut être s'expliquer par des phénomènes de salure en cours de campagne ? Mais notre connaissance de cette région est bien trop partielle pour avancer

ceci autrement que comme une hypothèse de travail à soumettre à la critique. L'étude dans cette région de quelques toposéquences bien choisies paraît souhaitable.

Il y a lieu ici de se demander d'où vient l'eau de la nappe des sols gris. La montée extrêmement rapide constatée en août, son faible décalage dans le temps par rapport à un épisode pluvieux important nous conduisent à penser qu'il ne s'agit pas d'une montée générale de la nappe phréatique située à la base du Continental Terminal. Il ne s'agit pas non plus de l'arrivée brutale d'une crue du fleuve puisque cette crue n'existe pratiquement pas, (les variations du niveau du fleuve observé aux deux échelles de crue sont de l'ordre de 10 ou 20 cm).

Il ne s'agit pas non plus d'une arrivée massive d'eau infiltrée dans le sol in-situ. En effet l'étude des profils hydriques montrent que la zone humectée du sol par les pluies ne rejoint la frange capillaire de la nappe qu'en septembre.

La nappe ne peut donc être alimentée que par un ruissellement hypodermique important. En raison du bref temps de réponse entre l'épisode pluvieux et la montée de la nappe, ce ruissellement doit circuler très rapidement dans des horizons fortement perméables (perméables en grand). Seules les cuirasses peuvent remplir cet office de drain du ruissellement hypodermique vers les sols gris. Rappelons ici que 2 à 3 niveaux de cuirasse se relayent sur le versant qui va du plateau aux sols gris. A INOR, comme à KANDIADIOU, le dernier affleurement de cuirasse est à moins de 300 m des sols gris au sens large.

Dans ces conditions il y a lieu de se demander comment est alimentée la nappe dans la région de BIGNONA et plus généralement en Casamance Maritime où des affleurements de cuirasse sont peu nombreux. Les études hydrogéologiques de Gouze et les études géomorphologiques de MICHEL signalent cependant la présence de cuirasses en profondeur, qu'en est-il exactement ? Une étude de la dynamique de la nappe est encore nécessaire pour lever l'incertitude.

Pour la Moyenne Casamance et la Haute Casamance, l'interprétation ci-dessus reste à confirmer et à préciser par

des études complémentaires plus étalées dans l'espace et placées dans des situations géomorphologiques différentes.

2/ ETUDE DES PROFILS HYDRIQUES.

Sur onze emplacements situés le long des toposéquences (5 à INOR village, 3 à KANDIADIOU et 3 à KANDIOUNKOU) des relevés de profils hydriques ont été réalisés toutes les semaines depuis le 14 juillet.

Il n'est pas possible d'analyser ici l'ensemble des résultats de ces mesures.

Les graphiques 6 et 7 présentent l'évolution des profils hydriques du début à la fin de la saison des pluies pour l'emplacement PHY 2 à INOR d'une part et PHY 2 à KANDIADIOU d'autre part.

Les graphiques 8-9 présentent l'évolution des profils hydriques au cours de l'assèchement du sol après la dernière pluie du 24 septembre pour les deux mêmes emplacements.

Sur ces graphiques, il a semblé utile de donner les teneurs approximatives en argiles déterminées par les observations de terrain (les résultats analytiques n'étant pas encore disponibles).

Afin de permettre l'interprétation, le niveau piézométrique a été indiqué pour chacune des dates considérées.

2.1. PHY 2 de INOR. Humectation du profil.

Le profil hydrique du 18/6 correspondant aux prélèvements faits lors du creusement du piézomètre 12 peut être considéré comme point de départ provisoire puisque à cette date seule une petite pluie de 6 mm avait été observée une semaine auparavant.

Le profil hydrique du 14 juillet réalisé après les 2 pluies importantes de la première décade de ce mois montre que le profil s'est déjà en partie humecté. Mais le front d'humectation ne dépasse guère 50 à 60 cm.

Le 21 juillet, juste après une série de pluies de 50 mm au total, le sol est beaucoup plus humide en surface sur environ 40 cm.

Le 21 juillet, juste après une série de pluies de 50 mm au total, le sol est beaucoup plus humide en surface sur environ 40 cm.

Le 28 juillet, après une période sans pluie importante, le sol s'est asséché sur plus de 40 cm.

Le 4 août, après une pluie de 25 mm, le sol qui s'était asséché est à nouveau à l'état d'humidité du 28 juillet.

Le 21 août, après les deux pluies de 45 mm du 19 et 21 le sol est très humide sur 50 cm de profondeur, mais le front d'humectation ne dépasse pas 60 cm de profondeur. La nappe est à environ 190 cm de profondeur.

Le 9 septembre, après quelques jours sans pluie, le sol est légèrement asséché sur une vingtaine de cm ; mais à cette date la nappe a 115 cm de profondeur et la frange capillaire qui surmonte cette nappe rejoint à peu près le front d'humectation entre 70 et 90 cm de profondeur.

Au 22 septembre la nappe est à moins de 80 cm de profondeur. Le sol est humecté à la fois par la frange capillaire de la nappe et les eaux de pluies infiltrées. Un léger minimum d'humidité est noté entre 30 et 40 cm. S'agit-il d'un assèchement dû au pompage par les racines du riz ?

2.2. PH2 INOR. Assèchement du profil.

L'étude de l'assèchement du profil est faite sur une sélection de 3 profils. Il n'est pas possible en effet de représenter l'ensemble des profils entre le 22 septembre et le 11 novembre, ces profils étant extrêmement voisine.

Le 22 septembre, les pluies ne sont pas encore arrêtées, la nappe n'est pas encore à son maximum mais le sol est très humide. L'effet de la frange capillaire se fait sentir jusqu'à environ 30 cm du sol.

Le 22 octobre le riz est en fin de végétation (le riz sera récolté le 2 novembre à INOR). La nappe après être montée à moins de 60 cm du sol entre le 1er et le 15 octobre est à nouveau à 70 cm. Le sol relativement asséché en surface devient rapidement très humide au delà de 20 cm de profondeur et contient plus de 10 % d'eau entre 20 et 30 cm de profondeur et presque 15 % entre 30 et 40 cm. Les racines ont donc

une importante quantité d'eau sans cesse renouvelée par une remontée capillaire depuis la nappe bien que les pluies aient cessé depuis près d'un mois.

Le 11 novembre la nappe est à 1 m de profondeur, mais si le sol est très asséché sur 20 cm, au delà de cette profondeur d'importantes quantités d'eau sont encore disponibles. Cependant, il est probable qu'à cette époque cette eau ne soit plus renouvelée par ascension capillaire au dessus de 40 à 50 cm de profondeur. En effet, la frange capillaire ne dépasse guère 50 cm d'épaisseur au dessus de la nappe.

3/ PHY 2 KANDIADIOU.

3.1. Humectation du profil.

L'évolution du profil hydrique au cours de l'humectation est à peu près similaire à celle qui vient d'être décrite pour INOR. Il est toutefois à noter que l'humidité pondérale du sol reste à peu près toujours inférieure de quelques unités, à celle de INOR, en raison d'une texture très nettement plus grossière. De plus la nappe est ici toujours beaucoup plus proche de la surface (à moins de 170 cm à mi-juillet et à 15 cm à mi-septembre).

3.2. Assèchement du profil.

Les courbes d'assèchement du profil sont ici beaucoup plus irrégulières qu'à INOR. Il est à noter que cela est sans doute en relation avec l'abaissement très rapide de la nappe entre le 22 septembre et le 22 octobre, d'une part, et la texture générale du profil (très grossière) d'autre part. De plus, ici la récolte a eu lieu le 23 octobre. Quoiqu'il en soit, plus de 10 % d'humidité pondérale est disponible sur toute l'épaisseur du profil entre la fin des pluies et la récolte ce qui n'était pas le cas à INOR. Cela peut en partie expliquer les rendements nettement plus élevés, mesurés à KANDIADIOU (36 Qx contre 26 à INOR). Mais d'autres raisons peuvent être invoquées :

- . semis légèrement plus tardifs à INOR
- . cultures successives à forts rendements à INOR.

