

L'AGRONOMIE TROPICALE

Extrait du n° 6
Novembre-Décembre 1955

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE DE LA RÉGION DE SÉDHIOU (Moyenne Casamance)

par

R. FAUCK

Pédologue à l'Office de la recherche scientifique et technique outre-mer

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE DE LA RÉGION DE SÉDHIOU (Moyenne Casamance)

par

R. FAUCK

Pédologue à l'Office de la recherche scientifique et technique outre-mer

INTRODUCTION

La pédologie a des frontières peu nettes avec de nombreuses sciences : géologie, botanique, géomorphologie, chimie, agronomie en particulier.

L'état des connaissances scientifiques en Casamance nous a obligé à traverser ces frontières, afin de nous forger les outils nécessaires à l'étude pédologique du Secteur Casamance de la C. G. O. T.

Cela nous a conduit à faire une étude générale du milieu afin de dégager les bases d'une agronomie rationnelle, dont la mise au point de la culture mécanisée de l'arachide n'est qu'un aspect.

Il est possible que de nombreuses conclusions soient valables pour d'autres régions tropicales, cependant nous faisons remarquer que la région étudiée représente une superficie qui n'est guère supérieure à 30.000 hectares, située en moyenne Casamance, près de Sédhiou.

A. CLIMATS ET PÉDOCLIMATS

Nous n'avons pas l'intention de faire une étude générale météorologique, mais de dégager les caractéristiques principales du climat qui jouent un rôle dans la formation et l'évolution des sols de cette région.

Parmi ces caractéristiques, la plus importante est l'alternance chaque année d'une saison des pluies et d'une saison sèche nettement individualisées.

Les premières pluies se situent en moyenne fin mai, s'établissent définitivement fin juin, et se terminent fin octobre.

Pendant ces quatre ou cinq mois, il tombe en moyenne 1.300 mm d'eau, mais les extrêmes sont aux environs de 1.150 et de 1.500 mm. Les précipitations du mois maximum, généralement août, varient de 300 à 611 mm.

Les premières pluies tombent sur un sol complètement desséché, généralement peu couvert sous forêt par suite des feux de brousse, complètement dénudé dans les zones de culture. Si l'on joint à ces faits, l'intensité élevée des précipitations de la première partie de l'hivernage, on concevra facilement l'importance de l'érosion sur les sols fragiles de la région.

La précipitation la plus forte enregistrée à Séfa a été, en août 1949, de 117 mm ; l'intensité moyenne d'une pluie, la plus élevée qui ait été notée, est de 1,38 mm/minute (pour une pluie de 83 mm) ; l'intensité maximum d'une pluie de moins de dix minutes étant 1,15 mm/minute.

Nous n'avons malheureusement qu'une seule année de relevés donnant pour chaque pluie le temps de chute. Ces données sont pourtant importantes car le tableau (moyenne sur dix ans), donnant, en fonction du temps de chute, la fréquence des intensités de pluie, permet, par l'intermédiaire de la notion de « temps de concentration de l'eau d'un bassin versant », d'évaluer les débits du ruissellement nécessaires pour la mise au point des systèmes de lutte anti-érosifs.

Quant à la saison sèche, elle n'est écologiquement sèche pour la végétation que de janvier à avril. Durant cette période l'évaporation croît régulièrement, et, en avril, dépasse 340 mm d'eau à l'évaporimètre Piche, du fait de la température mensuelle moyenne variant de 13°,7 à 40° degrés, tandis qu'en hivernage elle reste toujours entre 27° et 30°. Les amplitudes journalières sont donc importantes à considérer, en mars-avril elles dépassent 20°.

A ces variations, il faut joindre l'existence de vents desséchants du Nord et de l'Est (branche de l'harmattan) ; tandis qu'à l'approche et à la fin de l'hivernage, les vents d'Ouest provoquent des condensations parfois importantes jusqu'en janvier.

Les variations climatiques ont leur rôle sur l'évolution des profils thermiques des sols, profils qui dépendent étroitement des microclimats locaux, en particulier ceux des forêts et ceux des cultures. Ainsi la comparaison des lisières forestières et des parcelles des cultures de la C.G.O.T nous donne les chiffres suivants :

FÉVRIER

	Parcelle cultivée	Lisière forestière
Température de l'air minimum	28°2	25°
— — — maximum	41°8	37°
Humidité relative minimum	40 %	55 %
— — — maximum	51 %	62 %

D'une façon générale, car nous étudierons plus loin la comparaison lisières-parcelles, il y a :

a) Un décalage, faible à 15 cm, mais de plus en plus important en profondeur, des variations de température du sol par rapport à celles de l'air. Ce décalage est journalier (maximum de l'air 15 heures, maximum du sol à 30 cm, 18 heures), et général dans l'année (maximum successifs se faisant sentir à 15 cm un jour après celui de l'air, et à 30 cm trois jours après).

b) Des amplitudes de variations amorties pour le sol par rapport à l'air.

Ainsi en décembre 1951, amplitudes journalières

$$\left\{ \begin{array}{l} 24^{\circ} \text{ pour l'air,} \\ 18^{\circ} \text{ pour le sol à 15 cm.} \\ 16^{\circ} \text{ pour le sol à 30 cm.} \end{array} \right.$$

Au fur et à mesure que la saison sèche s'avance et que le sol se dessèche, celui-ci, corps de couleur grise, de capacité calorifique assez élevée, emmagasine des quantités de chaleur importantes et ces dernières doivent avoir leurs répercussions sur la vie microbienne, le dessèchement irréversible des colloïdes et des concrétions ferrugineuses. En mai et juin, la température du sol peut atteindre 50° en surface et 40° à 30 cm en terrain découvert.

En définitive, il nous semble que les variations de température en saison sèche, et les variations du bilan hydrique en hivernage peuvent suffire à caractériser le pédoclimat des sols de la région. De nombreux auteurs d'ailleurs ont essayé de définir par des coefficients cette action du climat sur le sol. Si nous les passons en revue nous voyons que :

1°) le coefficient de LANG : P/T , applicable seulement en hivernage, atteint 22 au maximum (T° en degrés, P en millimètres) en août, le total de l'hivernage étant 50.

2°) L'indice d'énergie climatique de BRISSINE : $P \times T$ atteint 11.800 à son mois maximum, le produit pour l'hivernage étant aux environs de 35.000.

3°) L'indice d'aridité de DE MARTONNE : $\frac{T + 10}{P}$ toujours avec les mêmes unités est de 3,4.

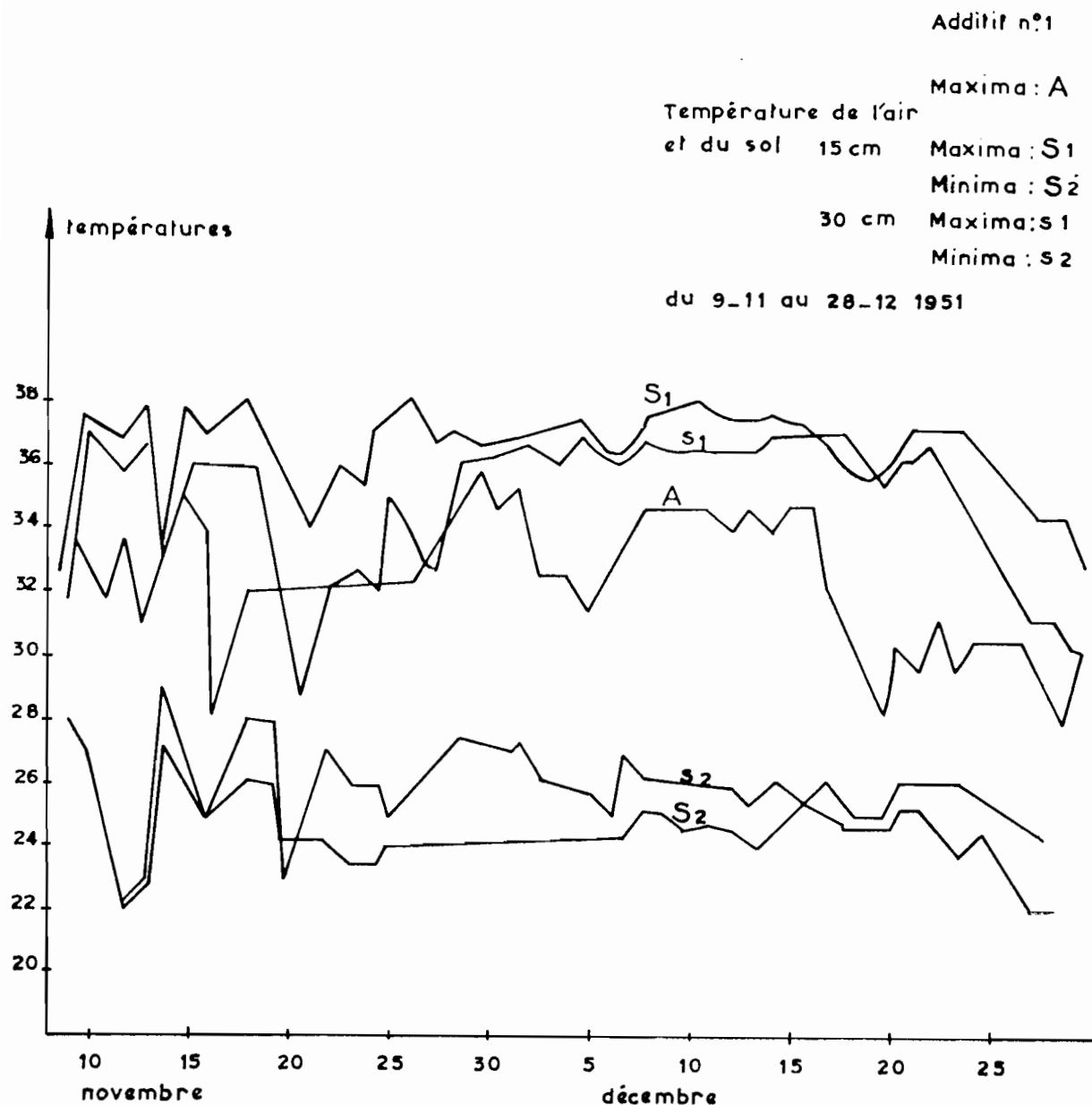
Tous ces indices, associant pluviométrie et température, ainsi que ceux de MEYER (P/S) et de TRANSEAU (P/E) ne conviennent guère pour ce type de climat, car ils ne s'appliquent qu'à cinq mois de l'année, quand la température est devenue sensiblement une constante. Surtout ils n'expriment pas le fait essentiel, celui de l'alternance des saisons.

Plus intéressants, quoique toujours applicables à l'hivernage, sont le coefficient de drainage d'HENIN, et l'indice d'érosion de FOURNIER.

Ce dernier, que pour l'instant nous ne pouvons compléter suffisamment par des mesures de débit solide, et exprimé par :

$$\left(\frac{\text{Précipitations du mois de pluviométrie maximum}}{\text{Pluviométrie annuelle}} \right)^2 \times \text{Pluviométrie annuelle}$$

est de 27 en moyenne (avec P en cm).



Le drainage calculé de HENIX est : $D = \frac{\gamma P^3}{1 + \gamma P^2}$.

γ étant un coefficient caractérisé par la température et trouvé, par l'étude des bilans annuels, égal à $\frac{1}{0,15 T - 0,13}$.

Si on l'applique ici on trouve $D = 360$ mm. En réalité il faut modifier γ par $\gamma' = \gamma \alpha$, α étant un coefficient de perméabilité du sol et que nous prendrons égal à 2 ici (sols sableux). Cela nous donne $D' = 550$ mm.

HENIX déclare qu'au-dessus de 200 mm, on a affaire à la podzolisation si la température est inférieure à 19° centigrade, à la latéritisation si la température est supérieure. Nous serions donc dans cette dernière classe. Cependant, il semble, malgré l'importance de ces chiffres, que nous ne sommes qu'à la limite de la zone latéritique.

Si l'on essaie de calculer D uniquement pour les cinq mois d'hivernage, on obtient $D = 830$ mm.

Cela revient à dire que l'évaporation (sol et cultures) est de 420 mm durant l'hivernage, or les mesures faites dans l'air, à l'évaporimètre Pitche, donnent, pour la même période, 451 mm. Il y a donc assez de concordance entre ces évaluations très dissemblables. Tous ces coefficients, bien entendu, n'ont qu'une valeur relative, et ne peuvent servir qu'à des comparaisons de grande envergure.

B. GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE

Le creusement de cinq puits, profonds de 30 mètres, et d'un forage atteignant 65 m nous a permis, avec l'aide d'un nivellement topographique exact, d'établir la coupe géologique précise ci-dessous. Tous ces puits se trouvent dans un cercle de diamètre 10 km seulement, et partout les mêmes couches géologiques se retrouvent à un mètre près, à la même côte (côte de référence O = niveau moyen de la Casamance à Séfa).

Dans l'ensemble, il y a une succession de couches horizontales de sables plus ou moins argileux, de couleur blanche à rouge, de grès ferrugineux brun violet assez friables, de lits de rognons d'argile mauve dans des sables bariolés argileux, de lits d'argile compacte.

La couche d'argile vert foncé, à la côte — 25 m, et le niveau de calcaire grossier (côte - 28 m) datent probablement d'une transgression marine de la fin du crétacé supérieur (golfe tertiaire du Sénégal).

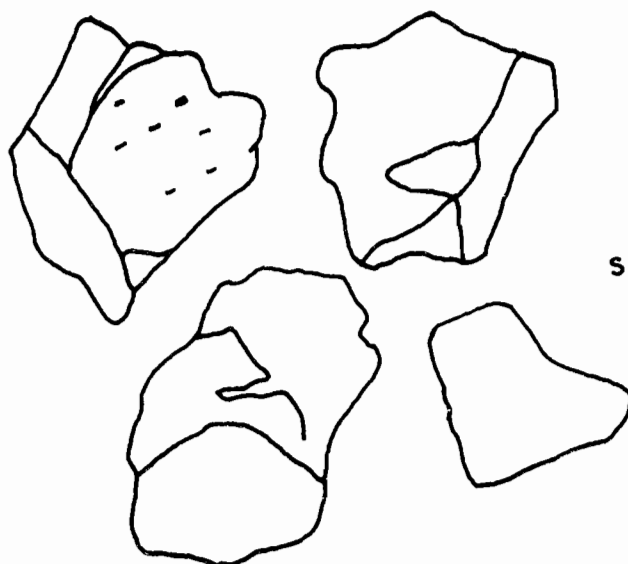
Les sables et grès sus-jacents datent des périodes continentales du miocène.

COUPE GÉOLOGIQUE TYPE DU SECTEUR
Côte O — niveau moyen de la Casamance à Séfa

Côtes	Géologie	Remarques
+ 40	Types de sols beiges et rouges plus ou moins lessivés. Taches et concrétions rouges et ocre. Niveau de gravillons très durs dans sable blanc.	Type de sols différenciés surtout par la topographie. Le niveau de gravillons correspond à la cuirasse de nappe qui affleure tout autour des plateaux de la côte + 27 à + 29 m.
+ 30	Sables bariolés (beige, ocre, jaune, rose, rouge) avec taches rouges et ocre plus ou moins localisées.	
+ 24	Grès ferrugineux brun violet, plus ou moins friables et décomposés, stratification horizontale.	Grès qui a dû servir de base à la nappe qui a abandonné la cuirasse de 27 à 30 m.
+ 20	Sables colorés, beige, rouge, rouge-ocre. Chaque strate de 1 à 2 m d'épaisseur.	
+ 17	Sables blancs avec concrétions ocre bien individualisées.	Ce niveau de concrétions correspond à la seconde cuirasse, qui affleure tout autour des plateaux de + 14 à + 17 m et qui repose en discordance, parfois avec imbrication, sur le grès ferrugineux.
+ 14	Niveau peu épais de grès brun friable.	
+ 10	Sables blancs argileux avec nombreux rognons argileux mauves finement stratifiés horizontalement.	
0	Niveau moyen de la nappe d'eau. Sables bariolés plus ou moins argileux avec strates de grès bruns, et rognons argileux mauves.	Niveau moyen de la Casamance à Séfa.
— 8	Argile sableuse assez compacte.	Niveau de base phréatique, fond de la Casamance ?
— 11	Sables colorés.	
— 20	Sables grésifiés, nappe d'eau profonde.	Nappe d'eau atteinte par le forage.
— 26	Argile vert foncé avec strates de calcaires grossier (— 28 m).	

