

MISSION D'AMENAGEMENT DU FLEUVE SENEGAL

---

DIVISION AGRONOMIQUE

---

ETUDES PEDOLOGIQUES  
DANS LA VALLEE ALLUVIALE  
DU SENEGAL

---

---

BULLETIN N°122

---

OCTOBRE 1960

Par J. MAYMARD  
Maître de Recherches  
à l' O.R.S.T.O.M

ETUDES PEDOLOGIQUES  
DANS LA VALLEE ALLUVIALE DU SENEGAL

par J. MAYMARD  
Maître de Recherches à l'ORSTOM

- I - Historique des études et point actuel des travaux.
- II - Les dénominations vernaculaires en pays toucouleur.
- III - Classification pédologique et inventaire des unités reconnues.
- IV - Répartition, extension, principales caractéristiques des sols les plus importants.
- V - Le sol dans ses rapports avec les cultures.

## I.- HISTORIQUE DES ETUDES ET POINT ACTUEL DES TRAVAUX

Dès 1822, l'Administration du Sénégal, désireuse de connaître la nature des terres choisies en pays Oualo pour l'établissement de nouvelles cultures, envoie en France cinq caisses d'échantillons de sols qui sont étudiés par le Professeur Laugier du Muséum d'Histoire Naturelle.

Vers 1905, Y. Henry, parcourant la vallée effectue quelques sondages et quelques prélèvements; ils sont analysés d'abord par P. Ammann au Jardin Colonial, puis par J. Lemmet; les résultats de ces travaux sont exposés dans l'ouvrage de Y. Henry: Irrigations et Cultures irriguées en Afrique Tropicale (1918).

De 1936 à 1942, c'est dans le cadre des travaux impartis à la Mission d'Aménagement du Sénégal que Delolme, fournit au retour d'une longue tournée un rapport très documenté sur l'agriculture de la vallée, que P. Coleno, à la Station d'Essais de Diorbivol fait effectuer quelques analyses pour suivre l'évolution du sol sous culture irriguée, et qu'à Guédé, R. Guillaumot dresse la carte des terres du casier sur la base des dénominations vernaculaires.

En 1948, S. Bouyer décrit les sols de la vallée en même temps que ceux du territoire sénégalais, pour la conférence africaine des sols de Goma. Sa classification est agrologique et presque uniquement fondée sur les données de l'analyse mécanique.

L'année suivante G. Aubert parcourt la vallée avec la mission Drouhin. C'est à la suite de cette mission qui conclue favorablement quant aux possibilités de la région, que l'étude systématique des sols est envisagée et presque aussitôt commencée.

En effet, J. Dubois et J. Maynard prospectent le pseudo delta de 1950 à 1952; puis sous l'égide de la Mission d'Aménagement du Sénégal, J. Maynard examine la zone du lac RKiz (1953), la vallée de Bakel à Kayes (1953 et 1954), celle du Gorgol (1954), le Chemama Occidental (1954), la région de Matam (1957). A partir de 1957 l'étude des sols soumis à la submersion est abordée par la voie expérimentale, avec pour les problèmes de structure, la collaboration de A. Combeau et celle de Y. Dommergues pour l'évolution biochimique et microbienne.

La reconnaissance des sols, leur classification du point de vue de la genèse et des unités cartographiques sont des opérations pratiquement achevées. La cartographie elle-même semble par contre un peu en retrait; c'est que les caractéristiques essentielles des sols variant considérablement sur de courtes distances, le relevé exige beaucoup de temps à l'unité de surface, et reviendrait par conséquent très cher.

Il serait possible d'en diminuer le coût en s'en tenant aux dénominations locales et en utilisant des agents non spécialistes transcrivant les indications des cultivateurs. Cette solution assez satisfaisante pour un bassin de submersion de quelques milliers d'hectares, ne le serait plus pour la vallée toute entière, les mêmes noms pouvant alors désigner des choses très différentes ou des noms différents désignant les mêmes choses.

D'ailleurs la cartographie détaillée des sols ne se justifie guère tant qu'on n'envisagera pas un autre mode d'exploitation que la culture de décrue: d'abord parceque c'est une culture très pauvre, ensuite parceque le sol, dans les limites où il est connu pour cultivable, n'a, comparé à d'autres facteurs absolument déterminants, que peu d'influence sur le rendement.

Ainsi il est apparu que la priorité attribuée aux prospections en vue de l'établissement de cartes conduisait à négliger l'approche de problèmes plus directement liés à la productivité des terres suivant le régime hydraulique ou les modalités culturales. L'installation à Guédé d'une station d'essais a ouvert une voie nouvelle. Elle a permis par exemple l'étude des conditions de pénétration, conservation utilisation de l'eau, l'établissement du bilan hydrique des cultures, la mise en évidence du rôle compétitif des mauvaises herbes et celui du travail superficiel du sol, l'examen de la micro flore tellurique, des équilibres biochimiques, etc, et surtout celle des relations sol-fertilité.

## II.- LES DENOMINATIONS VERNACULAIRES EN PAYS TOUCOULEUR

Quelques termes indigènes d'emploi commode sont passés dans l'usage courant, par exemple les appellations génériques de diéri, oualo, fondé. La terminologie locale est très riche mais un peu confuse; l'abondance du vocabulaire n'apporte souvent qu'une précision illusoire.

Les critères distinctifs reposent, à la fois ou séparément :

- sur la cote des terrains par rapport à celle de la crue;
- sur la position géographique des lieux par rapport au lit fluvial, ou à la bordure de la vallée;
- sur la nature des matériaux constitutants, ou celle de la végétation naturelle;
- sur l'utilisation agricole et le niveau de fertilité.

Le diéri groupe les formations nettement exondées qui encadrent la vallée; le oualo désigne, au sens large toute la vallée inondable, au sens restreint, la partie basse à forte probabilité de submersion; dans cette dernière acceptation, il ne comprend pas le fondé qui est lui, à l'abri des faibles crues. Mais le terme de fondé est lui-même plus particulièrement réservé au réseau des grandes levées bordant le fleuve et les principaux marigots. On y distingue: le fondé balléré (= noir) de teinte foncée et plus souvent inondé, du fondé ranéré (= blanc ou jaune) plus clair et situé plus haut sur la pente. Il est aussi question de fondé toguéré et de fondé diéri pour désigner une butte sur la levée alluviale.

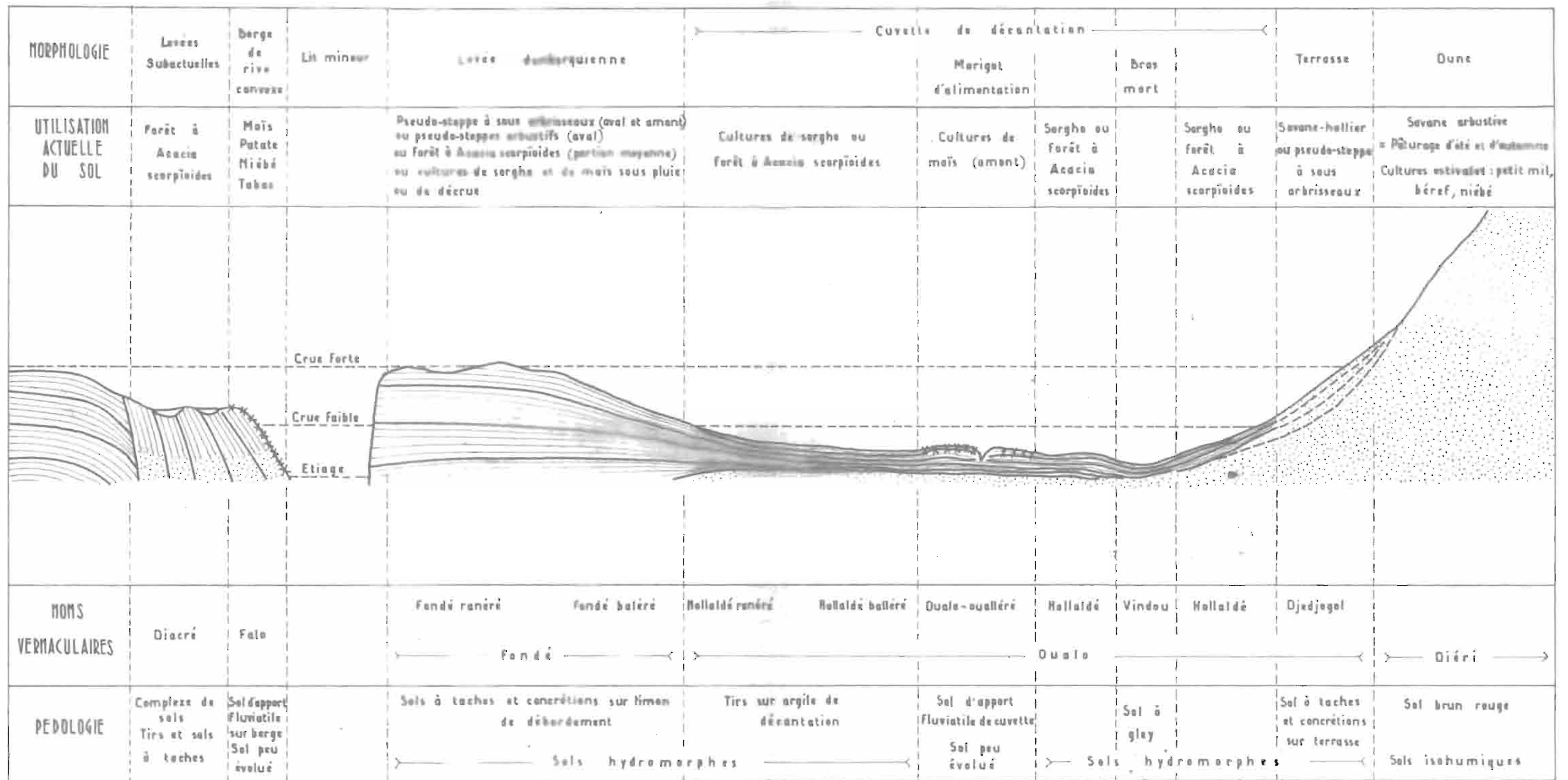
La vraie terre à mil est le hollaldé qui occupe la majeure partie du oualo. Là encore on distingue hollaldé balléré et hollaldé ranéré d'après la couleur liée à la teneur en argile et à la cote. Le hollaldé-ouakadidiou ou ouaka hollaldé est un terrain intermédiaire entre celui qui est cultivable et celui qui ne l'est pas. Ouakadidiou (étymologiquement: ouaka = vallée, didiou = mauvais) désigne un terrain pauvre, soit ferrugineux (terres rouges et petites concrétions), soit trop sableux, dès la surface ou plus fréquemment à faible profondeur.