- sur la zone d'influence de la nappe 36 Qx/ha (parcelles 2 à 5),
- hors de la zone d'influence de la nappe 16 Qx/ha (parcelles 6 et 7).

Ces rendements permettent d'interpréter du point de vue agronomique des mesures piézométriques et de donner des critères de choix des sols gris en fonction du niveau piézométrique entre début octobre et fin décembre. Par exemple, au moment de la récolte, la nappe doit être à moins de 1 m à 1,2 m de profondeur.

2) A INOR Village le dispositif visait à la fois à étudier l'influence de la nappe sur l'alimentation hydrique de 2 variétés de riz et les possibilités de diversification des cultures sur les sols gris en fonction de la présence et de la profondeur de la nappe. Maïs - Sorgho - Mil Sanio - Arachide, cultures fourragères ont donc été testés.

Le dispositif était constitué de 8 bandes de cultures larges de 10 m et allongées le long de la toposéquence afin de pouvoir les relier aux niveaux piézométriques de la nappe.

Une fumure de redressement de 500 kg de phosphate bicalcique a été apportée sur l'ensemble des parcelles et enfouie par un labour, le 2 juillet une fumure forte adaptée à chaque culture a été apportée avant le semis :

- riz: 250 kg de 4 - 19 - 24 plus 150 kg d'urée à 50 jours,
- maïs : fumure composée de 115 unités de N, 50 unités de P₂O₅, 60 unités de K₂O,
- mil et sorgho : 140 kg de 10 - 21 - 21 plus 100 kg d'urée,
- arachide : 150 kg de 7 - 20 - 28,
- mil fourrage : 150 kg de sulfate d'ammoniaque,
- pois mascate : 75 kg de chlorure de potasse.

Les résultats sont représentés sur la figure 10 et peuvent être superposés sur la fig. 2 pour mettre en relation rendements et niveaux piézométriques. Sur cette figure 10, la

date de récolte a été figurée ; en effet on peut supposer que l'influence favorable ou néfaste de la nappe a pu se manifester d'une façon plus ou moins marquée suivant la durée efficace de la proximité de la nappe par rapport à la surface du sol.

- Ainsi pour la maïs récolté début octobre, il ne semble pas y avoir d'influence de la nappe,

- Il en est à peu près de même pour le mil fourrage récolté le 3 septembre,

- Par contre une influence relativement néfaste de la nappe est constatée pour le mil Sanio et le pois mascate,

- Une influence néfaste de la proximité de la nappe, beaucoup moins nette est notée pour l'arachide et le sorgho.

Il convient toutefois de signaler que les irrégularités relativement importantes de la surface du sol sont sans doute en rapport avec la faible réponse observée. Le microrelief est en effet assez mouvementé et l'éloignement des parcelles par rapport à la ligne des piézomètres ne permet pas toujours de mettre en rapport rendements et niveau piézométrique (le cas est particulièrement net pour l'arachide).

Pour des expérimentations futures, il conviendra d'y associer un réseau régulier de piézomètres (1 ou 2 piézomètres par bloc).

Il est à remarquer que de bons rendements ont été obtenus 40 Qx pour le maïs, 20 pour le sorgho et l'arachide. Les rendements en plantes fourragères sont aussi très intéressants.

Cette première année d'expérimentation montre qu'une diversification des cultures est possible sur les sols gris. Cependant, il convient de signaler que cette année est déficitaire du point de vue pluviométrique. Ces conclusions sont peut-être à nuancer très sérieusement pour les années pluvieuses où les effets défavorables de la proximité de la nappe pourraient s'accroître.

Pour le riz, la moyenne des 2 variétés de riz montre un effet favorable de la proximité de la nappe. Le rendement des parcelles 7 et 8 est très nettement inférieur (moins de 20 Qx) à celui des autres parcelles où le riz a pu s'alimenter dans la nappe (27 Qx).

Il est à noter toutefois que ces rendements sont très nettement inférieurs à ceux qui ont été observés à KANDIADIOU (36 Qx) malgré un sol à texture beaucoup plus fine 15 à 20 % d'argile (contre 3 à 5 % à KANDIADIOU). Toutes les conditions paraissant égales par ailleurs, il semble que la seule raison qui puisse être invoquée est la date de semis. A KANDIADIOU, le semis a eu lieu le 1er juillet, soit une semaine avant INOR. Il convient donc de rester vigilant, même sur sol gris, quant à la date du semis; ceci est évidemment à confirmer par une expérimentation systématique, des facteurs non contrôlés ayant pu intervenir (parasitisme, succession culturale).

Possibilités d'extrapolation des résultats.

Des études pédologiques de reconnaissance ont été réalisées dans les départements de BIGNONA - SEDHIOU - KOLDA - VELINGARA dans le but d'essayer de définir les possibilités d'extrapolation des résultats obtenus à INOR et KANDIADIOU.

Dans la région de BIGNONA, une tournée d'une journée avec les responsables de l'ILACO nous a fait apparaître des différences très sensibles du point de vue situation géomorphologique par rapport aux zones étudiées. L'influence du sel, la présence de sols semi-tourbeux très acides, l'épuisement des terres s'ajoutent aux différences d'ordre géomorphologique. De ce point de vue il semble important de noter :

- le passage très progressif à des sols à sables très fins déposés au cours de la transgression NOUAKCHOTTIENNE où une nappe salée paraît exister.
- l'existence de très larges zones de sols gris sur des glacis à très faible pente.
- l'absence d'affleurements de cuirasse.

Ces trois facteurs essentiels et plus particulièrement le dernier quant à la dynamique de la nappe ne nous permettent pas d'envisager avec une sécurité suffisante l'extrapolation des résultats à ces régions. La mise en place de deux ou trois chaînes de piézomètres associés à des parcelles cultivées en riz permettraient de connaître avec une précision suffisante la dynamique de la nappe, les dangers de salure et leur influence sur les rendements du riz.

3) Dans la région de SEDHIOU, une étude détaillée dans la vallée de la Casamance nous a fait apparaître des différences géomorphologiques très importantes par rapport à la topographie de KANDIADIOU.

La carte ci-jointe montre la présence, dans de larges zones de sols gris, de levées alluviales sableuses non cultivables en riz et de zones argileuses, anciens bras, cuvettes de débordement ou de décantation en dessous desquelles la nappe était en charge et où la réussite des cultures de riz est peut-être problématique. Quelle est l'influence de ces zones argileuses et de ces levées sur la dynamique de la nappe ? Cela pose aussi le problème de la limite aval de la riziculture pluviale.

Dans cette même région, de larges zones de sols gris avec une nappe superficielle à la fin novembre, qui permettrait de pratiquer un 2ème cycle de culture (maïs, fourrage, maraîchage ..), ont été observées. Quelle est leur extension ? Quelle est la dynamique de la nappe dans ces zones, en particulier jusqu'à quelle date le sol à texture limoneuse reste humecté par la nappe ?

Enfin des zones de sols gris de plus de 1 km de large ont été observées (voir carte). La dynamique de la nappe et plus particulièrement sa courbe de tarissement et par conséquent les potentialités de production rizicole de ces sols mériteraient une étude alliant chaînes des piézomètres et parcelles de rendement du riz.

4) Dans les régions de KOLDA et VELINGARA, les mêmes problèmes demeurent. Il s'y ajoute un type d'occurrence de sols gris "les têtes de talweg" que nous n'avons pas étudié faute de temps et pour lequel il ne saurait être question de généraliser les résultats obtenus à INOR et KANDIADIOU.