Ces sables sont constitués de grains de quartz à arêtes anguleuses quoiqu'émoussées, recouverts ou non d'une pellicule ferrugineuse, et dont la granulométrie révèle deux maximums très accusés : l'un à 110 microns, l'autre, plus élevé aux environs de 250 microns. Plus de 97 % de ces sables sont de taille inférieure à 1 millimètre, 100 % étant inférieur à 2 mm. Ces formations géologiques très homogènes expliquent la géomorphologie du pays.

ETUDE DES GRAINS DE QUARTZ



Sable SALIKÉNIÉ

 μ 1 millimètre

Grain de quartz
(attaque par plaques parallèles
et striation fine)

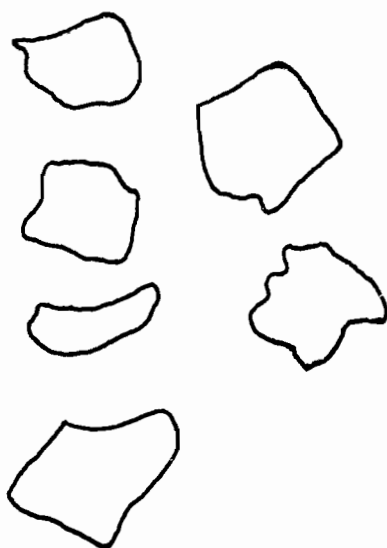


Recouvrement par
hydroxydes de fer rouges
de grains de quartz hyalín

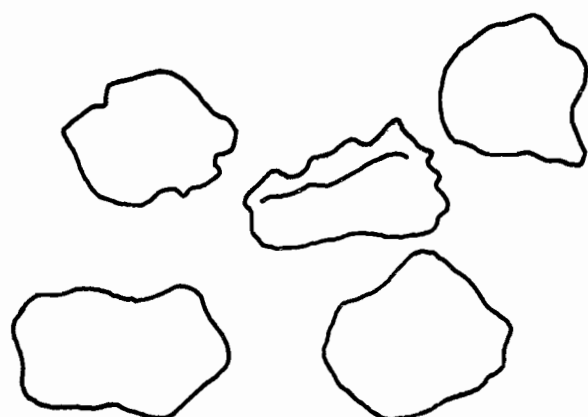
rouge clairrouge brun

Sol rouge

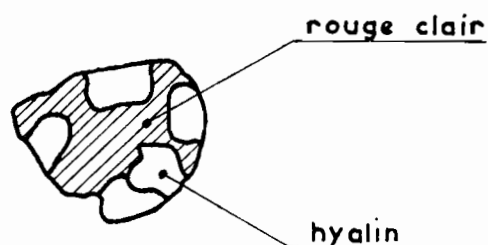
ETUDE DES GRAINS DE QUARTZ



Sable blanc de SALIKÉNIÉ
Fraction 100 μ



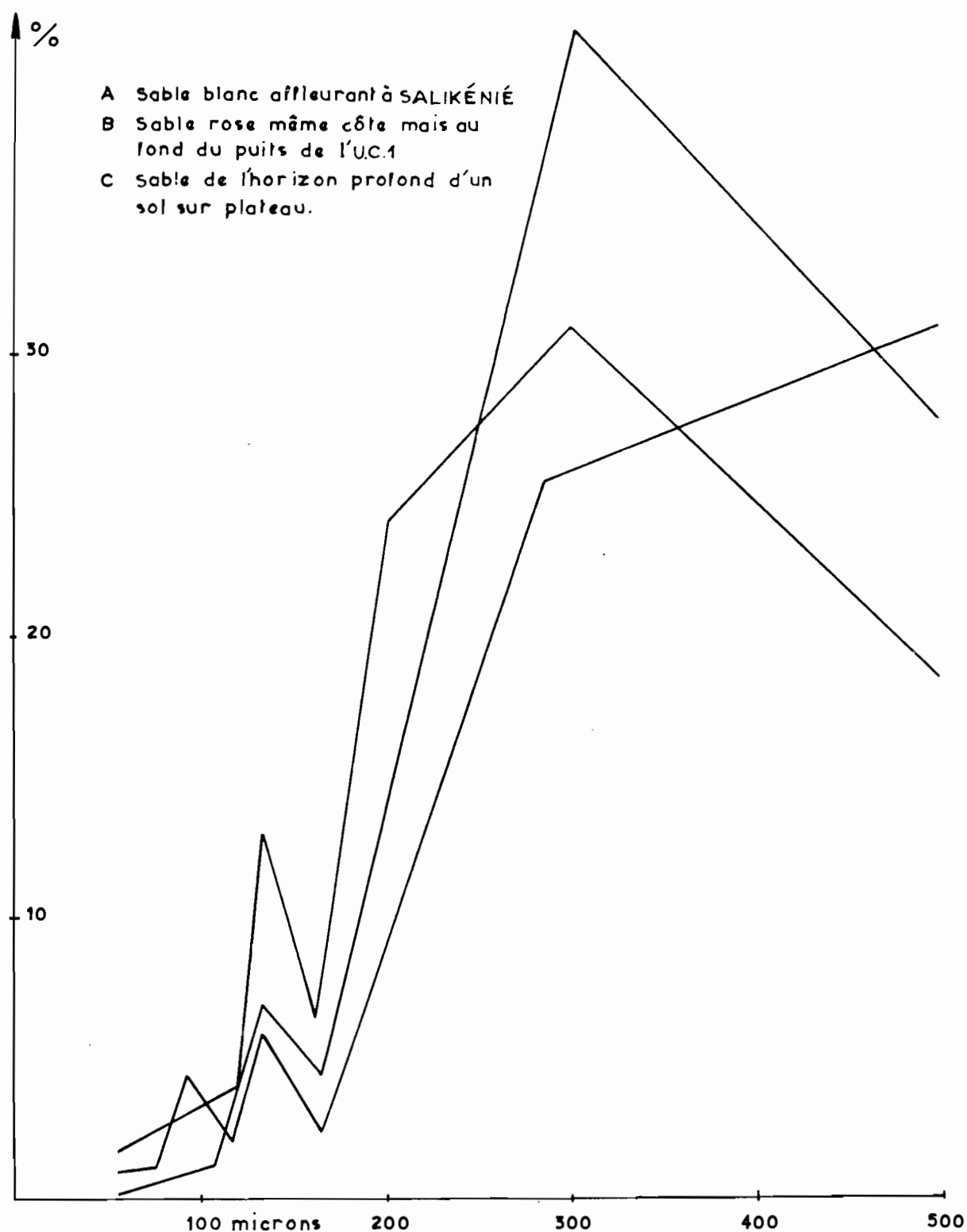
Sable jaune ocre (puits KOUSSY)
190 μ



Sol beige

Additif n°4

ETUDE GRANULOMÉTRIQUE DES SABLES



On peut distinguer en effet :

1^o) Un réseau hydrographique :

Seules, deux rivières, la Casamance et son affluent du Nord, la Soungrougrou, ont de l'eau toute l'année, la marée remontant la Casamance très loin à l'intérieur des terres (120 km).

Le reste du réseau est formé de marigots au profil en travers très évasé, fonctionnels seulement en saison des pluies et qui se terminent par de grandes plaines marécageuses, très plates. Ces marigots entaillant profondément les plateaux prennent leurs sources dans une série de bassins d'accumulation de l'eau, de déclivité très faible, que nous appelons zones de départ d'érosion.

Plusieurs grands ravins, non fonctionnels actuellement, semblent les témoins d'une période climatique différente (cycle géologique d'érosion par ravinement).

2^o) Les plateaux :

Entre les deux rivières s'étendent de grands plateaux, de topographie très plane, les pentes de plus de 2 % y étant rares et toujours en rapport avec le réseau hydrographique. Dans ces plateaux, il n'y a pas une ligne de crête proprement dite, celle-ci étant une zone parfois très large.

La dénivellation maximum entre les rivières et le centre du plateau dépasse rarement 40 m, c'est-à-dire que les zones centrales seront très mal drainées en hivernage. Cependant dans cette période, la répartition de la pluviométrie (1.300 mm en moyenne en quatre mois et demi) explique malgré la faible charge totale une érosion en nappe très importante sur les sols sablo-argileux des bords des plateaux.

3^o) Les plaines basses alluviales et colluviales :

Elles sont de deux types :

- α) plaine marécageuse terminant un marigot,
- β) plaine inondable légèrement rehaussée, du type d'une terrasse fluviale ou marine ancienne.

C'est sur le plateau de Pacao, situé entre la Casamance et la Soungrougrou, à la hauteur de Sédhieu, que se trouvent les concessions de la C G O T. Deux blocs, sur les trois qui les constituent, ont été étudiés et une carte topographique avec nivellement en a été donnée. Les prospections pédologiques et phytogéographiques en sont pratiquement terminées, des précisions ultérieures étant à fournir lors de prochains défrichements.

Le bloc, situé dans la partie la plus étroite du plateau, est profondément entaillé par les marigots. Il est inhabité, les indigènes se groupant de préférence le long des cours d'eau. Cependant on y trouve d'anciens villages abandonnés.

4^o) Les pentes :

Tout autour des plateaux, les pentes sont coupées par des affleurements de cuirasse ferrugineuse ou latéritique, qui sont en réalité au nombre de deux, comme l'a bien vu DUBOIS. On les retrouve pratiquement partout entre 27 et 29 mètres et entre 11 et 15 mètres. Cette remarque, jointe à l'étude de la géologie (voir coupe géologique) nous permet de croire que nous avons affaire à des cuirasses ferrugineuses de nappe phréatique, donc fossiles.

Nous pensons que le dépôt de ces deux cuirasses aurait eu pour cause des abaisssements successifs de la nappe au quaternaire. Celle-ci se serait trouvée à la côte 24-34 m au centre des plateaux, ceux-ci devant être nettement plus élevés qu'actuellement, puis elle se serait trouvée entre les côtes 14-20 m, pour être actuellement à + 10 m en surface. Les niveaux de grès de 24 et 14 m lui auraient servi de base et de roche-mère pour son enrichissement en fer.

Si au centre des plateaux le niveau de gravillons se trouve à + 30 m, aux affleurements la cuirasse se trouve souvent en discordance sur le grès de 24 m. Cela s'explique très bien en considérant la forme parabolique qu'à une nappe dans un terrain homogène.

La descente des filets liquides vers les exutoires a amené un gradient de concentration en sels de fer croissant du centre des plateaux vers les bords et explique la richesse en fer des affleurements. Ceux-ci mis à nu par érosion sont devenus très durs par dessèchement à l'air.

Ces abaissments successifs de la nappe peuvent avoir eu pour causes, soit des mouvements relatifs de l'Océan et du socle africain, en rapports possibles avec les glaciations quaternaires, soit un basculement du socle par rapport à un axe. A notre avis, ces hypothèses sont plus probables que celles de variations climatiques, que nous ne nions pas d'ailleurs.

De toute façon, le cours de la Casamance, encore remonté très loin par la marée, prouve l'existence d'anciennes transgressions et régressions marines.

L'abaissement du niveau de base a amené le déclenchement d'érosions très importantes, qui ont abouti à une pénéplanisation partielle du pays, et que d'anciens ravins (Diendé) semblent prouver (capture de nappe par abaissement du niveau de base). Les érosions d'intensité différente qui se sont succédées ont eu ainsi pour effet de mettre à nu les cuirasses et de les disloquer en partie, cela surtout pour la cuirasse supérieure que l'on rencontre parfois très loin sur le plateau. Quand on descend vers les rivières les côtes d'affleurement diminuent de 20 à 25 mètres, cela dû à la pente de la nappe à l'origine, et au tronçage de la cuirasse par l'érosion.

Ces faits nous semblent expliquer la géomorphologie de ce secteur.

C. VÉGÉTATION

Les études phytogéographiques, complémentaires des études pédologiques, ont été entreprises selon la méthode écologique. Celle-ci a en effet l'avantage de définir des formations, qui, classées par leurs aspects généraux et leurs espèces dominantes, sont non seulement des entités visibles immédiatement sur le terrain, mais sont, de plus, les réactifs les plus sensibles de ce milieu que nous cherchons à définir.

Les conditions générales qui expliquent ici l'existence des différentes formations sont :

1°) Le climat dont les facteurs sont l'alternance d'une saison des pluies de quatre à cinq mois et d'une saison sèche, et l'importance du déficit de saturation de cette dernière.

2°) Les conditions édaphiques (pseudo-climatiques) dues aux types de sols, à leur richesse en colloïdes argileux et ferrugineux et à leur degré de lessivage.

3°) La topographie et ses conséquences quant aux réserves en eau du sol et les rapports avec la nappe phréatique.

4°) Les facteurs biologiques (péniclimatiques) : défrichements, feux de brousse qui stabilisent certaines formations et en font regresser d'autres.

Nous basant sur les travaux d'AUBRÉVILLE, nous avons essayé de classer un certain nombre de types, que nous énumérons :

A) Formations climatiques

1°) FORÊT SÈCHE DENSE

Végétation fermée. Tapis herbacé de repousses arbustives. Strate arbustive relativement peu importante. Sols brun rouge, rouges lessivés, et gris en général. Extension faible.

Les principales espèces sont :

Pterocarpus erinaceus, *Parkia biglobosa*, *Daniella Oliveri*, *Afrormosia laxiflora*, *Combretum Eliotii*, *Prosopis africana*, *Bombax costatum*, *Sterculia setigera* et *Albizzia zygia*.

B) Formations édaphiques

2°) PLAINE BASSE INONDABLE

Restes de périodes à activité érosive très importante, peut-être en rapport avec d'anciennes régressions marines, ces plaines très larges et très plates sont recouvertes entièrement d'eau douce en saison des pluies. Elles sont caractérisées de plus par l'importance des colluvionnements qui leur arrivent et les colmatent, leurs bassins versants étant très vastes.

Il y a dans certains cas une remontée de sels à partir d'une nappe phréatique riche en chlorures et en relation probable avec les variations de la marée dans les cours d'eau.

La profondeur de la nappe et l'importance des ruissellements d'eau douce en hivernage expliquent les différentes teneurs en sel que l'on peut définir par un certain nombre de plantes indicatrices : *Panicum repens*, *Imperata cylindrica*, *Echinochloa stagnina*, *Hygrophila spinosa*, *Eleocharis*, *Phragmites*, *Sesuvium* en particulier.

Les franges les moins salées sont généralement cultivées en riz par les autochtones. Des travaux relativement simples, ayant pour but le contrôle de l'eau douce, permettraient de récupérer pour la culture du riz de grandes surfaces. Cependant, actuellement, peut-être par mauvaise utilisation du sol, il semblerait que les surfaces salées augmenteraient.

3°) PALMERAIES.

Le long des plaines inondables, et tout autour des zones marécageuses, on trouve une frange d'*Elaeis guineensis*, en peuplements parfois très serrés et assez purs.