Le oualléré résulte de dépôts récents et localisés; c'est une formation particulière et rare proche du hollaldé balléré mais moins argileuse et moins compacte qu'il se présente souvent en bandes plus ou moins allongées au débouché d'un chenal. Ces terres mobiles (elles se déplacent dans le sens du courant) sont très disputées par les cultivateurs, et toujours réservées au maïs. On précise leur situation par des mots composés tels que oualo-oualléré et fondé-oualléré. Mais ce dernier terme peut aussi désigner abusivement, par analogie d'usage, les zones fondé enrichies par le parcage du bétail.

Le falo est la berge en pente douce du lit mineur qui sur la rive convexe s'engraisse à chaque crue donnant des terrains sablo limoneux, poreux, faciles à travailler et fertiles, utilisés comme jardins (maïs, tabac, haricots, niébés, patates, mil aussi).

Les vindous sont les mares, temporaires ou quasi permanentes: fonds de cuvettes sans exutoire, lits de marigots tronçonnés. Sur leur bordure qui s'assèche, la culture n'est pas possible car le grain de sorgho pourrit en terre.

Fig. 1 - PROFIL TRANSVERSAL DE LA VALLÉE DU SÉNÉGAL SCHÉMATISÉ





Le diacré paraît désigner plus particulièrement les petites levées séparées de dépressions légères qui par suite de l'évolution des méandres se présentent en croissants emboîtés et s'insèrent entre fondé et falo. Dans certains cas le même mot semble convenir, plus généralement, pour des sols de mauvaise qualité. Il en est un peu de même des baïdés; pour certains cela signifierait "terres mortes" et correspondrait à un affleurement géologique d'argile, peut-être salée, pour d'autres, il s'agirait d'une trainée de terre humide liée à un cours d'eau souterrain, où le mil pousserait mal. Les toguérés sont généralement des buttes légères au milieu du oualo, parfois de simples surfaces incultes, ou trop sableuses ou trop imperméables, mais toujours impropre à la culture de décrue.

Entre oualo et fondé s'intercale l'itité terrain intermédiaire qui n'a d'autre caractéristique que de participer des qualités des sols qui le touchent. Entre oualo et diéri s'intercale le djedjogol, glais colluvial ou liseré de terrasses à la limite supérieure de la zone d'inondation.

La figure I donne un aperçu schématisé de la position relative des divers terrains, la correspondance entre divers termes, locaux, morphologiques, pédologiques, enfin l'utilisation la plus fréquente du sol.

### III.- CLASSIFICATION PEDOLOGIQUE ET INVENTAIRE DES UNITES RECONNUES.

Comme on peut s'y attendre pour des sols dérivant le plus souvent d'alluvions plus ou moins récentes, les distinctions que l'on peut établir dépendent beaucoup de la composition chimique et granulométrique de ces alluvions.

La mise en place de la couverture quaternaire a été commandée par les variations paléoclimatiques et les oscillations glacio-eustatiques du niveau marin (Tricart 1954, Michel 1957 et 1960). Différents milieux de sédimentation ont pu se relayer: par exemple dans la basse vallée, un milieu lagunaire responsable de dépôts à faciès saumâtre suivi d'un milieu fluviatile quand l'action de la crue est devenue prédominante.

L'apport d'éléments fins en provenance du haut bassin, la proximité d'un stock important de sables éoliens, repris par le fleuve et épanché dans toute sa vallée alluviale, le remaniement des formations lagunaires, expliquent les différents aspects sédimentologiques et l'imbrication des diverses formations. D'où une succession rapide de couches variées, qui atténue l'effet de l'évolution pédologique et multiplie les pseudo profils.

Le classement proposé ci-dessous tient compte de tous les sols reconnus dans la zone d'inondation et dans sa bordure. C'est le résultat du dépouillement d'un grand nombre d'observations. Les divisions sont celles de la classification française (Aubert, 1956). Dans la pratique du terrain c'est au niveau le plus élevé que le classement paraît un peu arbitraire: là où certains ne verraient que

des sols alluviaux, nous avons mis au premier plan la tendance évolutive du sol en place, même si cette dernière s'inscrit assez mal dans le profil. A un niveau plus bas de classification, on remarquera l'importance attribuée au matériau initial: il n'est pas seulement caractérisé par sa nature pétrographique, mais aussi et surtout par son origine. Cette donnée est d'une grande valeur explicative; elle est aussi de nature à faciliter la transcription cartographique.

Les Ordres et les Sous-Ordres sont caractérisés par les phénomènes fondamentaux de transformation des roches en sols et par les caractères physico-chimiques d'évolution. Aux Groupes correspondent les processus d'évolution, les Sous-Groupes indiquant l'intensité du phénomène ou l'existence de plusieurs processus. Les Familles et les Séries sont caractérisées par la roche-mère. Les Phases enfin donnent une indication complémentaire de nature variable suivant le genre de sol; elles correspondent à des différences assez légères, mais qui peuvent avoir une importance capitale au point de vue de l'utilisation des terres.

#### I - ORDRE : SOLS EVOLUES SUR PLACE

**Sous ordre: Sols hydromorphes** (Sols dans la formation

desquels le facteur principal a été l'excès d'eau; pratiquement tous les sols soumis à l'action saisonnière de la crue qui ne résultent pas d'un transport actuel ou qui ne sont pas salés).

++++ Groupe: Tirs (sol de couleur foncée, acquérant une structure large et massive sous l'effet de l'évaporation des solutions du sol; peu ou pas marmorisés).

++ Famille: sur matériaux fluviatiles de décantation  
(sédiments fins déposés en eau calme, dans des  
cuvettes loin du chenal du fleuve ou de ses  
défluent).

+ Séries : argiles lourdes (= hollaldé balléré)  
argile sableuse (= hollaldé ranéré)  
argile sableuse et ferrugineuse {=hollaldé oua-  
ka ?}  
{=hollaldé wo-  
déré ?}

Phase : durée de submersion moyenne: entre 30 et  
120 jours.

++++ Groupe: Sols à tâches et concrétions (caractérisés par  
des tâches irrégulières, les unes blanchâtres  
ou grisâtres, les autres jaunâtres, un peu rou-  
ges ou brumâtres, et/ou par de petites concrétions  
ferro-manganésiques, plus rarement cal-  
caires.

++ Famille: sur matériaux fluviatiles de débordement  
(sédiments moins fins déposés en bordure même  
du lit mineur, formant les levées naturelles  
qui gagnent le fleuve et ses principaux dé-  
fluent).

+ Séries : limon clair sableux (= fondé ranéré)  
limon foncé sablo-argileux (= fondé balléré)

Phase : durée de submersion (entre 0 et 40 jours)

- ++ Famille: sur épandage latéral prolongeant les glacis (sédiments variables dont l'origine est un remblayage ancien aux dépens des versants voisins).
- + Séries : du continental terminal (région de Matam)
- Phase : durée de submersion (entre 0 et 40 jours)
- ++ Famille: sur terrasses.
- + Séries : de remblaiement (= djedjogol)  
d'arasement (toguéré, baïdé ?)
- Phase : durée de submersion (entre 0 et 30 jours).
- ++++ Groupe: Sols à gley (sol altéré par la persistance de l'eau; le fer a été réduit à l'état ferreux d'où des couleurs caractéristiques gris bleuté ou gris verdâtre).
- ++ Familles: sur matériaux fluviatiles de décantation (= vindou).  
sur matériaux fluviatiles de débordement  
sur épandage latéral (= dopéré ?).
- Phase : durée de submersion (plus de 150 jours).
- +++ Sous groupes:
- sols complexes: hydromorphe - calcimorphe (= Katawal ?)  
brun - hydromorphe (= Waldé)  
gley - solonchak (= vase noire des marais estuariens).

**Sous-ordre : Sols halomorphes** (Sols dont la productivité

est limitée par la présence de sels. Ils n'ont une grande extension que dans la zone deltaïque où ils sont morphologiquement très voisins des sols hydromorphes. La distinction est établie au laboratoire sur le taux de sels solubles et sur le terrain au type de végétation).

++++ Groupe: Sols salins (où il y a au moins 0,2% de sels sodiques).

+++ Sous groupes: solonchak vif (remontées salines visibles en surface)

crypto-solonchak (remontées salines non visibles en surface)

gley-solonchak (solonchak gleyifié donc sol complexe)

sol des sebkas (sol complexe: en même temps sol d'érosion).

++ Familles : sur levées dunkerquiennes  
sur delta de rupture  
sur argile de décantation fluviale  
sur dépôts fluvio-marins.

Phase : à sulfates dominants  
à chlorures dominants

+++ Groupe: Sols salins à alcalis (plus de 0,2% de sels sodiques et pH supérieur à 8,5)

++ Familles : sur terrasses lacustres (RKiz)  
sur levées dunkerquiennes (Delta).

++++ Groupe: Sols à alcalis (Sol dont le complexe est saturé par les ions sodium; pH supérieur à 8,5, présente des taches noires d'humus.

++ Famille : sur terrasse lacustre (RKiz)

Sous-ordre: Sols calcimorphes (Sols dont la forme et le développement sont dominés par la présence de calcaire)

++++ Groupe: Rendzines (riche en  $\text{CO}_3 \text{Ca}$ , structure en petits grumeaux arrondis)

+++ Sous-groupes: Rendzines vraies (pour mémoire)

Sol brun calcaire (plus évolué que la rendzine).

++ Familles: sur calcaire éocène (région de Matam)  
sur faluns côtiers.

++++ Groupe: Sols à nodules calcaires (Sol complexe hydro-morphe et calcimorphe).

++ Familles : sur calcaire éocène  
sur argiles fluviatiles  
sur faluns

Sous-ordre: Sols steppiques ou isohumiques (Sols caractérisés par la distribution régulière de la matière organique qui provient beaucoup plus de la décomposition du système racinaire que de l'accumulation en surface de débris végétaux. Complexe absorbant à peu près saturé en bases).

++++ Groupe: Sols bruns et brun-rouges subarides (teneur en matière organique très faible).