5) En conclusion, il ne semble pas impossible d'avancer que les résultats obtenus à INOR et KANDIADIOU peuvent être généralisés à des types d'occurrence géomorphologiques similaires. Cependant dans des situations géomorphologiques différentes, qui peuvent représenter au total plus de 40 % de la superficie des sols gris, l'extrapolation des résultats obtenus à INOR et KANDIADIOU nous semble être pour le moins problématique voire très risquée ou impossible.

CONCLUSIONS GENERALES -

Ce rapport rend compte d'une manière partielle et par conséquent provisoire et susceptible de modifications des études réalisées cette année sur la dynamique de la nappe des sols gris et son influence sur les rendements du riz et les possibilités de diversification des cultures sur ces sols.

- Fluctuation de la nappe -

pour un piézomètre déterminé,

- la nappe monte lentement jusqu'à mi-août,
- entre le 20 et le 30 août, la nappe s'élève très rapidement jusqu'à proximité de la surface du sol,
- jusqu'à l'arrêt des pluies, la nappe oscille peu autour de son niveau maximum,
- enfin la nappe descend lentement et d'une manière régulière (1 cm/jour).

- Sur l'ensemble des deux toposéquences étudiées ici, la comparaison des rendements obtenus en fonction du niveau piézométrique montre que la nappe influence d'une manière très nette les rendements lorsque elle est à moins de 1 m à 1,2 m de profondeur au moment de la récolte (vers le 25 octobre). Les résultats des trois autres toposéquences, moins intéressantes, car sans parcelle de rendement, seront analysés dans le rapport définitif.

- L'étude des profils hydriques, du niveau piézométrique, de la crue du fleuve semble indiquer que la nappe des sols gris est alimentée par des circulations d'eaux hypodermiques. L'origine de ces eaux finalement drainées par l'inféreflux du fleuve, semble deviiir être recherchée dans le rôle de drain naturel constitué par les cuirasses qui sominent les sols gris.

Les rendements observés dans la zone de sols gris où la nappe contribue à l'alimentation hydrique du riz vont de 48 à 36 Qx/ha à KANDIADIOU et 27^à INOR. Dans la zone où la nappe ne contribue pas à l'alimentation hydrique du riz, les rendements sont oscillants entre 15 et 20 quintaux en moyenne.

Cette année à déficit hydrique marqué en fin de saison des pluies (aucune précipitation efficace entre le 24 septembre et le 20 octobre, date de maturité du riz) a été particulièrement favorable pour déterminer l'influence de la nappe sur le riz. Il a été possible d'obtenir des récoltes convenables en maïs, sorgho, mil, arachide et cultures fourragères. Cependant l'influence faiblement défavorable de la proximité de la nappe sur les rendements de ces cultures pourrait être nettement plus accentuée en année plus humide. Il n'en demeure pas moins qu'une diversification des cultures sur les sols gris est possible mais les résultats sont à confirmer.

Nous avons été amenés à effectuer des reconnaissances pédologiques depuis les environs de BIGNONA jusqu'aux environs de VELINGARA. Le but était d'étudier les possibilités d'extrapolation des résultats obtenus au cours de cette année dans les conditions géomorphologiques et pédologiques de INOR et KANDIADIOU. Il nous est apparu que si les conclusions dégagées ici pouvaient être généralisées aux situations pédologiques et géomorphologiques similaires, d'autres situations existaient pour lesquelles nous ne pouvons que formuler des réserves. Plus de 40 % des superficies de sols gris pourraient appartenir à de telles situations.