4°) RONERAIE

Les plus belles roneraies (*Borassus Aethiopum*) se rencontrent sur de petits plateaux alluvionnaires, inondables en saison des pluies (autour de la corne Ouest du Bloc I).

5°) MANGROVES

Ce type de formation ne se rencontre pas dans le Secteur.

6°) GALERIE FORESTIÈRE

Elle existe le long de tous les marigots fonctionnels et remonte parfois assez loin. On y trouve des *Elaeis*, des *Borassus*, des caïlcédrats, des *Azelia*, des *Ficus*, des *Detarium*, en mélange avec d'autres espèces caractéristiques de climats plus humides.

Les mêmes espèces se retrouvent parfois autour des mares temporaires, sur des plateaux mal drainés et sont très riches en lianes, *Ficus*, *Gardenia* et *Randia*.

7°) BAMBOUSAIE

On trouve de grands peuplements purs d'*Oxytheranthra abyssinica*, avec quelques grands arbres, *Bombax costatum*, des *Daniella Oliveri*, quelques *Parkia* et, où la végétation est très ouverte, des clairières à Graminées, et un tapis herbacé très faible.

En général, les bambousaies se trouvent sur sol rouge ou sur cuirasse, mais, il semble que ce soit : un taux de colloïdes de fer élevé et la présence complémentaire d'une nappe phréatique proche de la surface pendant une partie de l'année, qui leur soient favorables. En effet, si les plus belles bambousaies se rencontrent dans des zones d'affleurements, on en trouve un peu partout aux abords des marigots, dans leurs zones de départ, quoique la cuirasse n'y existe pas. La corne Ouest du Bloc II, très érodée, formée en majorité de sols gris, d'affleurements de cuirasse et de sols rouges sur cuirasse est un exemple de bambousaie presque pure.

Les touffes de bambous tiennent solidement le sol et en plusieurs endroits il en résulte une résistance hétérogène à l'érosion, qui provoque le passage du type érosion en nappe au type érosion par ravinement par les eaux.

Les bambous fleurissent théoriquement tous les neuf ans et meurent partout en même temps. Cependant, nous avons vu des floraisons par taches se produire l'an dernier et surtout cette année, d'autres n'ont pas fleuri.

8°) FORÊT CLAIRE SÈCHE SANS BAMBOUS

Peut être classée dans les formations édaphiques, car on la rencontre presque toujours sur sol beige de plateau. Cependant les feux de brousse s'y propagent facilement grâce au tapis graminéen et jouent un rôle important en la stabilisant.

Formation ouverte, caractérisée par une strate de grandes Légumineuses (*Daniella Oliveri*, *Azelia africana*, *Parkia biglobosa*, *Prosopis africana*, *Erythrophloeum guineense*, *Afrormosia laxiflora*, *Pterocarpus erinaceus*, *Albizia zygia*, *Cassia sieberiana*, *Cordyla Richardi*, *Bauhinia Thoningii*, et par un sous-bois de Combretacées : *Combretum nigricans*, *C. glutinosum*, *C. hypopilinum* et plus rarement *C. micranthum*, *Terminalia macroptera* *T. avicennoides* et *T. albida*, et par quelques autres

espèces, comme les *Sterculia setigera*, *Ekebergia senegalensis*, *Bombax costatum*, *Lannea acida* et *L. velutiva*.

Les plateaux très humides à sol beige très lessivé ont les mêmes espèces, mais ce sont : *Terminalia macroptera* et *Ekebergia senegalensis* qui dominent (forêt claire sans bambous à *Ekebergia* et *T. macroptera* de la corne ouest du Bloc I).

Dans les zones très humides : *Cassia sieberiana* se rencontre souvent, *Erythrophlæum guineense* également.

C) Formations péniclimaciques (stabilisées par des actions biologiques (humaines) ou par des feux) :

9°) CULTURES INDIGÈNES

La pratique du nomadisme cultural oblige les indigènes à défricher régulièrement la forêt. Mais ils respectent certains arbres pour leurs fruits ou à cause de leur grosseur (*Parkia biglobosa*, *Borassus*) ou pour leur ombre bienfaisante pour le repos du travailleur (*Khaya*, *Afzelia africana*, *Cola cordifolia*, *Bombax costatum*) ce qui donne aux champs leur aspect particulier.

On trouve, à l'emplacement de très vieilles jachères, dans des zones très anciennement cultivées d'autres formations assez particulières, souvent très attaquées par les feux de brousse. Ce sont :

10°) BOIS DE *DANIELLA OLIVERI*

Souvent très denses et dont les arbres sont tous inclinés dans une même direction. Ces bois s'expliquent par la croissance rapide du *Daniella* et par sa faculté de rejeter de souche qui lui fait envahir les jachères forestières.

11°) BOIS DE *EKEBERGIA SENEGALENSIS*

(Moussouhiro en mandingue, arbre protégé par les femmes) et qui se rencontrent parfois en peuplements très serrés sur des plateaux de sols beiges très lessivés (Zone N.-O. du Bloc I).

12°) Une formation spéciale, que l'on rencontre dans les anciens parcours culturaux, est la FORÊT-PARC constituée par des petits bois (*Daniella*, *Albizia*, *Parkia*), juxtaposés à des bushs à Combretacées sur sols beiges et sols rouges lessivés, des clairières à Graminées (*Andropogon*, *Pennisetum*), des touffes de bambous avec quelques grands arbres (*Bombax costatum* en particulier).

13°) LA FORÊT CLAIRE A SOUS-BOIS DE BAMBOUS ressemble beaucoup à la forêt-parc, mais nous la définissons par la concurrence qui existe, dans sa strate arbustive, entre les touffes de bambous et les taillis de repousses forestières.

Ces deux dernières formations gardent l'empreinte d'anciens défrichements et la marque des feux de brousse annuels qui favorisent le développement des espèces pyrophiles. Elles sont très répandues formant souvent la majorité du paysage boisé qui reste autour des villages.

Il faut citer ensuite plusieurs formations en déséquilibre ou en évolution progressive (après jachères) ou régressive (action des feux de brousse).

Ce sont :

14°) LES SAVANES ET LES BUSHS

Savanes	{	boisées = à la végétation assez dense,
		arborées = végétation éclaircie,
		arbustives = végétation arbustive ouverte,
Bushs		= végétation arbustive fermée.

Il est très difficile de faire la distinction entre ces types, mais on les trouve surtout, dans cette région, sur les pentes, à l'emplacement des anciens parcours culturaux (dans les zones de départ des marigots), plus rarement, mais alors à l'état de savane arborée, à l'intérieur des plateaux. Leur surface n'est pas négligeable et leur limite avec le type forêt claire peu nette.

Les espèces principales sont :

Prosopis africana, *Parkia biglobosa*, *Bauhinia Thoningii*, *Cassia sieberiana*, *Albizzia*, *Bombax costatum*, *Sterculia setigera*, ainsi que des baobabs (*Adansonia digitata*) aux emplacements d'anciens villages, et des *Dichrostachys glomerata* sur sol rouge sur cuirasse.

Les types de sols, et surtout leur état évolutif, et les conditions topographiques expliquent l'importance relative de ces espèces. Mais une extension des zones d'études sera nécessaire pour en faire la discrimination exacte.

15°) Il faut enfin citer, quoique ce ne soit pas une véritable formation le TYPE DE PEUPLEMENT QUE L'ON TROUVE SUR LES CUIRASSES FERRUGINEUSES, GRÊSEUSES OU LATÉRITIQUES et caractérisé par *Pterocarpus erinaceus*, *Erythrophloeum guineense*, avec sous-bois de bambous dominant quelques *Combretum* et un tapis de *Ctenium elegans*.

Cette étude phytogéographique n'en est qu'à son début, mais, pour l'instant il nous semble que les formations des plateaux sont en évolution progressive, freinée seulement par les feux de brousses, du fait d'une régression générale des parcours culturels (vue par l'examen de la carte photographique aérienne) et par la rencontre de nombreux villages abandonnés : Djidjima, Koussy, Sankouya, Sabouta.

En ce qui concerne le cas particulier des lisières forestières gardées entre les parcelles de culture de la C G O T, plusieurs remarques sont à faire :

L'intérêt de garder des lisières forestières est évident, en particulier pour lutter contre l'érosion éolienne, et pour la somme des microclimats locaux qu'elles créent et qui doit jouer sur le climat général des cultures et sur celui des sols.

Cependant, ces lisières forestières, portions de forêts gardées parmi des surfaces complètement défrichées, sont en déséquilibre avec le milieu ambiant.

Elle vont donc évoluer, mais si l'on veut qu'elles le fassent dans le sens forêt dense, et non vers celui de la savane, il faut contrôler et limiter les feux, ceux-ci étant aggravés par la proximité des andains. L'arrêt complet des feux, s'il était possible, devrait permettre la reconstitution d'une végétation dense à sous-bois de repousses forestières et non de Graminées, et composée d'espèces non plus uniquement pyrophytes mais climaciques. Dans de nombreux cas, il est d'ailleurs nécessaire d'effectuer dès maintenant des reboisements avec des espèces à croissance rapide, tout au moins en bordure des lisières forestières, pour constituer une strate intermédiaire entre la strate arborée et la strate herbacée des parcelles cultivées.

D. LES TYPES DE SOLS. ÉTUDE MORPHOLOGIQUE

On en distingue trois grands types que la couleur générale peut définir :

Rouges, beiges et gris auxquels il faut ajouter différentes formes de transition et les affleurements de cuirasses latéritiques.

I. Les sols rouges

Nous distinguons cinq sous-types dans les sols rouges :

1°) Sol rouge de ligne de crête.

Parfois appelé brun rouge à cause de sa couleur générale il est typiquement défini par :

- un horizon gris-rougeâtre, moyennement humifère sablo-argileux (10-12 cm),
- un horizon de passage (8-10 cm),
- une série d'horizons argileux, brun rouge, difficilement différenciables et qui deviennent régulièrement de plus en plus argileux (accumulation argileuse entre 50 et 90 cm en moyenne).

Profil assez homogène, texture générale argilo légèrement sableuse, structure compacte quand le sol est sec, caractérisée par la présence de pseudo-sable (grains de quartz liés par un ciment ferrugineux). Se rapproche nettement du type terre de bar.

En profondeur, vers 2,5 m, il y a un éclaircissement général et progressif.

Localisés sur les lignes de crête et sur des petits plateaux bien drainés, ces sols très profonds ont une étendue assez faible.

2°) Sol rouge érodé (de pente).

Il se trouve généralement sur le bord des plateaux et sur la partie haute de certaines pentes.

Sa couleur varie du rouge clair au rouge foncé, car il est plus ou moins tronqué. De plus il semble que son degré de lessivage en argile est plus important que dans le type brun rouge (lessivage oblique probablement).

3°) Sol rouge à taches.

Sa couleur varie du rouge-clair au rouge ocre et il est caractérisé par un éclaircissement général en profondeur et l'apparition de grandes taches rouge foncé, mal délimitées. Il semble qu'il y ait, non pas une migration du fer dans les horizons profonds, mais concentration en taches ou concrétions.

4°) Sol rouge lessivé.

Des horizons supérieurs rouge-clair on passe, sans transition nette, à des horizons nettement plus argileux, rouge ou rouge foncé. Très rarement, dans des types de transition, des taches s'individualisent. Les horizons supérieurs sont lessivés en argile et en fer, mais celui-ci se rencontre, sans se localiser en taches ni concrétions, dans les horizons inférieurs, juste en dessous des strates d'accumulation argileuse.

5°) Sol rouge sur cuirasse ou sur grès ferrugineux.

Ce sol généralement très érodé, tronqué, est caractérisé par sa proximité de la cuirasse qui lui sert de roche-mère.

Nous le décrivons à part non parce qu'il a des caractères différents, mais parce que sa pédogénèse est particulière.

II. Les sols beiges

Le sol beige est défini d'une part, par sa couleur variant du beige clair au beige rose, d'autre part par la présence d'horizons profonds d'accumulation, riches en taches et concrétions.

Nous distinguons plusieurs sous-types :

1°) Sol beige rouge.

Il ressemble beaucoup au sol rouge lessivé, mais ses horizons supérieurs, lessivés en argile et fer, sont parfois beige-rosé et les horizons inférieurs d'accumulation ont comme le sol rouge des taches rouge-vif plus ou moins nettes, c'est un type de transition, mais il est parfois étendu.

2°) Sol beige de pente.

Est caractérisé par sa localisation générale, sur les pentes, surtout celles supérieures à 1 %, et par ses horizons d'accumulation ferrugineuse en concrétions.

Celles-ci se présentent sous forme de taches rouge-vif, bien délimitées, généralement petites ; plus profondément, sous forme de concrétions rouges, brun-rouge au centre, parfois ocre à la périphérie ou friables ou cassables à la main et dans certains cas dures (du moins dans la zone centrale).

Des taches ocre ou ocre jaune plus ou moins nettes les complètent, mais ne deviennent importantes que dans les horizons les plus profonds et sont difficiles à distinguer parfois des horizons dus à la présence de la nappe phréatique.

Des taches blanches et beige blanc s'individualisent, mais sont relativement peu importantes.

Exemple choisi : X 60.

Pente moyenne : 1,5 %

Zone de départ d'un marigot

Profilage :

0-20 cm. Horizon gris, moyennement humifère, sableux, structure à tendance grumeleuse.

20-30 cm. Horizon de passage s'éclaircissant très progressivement, sableux, structure mal définie.

30-60 cm. Beige, sablo-argileux, structure à tendance lamellaire.

60-110 cm. Beige foncé, d'accumulation argileuse, structure compacte.

110-190 cm. Beige foncé, d'accumulation argileuse et ferrugineuse, argilo-sableux, dans lequel s'individualisent des concrétions rouges ferrugineuses, non durcies, très friables quand l'horizon est humide, encore cassables à la main quand il est desséché.

190-215 cm. Les taches rouges deviennent très nombreuses, entourées parfois de zones ocres mal délimitées, argileuses, structure compacte, la couleur du fond étant beige-clair.

215-290 cm. Beige avec taches claires et blanches, argilo-sableux, ocre avec de nombreuses concrétions rouges et ocres.

290-325 cm. Les taches ferrugineuses sont encore plus nombreuses, mais moins nettes, argileuses, structure compacte.

325-370 cm. Les concrétions rouges et de teinte ocre sont très nombreuses, remplissent les trois cinquièmes de la surface, mais elles sont toujours cassables à la main. Elles sont souvent mal délimitées et se trouvent dans un sable blanc, friable, peu argileux.

370-400 cm. Le profil semble s'éclaircir, le sable argileux blanc devenant plus important.

400-430 cm. Les taches rouges deviennent plus nombreuses encore et des petites concrétions ocreuses bien délimitées apparaissent.

430 cm. Le sable argileux blanc diminue en importance et semble ne plus former que des petites strates dans l'argile sableuse rouge.

3°) Sol beige de plateau.

Très répandu, localisé sur les plateaux centraux mal drainés.

Caractérisé par un lessivage très important en argile, fer, parfois en humus également. En profondeur, les horizons d'accumulation se présentent généralement en strates très fines rouge, blanche, ocre, très bien délimitées en mélange avec des zones moins bien délimitées beige foncé, beige ocre, ocre jaune, parfois beige blanc.

Dans certains cas, le mélange des couleurs est si important qu'on peut parler d'horizon bariolé. Type de sol très évolué, probablement faiblement latéritique (présence d'alumine libre), généralement couvert par la formation forêt claire à sous-bois arbustifs de Combretacées.

Exemple beige de plateau : Pedo 90 bis.