+++ Sous groupes: Sol brun évolué (développement de la structure)

Sol brun peu évolué

Sol brun hydromorphe

Sol brun calcimorphe

++ Familles : sur schistes  
sur grès et quartzites  
sur sables de ruissellement  
sur sables éoliens.

Phases : situation géomorphologique (inselberg, crête appalachienne, croupe surbaissée, talus, glacis, reg, dune).

+++ Sous groupes: Sol brun rouge évolué

Sol brun rouge peu évolué

++ Familles: sur quartzites

sur grès

Phases : identiques à celles du sous-groupe précédent.



## II - ORDRE : SOLS PEU EVOLUES

Sous ordre : Sol d'apport

Groupe : fluviatile

Sous groupe : sur berge (= falo)  
de cuvette (= oualléré)

Groupe : éolien

Sous groupe : des dunes littorales  
des bourrelets de sebkas (sol com-  
plexe: en même temps sol halomorphe).

Sous-ordre : Sol d'érosion

Groupes : fluviatile (baïdé, toguéré ?)

éolienne

pluviale

Sous-ordre : Sols squelettiques

Groupe : Lithosol

Sous groupes : sur cuirasse ferrugineuse  
sur grès  
sur filon de quartz

Groupe : Régosol

Sous groupe : sur sable.

Fréquences relatives  
cumulées

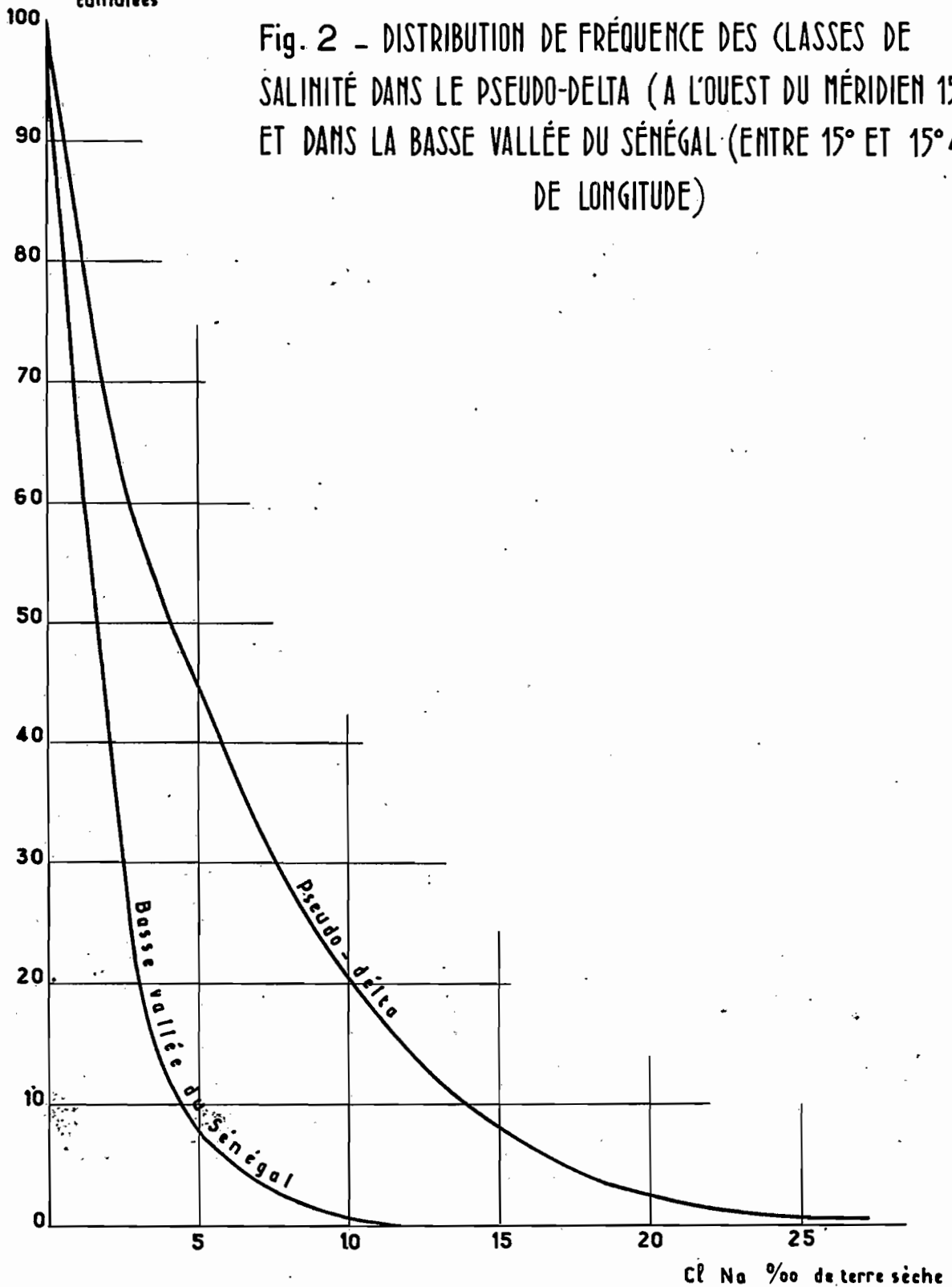


Fig. 2 - DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DES CLASSES DE SALINITÉ DANS LE PSEUDO-DELTA (A L'OUEST DU MÉRIDIEN 15°40') ET DANS LA BASSE VALLÉE DU SÉNÉGAL (ENTRE 15° ET 15°40' DE LONGITUDE)

#### IV - REPARTITION, EXTENSION, PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES SOLS LES PLUS IMPORTANTS.

##### 1) Sols halomorphes

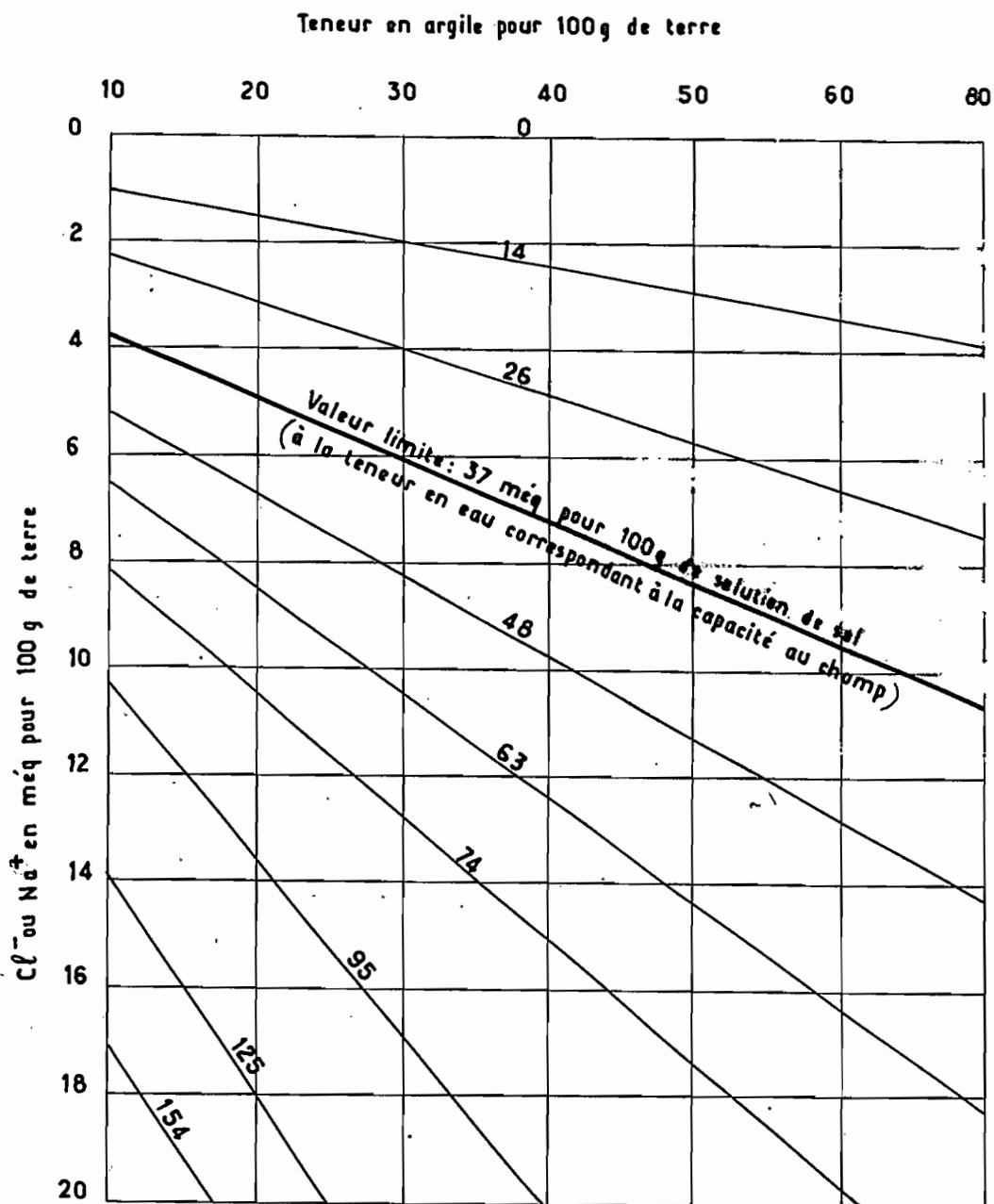
La présence de solonchaks vifs caractérise le pseudo-delta. Ils abondent plus particulièrement dans la zone littorale où la nappe phréatique est à la fois proche de la surface et très minéralisée, sa composition étant voisine de celle de l'eau de mer. A l'Est, ils s'arrêtent entre Richard-Toll et Dagana et plus précisément à 15° 40' de longitude W.

De Richard-Toll à Podor, s'étend une zone de transition où des crypto-solonchaks alternent avec des sols hydromorphes; on voit aussi apparaître quelques sols peu évolués, sols d'apport fluvial sur berge seulement (= falo).

Plus en amont, les influences salines vont encore en s'atténuant; il ne reste que des sols hydromorphes et des sols d'apport fluvial, à la fois sur berge (= falo) et dans les cuvettes (= oualléré).