PARIS, le 10 mars 1972

R. BERTRAND.

Fig 2 : EVOLUTION DU NIVEAU

Chaîne de INOR - village T.N. = Te

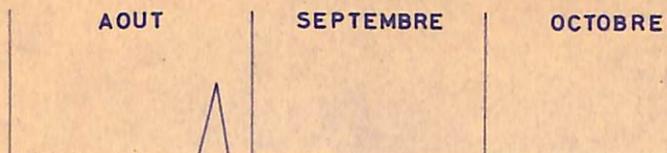


Figure 1 : PLUVIOMETRIE

Total

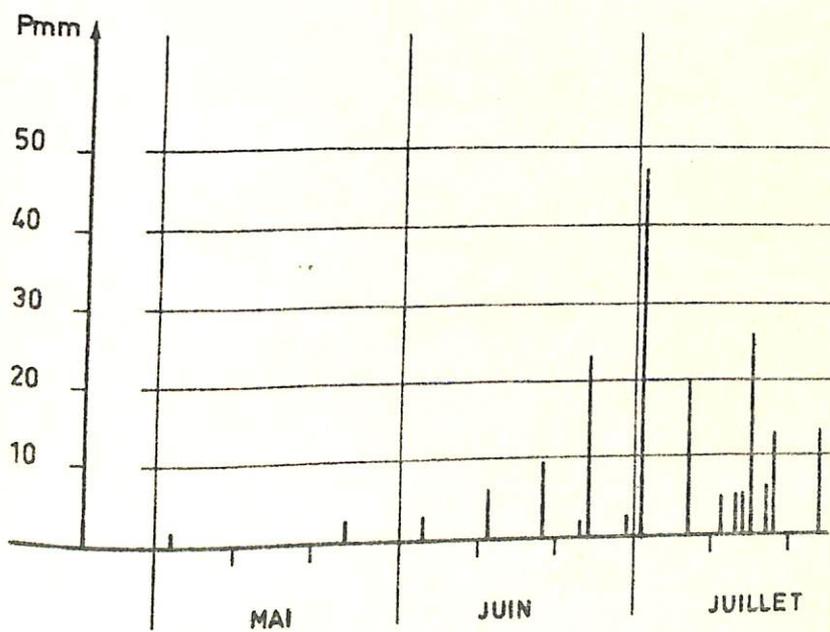


FIG. 3 EVOLUTION DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE

Chaîne de KANDIADIOU

T.N. = Terrain naturel

Pz 1 bis - Alt. T.N. = 3.07

Pz 2 - Alt. T.N. = 3.25

Pz 5 - Alt. T.N. = 4.12

Pz 15 - Alt. T.N. = 6.34

Pz 17 - Alt. T.N. = 6.94

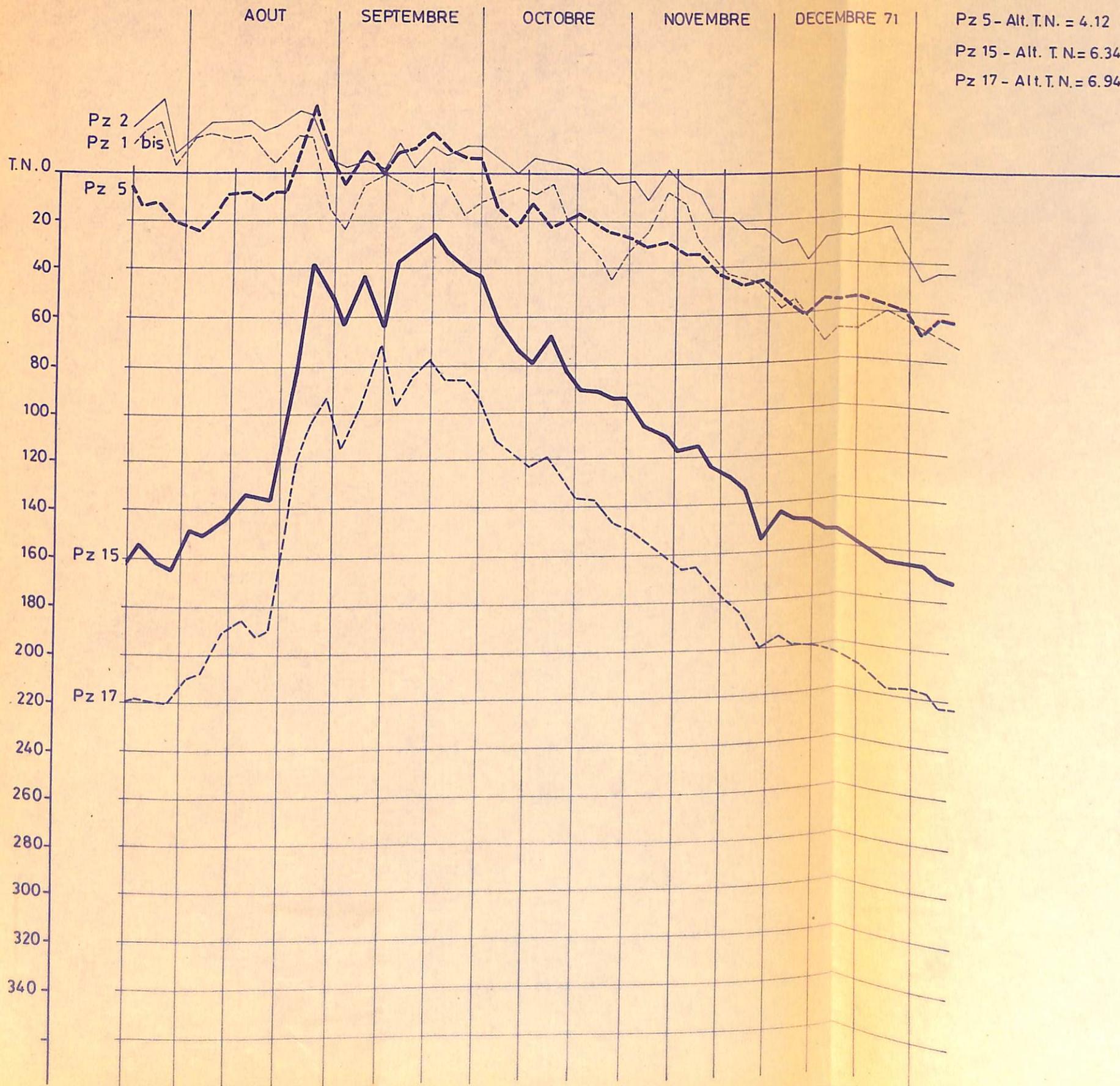


Fig 4 : EVOLUTION DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE

INOR VILLAGE

Echelle : L 1 / 2000
H 1 / 50