Bois d'*Ekebergia* assez dense, avec des *Albizzia zygia*, quelques Combretacées, des *Cordyla* et un tapis de grandes Graminées.

0-18 cm. Gris humifère-sableux, légèrement grumeleux.

18-38 cm. Gris clair, sableux, de transition.

38-60 cm. Beige rose, sableux légèrement argileux, traces de matière organique en strates parallèles.

60-80 cm. Beige, sablo-argileux.

80 cm. Beige, sablo-argileux à argilo-sableux.

100 cm. Beige, argileux légèrement sableux, toutes petites taches ocres et blanches.

120 cm. Beige plus foncé, taches ocres plus importantes et grandes taches brun-rouge, légèrement sableux.

140 cm. Beige clair, taches blanches, nettes et nombreuses petites taches rouges surtout vers le bas.

180 cm. Beige très clair, sablo-argileux, strates blanches, ocres mal délimitées, rouges bien délimitées.

Au delà de 200 cm. Sableux légèrement argileux, strates moins nettes, tendance au concrétionnement surtout des taches rouilles avec le centre ocre légèrement durci.

bariolé formé de strates très fines, rouges, brun rouge, blanches, ocre ; mais la couleur générale de fond rouge sur tout le profil le classerait dans les sols rouges. De texture plus sableuse que les autres sols rouges, il est très peu répandu. Son cas montre la valeur relative d'une classification basée sur la seule couleur générale du profil.

Sol salé.

Certaines rizières, aujourd'hui non cultivées, sont salées. Des inflorescences blanches viennent couvrir la surface du sol, le reste du profil étant sensiblement le même. Il y a de nombreux degrés de salure qui d'ailleurs se répartissent en taches, délimitables par la végétation. Ces sols sont en dehors des concessions de la C G O T.

V. Latérites

Désignés communément sous le vocable de terre de latérite, on trouve dans la région un certain nombre d'affleurements de cuirasses très ferrugineuses, que l'on retrouve parfois dans des sondages.

Plusieurs types de profil peuvent être distingués et la roche elle-même présente un certain nombre de faciès locaux.

Nous donnons la description des plus typiques :

1°) Marigot de Diende.

Cuirasse démantelée par érosion, de deux mètres d'épaisseur au maximum.

0 cm. Horizon mélangé d'argile rouge et de gravillons bruns au centre, ocre rouge à l'extérieur et très durs au centre.

60 cm. Gros blocs de grès violet à grain fin, en mélange avec des gravillons et de l'argile rouge.

120 cm. Gravillons très nombreux et entre lesquels les racines des arbres s'insinuent.

170 cm. Nouvelle zone de mélange grès gravillons.

250 cm. Argile sableuse bariolée, mélange de couleurs blanche, rouge, violette et ocre.

270 cm. La couleur ocre domine dans le bariolage.

360 cm. Mélange presque complet de blanc, violet et ocre jaune.

En étudiant le sol plus haut sur la pente, il semble que l'on peut définir ce type comme constitué des horizons suivants :

1°) Humifère, rouge.

2°) Cuirasse gravillonnaire, essentiellement ferrugineuse, mélangée à de l'argile rouge.

3°) Grès violet qui a servi de roche-mère, avec des zones de mélange grès et cuirasse.

4°) Argile sableuse bariolée.

5°) Sables légèrement argileux bariolés, couleur ocre dominant.

2°) Briqueterie.

Sous une série d'horizons argileux rouges d'un sol rouge érodé, on trouve une cuirasse ferrugineuse formée de gravillons homogènes, d'environ 3 à 4 cm de diamètre en mélange avec une argile rouge.

La séparation entre la cuirasse et le sol sus-jacent est nette, et se présente sous forme d'ondulations d'amplitude 40 à 50 cm et dont la courbe moyenne semble légèrement en pente vers le marigot voisin.

L'horizon rouge, qui se trouve juste en dessus de la cuirasse, est enrichi en taches rouges mal délimitées, sur une épaisseur de 30 cm en moyenne. Les gravillons brun-rouge, rouille et ocre rouge deviennent de plus en plus ocre vers le bas.

3°) Carrière de gravillons.

Sol beige à niveaux de concrétions, suivis de niveaux de gravillons. Quand on se rapproche de l'affleurement, l'épaisseur des niveaux de taches et de concrétions diminue, les niveaux de gravillons gardant sensiblement la même côte.

Ces niveaux de gravillons ont de 8 à 10 mètres d'épaisseur.

Les horizons supérieurs sont très riches en gravillons mêlés à de l'argile beige, de couleur ocre

ou ocre rouge au centre, et brun violet à l'extérieur. Ils ont une forme quelconque, généralement très irrégulière mais aux bords arrondis.

De nombreux niveaux de gravillons brun rouille au centre, très durs, cassables à la main dans les zones ocre, emplissant 90 % du volume, le reste rempli d'une argile beige claire.

Niveaux identiques aux précédents, mais les couleurs ocres et rouilles dominent, tandis qu'il y a par endroits une sorte de stratification des couleurs rouges, et des niveaux de gravillons argileux cassables à la main, sauf dans les zones centrales brunes avec de l'argile d'allure beige et blanche en mélange.

Niveaux de concrétions cassables à la main remplissant 70 % du volume, en majorité ocre et ocre rouge, légèrement durcis mais facilement cassables à la main, dans une argile sableuse blanche.

Si l'on considère non plus le type de profil, mais les facies présentés par les latérites, on peut distinguer :

Aux affleurements, une structure alvéolaire due à la perte d'argile par entraînement par les eaux, les gravillons étant soudés entre eux et recouverts d'une patine brun foncé. Généralement sous 10 cm très durs, on retrouve les poches d'argile et une dureté plus faible. Dans certains cas, on a affaire à une structure pisolitique ou oolithique, les petits gravillons étant très serrés et soudés entre eux.

Au niveau de la cuirasse inférieure, un mélange de grès et de latérite. Zones violettes de grès avec des points de quartz blanc, entourées de couches cavernueuses de latérite rouille, brun ocre, et zones sableuses ocre. Nombreuses traces d'anciennes racines, des poches d'argile. Probablement cuirasse sur grès, démantelée par la végétation et remaniée.

Parmi les autres facies typiques remarqués, citons :

Morceaux bleu-foncé, très durs, semblables à des coulées de latérite, surface très lisse, avec des pustules. Probablement latérite de colluvionnement ressoudée et enrichie par les eaux.

Gros blocs très compacts, rouges et brun rouge, brun foncé par zones, avec de gros trous d'anciennes racines, se prolongeant très loin, et tapissés par une couche d'argile beige.

Ce cas pose le problème des relations cuirasse-végétation.

E. ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES SOLS

A) Etude texturale

Réalisée par la méthode internationale d'analyse mécanique (pipette ROBINSON), elle montre une grande homogénéité relative en rapport avec celle des sables de la roche-mère. En moyenne, en effet, le substrat de tous ces sols est formé : par des sables quartzeux, de granulométrie comprise, pour 90 % entre 60 et 350 microns, 2 % restant sur le tamis de 1 mm, 0 % sur le tamis de 2 mm, la majorité (70 %) entrant dans la classe des sables fins (20-200 microns). Ces sables sont tous plus ou moins recouverts par une pellicule extérieure aux grains de quartz et formée de sels de fer rouges, beiges et ocres. Ces couleurs fondamentales dues à des états différents des hydroxydes de fer, en particulier à des oxydations et des hydratations différentes, ont un certain nombre de degrés d'intensité expliqués :

a) par la proportion de grains plus ou moins entièrement colorés et le nombre de grains hyalins,

b) par l'épaisseur des recouvrements.

Il y a, par rapport aux sables (fond des puits) :

1^o) Un plus grand étalement des courbes granulométriques.

2^o) Une ferrugination généralement plus importante.

A ce substrat, quartzeux, inerte, est accolée une phase colloïdale qui comprend :

α) Une fraction argileuse, de 0 à 2 microns, variant selon les types et l'horizon entre 8 et 45 %. Cette fraction doit contenir de l'argile, de la kaolinite dans certains cas, et des hydroxydes de fer et d'alumine.

β) Une fraction limon, de 2 à 20 microns, toujours très peu importante, et ne dépassant pratiquement jamais 6%.

γ) Des colloïdes humiques qui, dans un sol sous forêt, sont intimement mêlés à la fraction minérale en donnant aux horizons superficiels des teintes grisâtres, cela malgré leur faible pourcentage.

En ce qui concerne la différenciation des types de sols, la comparaison des horizons de surface montre que la variabilité due aux niveaux de fertilité et à la nature de la couverture végétale est de l'ordre des écarts entre les types de sols eux-mêmes. Cependant le sol rouge est plus riche en moyenne. La différenciation est plus nette entre les profils entiers, c'est ce que montre la comparaison des descriptions morphologiques.

Nous rappelons qu'il y a en effet :

a) Des variations de couleur dans le profil, peu sensibles dans les sols brun-rouge, plus différenciées dans les sols beiges.

b) Un lessivage d'humus généralement faible.

c) Un lessivage important de l'argile, qui s'accumule très progressivement entre 40 et 100 cm pour les sols rouges, beaucoup plus brusquement dans les sols beiges. L'analyse mécanique montre que ces taux de lessivage en argile varient de 2 pour certains sols rouges, à 4,6 pour les sols beiges de plateau, à 6 pour les sols gris de bas-fond. Les sols rouges lessivés ont un coefficient de 3,5 comme les sols beiges de pente.

3°) Une faible importance de la fraction limon (moins de 6%) dont la couche granulométrique est parallèle à celle de l'argile.

4°) Un lessivage et une accumulation du fer, soit en taches mal délimitées, plus ou moins grandes, soit en concrétions durcies au centre mais entièrement cassables à la main, soit en strates fines, parallèles et horizontales (sols baiolés). Ces taches, strates et concrétions sont de couleur rouge, brun-rouge, ocre rouille, ocre jaune, couleurs parfois pures parfois en mélanges plus ou moins délimités.

C'est ce que montre le tableau récapitulatif suivant des seuls horizons superficiels (0-15 cm), sous forêt uniquement.

	Sol beige	Sol rouge
Argile	8 à 15 % moyenne 11 %	9 à 14 % moyenne 12,5 %
Limon	0 à 6 %	1,5 à 4,5 %
Sable fin	40 à 53 %	44 à 48
Sable grossier	25 à 40 %	32 à 40
Matière organique	1,6 à 2,2 %	moyenne 2 %
Humus	0,6 à 2 ‰ moyenne 1,16 ‰	0,6 à 2,1 ‰ moyenne 1,10 ‰

B) Etude structurale

Les éléments texturaux, que nous venons de passer en revue, sont associés en formant une structure.

Dans les horizons superficiels humifères, celle-ci est grumelo-particulaire en général. Dans les horizons inférieurs argileux, la structure est compacte, parfois prismatique par dessèchement en saison sèche, et, dans les horizons B lessivés de certains sols beiges, à tendance lamellaire.

Par perte d'humus et par lessivage, les horizons superficiels perdent leur caractère grumeleux et acquièrent l'état particulaire. C'est en effet, l'instabilité et la variation de la structure des horizons superficiels qui est la caractéristique primordiale du premier stade de l'évolution des sols sous culture mécanisée.

Ces sols, tous pauvres chimiquement, ont, malgré tout, une fertilité relativement bonne. Mais quand leur structure se dégrade par culture et par perte d'humus, d'une part ils voient leur résistance à l'érosion nettement diminuée, d'autre part leur niveau de fertilité baisse rapidement. Aux niveaux les plus bas c'est le point de vue chimique qui domine alors.

Une des caractéristiques générales structurales des sols est la formation générale de pseudo sable, c'est-à-dire l'accolement d'un certain nombre de petits grains à de plus gros à l'aide de ciments ferrugineux. Cette association et la liaison des colloïdes au substrat explique les modifications apparentes de la granulométrie qui existe entre les tests sur les profils et les résultats des analyses mécaniques.

L'analyse des agrégats par la méthode VAGELER-ALTEN montre bien cette association, les coefficients de microstructure $\frac{(A-A') \times 100}{A}$ variant de 30 à 90.

A = Argile totale.

A' = Argile libérée par la simple agitation dans l'eau.

Le temps de contact avec l'eau et la mise en culture font varier considérablement ces coefficients, preuve de variations structurales importantes.

Des nouveaux tests de structure sont à l'étude.

C) Caractéristiques chimiques

L'étude chimique se borne actuellement aux seuls horizons superficiels des sols. On peut la résumer par le tableau comparatif suivant : horizons humifères sous forêt des sols beiges de plateaux et rouge brun.

	Sol beige de plateau	Sol rouge
Eléments échangeables en milli-équivalents grammes pour 100 g de sol.		
CaO	1,1 à 3,9	2 à 3
MgO	0,5 à 1,95	1,25 à 1,5
K ₂ O	0,08 à 0,46	0,10 à 0,12
Na ₂ O	0,06 à 0,08	0,09 à 0,11
Réserves minérales en m. é. grammes/100 g		
CaO	6 à 8	8 à 14
MgO	2 à 3	2 à 7
K ₂ O	0,5 à 0,7	0,6 à 1,2
Na ₂ O	1,2 à 1,3	1,3 à 3,5
P ₂ O ₅	0,16 à 0,30	0,13
Azote total	0,4 à 1,1 ‰ moyenne 0,62	0,62 à 0,70 ‰
pH	6,2 à 6,8 moyenne 6,4	moyenne 6,4
Eléments totaux en %		
Fe ₂ O ₃	1,6 à 2,4 %	2,4 à 4 %
Al ₂ O ₃	5 à 7 %	3,6 à 6,8 %
SiO ₂	89 à 90 %	86 à 91 %

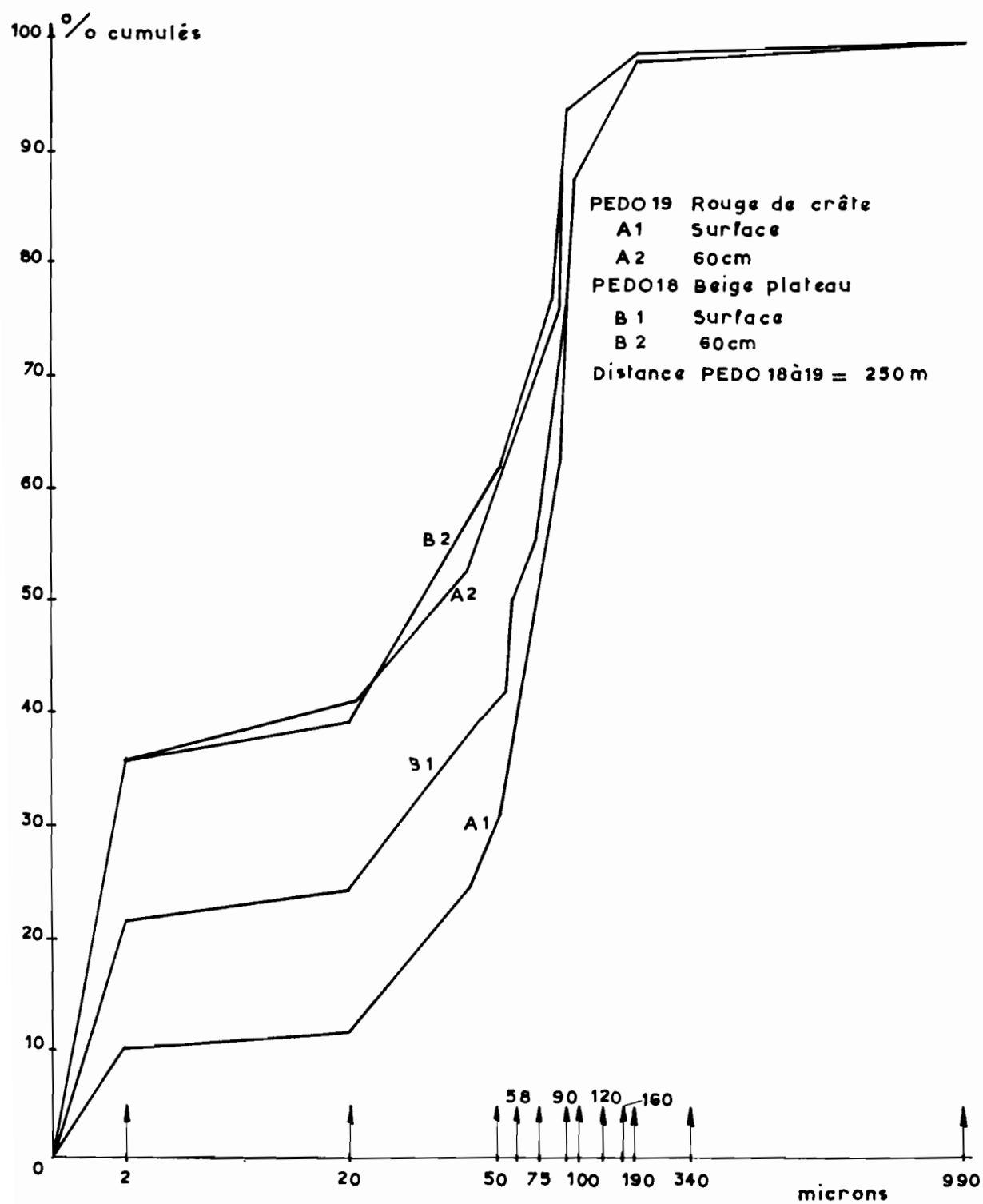
D) Fertilité des sols de la région

En comparant les deux grands types de sols on peut noter :

α) Une richesse en réserves minérales plus élevée, de 20 % en moyenne, pour le sol rouge, tandis que les quantités d'éléments échangeables sont du même ordre de grandeur. Le premier fait est en relation avec la richesse plus grande en colloïdes du sol rouge, le second est en accord avec les valeurs identiques du pH pour les deux types.