Il faut dès maintenant anticiper un peu sur l'exposé des résultats analytiques pour préciser les limites d'emploi de certains termes. Dans la basse vallée, anciennement soumise aux transgressions marines et maintenant au climat subaride, la teneur en sels solubles est en général importante dans tous les sols (Figure 2). De plus la composition du complexe adsorbant est souvent anormale: le Ca échangeable est en quantité faible par rapport au Mg et au Na. Si l'on prenait pour critère d'identification des sols halomorphes les valeurs retenues ailleurs (par exemple conductivité de l'extrait de sol saturé d'eau supérieure à 4 millimhos/cm,

Fig. 3 - LIGNES D'ÉQUISALINITÉ DE LA SOLUTION DU SOL EN FONCTION DE LA TENEUR EN ARGILE ET EN SEL DU SOL



ou rapport du sodium au calcium échangeables supérieur à 0,15) beaucoup de sols appartiendraient au sous-ordre halomorphe.

Mieux vaut considérer qu'un sol n'est salin que s'il contient une quantité de sel suffisante pour gêner sa productivité. On a pu déterminer une limite en confrontant les données analytiques au mode local d'utilisation du sol. Le résultat est donné graphiquement (figure 3) car il faut faire intervenir en même temps que le pourcentage de sel dans le sol, la capacité de rétention en eau qui dépend de la teneur en argile.

Sur le terrain, le diagnostic des solonchaks vifs est très facile grâce à la croûte de sel qui se forme à la surface du sol ou des agrégats, à l'horizon superficiel poudreux et soufflé, à la végétation nulle ou très typique à base de sous-arbrisseaux succulents: *Salicornia*, *Arthrocnemum*, *Suaeda*, *Salsola*.

Dans la zone deltaïque, les crypto-solonchaks se décèlent encore sans grande difficulté car dans la couverture végétale, ici plus dense et plus variée, se trouve toujours une halophyte obligatoire. Il n'en est pas de même dans la basse Vallée (zone Richard-Toll - Podor) où à part quelques tamarix localisés aux berges même du fleuve et remontant aussi loin que l'eau salée en étiage pas une seule plante indicatrice du sel ne subsiste. Les formations arbustives ou arborées à *Acacia scorpioides* peuplent indifféremment sols hydromorphes et crypto-solonchaks.

Comment établir dès lors une distinction qui se révèle fondamentale pour la culture de décrue ? Il ne semble pas y avoir d'autre moyen, pour toute zone suspecte, inculte, boisée ou non, que de soumettre à l'analyse de nombreux échantillons de sol. Les résultats déjà obtenus permettent de limiter au maximum les investigations: pour le prélèvement c'est la tranche de 50 cm à 1 m qui importe, pour l'analyse les ions Cl et Na; les carbonates solubles sont en effet absents, l'ion Mg est rare, le sulfate de calcium très abondant mais absolument pas toxique. Il peut suffire par ailleurs d'apprécier au toucher la teneur en argile avant de se reporter au graphique qui permet de situer l'échantillon par rapport à la valeur limite.

En l'absence de cartographie détaillée, peut-on connaître l'étendue respective de chaque type de sol ? Du méridien  $15^{\circ}$  au méridien  $15^{\circ}40'$  c'est à dire dans la zone de transition, sur 70 profils qui ont fait l'objet d'une étude complète, 19 correspondent à des pseudosolonchaks (soit 27%), 51 à des sols hydromorphes (soit 73%). En admettant que cette proportion reste valable en superficie, les crypto-solonchaks couvriraient 315 Km<sup>2</sup>.

## 2) Sols hydromorphes

Dans la vallée toute entière, les sols hydromorphes occupent 7.000 Km<sup>2</sup> environ. C'est dire l'intérêt qui s'attache à leur connaissance. On se limitera toutefois à la description de deux profils, choisis parmi les plus typiques, l'un se rapportant à un tir sur argile de décantation, l'autre à un sol à taches et concrétions sur limon de débordement. A chacun

d'eux correspond une position topographique et morphogénétique. L'évolution pédologique différente tient à la variation - d'ailleurs progressive, et ménageant par conséquent tous les stades intermédiaires - de deux facteurs :

- 1) la submersion, qui est mieux assurée et plus longue dans le premier cas;
- 2) la granulométrie des matériaux constitutifs qui, plus grossière dans le second, facilite les migrations et par conséquent les ségrégations d'oxydes de fer et de manganèse.

1° profil : Tir sur argile lourde de décantation fluviatile - Chemama n°44. Situation: 8 km au N de Fanaye - Feuille NE-28-III-4b de la carte au 1/50.000 AOF. Coordonnées: 16° 36' 07" N, 15° 13' 18" W, altitude comprise entre 2 et 3 mètres. Dans une cuvette de forme assez régulière s'ouvrant sur le marigot de Kiraye, cultivée en sorgho de décrue. De place en place, sol motteux en surface (sur 5 à 10 cm au maximum) par suite du sarclage.

- 0 - 30 cm Horizon d'un brun foncé homogène, sec, avec fentes de dessiccation de 2 à 5 cm de large en surface, à peu près verticales, permettant le débit de gros prismes à consistance très grande et à microstructure un peu feuilletée;
- 30 - 40 cm Horizon brun olive, argileux, humide, plastique mais non collant;
- 80 cm et plus Sable blanc ou à peine grisâtre, hariolé de larges taches ocre rouille et moucheté de noir. A 130 cm, niveau de la nappe phréatique le  
21 - 6 - 54.

On soulignera les caractères propres aux tirs : structure grossière de l'horizon superficiel ayant à la base des formes prismatiques, forte consistance des grosses mottes indiquant que le travail d'un tel sol est difficile, couleur foncée de l'humus. Le changement brutal des conditions de sédimentation est attesté par la séparation tranchée des couches argileuses et sableuses. La faible épaisseur d'argile fluviale et le niveau de la nappe, voisin de la surface, sont des caractéristiques fréquentes de ces sols dans la portion occidentale de la vallée. En amont, la couche argileuse atteint couramment 2 à 3 mètres et le niveau de la nappe peut se trouver à 4 ou 5 mètres de profondeur.

Mais il existe d'autres variantes morphologiquement plus frappantes :

- inclusions gypseuses (à l'aval), plus rarement calcaires (aval et amont) principalement localisées au niveau qui assure la liaison entre le sable du sous-sol et l'argile de surface; l'extension horizontale imprévisible de ces inclusions, conduit à les considérer comme des accidents et non comme des caractéristiques essentielles du profil;
- faciès rutilant, d'origine présumée lagunaire (aval), ou simple couche bariolée sous l'horizon tirsifié;
- atténuation des caractéristiques essentielles du groupe du fait d'une submersion plus réduite ou au contraire beaucoup trop longue (gleyfication), d'une texture plus légère (marmorisation), ou par suite même du travail du sol agissant directement sur la structure.



2° profil: Sol à taches et concrétions sur limon sableux de débordement - Chemama n°21 - Bourrelet de berge sur la rive nord du marigot de Diavane - Coordonnées: 16° 37' 30" N, 15° 23' 09" W, altitude 3m50; Végétation naturelle: pseudosteppe à sous arbrisseaux: *Bergia suffruticosa* très dominant et *Indigofera oblongifolia*; de loin en loin un arbuste: *Ziziphus mucronata* et *Mitragyna inermis*. Sol dur et comme lissé en surface.

- 0 - 20 cm Horizon gris avec passées ocre diffuses, sablo-argileux, structure du type polyédrique assez développée, agrégats de taille variée: gros, moyens et très petits.
- 20 - 120 cm Horizon à couleur dominante brun jaune clair, mais avec passées grises, petites concrétions noires ferro-manganésiques, horizon durci, surtout dans sa partie inférieure où il est aussi élastique; les outils de terrassement, pioches et barres à mines, maniés vigoureusement, pénètrent seulement de quelques centimètres et rebondissent; fentes de dessiccation très rares et très étroites.
- 120 - 140 cm banc d'argile grise mouchetée d'ocre
- 140 et plus sable blanc très fin, à taches ocre-rouille et brunes, verticales, formant des manchons autour des racines.

Comme il arrive le plus souvent, ce profil est manifestement constitué de couches alluviales différentes, de sorte qu'il est difficile de savoir à quoi tient l'encompactement du sous-sol, observé ici comme en bien d'autres endroits. Est-il dû simplement à la compression exercée par le poids

des couches sus-jacentes, ou s'agit-il d'un horizon d'accumulation comme le suggérerait l'élévation du pH ?.

Dans le cas plutôt rare où la coupe montre un alluvionnement homogène, le résultat des analyses indique qu'on a affaire à un sol en équilibre. Mais il n'y a pas alors d'horizon induré.

Une variante de première importance, porte sur l'absence, au moins dans l'horizon supérieur, des taches et concrétions qui caractérisent précisément le groupe: ou bien il s'agit, sur limon plus argileux, d'une forme de passage avec les tirs, laquelle est génétiquement peu intéressante mais spatialement très développée, ou bien c'est la conséquence d'un remaniement par le vent des couches de surface, remaniement favorisé localement par l'absence de couvert végétal et la faible agrégation des particules élémentaires.

Sur quoi est fondée la distinction entre argile de décantation et limon de débordement ?

Précisons d'abord que le mot limon est pris ici au sens originel de la langue commune : ensemble des particules entraînées en suspension par les eaux, puis déposées par elles, devenant à sec une terre qui si on l'effrite, donne de la poussière (Cailleux et Plaisance).

Le limon de débordement, qui consiste principalement en sable très fin, forme de grandes levées naturelles le long du fleuve ou de ses bras principaux. Entre ce dernier

et l'argile de décantation, dont la fraction dominante est réellement de l'argile au sens granulométrique, il y a plus qu'une différence de taille des particules élémentaires: dans un cas, dépôt et émergence sont rapides, ce qui entraîne une aération suffisante et la prédominance de formes oxydées (couleur rouge ou jaune), dans l'autre dépôt et émergence sont lents, et les matériaux en passant par le stade intermédiaire de vase acquièrent une teinte grise qu'ils conservent.

La différence entre les deux sédiments est particulièrement nette dans la portion aval de la vallée où il se trouve souvent que l'argile qui tapisse maintenant le fond des cuvettes n'est pas du même âge que les matériaux constitutifs des grandes levées; ces dernières ne sont plus fonctionnelles, elles datent d'une époque où le niveau des eaux de crue était plus élevé et la sédimentation plus active.

Au contraire, sur les surfaces affleurantes isochrones, plus fréquentes à l'amont où les levées fonctionnelles sont plus nombreuses, la variation latérale de faciès est par contre très ménagée; le tracé d'une ligne de séparation devient alors plus arbitraire.