Date d'observation

PHy 6 Emplacement p
TN Terrain naturel

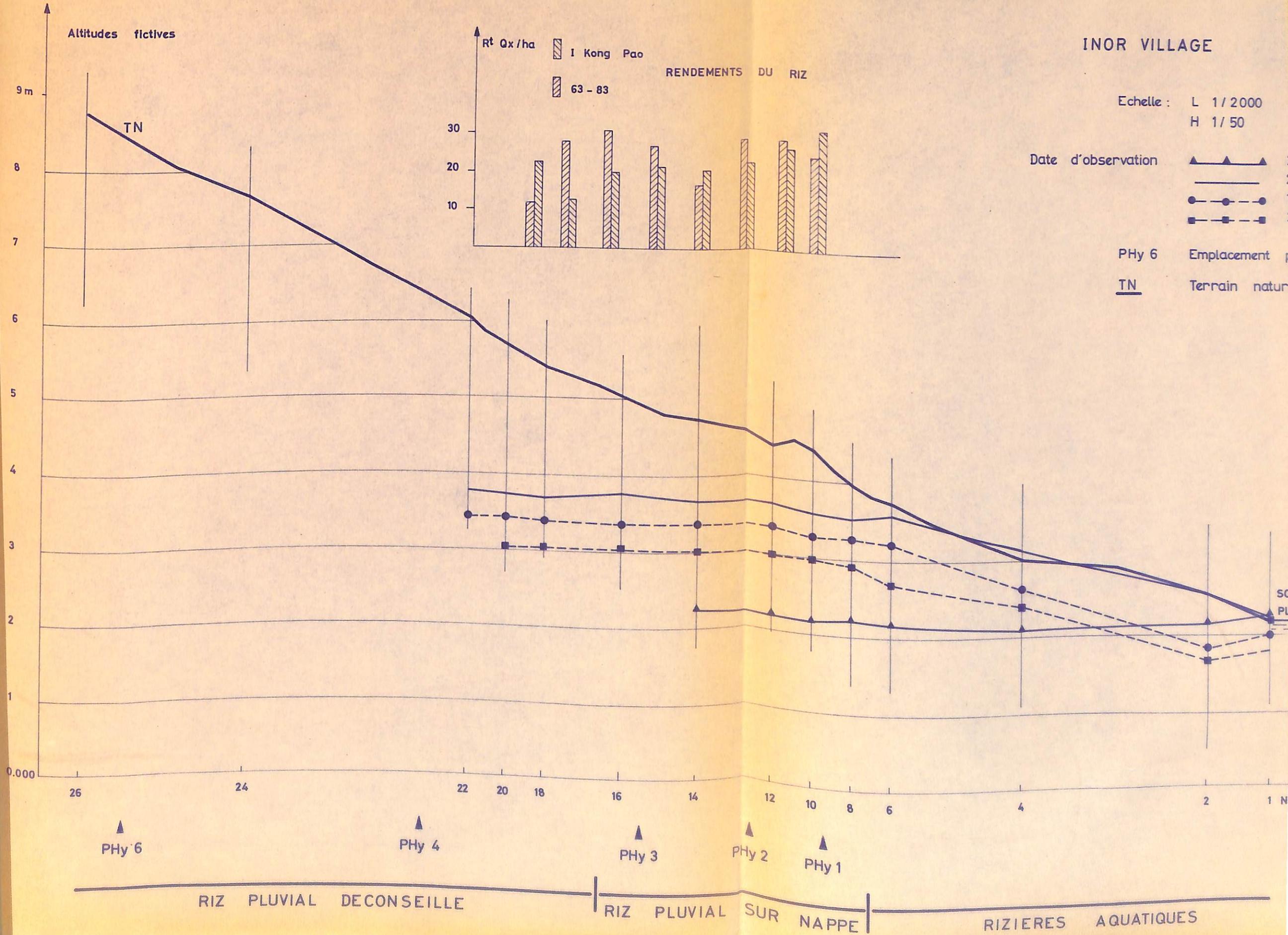


FIG. 5 EVOLUTION DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE

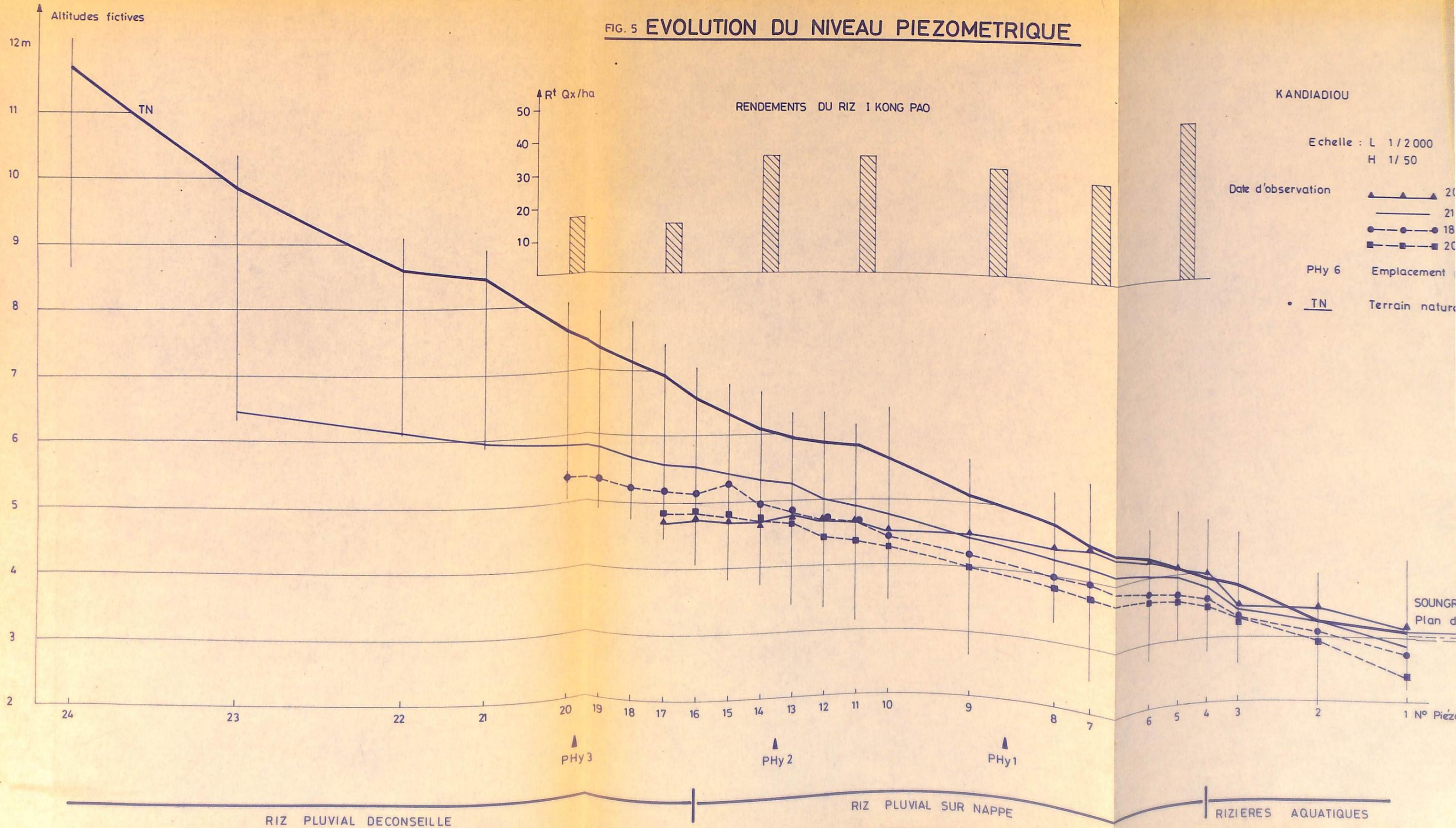


Figure 5. HUMECTATION DU PROFIL

NOR Profil PHy 2

Date	Profondeur	Date
18/6	215cm 230cm	4/8
14/7	235cm 195cm	21/8
21/7	235cm 114cm	9/9
28/7	230cm 78cm	22/9

Entre Pz 12-13 à 10m de 12

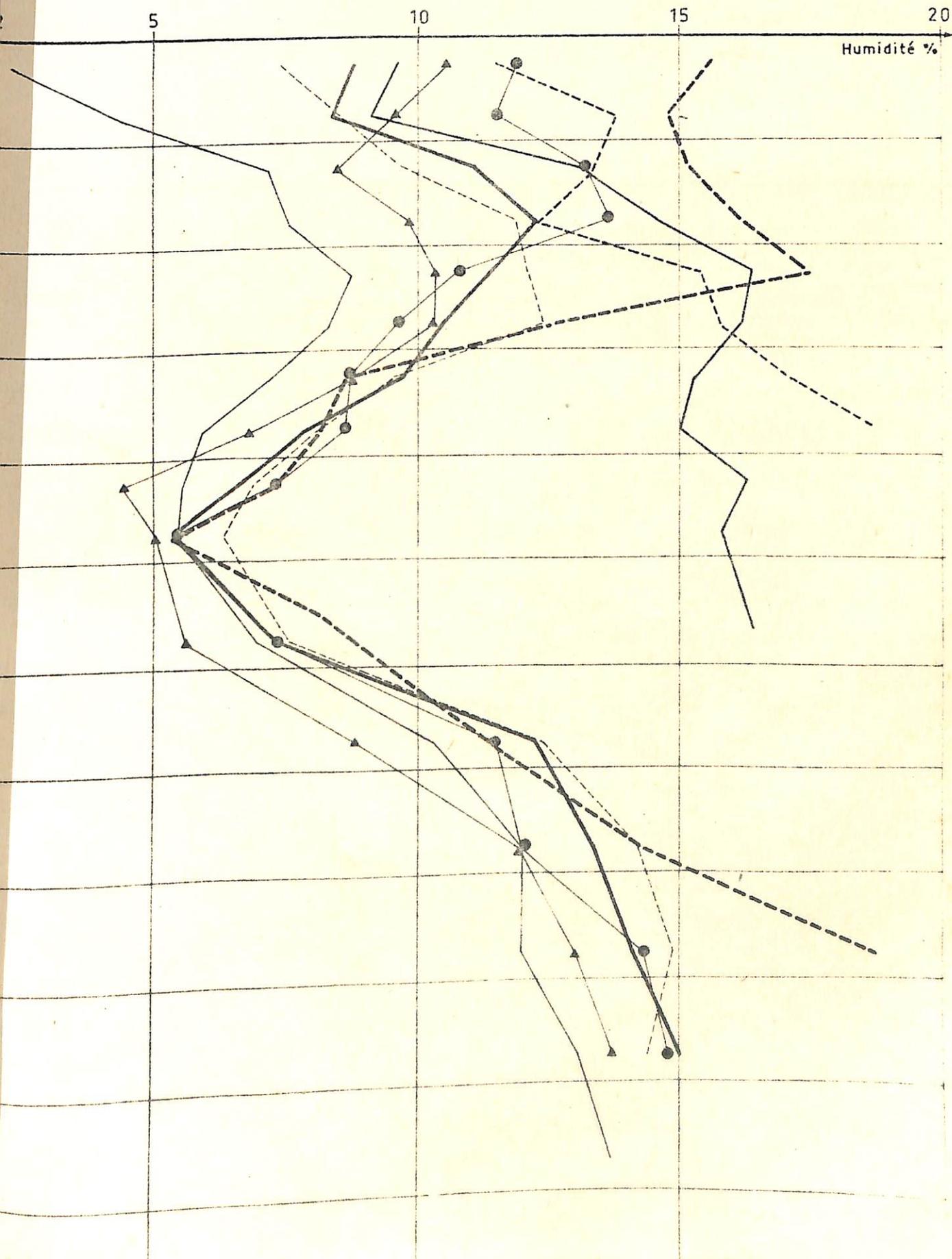


Figure 7 : HUMECTATION DU PROFIL

KANDIADIOU Profil PHy2

Entre Pz 13-14 à 14m de 14

Date	Profondeur
14/7	170 cm
21/7	126 cm
28/7	133 cm
4/8	116 cm
21/8	101 cm
9/9	45 cm
22/9	12 cm