β) Une teneur en fer double pour le sol rouge. Ce fait est important vu le rôle des sels de fer dans la stabilité de la structure et la fixation à l'état irréversible des phosphates.

Additif n° 5



Cependant, ces différences, quoique relativement faibles, jointes surtout à celles que nous montre l'étude en cours des profils entiers, nous incitent à croire que les deux types de sols auront des évolutions différentes, sinon dans leurs sens, du moins dans leurs vitesses. De plus si le sol rouge est légèrement plus riche chimiquement, ses caractères structuraux, caractères prédominants dans les régions tropicales, sont plus instables (érodibilité plus forte, durcissement très important en fin d'hivernage).

Si l'on cherche à placer ces sols dans l'échelle des valeurs en les comparant en particulier à ceux du Sénégal (étude de BOUYER) on constate qu'ils sont :

Moyennement riches (10 à 15 milli-équivalents grammes pour 100 g) pour des sols tropicaux.

Que le taux de calcium échangeable est bon, ce point étant en accord avec la valeur du pH, qui n'est que légèrement acide, et bien que l'on ne trouve de calcaire libre ni dans le sol ni dans les roches-mères.

Que le taux de phosphore est très faible, cela expliquant que les engrais phosphatés soient nécessaires.

Que le taux de potassium échangeable est faible et qu'une formule d'engrais déséquilibrée (P_2O_5 seul par exemple) est à déconseiller.

F. CLASSIFICATION DES SOLS

Nous n'essaierons pas de rattacher les sols que nous étudions aux classifications générales, d'ailleurs en cours d'établissement.

Nous comptons seulement proposer une classification utile quoique toujours génétique, celle qui nous semble la plus pratique pour la région considérée. Pour cela il nous faut passer en revue les éléments qui jouent un rôle prédominant dans la formation et l'évolution des sols de la région et qui sont :

- 1°) Le climat.
- 2°) Les roches-mères.
- 3°) La végétation.
- 4°) Les actions biologiques.
- 5°) La nappe phréatique.
- 6°) La topographie.

1°) Le climat.

Nous avons essayé de voir son action sur les sols. Cependant la région considérée est trop petite pour que l'influence météorologique puisse être subdivisée. Considérons donc qu'il entraîne l'évolution générale des sols vers le lessivage et la ferruginisation.

2°) Les roches-mères.

L'étude géologique montre qu'on peut distinguer en fait :

des sables plus ou moins argileux, et ferruginisés,
des grès stratifiés à grains grossiers, et d'autres à grains fins violets,
des niveaux de rognons argileux,
des cuirasses latéritiques fossiles.

Il est assez difficile, en regardant un type de sol, de définir à laquelle de ces différentes roches-mères on a affaire.

Cependant les niveaux de grès, peu épais, sont tous en rapport à leurs affleurements avec une cuirasse ferrugineuse et leur localisation restreinte fait que l'on peut considérer que la plupart des sols sont formés sur sables ferruginisés.

Nous pensons qu'une première répartition des grands types de sols puisse être imputée aux différences existant entre ces sables. En effet on remarquera que le rapport des surfaces des deux grands types de sols beige et rouge, assez constant dans une petite zone, varie dans un sens ou dans un autre quand on se déplace en Casamance. Il est probable que sur sables rouges, plus argileux, il

La classification devient alors :

Sous-classe = sols ferrugineux tropicaux lessivés.

Types = $\left\{ \begin{array}{l} \text{sur sables ferruginisés.} \\ \text{— sables clairs.} \\ \text{— grès ferrugineux.} \end{array} \right.$

Sous-types de 1^{er} ordre $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pédoclimat de crête} \\ \text{— de plateau} \\ \text{— de pente} \\ \text{— de bas-fond.} \end{array} \right.$

Sous-types de 2^e ordre $\left\{ \begin{array}{l} \text{Forêt dense sèche} \\ \text{Savane claire.} \end{array} \right.$

Ainsi dans le secteur CGOT.

Le bloc I a une dominance de sols rouges.

Le bloc II a une dominance de sols beiges.

Le sud du bloc I a une dominance de sols rouges sur grès et cuirasse. Mais toujours dans chaque zone la répartition locale des sols se fait suivant la distinction des pédoclimats. Vérifiée par douze cents sondages sur le bloc I. (10 000 hectares), cette distinction des pédoclimats se traduit ainsi :

1^o) *Pédoclimat de crête.*

Sol à degré de lessivage relativement moyen : 2,5 ; hydratation du fer minimum donnant la couleur rouge (oligiste). Lessivage du fer minimum relativement à tous les sols aux alentours.

Recouvrements maximums des grains de quartz par les sesquioxides de fer (couleur plus foncée).

Type : sol brun-rouge de crête.

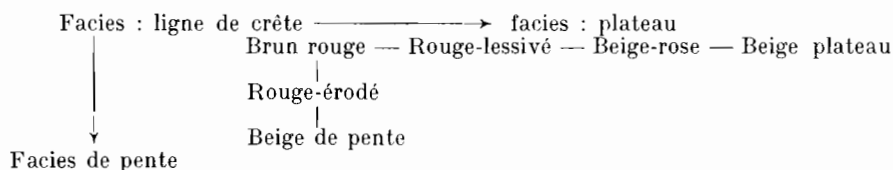
Sur toutes les crêtes on observe nettement des sols plus rouges que ceux avoisinants :

brun-rouge dans une zone de sols rouges,
rouge-lessivé dans une zone de sols beiges de pente,
beige-rose dans une zone de sols beiges de plateau.

Cela selon nettement l'importance de la crête, et son passage plus ou moins progressif au facies géomorphologique de plateau.

Le passage au type pente dans le cas des sols brun-rouge est représenté par le sol rouge érodé.

Le tableau suivant résume la question :



2^o) *Pédoclimat de plateau.*

Sols très lessivés en argile (coefficient de 4 à 4,5), en fer, probablement en alumine, en humus.

Oxydation et hydratation des sels de fer qui donnent la couleur beige générale, accumulation du fer en profondeur, en taches, strates, concrétions, gravillons.

Evolution faiblement latéritique (alumine libre).

Recouvrement des grains de quartz par les sesquioxides de fer minimum, amenant la couleur beige très clair dans les types les plus évolués.

3^o) *Pédoclimat de pente.*

Deux facteurs y viennent jouer un rôle aussi important que le drainage, ce sont le lessivage oblique et le ruissellement.

Si c'est le facteur érosion qui domine, le sol aura peu évolué mais sera tronqué, et on aboutira au sol érodé de pente.

Si c'est le facteur lessivage oblique qui l'emporte relativement, on tendra au type beige de pente.

Généralement sur les pentes, le sol rouge érodé est suivi plus ou moins vite d'un sol beige de pente, ce qui marquerait l'augmentation plus ou moins rapide du lessivage oblique.

Le sol beige de pente à concrétions ressemble beaucoup au sol beige de plateau, mais cela par son degré d'évolution et non par son type d'évolution (phénomène de convergence).

4°) *Pédoclimat de bas-fond.*

Drainage augmenté du ruissellement et du lessivage oblique.

Rôle de l'érosion (variations de texture par colluvionnement), couleur ocre et ocre rouille des sels de fer.

Importance de l'hydromorphisme.

Couleur grise générale des profils due à l'accumulation de colloïdes cachant la couleur claire du sol.

La relation avec la nappe phréatique permet de distinguer trois sous-types :

Nappe proche de la surface durant l'hivernage, gris de bas-fond.

Nappe proche de la surface pendant toute l'année : noir à gley de plaine marécageuse.

Nappe évoluant en profondeur, mais plus profondément que dans le premier type : gris lessivé de terrasse.

G. L'ÉVOLUTION DES SOLS

L'étude des cultures indigènes montre que l'évolution des sols des régions tropicales est très rapide, et se traduit par une dégradation de la structure, une augmentation des effets de l'érosion, une baisse de la productivité.

La possibilité de culture continue du sol, condition essentielle de réussite d'une exploitation mécanisée, suppose donc la connaissance du sens et de la vitesse de l'évolution et des moyens pour la contrebalancer. C'est dans cet esprit que nous avons essayé d'apprécier les caractéristiques évolutives des sols sous culture mécanisée de l'arachide, mais nous sommes limités dans nos interprétations par la jeunesse de l'expérience démarrée en 1950.

1°) **Evolution des pédoclimats**

Nous avons caractérisé le pédoclimat par :

son profil hydrique en hivernage,
son profil thermique en saison sèche.

En comparant l'évolution de ces profils sous forêt et sous culture mécanisée, on s'aperçoit qu'il y a des différences importantes entre les deux cas.

Ces différences sont assez significatives pour modifier, sinon le sens de l'évolution des sols, du moins la vitesse de ce phénomène. Pratiquement cette évolution tend à détruire l'équilibre instable établi sous forêt, et à le remplacer par un autre, caractérisé par un niveau de fertilité plus faible.

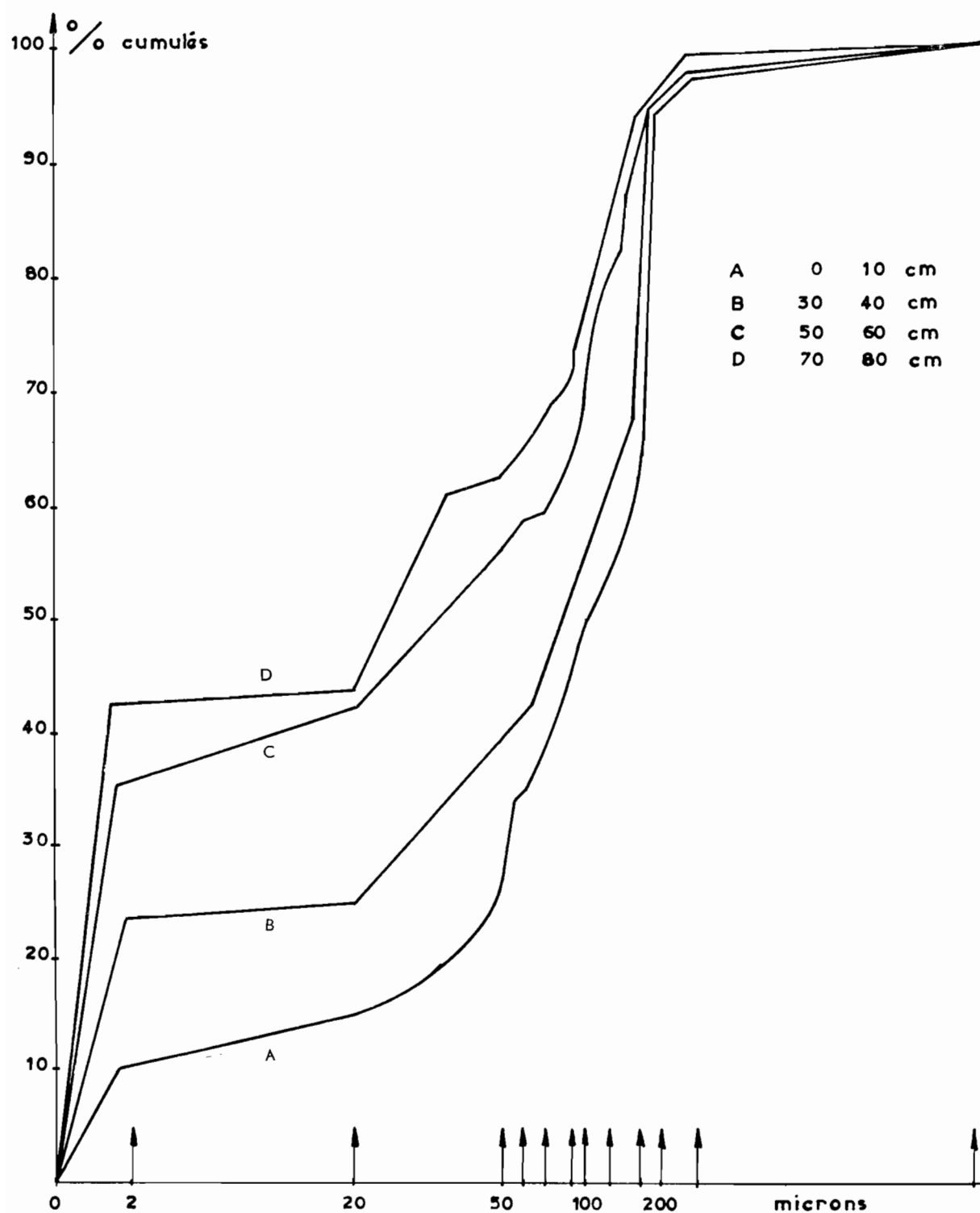
On note pour le sol sous culture en ce qui concerne les profils thermiques : des amplitudes de variations plus élevées :