L'identification des minéraux argileux constitutifs ne semble pas devoir faciliter la connaissance des conditions de milieu lors de la formation du sédiment. Les résultats des analyses thermique et cristallographique effectuées jusqu'ici sur un lot d'échantillon apparemment très varié, indiquent dans tous les cas un mélange à parts égales de kaolinite et de minéraux mioacés: illite et hydromicas avec montmorillonite interstratifiée.

Fig. 4 - COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS DE LA VALLÉE DU SÉNÉGAL  
(REPRÉSENTATION TRIANGULAIRE DE ROOZEBOOM)

- ...TIRS SUR ARGILE DE DÉCANTATION (HORIZON SUPÉRIEUR SEULEMENT)
- ...SOLS A TACHES ET CONCRÉTIIONS SUR LIMON DE DÉBORDEMENT ( id )

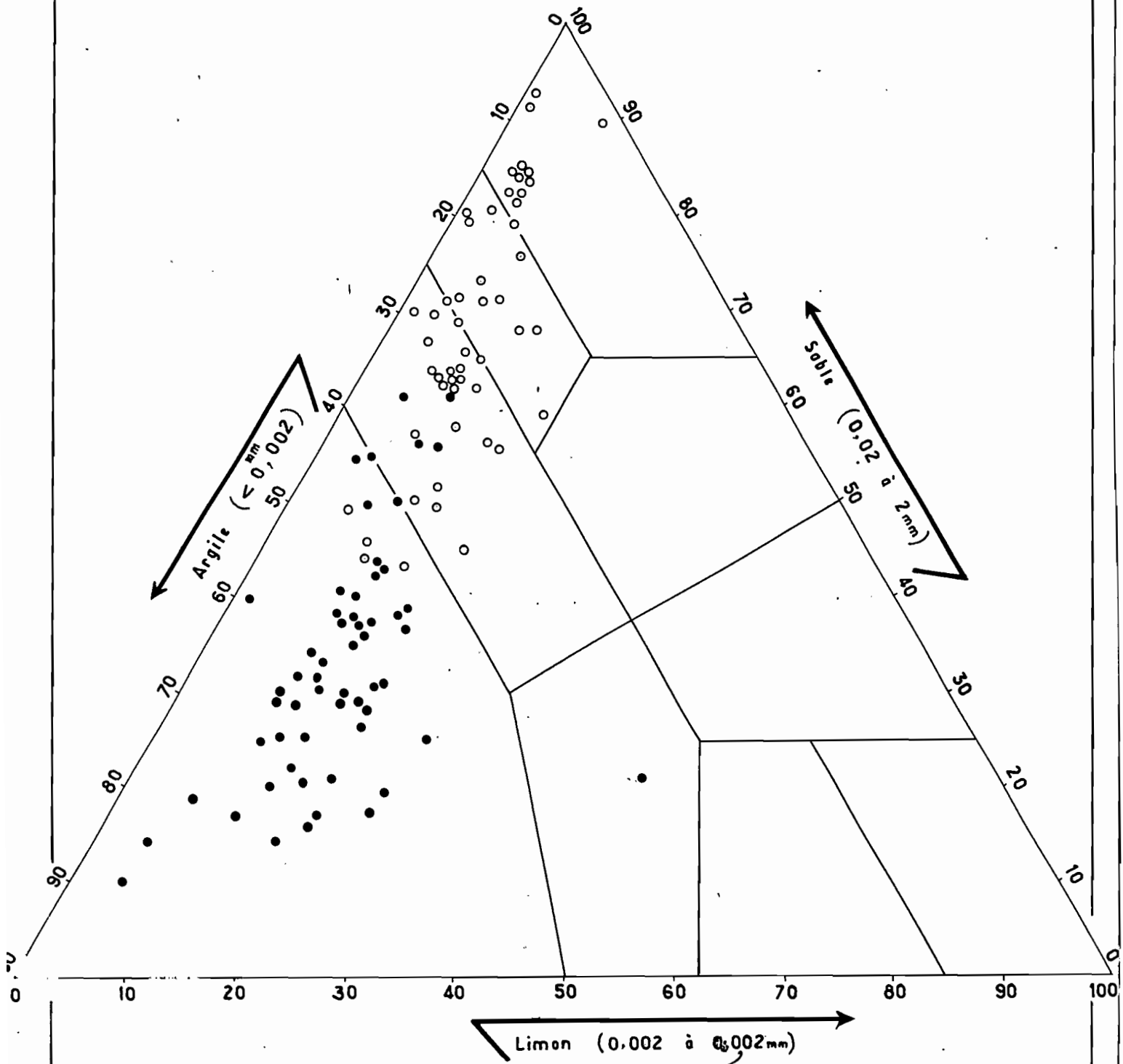


Fig.5 GRANULOMÉTRIE PAR SEDIMENTATION CONTINUE D'UN LIMON DE DEBORDEMENT  
( COURBE CUMULATIVE - DIAGRAMME SEMI-LOGARITHMIQUE )

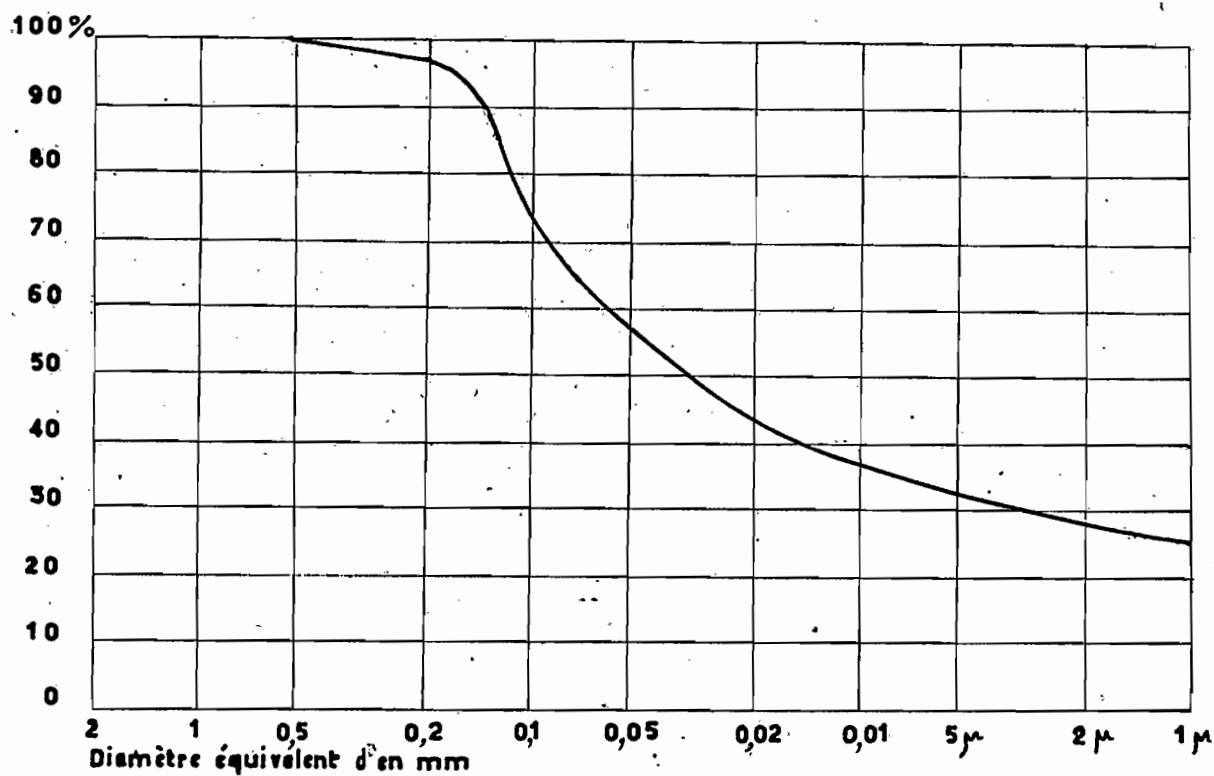
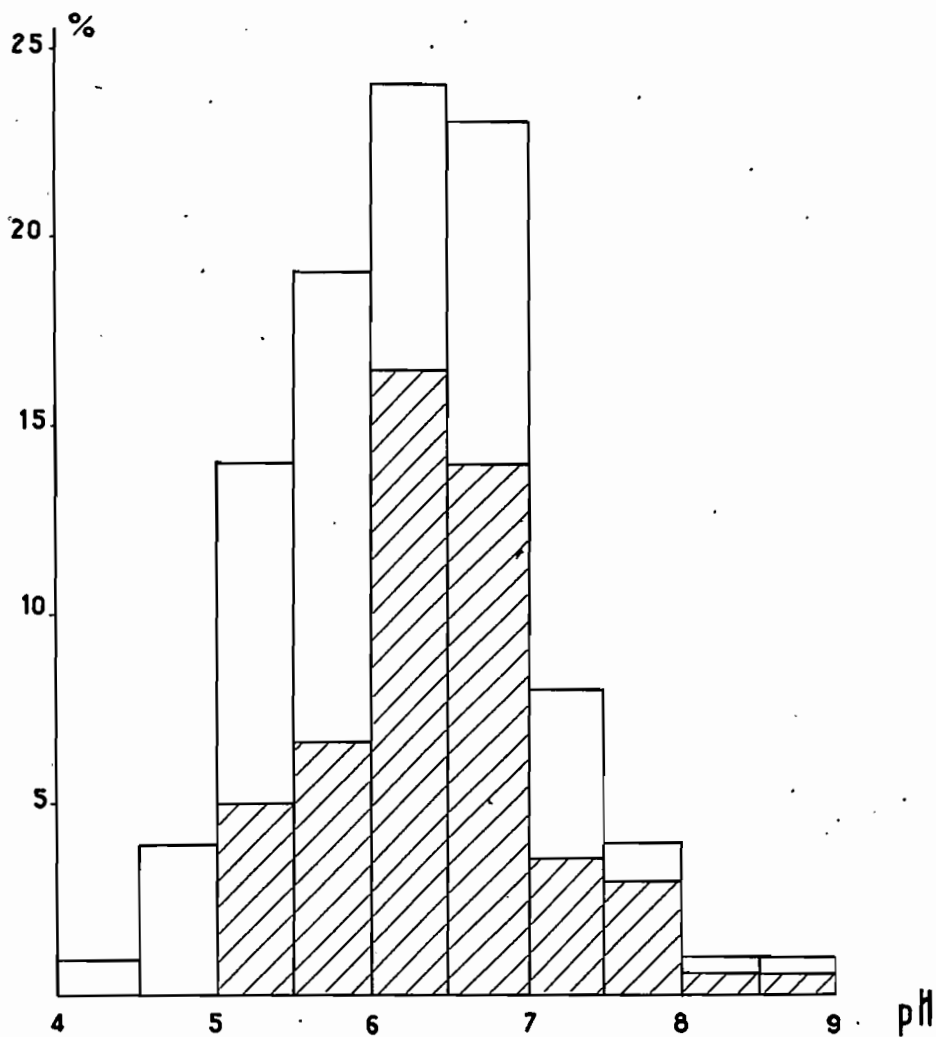


Fig. 6 - DISTRIBUTION RELATIVE DU pH DANS LES SOLS HYDROMORPHES  
LIMITE SUPÉRIEURE DE L'HISTOGRAMME : TIRS + SOLS A TACHES ET CONCRÉTIIONS  
LIMITE INFÉRIEURE : SOLS A TACHES ET CONCRÉTIIONS



Les graphiques 4 et 5 donnent une idée de la composition granulométrique du matériau originel. On voit que l'argile et le sable fin sont les deux seules fractions bien représentées dans l'horizon superficiel de sorte que la répartition statistique est la suivante :

sols argileux	:	51 %
- argilo-sableux	:	26 %
- sablo-argileux	:	12 %
- sableux	:	11 %

Rappelons qu'en profondeur, on passe presque toujours à une couche sableuse.