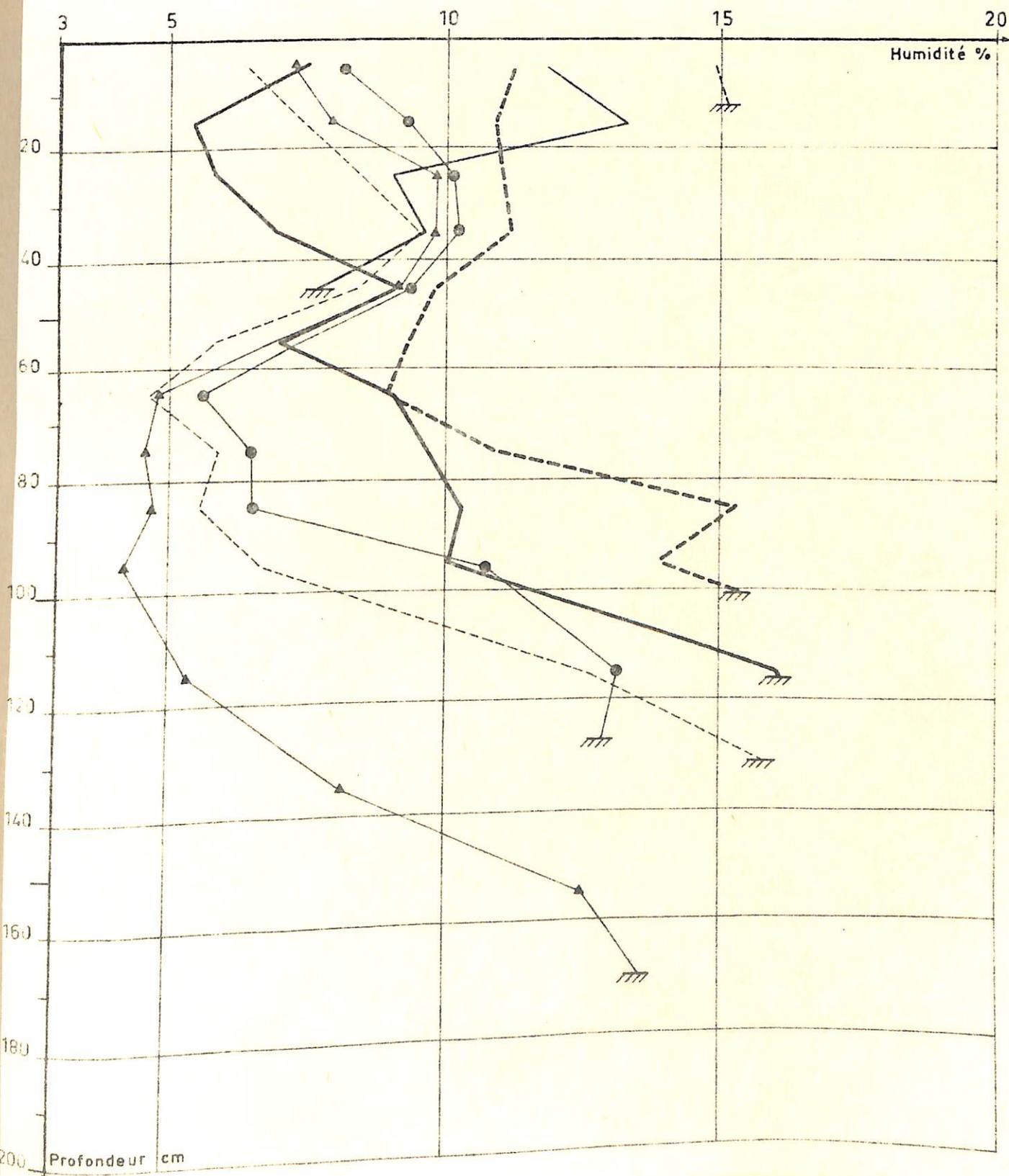


FIGURE 8: ASSECHEMENT DU PROFIL

INOR Profil 2

Entre Pz 12 - 13 à 10 m de 12

Date

22 / 9

22 / 10

11 / 11

Profondeur

70 cm

70 cm

100 cm

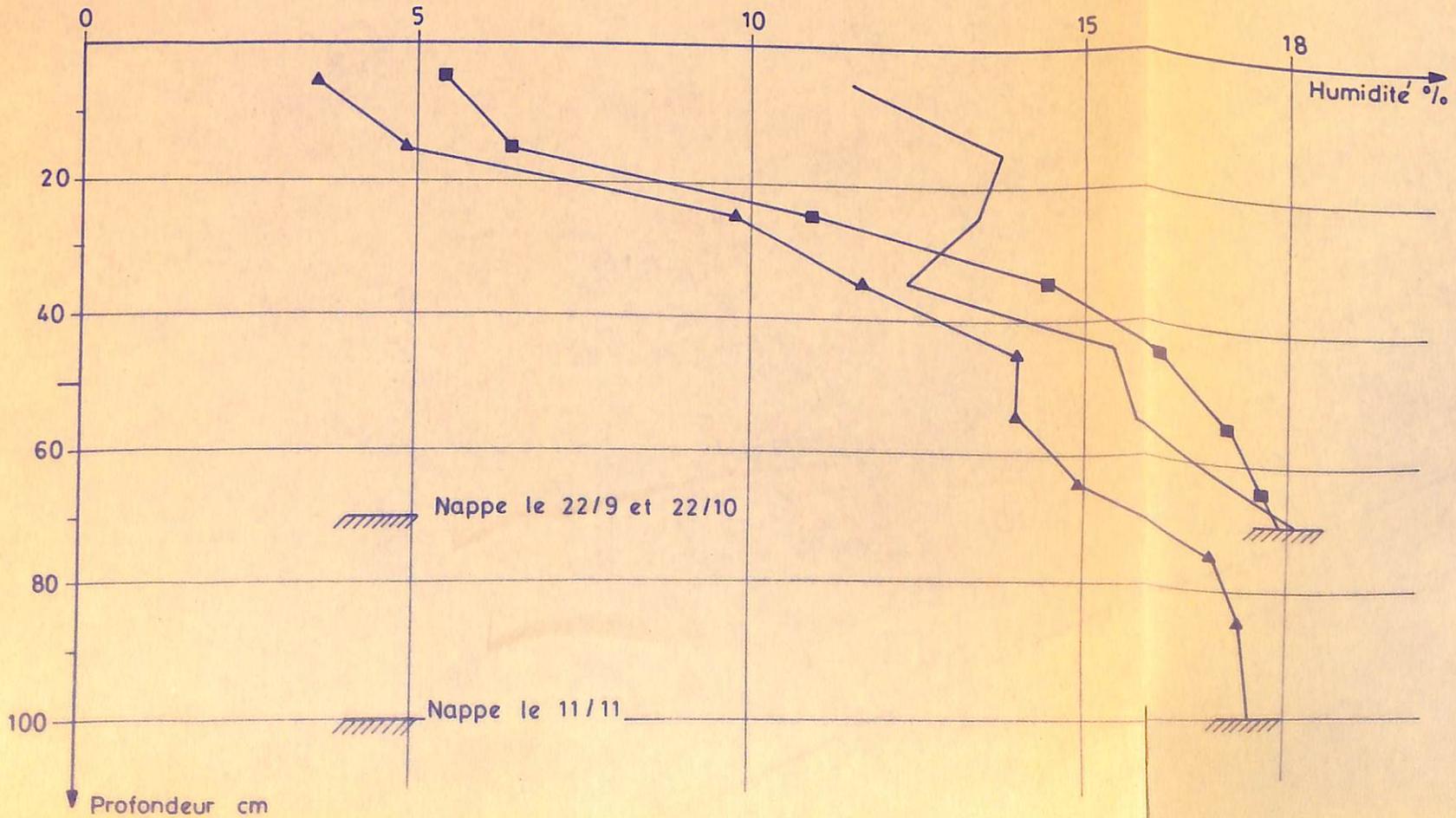


Figure 9 : ASSECHEMENT DU PROFIL

KANDIADIOU PHy 2

Entre Pz 13-14 à 14m de 14

Date d'observation

- 22/9
- 22/10
- ▲—▲ 11/11

KANDIADIOU PHy 3

Près Pz 20

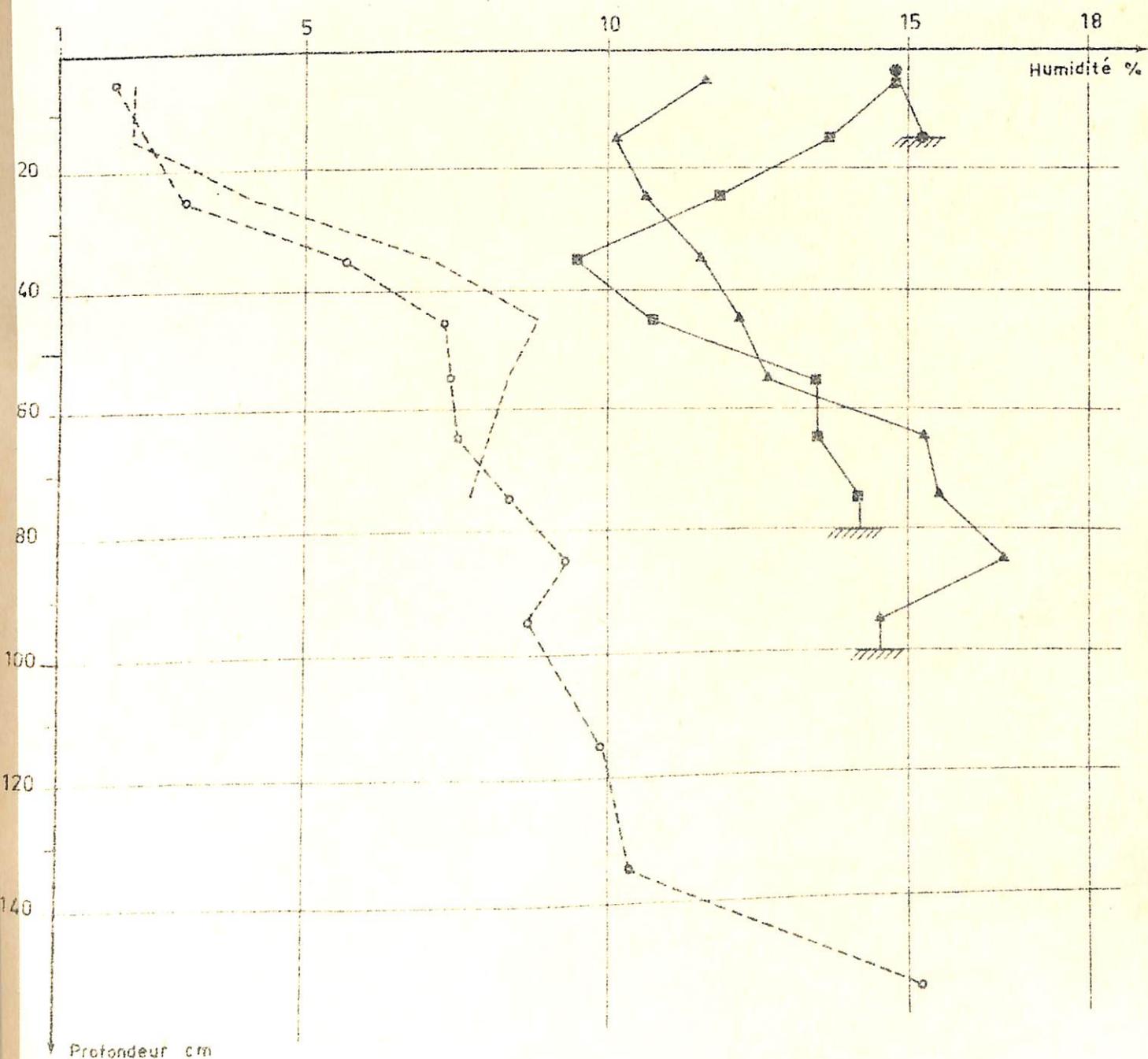