MOYENNES DES AMPLITUDES JOURNALIÈRES POUR JANVIER

Profondeur en cm	Forêt	Parcelle nue
15	11,2°	15°
30	12°	17°,5

Additif n°6

SOL BEIGE DE PLATEAU ST 100



des maximums plus accusés

écart des maximums de janvier $+ 3^{\circ}$ à 15 cm
 $+ 6^{\circ}$ à 30 cm

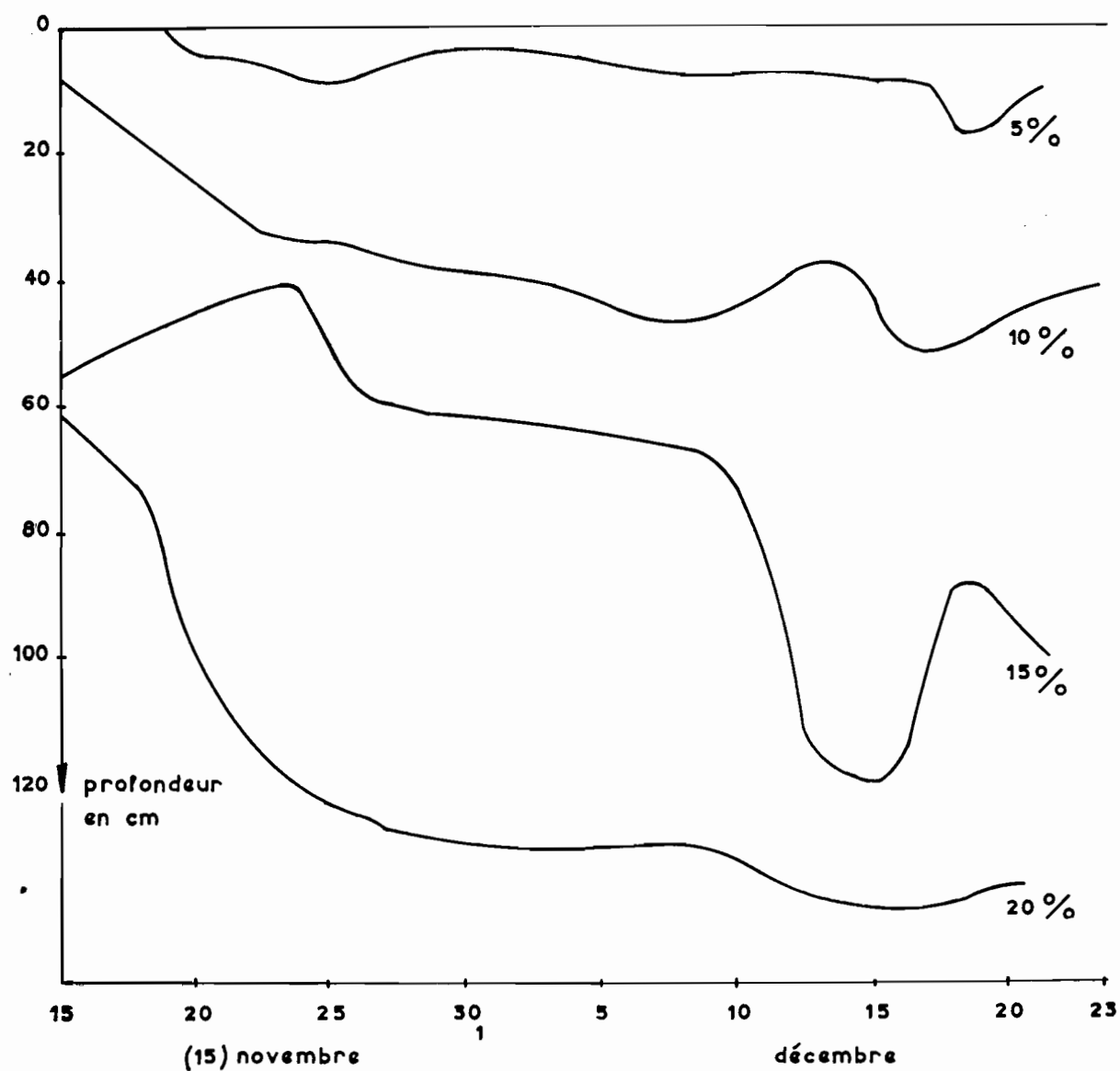
Pour un sol beige on avait le tableau suivant :

Profondeur en cm	Forêt	Parcelle nue
15	36,4°	38,9°
30	32,8°	40°

Additif n° 2

SOL BEIGE PLATEAU Parcelle nue

PROFIL HYDRIQUE



15 NOVEMBRE - 23 DECEMBRE

Ces variations sont quotidiennes et également mensuelles. Ainsi, durant la saison sèche, elles s'accroissent, et en juin, entre parcelle et lisière forestière, la différence entre les maximums respectifs est de 5° en surface, de 3° à 4° à 30 cm. Il semble de plus qu'il y ait un léger décalage dans le temps, les parcelles nues prenant leurs maximums successifs avant les lisières. La couverture forestière joue donc un rôle de régulation thermique qui n'existe plus dans les parcelles cultivées, dénudées en saison sèche.

L'évolution des profils hydriques offre moins de différences, celles-ci n'étant pas significatives durant l'hivernage, même à son début. Mais quand les pluies cessent, on s'aperçoit qu'il y a une descente rapide en profondeur de toutes les lignes d'égale humidité, celles-ci d'ailleurs étroitement en rapport avec le taux des colloïdes.

Sous culture, le premier horizon 0-4 cm se dessèche très rapidement formant, une croûte très dure, véritablement cimentée, qui amène l'impossibilité pratique d'arrachage de l'arachide, ou tout au moins l'augmentation des restes en terre. Ce dessèchement est nettement plus rapide pour les sols rouges que pour les sols beiges, ce fait probablement en rapport avec la mouillabilité faible des sels de fer. Il se réalise par évaporation, comme le montre la courbe des 10 % d'humidité qui descend, tandis que celle de 15 % reste stationnaire un moment.

En profondeur, il y a appauvrissement par rapport aux courbes supérieures et il doit y avoir en même temps ou successivement :

drainage à l'état liquide vers les couches profondes,

évaporation par capillarité vers les horizons superficiels,

distillation à l'état de vapeur vers la profondeur et à partir des zones d'accumulation en colloïdes, à capacité de rétention plus forte.

Ainsi, deux mois après la fin des pluies, malgré la température de l'air au minimum, malgré des condensations occultes que nous évaluons cette année entre 25 et 30 mm (méthode des plaques de plâtre), le taux d'humidité maximum dans n'importe quel sol ne dépasse pas 10 %.

COMPARAISON DES PROFILS HYDRIQUES 15 JANVIER
pour cent d'humidité

	Sol rouge forêt	Sol rouge parcelle nue	Sol beige parcelle nue	Sol beige-forêt
0- 10 cm	0,58	0,40	0,70	3,6
20- 30 cm	0,8	1,2	8,05	4,5
40- 60 cm	3,22	4,3	8,4	6,7
60- 80 cm	3,98	6,5	8,8	7,7
80-100 cm	5,5	8,4		7,2
120 cm	6,9	8,6		8,2

2°) Evolution des caractères structuraux

Nous avons vu précédemment la pauvreté des sols en éléments chimiques et ce fait, joint aux caractéristiques texturales, explique l'importance de la structure et de ses variations dans la mise en valeur de la région. Il faut alors retracer à ce sujet l'évolution que le défrichement fait subir aux horizons superficiels.

Ceux-ci sont normalement, sous forêt, constitués par une couche humifère, à texture sablo-argileuse, à structure grumelo-particulaire de 10 à 15 cm d'épaisseur, suivie d'une couche de transition encore humifère de 8 à 10 cm.

Lors de l'abattage, les arbres sont déracinés en entraînant entre leurs racines principales un volume de terre assez important.

L'andainage consiste à les repousser contre les lisières, les mises à feux successives limitant le cubage à transporter. Mais cette opération provoque d'une part le dépôt en surface de terres des horizons inférieurs emportées entre les racines, d'autre part et surtout, le transport par racleage d'une épaisseur de terre humifère qui représente en moyenne un bon centimètre de sol entièrement enlevé sur toute la parcelle.

Le rootcuttage et le rootage, qui sectionnent les racines et les extirpent hors du sol, le passage de lourds râtaux, qui emmènent les bouts de bois, le régalage qui consiste en un passage de grands

cadres métalliques ou de chaînes et a pour but le planage, se succèdent avant les travaux proprement dits de culture. Qu'en résulte-t-il pour le sol ?

D'abord une **très grande hétérogénéité** : des horizons argileux, stériles, affleurant presque par endroits, tandis qu'en d'autres on a de grands trous comblés par de la poussière humifère.

Ensuite, aux emplacements des termitières, de grandes plaques argileuses, qui s'effondrent aux premières pluies.

Enfin, un **planage très approximatif**, plus apparent que réel.

En fait, l'épaisseur moyenne des horizons n'a varié que légèrement peut-être, mais l'arrangement général a été modifié considérablement et les trois ou quatre centimètres supérieurs ont acquis une structure finement particulière, donc très dégradée.

A ce stade, le sol reste normalement plusieurs mois en plein soleil, sans aucune couverture, et il recevra les premières tornades dans un état net de moindre résistance.

Nous considérons la suite des travaux précédents comme un **mal nécessaire**, qui doit être accompli une fois pour toutes la première année et qui doit être suivi d'une sole **d'engrais vert** constructrice d'une structure arable.

Par la suite, le rôle de la culture mécanisée sur la structure n'est pas encore bien défini. On peut dire cependant qu'il se produit une dégradation nette par la culture de l'arachide, cela parce que celle-ci ne protège pas le sol. Les gouttes de pluie du début de l'hivernage à énergie cinétique élevée provoquent la libération de sable très fin, de limon et d'argile. Cette destruction des agrégats a pour conséquence la formation à la surface du sol d'une couche soudée, imperméable, qui limitera le drainage, augmentera les effets de l'érosion en nappe et asphyxiera les plantes (maladie de fin de cycle). En fin d'hivernage cette croûte durcira, car le ciment colloïdal se desséchera rapidement, avec toutes les conséquences graves pour l'arrachage.

Le problème de la **conservation de la structure** se pose donc. Nous verrons plus loin que l'emploi de l'engrais vert d'une part la réalise, d'autre part semble même augmenter la stabilité de cette structure.

3°) Evolution des caractéristiques physico-chimiques

Pour chaque zone d'étude que nous avons définie, nous avons adjoint des témoins, généralement les lisières forestières. Il nous faut donc préalablement définir l'évolution annuelle de ces témoins.

a) Evolution des témoins (lisières forestières)

L'alternance des saisons des pluies et des saisons sèches provoque une évolution de la matière organique, de l'humus, de l'azote et du pH selon une sinusoïde à peu près régulière. Ainsi durant **l'hivernage** il y a :

- 1°) Une acidification de l'ordre de 2/10 à 3/10 d'unités.
- 2°) Une baisse du taux d'humus pouvant aller jusqu'à 20 % de la valeur initiale.
- 3°) Une baisse de l'azote total identique à celle de l'humus.
- 4°) Un lessivage important des éléments échangeables pouvant aller jusqu'à 40 % pour la CaO par rapport à la moyenne.
- 5°) Un lessivage du fer et probablement de l'alumine.
- 6°) Un lessivage d'argile colloïdale.

Durant la **saison sèche** par contre il y a :

- 1°) Formation d'humus aux dépens de la matière organique.
- 2°) Augmentation des éléments échangeables alors que les éléments totaux semblent invariables dans l'année.
- 3°) Augmentation du pH en relation avec l'augmentation des éléments échangeables dans le complexe absorbant.

Il y a donc en hivernage, du fait de la pluviométrie importante et de la vie microbienne intense, une destruction d'humus supérieure à sa régénération à partir de la matière organique et l'inverse en saison sèche. Il y a équilibre lorsque la végétation est au stade climacique.

La régénération nette des sols par la jachère arborée montre que la végétation améliore le sol par :

sa couverture en saison sèche,
son apport régulier de matière organique,
sa remontée par les racines, explorant une grande profondeur, des éléments entraînés par le lessivage.

Les cultures annuelles n'ont pas ces possibilités de régénération des sols en saison sèche, au contraire. Il faut donc trouver une culture régénératrice, qui est l'engrais vert, mais il manquera :

- 1°) la couverture en saison sèche,
- 2°) la remontée d'éléments lessivés. Il faut donc limiter autant que possible le lessivage et apporter des engrais chimiques pour combler le déficit.

b) Evolution des sols sous culture d'exploitation

Nous n'examinerons pratiquement que la culture de l'arachide qui est la plus importante, et justement, en ce qui concerne le sol, la plus dégradante.

Humus : En moyenne, en étudiant la question sous l'angle statistique pour éliminer les nombreuses variables interférentes, la première année d'arachide après défrichement a été marquée par une baisse du taux d'humus de 25 %. Il semble d'ailleurs que 10 à 15 % de cette baisse soit à mettre sur le compte des méthodes de défrichement. Une seconde année d'arachide a vu ce taux descendre, par rapport aux témoins, de 40 à 50 %, donc une nouvelle baisse de 20 à 25 % la seconde année.

Les rendements de l'arachide n'ont pas pu être étudiés en grande culture, aucune récolte n'ayant été normale. Cependant les résultats des hectares témoins, et ceux des cultures de la station montrent qu'il existe, entre la première et la deuxième année d'arachide, une baisse de rendement moyenne de 20 %. Il y a donc une corrélation positive entre le taux d'humus et les rendements, corrélation non encore chiffrée, vu la multitude de cas particuliers dus aux tâtonnements des premières expériences culturales. A Bambey les mêmes résultats ont été obtenus, les courbes de rendement suivant exactement les courbes de taux d'humus.

TABLEAU III. — EVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS D'ARACHIDE EN STATION en kilogrammes par hectare, restes en terre compris

	1950	1951	1952
Hectare A. 2		1.600	1.100
B. 3		1.300	1.000
D. 4	1.300	1.100	
E. 2	1.200	1.100	
E. 3	1.300	1.150	

En ce qui concerne l'**azote total** on constate de très grandes variations locales en rapport avec l'hétérogénéité du sol.

Mais à la fin de novembre, on constate peu de différence entre la première année d'arachide et des témoins. Par contre en novembre de la deuxième année la diminution de l'azote total est générale et atteint parfois 50 %. L'étude de l'évolution des formes nitriques et ammoniacales est en cours.

Le **pH** en moyenne de 6,4 avant abattage, descendu à 6,3 après les travaux de défrichement et une saison sèche sans couverture, a continué sa descente :

6,24 après première culture d'arachide,
6,18 après deuxième culture d'arachide.

Le pH est une notion qui a une valeur synthétique et qui a son importance sur l'évolution de la microflore, la stabilité des colloïdes et la fixation des ions sur les complexes absorbants.

Il semble suivre une sinusoïde comme pour le sol sous forêt mais d'axe descendant ; la remontée étant inférieure à la descente, probablement du fait de l'état des parcelles complètement dénudées en saison sèche.

Une étude microbiologique en cours à Bondy jettera probablement quelques lumières sur l'évolution de la matière organique, de l'humus et du pH en relation avec l'activité microbiologique du sol et nos mesures de pédoclimat (températures, humidités).

Les variations du **taux de matière organique totale**, et surtout du rapport $\frac{\text{M.O.}}{\text{humus}}$ sont pleines d'enseignements.

Considérons le tableau IV suivant (moyennes).

TABLEAU IV
EVOLUTION COMPARÉE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE, DE L'HUMUS ET DU RAPPORT $\frac{\text{M. O.}}{\text{HUMUS}}$

Sol rouge		M. O. en %	Humus en ‰	$\frac{\text{M. O.}}{\text{humus}}$
Moyennes du témoin	B. 48-49	2,14	0,85	25
Juin 1951	S. T. P. 48	1,10	0,44	25
Culture : arachide :				
Novembre 1951	B. 48	1,32	0,46	29
Culture : engrais vert :				
Novembre 1952	D. 48	1,70	0,81	21

On remarque que sous culture il n'y a eu, en hivernage, que faible diminution du taux d'humus et même constance. Cela s'expliquerait par l'existence d'un palier d'équilibre atteint après perte de 50 % par rapport à la lisière, mais ce point n'est pas encore vérifié. A ce moment, la dégradation et la régénération s'équilibrent. Malheureusement il n'y a pas remontée en saison sèche mais encore descente. En ce qui concerne la matière organique totale, après avoir diminué de presque 50 % du fait du défrichement et de la première culture d'arachide, elle semble remonter légèrement en hivernage, ce qui est logique puisque l'apport ne se fait que pendant cette période.