La réaction du sol est variable et l'interprétation en est difficile car elle ne reflète en rien l'état de saturation du complexe absorbant. En règle générale les tirs sont plus acides que les sols à tâches et concrétions et les horizons profonds sont en moyenne plus proches de la neutralité que les horizons superficiels; la figure 6 montre que la distribution est très étalée et le tableau suivant donne quelques moyennes arithmétiques du pH :

	Tirs	Sols à tâches et concrétions
en surface (de 0 à 50 cm)	5,9	6,3
en profondeur (50 cm à 120 cm)	6,2	6,5

La capacité d'échange de bases est élevée. Rapportée à la seule teneur en argile (la participation de la matière organique étant négligeable en raison des faibles teneurs) elle correspond à 40 - 60 méq pour 100 g d'argilo.

La répartition des cations dans le complexe absorbant est en moyenne la suivante :

	Ca	Mg	K	Na	H
Station de Guédé (55 échantillons)	37%	42%	1,5%	10%	9%
Chemama occidental (49 échantillons)	42%	36%	2,5%	10%	9%
Vallée Gorgol (13 échantillons)	49%	32%	2,7%	1%	15%
Collengal de Bakel (4 échantillons)	52%	32%	1,5%	3%	12%

Les rapports bases totales/bases échangeables sont bas ce qui indique que les réserves ultimes sont faibles. Notons enfin, l'extrême pauvreté en azote (0,04%) en acide phosphorique total (0,03%) en matière organique (de 0,2 à 1%).

### 3) Autres sols

Les sols d'alluvionnement actuel sont généralement très variables; ils ont été peu étudiés et comme ils occupent des superficies très restreintes nous n'en parlerons pas. Nous ne dirons rien également des sols qui sont en bordure de la vallée alluviale puisqu'ils ne sont pas intéressés, ni intéressants, pour des aménagements hydroagricoles.



V.- LE SOL DANS SES RAPPORT AVEC LES CULTURES

1) Alimentation de la plante en eau

Pour les cultures de décrue dont le cycle s'inscrit entièrement dans une saison rigoureusement sèche, il semble évident que les propriétés hydriques du sol doivent jouer un rôle essentiel. Les besoins ne peuvent être satisfaits que si la terre a emmagasiné une quantité d'eau suffisante et que si cette eau est à la disposition de la plante pendant toute la durée de son cycle végétatif.

On a dit et souvent répété "qu'une submersion pour être correcte doit s'étendre sur un minimum de cinq à sept semaines". Les essais conduits à Guédé indiquent des exigences plus faibles: de bonnes récoltes ont été obtenues avec seulement deux semaines de submersion sur sol à taches et concrétions même argileux (40% d'éléments supérieurs à 2 microns) et avec un mois, sur tir à argile lourde. Il ne semble pas d'ailleurs que ce soient des valeurs limites.

En effet, dans le premier cas au moins, la mesure au champ du débit de régime a toujours donné plus de 3 mm/heure. Un calcul simple montre alors que pour amener un sol dont la densité apparente moyenne est de 1,6, de 10% d'humidité à 20%, sur deux mètres de profondeur, il suffit de 4 à 5 jours de submersion.

Dans le second cas, c'est à dire dans celui des tirs, la perméabilité du sol est beaucoup plus difficile à évaluer du fait de l'existence de deux types de porosité:

- la porosité à l'intérieur des unités structurales, ou porosité mottière, qui conditionne l'infiltration en petit;
- la porosité entre les blocs qui détermine la perméabilité en grand.

Au début de la submersion, l'eau circule abondamment dans les larges fissures et humidifie les horizons profonds avant même d'humecter la surface. Puis l'argile gonfle et les fentes se ferment. Très rapidement la percolation devient nulle ou presque, cependant que l'humidité semble progresser peu à peu à l'intérieur de blocs à très faible porosité où l'eau ne diffuse qu'avec une lenteur extrême.

La quantité d'eau emmagasinée sur 1m50 de profondeur est en moyenne de 379 litres par m<sup>3</sup> de terre pour les Tirs et de 266 litres pour les Sols à tâches et concrétions. En fait, en sol argileux, la partie supérieure du sol retient plus d'eau que la partie inférieure (voir en particulier sur la figure 7 le profil hydrique au 15 Octobre) et sur les dix premiers centimètres, on atteint à peu près les valeurs trouvées au laboratoire pour l'humidité équivalente. En profondeur, le taux d'humidité est beaucoup plus bas quelle que soit la durée de submersion. Il est aussi beaucoup plus stable et lié assez étroitement au pourcentage d'argile x, par la relation :

$$\text{Capacité de rétention} = 7,77 + 0,32 x$$

Fig. 7. PROFILS HYDRIQUES D'UN TIR DÉTERMINÉS A DIFFÉRENTES  
DATES PENDANT LA CAMPAGNE DE CULTURE

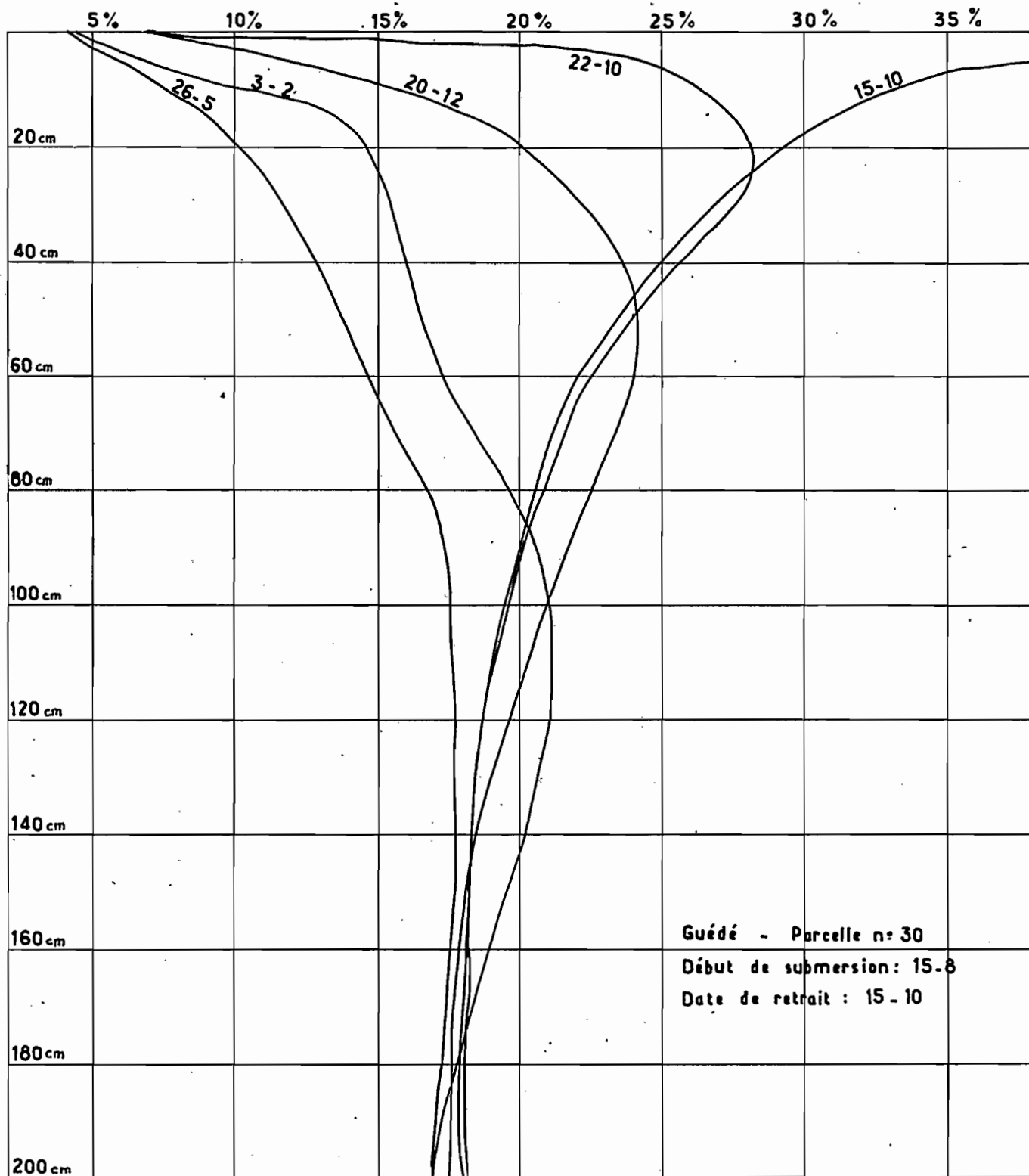
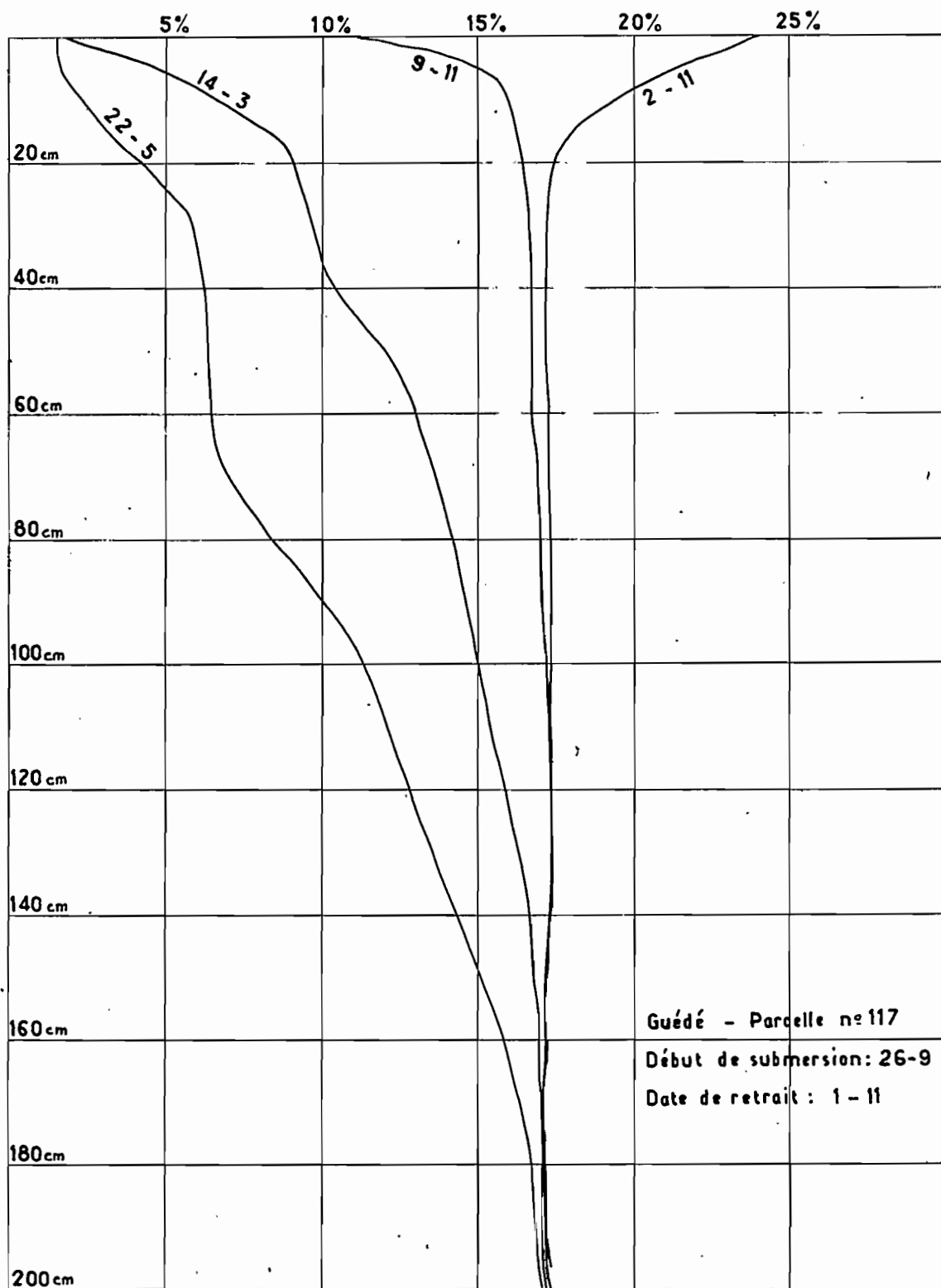