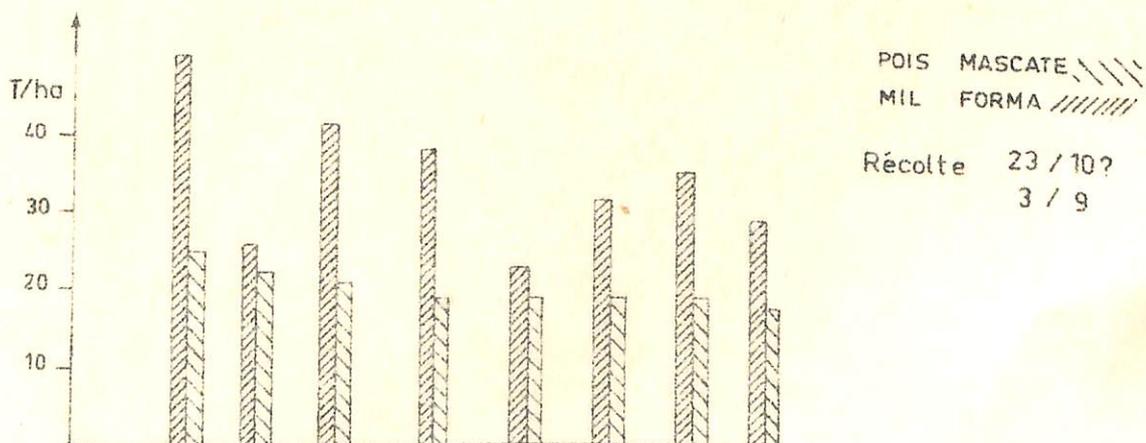
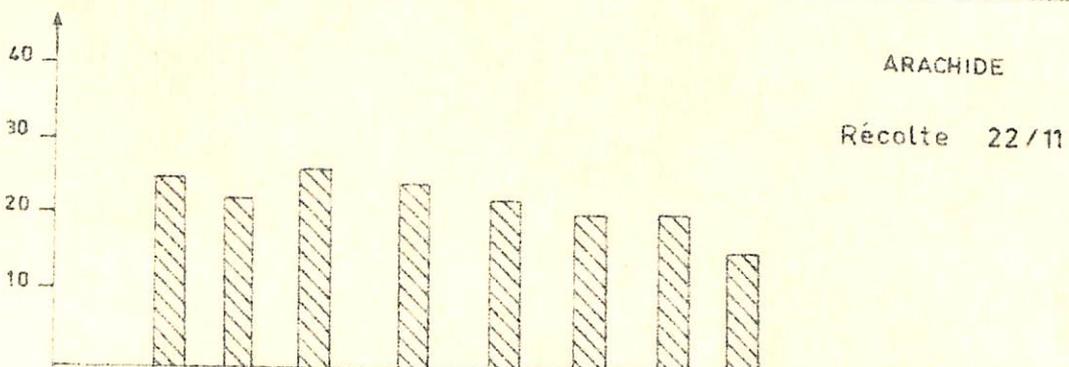
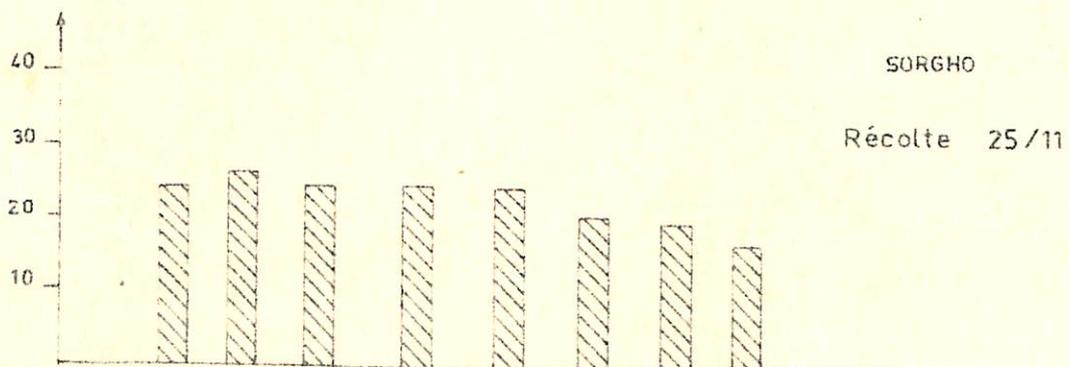
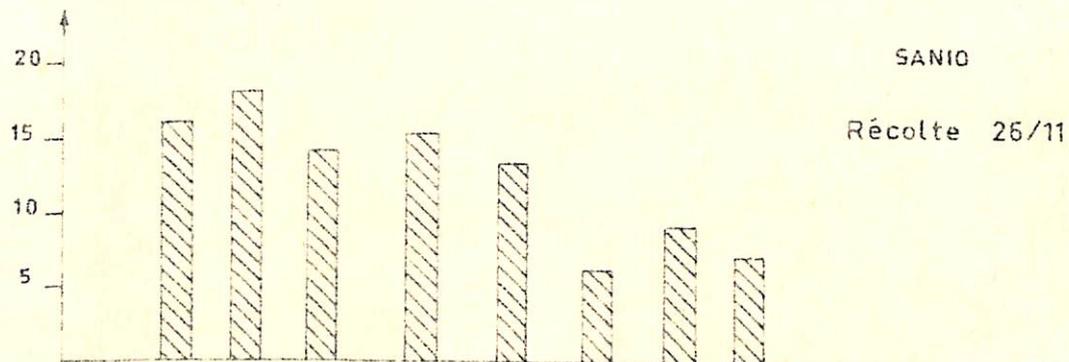
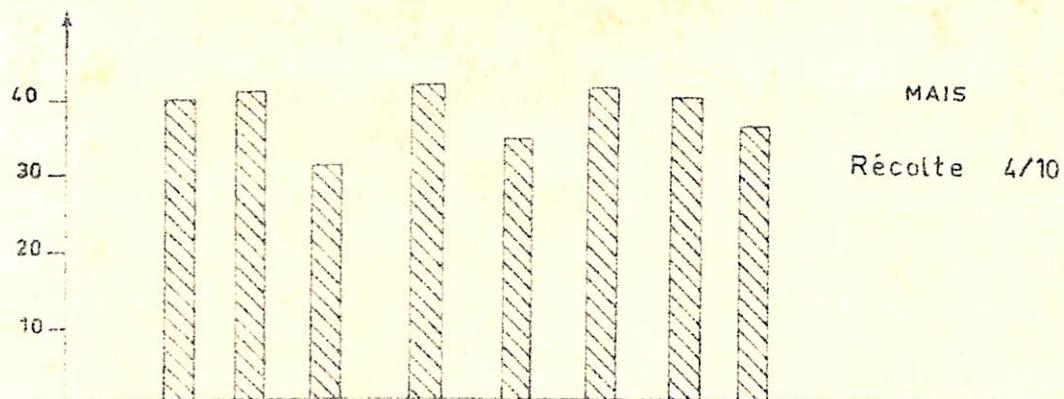
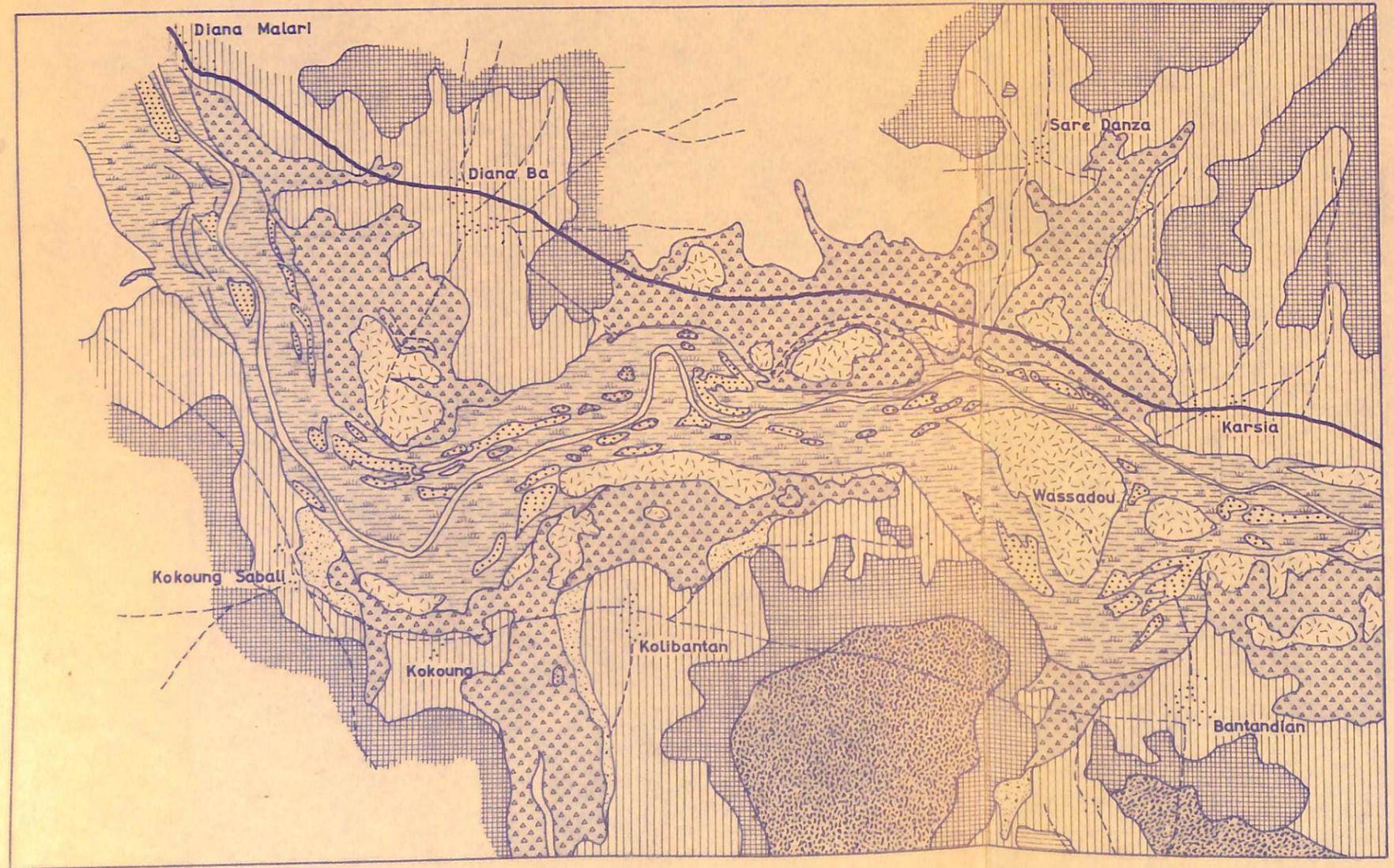
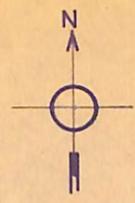


Fig 10

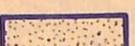
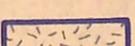
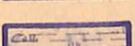
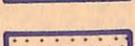
RENDEMENTS
BANDES
DE
CULTURE
INOR 1971



ESQUISSE MORPHOPÉDOLOGIQUE REGION DE DIANA MALARI



LEGENDE

	Plateau		Sol rouge ferrallitique
	Cuirasse		Cuirasse subaffleurante
	Versant		Sol ocre de versant
	Glacis		Sol peu évolué hydromorphe
	Alluvions	Q II	Sol gris
	Haute levée	Q I	Sol peu évolué d'apport alluvial
	Alluvions	Q 0	Sol hydromorphe à amphigley
	Levées	Q 0	Sol gris
	Anciens méandres à texture argilo-limoneuse		

ECHELLE 1/50.000