Quant au rapport $\frac{\text{M.O.}}{\text{humus}}$ il croît en hivernage, diminue en saison sèche, la diminution l'emportant sur l'accroissement. Il semble qu'il soit encore trop élevé. L'étude de sols épuisés sous cultures indigènes faite par CHARREAU, montre que ce rapport descend alors aux environs de 7, ce qui est faible. Il faudrait donc trouver pour l'engrais vert une solution qui permette d'obtenir un rapport optimum, c'est-à-dire une bonne humification (équilibre entre la formation et la dégradation de l'humus).

Les éléments échangeables représentent les ions absorbés sur les colloïdes et facilement déplaçables dans des réactions d'équilibre par les solutions du sol.

Sur sol beige, les moyennes de dix mesures faites en juin et en novembre, avant et après une culture d'arachide sont :

TABLEAU V

	Juin	Novembre	
Cao	54,6	50,8	Expression des résultats en milligrammes par 100 g de sol
Mgo	17	17,2	
K ₂ O	8,8	6,6	
Na ₂ O	2,4	1,8	

Les pertes de Ca et K ramenées pour un hectare de sol, sur une profondeur de 15 cm seulement représentent entre juin et novembre :

pour le calcium 110 kg,
pour le potassium 23 kg.

Or les exportations pour une récolte d'une tonne hectare d'arachide se montent à :

calcium, 18 à 17 kg,
potassium, 19 à 50 kg selon la richesse des sols.

Les mesures des éléments totaux ne sont pas encore assez nombreuses pour nous permettre d'évaluer leur diminution (passage d'une fraction de ceux-ci à l'état échangeable) et donc de comparer les exportations des récoltes et les pertes du sol. Cependant il semble que celles-ci soient nettement supérieures aux exportations surtout pour le calcium. Elles sont dues au lessivage intensif de l'hivernage.

Il faut donc non seulement compenser les exportations par les apports d'engrais chimiques, mais aussi compenser les pertes par lessivage, et d'abord en augmentant le pouvoir absorbant du sol, c'est-à-dire pratiquement en augmentant le taux d'humus et aussi la stabilité de ce dernier.

En ce qui concerne donc les engrais chimiques, les phosphates manqueront toujours dans ces sols très pauvres en P_2O_5 , le potassium deviendra nécessaire au bout de quelques années car son taux est faible par rapport à celui des exportations.

Pour le calcium il ne semble pas y avoir de problème immédiat, cependant ses incidences sur l'élévation du pH peuvent obliger à reconsidérer le problème au bout de deux ou trois rotations. Quant à la fumure azotée elle est en relation avec les différentes cultures et son rôle dans l'humification des engrais verts est à étudier cette année.

H. MISE EN VALEUR DE LA RÉGION. LES AMÉNAGEMENTS GÉNÉRAUX

La mise en valeur agricole de cette région peut se concevoir sous deux formes : culture sèche (sur plateau), culture inondée (rizière ou bas-fond).

Nous n'envisagerons que la première forme, les rizières aménageables dans cette région étant relativement peu importantes.

Le problème de la culture sèche est dominé par :

la durée de quatre mois et demi seulement des pluies,
l'importance de la pluviométrie totale en moyenne de 1.300 mm,
le démarrage des cultures dans un sol au minimum d'humidité et dans des conditions de pluviométrie très irrégulière,
la fertilité de sols instables, à vocation strictement arbustive et très sensibles à l'érosion.

Le problème de la mise en valeur de ces régions est très complexe et la première étape doit être une étude très minutieuse du milieu.

1°) Etude du milieu

Il faut, en premier lieu, faire une prospection topographique par nivellement, cela sur des layons distants de 1 km dans les deux sens. Si on prenait comme schéma 1 km/2 km, il faudrait dans toutes les zones précisées par les études pédologiques, faire des compléments d'étude topographique (en particulier dans les têtes de tous les marigots). Une échelle plus grande n'aurait aucune valeur pratique pour l'exploitation. Se basant sur une carte nivelée, les prospections pédologiques et phytogéographiques peuvent alors préciser leurs résultats et elles aboutissent à la définition des zones cultivables et des modes d'aménagements à leur appliquer. Quant aux surfaces abandonnées, elles sont représentées par :

- 1) les affleurements de cuirasse,
- 2) les sols gris de tous les types,
- 3) les sols beiges à niveaux de concrétions trop proches de la surface,
- 4) les zones de départ d'érosion et les têtes de marigots,
- 5) les pentes supérieures à 2 %,
- 6) les zones, où la densité des termitières cathédrales est très grande.

2°) Aménagements généraux

Leur nécessité résulte principalement de l'importance de l'érosion dans cette région.

Cette question, étudiée plus en détail ailleurs, nous a amené, en résumé, aux conclusions suivantes :

Les causes essentielles de l'érosion

L'érosion par le vent est négligeable dans l'état actuel des choses, elle peut être facilement arrêtée par l'existence d'un taux de boisement minimum de 20 %.

L'érosion par l'eau se produit surtout en début d'hivernage, du fait de l'intensité des chutes de pluie sur un sol nu, complètement desséché. Par la suite, si le ruissellement est encore important en valeur absolue, ses effets sont très limités du fait de l'existence d'une couverture végétale.

A cette érosion par les eaux de ruissellement, il faut ajouter l'action des chutes de pluies elles-mêmes sur la surface du sol. Il en résulte une modification de la structure superficielle, avec diminution de l'infiltration (diminution dans le rapport de 10 à 1 parfois). La stabilité des sols à l'eau de pluie est faible : le sable fin et le limon libérés par les chocs colmatent les pores et permettent la formation d'une surface qui s'imperméabilise par dessèchement.

Les formes de l'érosion

L'érosion en nappe est la plus importante, du fait de la texture sablo-légèrement argileuse des sols. Elle se réalise même sous forêt en début d'hivernage.

L'érosion par ravinement ne se déclenche que dans les parcelles cultivées, surtout par petits ravins, plus rarement par ravins, cela quand une localisation anormale de l'eau se produit.

La microérosion par les chutes de pluie, sorte de micropénéplanisation est un fait général qui affecte surtout les cultures ouvertes.

Les intensités et les conséquences

L'étude des différents modes d'érosion a été complétée par un certain nombre d'évaluations.

a) Mesures par piquets témoins. Ce sont des bornes enterrées portant un fer en T et reliées entre elles par des fils tendus par des contre-poids. On mesure la distance du fil au sol et on compare les relevés successifs dans le temps.

b) Nivellements topographiques précis.

c) Volume des sables de colluvionnement et études granulométriques.

d) Observations culturales (rendements).

e) Documentation photographique.

Cette étude nous a montré qu'il pouvait se déclencher dans les cultures des érosions en nappe dès que la pente dépasse 0,8 %, et en ravinement dès qu'elle atteint 1,6 % (sol trop pulvérisé par des planages et des pulvérisages successifs). En terrain normal il se produit toujours en seconde année d'arachide des érosions en nappe à partir de 1 % de pente. Entre 1 et 2 % ces phénomènes s'accroissent rapidement, c'est pourquoi nous avons pris cette limite de 2 % pour la mise en culture.

Les conséquences ont été généralement : l'enlèvement des arachides ou tout au moins leur déchaussement, le microcolluvionnement local aux zones de rupture de pente avec l'asphyxie corrélative pour les plantes, le dépôt en bas de pente sur quelquefois 20 cm d'épaisseur d'un sable rose, l'existence de petits ravins compliquant les façons culturales. La conséquence la moins grave se traduit toujours par une baisse nette des rendements.

Les facteurs d'accélération ou de retardement

Vu les faibles valeurs du pourcentage de pente ce sont surtout les caractéristiques du bassin versant, surface totale et répartition des pentes, qui ont le rôle principal.

L'importance de la localisation des pistes et des routes résulte de la remarque précédente. En effet la majeure partie des dégâts occasionnés à Séfa ont eu pour cause le drainage de tout un bassin versant par des pistes, et l'apport d'énormes quantités d'eau dans des parcelles parfois à faible pente. Contre cela il a été pratiquement impossible de lutter économiquement.

Quant à la couverture forestière, si elle ralentit considérablement le ruissellement, elle ne le diminue pas assez dans les périodes critiques du début d'hivernage pour fournir une solution suffisante au problème.

Les conclusions théoriques

Ce sont :

- a) L'orientation nécessaire des parcelles suivant les courbes de niveau, tous les compromis étant à rejeter car il vaut mieux ne rien faire que de créer un aménagement inadéquat.
- b) Empêcher l'eau de prendre de la vitesse, car le « seuil » érosif de vitesse est ici très bas, et augmenter l'infiltration.
- c) Eliminer les seuls excès locaux d'eau.
- d) Empêcher les eaux du plateau de descendre sur les pentes.

Les solutions proposées

La nécessité de lutter efficacement et rentablement contre l'érosion dans un bloc de culture mécanisée nous incite à faire la distinction suivante : les plateaux sont les zones où la pente est inférieure à 0,5 %, les pentes cultivables sont celles où la pente varie de 0,5 à 2 %.

Sur les plateaux on peut garder des parcelles de 200 mètres de large et d'une longueur comprise entre 800 à 1.500 m, séparées par des brises-vents d'au moins 50 m. Pour des raisons d'érosion éolienne et de lutte phytosanitaire, il est nécessaire que les parcelles soient orientées N-S, avec une tolérance de 45° vers le N-O.

Sur les pentes cultivables, dont la longueur ne dépasse que rarement 1 km ou 1,5 km, on peut abattre un pourcentage plus élevé de forêt, ne laissant que deux ou trois brise-vents de 100 mètres suivant les courbes de niveau.

Une route tracée suivant une courbe de niveau peut être implantée à la limite entre la zone du plateau et celle des pentes avec seulement une déclivité de 0 à 3‰ selon son profil en long. D'autres pistes pourront être créées le long des brise-vents.

Après abattage, l'andainage se fera en repoussant la végétation suivant approximativement les courbes de niveau.

Par la suite, la mise en place de l'aménagement anti-érosif doit se faire en priorité. Cet aménagement est constitué :

- a) Par des fossés d'assainissement ayant pour but d'éliminer les seuls excès temporaires d'eau, et d'empêcher les eaux des plateaux, généralement vastes, de descendre sur les pentes. Ces fossés se raccordent aux fossés de routes et le système d'assainissement calculé rationnellement se termine par des exutoires dans les zones abandonnées (pratiquement aux têtes de marigots).
- b) Par la construction faite en priorité des routes et des pistes et surtout le creusement de leurs fossés et l'aménagement de leurs exutoires.
- c) Par la mise en place du système anti-érosif dans les parcelles elles-mêmes (banquettes).

3° Préparation des sols

Les travaux de défrichement qui bouleversent le sol se terminent par le planage, qui est un mal nécessaire.

Celui-ci ne doit jamais être fait sur les pentes, car le pulvérisage trop fin qu'il réalise et le glaçage qui en résulte provoquent aux premières pluies, une érosion intense.

Sur le plateau ce planage doit être réalisé une fois pour toutes et être suivi d'une sole d'engrais vert, régénératrice de la structure.

Les travaux de « terracing » c'est-à-dire de construction de terrasses ou de banquettes anti-érosives sur les pentes doivent être effectués avant la première sole d'engrais vert. Si ils sont réalisés plus tardivement, il en résultera, du fait des érosions même localisées, qui se seront déclanchées, un dessin des courbes de niveau extrêmement compliqué, et difficilement réalisable mécaniquement. Il est intéressant de plus d'implanter des courbes juste après le planage car cela augmente leur exactitude.

En ce qui concerne les méthodes mécaniques anti-érosives, dans l'état actuel de nos études nous pouvons faire les conclusions suivantes :

Les **banquettes de dérivation** ne sont guère praticables vu la surface à aménager et l'hétérogénéité du terrain qui rend difficile l'implantation des pentes très faibles nécessaires.

Les **banquettes de niveau** (d'infiltration) sont plus faciles à réaliser et semblent suffire, du fait de notre limite de 2 % pour les zones cultivables. Les excès d'eau qui se produisent doivent être éliminés par le système de fossés d'assainissement, justement créé pour ce besoin.

Les **banquettes à base étroite** (ridge terrace), réalisées à Séfa, ont très bien tenu, mais elles ont l'inconvénient d'être incultivables, et de servir de réservoir aux plantes adventices, *Pennisetum* en particulier.

Les **banquettes à large base** (broad base terrace) semblent être idéales. Des essais en cours permettront de préciser leurs caractéristiques, mais l'exemple des sols à arachide de la Géorgie (E.U.), nous semble probant. Elles ont l'avantage d'être entièrement cultivables.

Cependant ces dernières méthodes d'aménagement des pentes doivent être complétées par des méthodes culturales si on veut limiter leur prix de revient. La lutte contre l'érosion est en effet un problème agronomique général et non un problème de terrassement. Parmi les principales méthodes culturales :

Le **binage buttage** de l'arachide est une excellente technique, à pratiquer même sur le plateau. Cependant n'étant réalisable que fin juillet, elle ne joue aucun rôle dans la limitation des premières érosions. L'intérêt du binage buttage réside dans la répartition des excès d'eau en dehors des lignes d'arachides, cela tout en effectuant un binage et un sarclage entre les lignes.

Le **billonnage** enfin, envisagé et à l'étude pour sa réalisation systématique, résoudrait complètement le problème de l'érosion sans autre aménagement des sols, à condition toutefois qu'il soit fait selon des courbes de niveau. Il permettrait même de récupérer des pentes plus fortes, jusqu'à 4 %, mais il serait nécessaire à ce moment que les billons suivent exactement les courbes. Jusqu'à 2 % en effet, on peut « tricher » pour faciliter la mise en culture. Il est donc possible que la solution définitive au problème de l'érosion soit le billonnage sur les pentes, les aménagements généraux, parcelles et routes principales suivant les courbes, étant toujours des impératifs.

1952 (mars).

MISE EN CULTURE

Le problème posé à Séfa est, en fait, celui de la possibilité ou non de cultiver les sols des régions tropicales de façon continue et si possible intensive. C'est l'exemple des cultures indigènes où, après un certain nombre d'années, le sol est abandonné à la jachère, qui incite à la prudence.

En réalité il s'agit de remplacer cette jachère par une ou plusieurs soles de régénération, et tout revient à définir une rotation adéquate. Dans cette dernière par définition il faut qu'en fin de cycle le sol soit revenu au moins au même niveau de fertilité qu'au départ.

Il s'agit donc de trouver un équilibre, et, sur cette notion de base, on bâtit un système de culture avec alternance de plantes et méthodes culturales. Le système de production obtenu doit de plus être en accord avec la rentabilité économique.

Les premiers résultats obtenus en station doivent encore être confirmés, car il existe une variable essentielle, le temps, sur laquelle nous ne pouvons pas agir, le nombre d'années depuis l'ouverture de la station de recherches étant très faible.

Cependant un certain nombre de conclusions peuvent être avancées avec une bonne probabilité.

a) La nécessité de ne jamais préparer les terres en sec est prouvée et confirmée.