Fig. 8 - PROFILS HYDRIQUES D'UN SOL A TACHES ET CONCRÉTIONS DÉTERMINÉS A DIFFÉRENTES DATES PENDANT LA CAMPAGNE DE CULTURE



On a calculé à partir des profils hydriques et des mesures de densité apparente des sols, l'évapotranspiration réelle, c'est à dire la somme des pertes en eau du sol, qu'elles se fassent par le sol lui-même, ou par l'intermédiaire des végétaux. Les valeurs obtenues sont basses; le sorgho va du semis à la récolte avec 150 mm d'eau, le coton avec 210mm. Les cultures de décrue sont donc économes.

Ce résultat est prévisible dans une certaine mesure. On sait en effet qu'un sol humide évapore beaucoup, presque autant qu'une nappe d'eau libre. Par contre, dès l'apparition en surface d'une couche sèche, l'évaporation diminue dans des proportions importantes parce que l'eau ne peut alors traverser la croûte superficielle qu'en diffusant à l'état de vapeur. En culture de décrue, la période de forte évaporation ne sévit qu'une fois, en culture sous pluie ou sous irrigation, elle a lieu après chaque réhumectation de la couche superficielle.

On doit évidemment se demander si une partie de l'eau évaporée n'échappe pas à l'investigation parce qu'elle est remplacée par diffusion capillaire à partir des couches profondes non contrôlées. Trois méthodes sont utilisées pour éclaircir ce point, car le transfert capillaire a son importance non seulement pour l'alimentation hydrique mais aussi pour la nutrition minérale (problème de l'engrais en culture de décrue).

Dans l'une, on s'est simplement contenté de mesurer la conductivité des solutions extraites d'échantillons de sol prélevés à des profondeurs diverses au début et à la fin

de la saison sèche. Des différents niveaux testés: 0 - 30 cm, 30 - 75 cm, 75 - 120 cm et 120 - 180 cm, seul le niveau 30 - 75 manifeste un enrichissement en sels statistiquement significatif.

Dans une autre, on compare la teneur en eau d'un volume de terre en relation capillaire avec le sous-sol, avec celle d'un volume de terre isolé du sous-sol. Pratiquement, le dispositif consiste en une série de fûts de 200 litres remplis de terre et rangés au fond d'une tranchée; les uns sont ouverts aux deux extrémités, les autres sont pourvus d'un fond percé de trous sur lequel on dispose d'abord une couche de gravier, puis de sable, enfin la terre argileuse. A l'issue de la 1<sup>o</sup> campagne les teneurs en eau n'étaient pas significativement différentes. Par contre le rôle évaporatoire de la végétation était remarquablement mis en évidence dans cet essai qui comportait comme autre alternative, avec ou sans sorgho.

Dans une troisième méthode, on se propose de mesurer directement l'évaporation par la baisse de niveau d'une nappe phréatique. On a installé des batteries de lysimètres, de hauteurs différentes pour réaliser des nappes à 50, 150 et 200 cm au dessous du niveau du sol; chaque lysimètre est pourvu d'un ajutage latéral en U qui permet de contrôler le niveau, de l'eau qui s'accumule à la base de la colonne de terre dans une couche poreuse spécialement préparée. Ce dispositif n'est pas encore exploité; la terre est préalablement soumise à des submersions et dessiccations successives afin qu'elle retrouve son tassement naturel.

Que peut-on conclure pour l'instant ? D'un faisceau d'observations qui n'ont pas encore atteint un haut degré de précision, il ressort que le transfert capillaire doit être réduit dans les sols lourds habituellement cultivés en décrue. C'est le sorgho qui, avec ses racines, va chercher l'eau à la profondeur nécessaire, à 1m20 au moins et très couramment bien au delà. La dessiccation prématurée des plants ne semble pas liée au premier chef à la réserve hydrique du sol. Elle serait due le plus souvent aux parasites qui sectionnent les racines (termites), ou encore lors de conditions climatiques excessives, à un pouvoir évaporant trop grand par rapport à la mobilité de l'eau dans le sol.

## 2) Nutrition minérale et fertilité

Voilà un problème ardu dont l'étude n'est qu'à peine ébauchée. Aussi étonnant que cela paraisse, la première et très sérieuse difficulté à laquelle se heurte le pédologue, est l'impossibilité de connaître le rendement moyen d'une parcelle, d'un champ, ou d'un groupe de champs. Le paysan n'a pas la possibilité de peser sa récolte; il n'en éprouve d'ailleurs pas le besoin. Quant au personnel des services d'Agriculture il a été jusqu'ici bien trop insuffisant pour faire un travail suivi et apporter en ce domaine une contribution utilisable.

Ainsi l'information de base est très limitée. En s'en tenant aux données fournies par les essais, l'analyse des facteurs qui déterminent le comportement spécial du sol vis à vis des plantes de culture est assez décevante, soit que l'amplitude de variation du facteur considéré ne soit pas assez grande, soit qu'il n'ait pas une importance suffisante pour que son action puisse être mise en évidence avec un nombre restreint d'observations. A ce dernier cas se rattache la réaction du sol par exemple, puisqu'une acidité à priori aussi excessive que  $\text{pH} = 4,8$  ne paraît pas avoir sur le

rendement une influence déprimante.

Une exception toutefois doit être faite en faveur de la relation taux d'argile - rendement. Au dessous d'un taux voisin de 40%, le rendement en sorgho est d'autant plus bas que la teneur en argile est plus faible. Dans l'intervalle de variation 10 à 40% d'argile, la relation qui lie les deux éléments peut être représentée par une régression rectilinéaire d'équation :

$$y = 22 x + 135$$

y = rendement en kilog de grain par hectare, x = taux d'argile en %. Généralement, à une teneur plus élevée en argile, correspond une plus grande quantité d'éléments fertilisants.

Pour suppléer aux insuffisances d'une conception trop statique de la fertilité, on a fait également appel aux méthodes d'étude biologique qui aident à comprendre les phénomènes qui se déroulent dans le sol. Car le sol est en fait un être vivant qui respire, assimile, désassimile, évolue; il est le siège de réactions biochimiques très complexes dont les plus importantes sont celles qui aboutissent à l'immobilisation ou à la minéralisation des éléments nécessaires aux cultures.

Le programme réalisé grâce à Y. Dommergues et au laboratoire de biologie des sols de l'ORSTOM à Dakar a comporté deux étapes :

- La première qui constitue une sorte d'analyse de reconnaissance partait d'une soixantaine d'échantillons simplement prélevés aux profondeurs suivantes: 0 - 30, 30 - 75, 75 - 120 et 150 - 200 cm.



- La seconde nécessitait la mise en place d'un dispositif expérimental, la technique utilisée consistant à enfouir dans le sol de nombreux sacs en tulle de nylon remplis de terre parfaitement homogénéisée. Cet artifice facilite les prélèvements et abaisse considérablement l'erreur expérimentale. Les différentes modalités retenues étaient : sol inondé ou non, sol enrichi ou non en matière organique (poudre de sorgho) et 3 prélèvements échelonnés : après 2 mois de submersion, après 4 mois de submersion, et 2 mois plus tard pendant la période de culture.

Les caractéristiques étudiées sont énumérées ci-dessous :

- dégagement de  $CO_2$
- taux de carbone
- coefficient de minéralisation du carbone
- azote minéral et minéralisable
- teneur en azote total
- coefficient de minéralisation de l'azote
- numération des bactéries nitreuses
- saccharase
- phosphore assimilable à l'*Aspergillus Niger*
- pH

Ces études ont montré que le taux d'azote valable est assez satisfaisant; il est d'ailleurs plus élevé dans les sols à taches et concrétions (qui sont moins productifs) que dans les tirs; ce qui confirme bien que la nutrition azotée n'est pas un facteur limitant. La submersion a pour

effet d'accélérer les processus de minéralisation; dans certains cas, elle peut entraîner si elle se prolonge, la disparition d'une partie non négligeable du stock d'azote total.

Au cours des deux premiers mois de submersion, une grande partie des substances hydrocarbonées facilement fermentescibles sont détruites, alors qu'en zone exondée le même résultat exige beaucoup plus de temps. Ensuite, la teneur en carbone du sol a tendance à se stabiliser par suite de la baisse du coefficient de minéralisation.

Alors que le pH reste relativement stable en zone exondée, il varie très fortement lorsque le sol est inondé. L'élévation du pH alors constatée en sol non enrichi, doit provenir de l'accumulation d'ammoniaque, l'ammonification étant plus stimulée que la nitrification. Avec apport de matière organique, on constate au contraire une acidification qui peut s'expliquer par l'apparition d'acides organiques provenant des fermentations anaérobies.

Mais le résultat le plus important sur le plan pratique concerne le phosphore assimilable déterminé par référence à la courbe de réponse de la croissance d'*Aspergillus Niger* à l'augmentation de la teneur en P2O5 du milieu (Technique de Manil-Culot-Brouwers). Il est apparu que les teneurs en cet élément, sont toujours inférieures aux quantités mises en évidence dans des sols pourtant carencés, tels que les sols à arachides du Sénégal. De plus, en ajoutant à des solutions nutritives complètes, une dose du sol étudié, on constate qu'une partie du P2O5 de la solution est fixée par le sol et devient ainsi inutilisable.

Il semble donc, que la pauvreté des sols en phosphore assimilable, partiellement due à des phénomènes de fixation énergétique, puisse être un des principaux facteurs limitant la fertilité.

Une remarque ici s'impose: en supposant les carences parfaitement connues, il reste encore à résoudre un problème difficile, propre aux cultures de décrue: Comment enfouir les fertilisants en l'absence de labour, comment surtout les mettre à la portée de plantes dont les racines vont nécessairement s'alimenter à grande profondeur ?

La localisation de l'engrais dans un trou à côté de celui du semis a été essayée sans résultat très probant. Théoriquement la méthode n'est pas satisfaisante, puisque les chances de diffusion sont nulles. Un procédé qui n'aurait pas cet inconvénient mais qui par contre entraînerait des pertes sensibles et peut être énormes, consisterait à épandre l'engrais à la volée, avant la crue, alors que le sol offre à la pénétration les multiples voies que constituent les fentes de retrait.

### 3) L'évolution de la structure du sol.

Dans son rapport de 1936, Delolme écrivait: "Le séjour prolongé de l'eau sur les terres a des effets complexes assez-mal connus qui stérilisent partiellement le sol et le rendent impropre à la culture du mil. Il s'agit probablement d'un double phénomène biologique et physique. Une grande partie des organismes microscopiques qui assurent la vie et la fertilité du sol seraient détruits par le séjour prolongé

de l'eau; d'autre part, la terre tasserait, deviendrait compacte et perdrait cette structure granuleuse et bien aérée si propre aux cultures".

Actuellement, l'hypothèse sur les micro-organismes paraît sans fondement puisque d'après les études exposées précédemment, les sols inondés sont biologiquement actifs, une de leurs particularités même étant de l'être à grande profondeur. Par contre, le rôle de la submersion sur la structure a été nettement mis en évidence grâce au dispositif de Guédé, qui comporte côte à côte de nombreuses parcelles expérimentales, artificiellement soumises à des durées différentes de submersion.

On a constaté d'abord que le retrait, c'est à dire le volume relatif des fentes de dessiccation, est, toutes autres choses égales, d'autant plus important que la durée d'inondation est plus longue, jusqu'à un palier, atteint pour deux mois de submersion. D'autre part, l'augmentation des vides de retrait s'accompagne d'une diminution de la porosité mottière. Cette dernière est de l'ordre de 34% pour les Tirs et de 38% pour les Sols à taches et concrétions.

Ensuite, pour compléter ces résultats et tirer le parti maximum de cette expérience exceptionnelle, on a étudié systématiquement la stabilité structurale du sol de chaque parcelle suivant les techniques de S. Hénin. Rappelons qu'une série de traitements et de mesures permet le calcul d'un indice d'instabilité structurale qui tient compte des deux hypothèses explicatives du processus de dégradation: celle de Schloesing qui attribue la destruction des agglomérats terreux à la dispersion des colloïdes, et

celle de Yoder qui y voit l'effet de la pression exercée par l'air, emprisonné et comprimé au fond des capillaires que l'eau pénètre.

Cette méthode a montré, que la submersion suivie de la mise en culture, entraîne une dégradation qui intéresse à la fois la vitesse de filtration et l'indice d'instabilité structurale. Dans les conditions de l'expérience, qui reproduisent celles variables des crues naturelles, le rôle relatif de la date de retrait des eaux (du 15 Octobre au 15 Décembre) et de la durée d'inondation (jusqu'à 4 mois) a pu être mis en évidence.

En effet, si Z désigne l'indice d'instabilité structurale, X la date de décrue (unité choisie: quinzaine de jours, zéro arbitraire: 1<sup>o</sup> Octobre) et y la durée de submersion (également en quinzaine de jours), l'ajustement analytique aboutit à l'équation :

$$Z' = 4,31 + 0,162 X + 0,094 y$$

L'analyse de la variance de Z en fonction de la régression indique que plus de 74% de cette variance provient de la régression linéaire.

Mais la structure du sol influence-t-elle sur le rendement des plantes cultivées ? Un certain nombre de faits le laisse entendre : baisse de la production dans les dépressions artificiellement submergées des oueds mauritaniens, déplacement des zones cultivées vers les parties hautes après une succession de fortes crues dans la vallée, corrélation inverse étroite entre les rendements en sorgho et en coton des essais et l'indice d'instabilité structurale; or dans ce dernier cas, une étude un peu approfondie, montre qu'il s'agit d'une simple coïncidence.

Si l'on se propose en effet d'étudier la relation entre l'indice d'instabilité structurale  $x$  et le rendement  $y$ , en éliminant le facteur date de décrue  $z$  (ce dernier ayant pour des raisons climatiques une influence déterminante sur le rendement des cultures), on est conduit à calculer le coefficient de corrélation partielle  $r_{xy, z}$ . Or ce coefficient est extrêmement faible, donc il n'y a pas de liaison entre la structure et le rendement.

#### 4) Vocation culturale et fertilité.

Les études récentes montrent que les relations entre le sol et les récoltes sont moins étroites qu'on le pensait. Les rendements sont certes très variables, mais parmi les facteurs qui déterminent la productivité, ceux d'ordre pédologique paraissent plutôt secondaires.

La vocation culturale pour un mode d'exploitation donné n'en reste pas moins bien définie. La tradition et les essais s'accordent à reconnaître, que pour la culture hivernale du sorgho, les Tirs sur argile de décantation fluviatile conviennent le mieux; pour celle du maïs, plus exigeant, ce sont les sols d'alluvionnement récent; cependant le maïs a donné expérimentalement de bons rendements, sur sol ordinaire, en reportant artificiellement la décrue au début de la saison chaude et pluvieuse, ce qui montre l'existence de phénomènes de compensation entre facteurs climatiques et facteurs édaphiques. Les sols à taches et concrétions sur limons de débordement sont de fertilité moyenne à médiocre, ceux sur terrasses ou sur épandage latéral ne peuvent guère servir que de pâturage.

En riziculture, ce sont encore les sols lourds qui donnent les meilleurs résultats; une salinité moyenne n'est pas gênante lorsqu'on dispose d'eau douce à volonté; par contre la levée sous pluie est évidemment exclue des solonchaks vifs.

En culture irriguée, il semble à priori - car la contre-expérience n'a pas été tentée - que les sols à taches et concrétions des bourrelets alluviaux conviennent mieux que les Tirs, trop argileux. Le travail du sol y est évidemment plus aisé et l'irrigation moins délicate à conduire puisque la perméabilité est généralement suffisante pour éviter les méfaits de l'eau stagnante. L'expérience a montré qu'on pouvait obtenir des résultats intéressants avec le coton, ainsi qu'avec certains arbres fruitiers (manguier).

L'aptitude du sol à fournir une production continue dans le système cultural traditionnel est l'objet de controverse. De nombreux rapports font état d'une tradition qui voudrait que les sols "fondé" soient incapables de donner plus de trois récoltes successives. Leurs auteurs, (manifestement influencés par la théorie de la fertilité décroissante) y voient la marque certaine d'un épuisement rapide du sol.

D'abord la réalité même du fait est contestable (et les statistiques de la MISOBS le prouvent), car il ne s'agit pas d'un phénomène général, mais de cas d'espèce. Ensuite, il nous a alors semblé que le sol n'était souvent qu'indirectement en cause, par les parasites qu'il héberge, ou par les mauvaises herbes qui s'y développent. La question est à l'étude. Des observations nombreuses et étendues sur plusieurs années, le recours même à la technique expérimentale seront sans doute nécessaires pour donner sur ce point un avis autorisé.

Il est par contre certain que les Tirs de nombreuses cuvettes (collengal de Boghé ou de Matam par exemple) sont, de mémoire d'homme, cultivés tous les ans en sorgho, sans précaution spéciale, et que le rendement y est stabilisé à un niveau satisfaisant. Il en est de même en riziculture de submersion puisqu'à Richard-Toll on n'a jamais constaté de baisse de rendement, imputable au sol, dans le casier expérimental cultivé depuis 15 ans.