Le travail du sol en saison sèche non seulement produit une usure anormale du matériel (abrasion des disques élevée du fait du taux de silice), revient très cher vue la dureté du sol et le rendement faible des engins, mais encore réalise une destruction de la structure avec création de gros blocs compacts et de poussière pulvérulente. Le travail, effectué dès les premières pluies, doit se faire en un laps de temps très court ; mais l'augmentation des rendements des engins compense en grande partie l'agrandissement du parc des tracteurs qui résulte de cette méthode, les frais de

réparation et d'entretien de matériel étant nettement moins élevés. Surtout on tire un bénéfice sur deux points essentiels :

création d'une structure stable, seulement réalisable quand le sol est travaillé entre certaines limites d'humidité;

lutte efficace contre les herbes, lutte qui constitue le goulot d'étranglement en culture mécanisée.

b) La limitation du nombre des façons culturales vient du même souci d'épargner la structure du sol et de limiter sa tendance à se laisser éroder par le ruissellement, danger surtout très grave en culture mécanisée intégrale. Il faut en particulier éliminer les hersages et les pulvérisages, limiter le nombre de labours, et ne réaliser que des déchaumages légers (0 à 12 centimètres au maximum).

c) La sole de régénération efficace semble être dans ces régions **l'engrais vert**.

Pour des raisons de volume de matière verte et surtout de taux de décomposition, on utilise les céréales. Le mil, à cause de la difficulté du battage de ses chandelles, a été remplacé par le sorgho dont les repousses en saison sèche fournissent une quantité de graines suffisante pour éviter toute sole de multiplication.

La comparaison des Légumineuses et des Graminées en fonction des dates d'enfouissement et de l'apport ou non d'azote est à l'étude au point de vue pédologique.

La comparaison des formes d'utilisation de l'engrais vert : enfouissement, mulching sans retournement, fauchage pour ensilage avec ensuite un déchaumage léger retient sérieusement notre attention. Il en est de même de l'étude de l'amélioration de la jachère, pour l'agriculture indigène d'une part, pour remplacer l'engrais vert sur pente forte d'autre part.

d) La rotation en équilibre, les conditions précédentes étant réalisées, est la **quadriennale** du type engrais vert-arachide-céréale-arachide. Le fait dominant semble être l'alternance des Graminées et des Légumineuses, la succession arachide sur arachide étant à proscrire, celle de sorgho sur sorgho donnant également de très mauvaises résultats. Graminées et Légumineuses n'ont pas les mêmes besoins, ont un mode d'enracinement différent et donc une exploitation du sol différente, la répétition d'une même culture sur une même sole n'étant d'ailleurs jamais à conseiller des points de vue parasite et phytopathologique. La céréale peut être ou du mil, ou du sorgho ou du riz de culture sèche. Les deux premières sont adaptées aux cultures indigènes, la troisième, dite improprement riz de montagne, nous donne les plus grands espoirs, mais doit être mise au point tant au point de vue variétés qu'au point de vue méthodes culturales elle-même.

e) La culture continue n'est possible de façon intensive que par l'emploi judicieux des **engrais chimiques**.

Ceux-ci doivent fournir au sol les éléments qui lui manquent (phosphate en particulier) et compenser les exportations d'éléments, dues aux exportations des récoltes ou dues aux pertes par lessivage.

Cependant, l'utilisation rationnelle des engrais doit tenir compte de leurs coefficients d'utilisation. Ceux-ci varient suivant les plantes et selon l'état du sol.

Pour ce dernier point, **l'équilibre humique** est à considérer et l'augmentation du taux de matière organique doit permettre, s'il est réellement possible, l'emploi de doses plus élevées d'engrais et leur meilleure utilisation.

En ce qui concerne les différenciations entre plantes, signalons les points suivants :

Le sorgho, en tant qu'engrais vert, tire très bien parti des phosphates tricalciques naturels, même la première année, alors que l'arachide ne les utilise pas. Cette dernière plante semble répondre moins bien aux engrais que d'autres, comme le riz sec par exemple, sur lesquels il vaut mieux forcer les doses.

En fait, et c'est le but des essais en cours actuellement, il faut définir, dans le cadre de l'assolement, et en fonction des arrières actions successives des engrais, les formules les mieux adaptées à chaque plante, la notion de rentabilité introduisant une variable discriminatoire.

f) L'association agriculture-élevage est à recommander, du point de vue conservation

du sol et du point de vue rentabilité par utilisation des sous-produits. Elle peut se réaliser très facilement, le bétail ayant à sa disposition :

les fanes d'arachide,
la paille de riz et les chaumes des céréales,
les repousses de sorgho engrais vert qui ne contiennent pas de glucoside cyanhydrique,
les lisières forestières,
les produits de l'ensilage qui se réussit parfaitement et très simplement.

g) Les problèmes de la **couverture du sol en saison sèche** et de l'**élimination des feux de brousse** sont très importants. Les premiers résultats du laboratoire de chimie le confirment. Cependant, pratiquement, il n'a pas encore été possible, d'une part de trouver une plante de couverture qui survive en saison sèche et soit de plus adaptée aux conditions locales, d'autre part d'empêcher la mise à feux des pailles et des brise-vents.

Pour l'instant donc un certain nombre de conclusions pratiques peuvent être avancées, l'étude en cours de l'évolution des sols ayant pour but de les préciser et de les compléter.

CONCLUSIONS

Toute mise en culture dans une région tropicale ne doit se faire qu'après une étude minutieuse du milieu, géologique, pédologique, botanique et topographique.

Elle doit également être précédée d'un certain nombre de mises au point agronomiques du ressort d'une Station Expérimentale si l'on désire éviter des erreurs graves. Par la suite elle risque encore de subir des aléas du fait des conditions écologiques extrêmes, qui règnent sous les tropiques et qui font que toute agriculture jeune ne progresse qu'à la leçon d'échecs parfois très coûteux.

Mais toute mise en valeur, si elle est rationnellement conduite, mérite qu'on lui donne les moyens de poursuivre son action, surtout si ses résultats débordent nettement son cadre géographique.

C'est ce qui se passe à Séfa, où le problème posé n'est pas celui de la culture mécanisée de l'arachide, mais bien celui de la possibilité de mise en valeur des régions tropicales. Envisagé sous cet angle, il est d'une importance capitale et mérite que tout soit mis en action pour lui trouver des solutions surtout que, dans l'état actuel de nos connaissances, on a le droit d'être optimiste quant à la réussite de cette expérience.

1955 (novembre).

RÉSUMÉ. — *L'auteur rend compte des résultats de l'étude pédologique des terres de la Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux situées en Casamance, étude ayant pour objectifs de déterminer les conditions sine qua non d'une mise en valeur rationnelle conservant sinon augmentant les qualités de fertilité du sol.*

Le climat de cette région est caractérisée par une saison sèche prononcée de sept mois et une saison des pluies de cinq mois avec 1.300 mm. Elle appartient à la zone de latéritisation de HÉNIN.

Une étude géologique montre que l'on a affaire à des séries de couches horizontales de sables plus ou moins argileux. Au point de vue géomorphique, l'A. distingue : un réseau hydrographique, des plateaux qui, quoique de très faibles pentes, souffrent de l'érosion, des plaines basses, des pentes qui bordent les plateaux.

L'étude phytogéographique montre que les formations rencontrées sur les plateaux sont en évolution progressive. Il semble nécessaire de conserver des lisières forestières pour lutter contre l'érosion éolienne.

Les sols comprennent trois grands types : sols rouges, sols beiges et sols gris avec des formes de transition et des affleurements de cuirasses latéritiques. Ces types se divisent en sous-types variés.

L'étude texturale des sables montre qu'ils sont quartzeux et recouverts d'une pellicule de sels de fer rouges, beiges et ocre. La structure est grumelo-particulaire dans les horizons superficiels humifères ; par perte d'humus et lessivage, elle devient particulaire. Ces sols chimiquement pauvres ont une fertilité relativement bonne ; mais, si leur résistance à l'érosion est diminuée, leur niveau de fertilité baisse.

L'auteur tente une classification des sols. Le climat pousse à leur lessivage et à leur ferruginisation. La nature de la roche mère, la végétation, les actions biologiques, la nappe phréatique ne jouent qu'un rôle secondaire. C'est la topographie qui diversifie le plus ces sols : sur les plateaux, presque sans dénivellation,

se forment des sols très lessivés de couleur beige ; sur les lignes de crête s'amorce un ruissellement ; sur les pentes, ruissellement et lessivage agissent suivant leur inclinaison et leur longueur ; dans les bas-fonds, l'hydromorphie est importante. L'auteur distingue quatre pédoclimats : de crête, de pente, de bas-fond et de plateau. Le pédoclimat de plateau produit des sols très lessivés en argile, fer, alumine et humus, avec oxydation des sels de fer (couleur beige) et une évolution faiblement latéritique.

L'évolution des sols sous l'influence de la mise en culture est ensuite étudiée. La culture tend à détruire l'équilibre instable établi sous forêt et à le remplacer par un autre avec un niveau de fertilité plus faible. Les différentes opérations de mise en culture font évoluer les caractères structuraux vers une dégradation nette, la plante cultivée, l'arachide, ne protégeant pas le sol. La pluie détruit les agrégats avec formation d'une croûte, imperméable durant l'hivernage, durcissant au début de la saison sèche. Il apparaît donc nécessaire d'empêcher cette dégradation de la structure.

L'étude de l'évolution des caractères physico-chimiques met en parallèle cette dernière sous jachère arborée et sous culture. La jachère arborée régénère le sol : par la couverture en saison sèche, l'apport régulier de matière organique, la remontée grâce aux racines des éléments entraînés par lessivage. Un engrais vert ne pouvant remplir la première et la troisième condition, il faudra limiter autant que faire se pourra le lessivage et apporter des engrais chimiques. Sous la culture d'exploitation, il y a perte d'humus, baisse du taux d'azote, légère acidification, le rapport $\frac{\text{matière organique}}{\text{humus}}$ descend à un chiffre faible. Les éléments échangeables, Ca et K, sont emportés par les récoltes et par lessivage, on y remédiera par des apports d'humus augmentant le pouvoir absorbant du sol et par des apports d'engrais chimiques.

Pour mettre en valeur les plateaux de cette région, une étude du milieu sol doit être effectuée afin de déterminer les zones cultivables et les modes d'aménagement leur convenant. Les aménagements généraux doivent empêcher l'érosion. L'érosion éolienne est peu à craindre étant donné le boisement à ne pas réduire au-dessous de 20 %. L'érosion par l'eau est particulièrement active au début de l'hivernage sur sol nu. L'action des gouttes de pluie est importante, elle détériore la structure de la couche superficielle augmentant son imperméabilité. L'érosion en nappe est la plus importante, celle par petits ravins est réduite. La première se produit dès que la pente dépasse 0,8 %, la seconde à partir de 1,6 % ; aussi on ne doit pas cultiver les terres dès que leur pente atteint 2 %. Il est nécessaire, pour limiter l'érosion : d'établir les parcelles suivant les courbes de niveau, d'empêcher l'eau de prendre de la vitesse, d'éliminer les seules eaux en excès localement, d'empêcher les eaux des plateaux de descendre sur les pentes.

Sur les plateaux on aura des parcelles de 200 m de large sur 800 à 1.500 de long, avec des brise-vents de 50 m de large. Les routes et pistes doivent suivre les courbes de niveau. Des fossés d'assainissement devront éliminer les eaux en excès. Des précautions sont à prendre lors de la préparation des sols.

Après plusieurs années de culture, en 1955, les conclusions suivantes peuvent être formulées :

Ne jamais préparer les terres en sec.

Limiter le nombre des façons culturales, limiter la profondeur des labours à 12 cm.

L'engrais vert, le sorgho a été choisi, est une sole efficace de régénération.

La rotation à suivre est quadriennale : engrais vert — arachide — céréale — arachide. Comme céréale on a le petit mil, le sorgho ou le riz de culture sèche.

L'emploi des engrais chimiques est indispensable pour permettre la culture continue.

On doit pouvoir associer l'agriculture et l'élevage.

Il reste encore à étudier les problèmes de la couverture du sol et de l'élimination des feux de brousse.

SUMMARY. — The Author reviews the findings of the pedologic survey of the " Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux " estate, in Casamance. Object of this survey is to determine the conditions indispensable to land reclamation and to conservation, and whenever possible to increment of soils fertility.

Climatic conditions of this region are characterized by a marked dry period lasting seven months, and, a rain season of five months with precipitations averaging 1.300 mm. This area belongs to HENIN's lateritisation zone.

Pedologic survey indicates the existence of number of sequences of more or less clayish horizontal sandy layers. As regards, geomorphic conditions, the Author points out an hydrographic network, tableland having but slight slopes and yet suffering from erosion, flat lowland, and sloping land bordering the plateaux.

Phytogeographic survey shows that plant formations occurring on the plateaux are developing gradually. It is recommended to maintain forest strips as windbreaks, in order to control wind erosion.

Soils are divided into three major types: red soils, yellowish-brown soils and grey soils with emerging lateritic crust. In turn, these types divide into subtypes.

Investigation of sands texture reveals that they are quartzitic and covered by a film of red yellowish-brown and yellowish iron salts. The structure is made up of crumb aggregates in humiferous surface horizons; it turns into particles through loss of humus and by lixiviation. Such soils, although poor in chemicals are comparatively rather fertile; but if their resistance to erosion is reduced, their fertility rate drops.

The Author attempts to establish a soils classification. Climatic conditions tend towards lixiviation and ferruginization of the soils. Nature of parent rock, vegetation, biologic process and ground water only have a subsidiary effect. Topography is most responsible for these soils variations: on the plateaux where land is practically even, soils are highly lixiviated and occur with a yellowish brown colour; run-off starts from the ridges; on sloping land, run-off and lixiviation have an effect according to gradient and length of slopes; in low ground hydromorphy is high.

According to the Author there are four pedo-climates: Ridge, Slopes, Low-ground and Plateau. Plateau's pedo-climate brings about highly lixiviated soils, of clay, iron, alumina and humus, with oxydation and hydration of iron salts (yellowish brown), tending towards slight lateritisation.

Further evolution of these soils as influenced by cultivation is then investigated. Cropping tends to destroy the unstable equilibrium existing under forest cover, which is substituted by a new one of lower fertility. The various reclamation operations develop marked degradation of structural features, as the plant under cultivation: peanut, does not give any protection to the soil. Rainfall destroys aggregates and forms a crust, waterproof during the winter season and caking at the beginning of dry spell. The preceding stresses the necessity of controlling such deterioration of the structure.

Investigation of physico-chemical characters evolution sets a comparison between fallow on tree land and on cultivated land. Tree fallow regenerates the soil because of: protective cover during dry spell, regular supply of organic matter, and recuperation of lixiviated elements by roots uptake. As green cover cannot achieve either first, nor third condition, the effects of lixiviation should be reduced as much as possible, and inorganic fertilizer should be applied.

Cultivation at commercial scale brings about a loss of humus, a reduced nitrogen content, a slight acidification, and, a low value to the organic matter/humus ratio. As the exchangeable elements Ca and K are either taken up by the crops or carried away by lixiviation, it is recommended to apply humus, in order to increase the soils absorptive power and to carry out applications of inorganic fertilizers.

In order to reclaim adequately plateaux of this region the soil, in terms of constitution, should be surveyed so that areas appropriate to cultivation could be pointed out together with the methods particular to everyone of them. General measures taken should contribute towards erosion control. Wind erosion should not be a major trouble as preservation of 20% of existing trees is enforced. Water erosion on denuded soil is particularly heavy at the commencement of the winter season. Raindrops are responsible for heavy damage to surface layer's structure by the increment of its waterproof potential. Sheet erosion is the most important, whereas the effects of gullying are rather reduced. Sheet erosion begins as soon as slope gradient is more than 0.8%, while gullying only happens as from 1.6%. In consequence, land with a slope gradient of 2% and more should not be farmed. Thus, if soil erosion is to be reduced: landplots should be designed according to contour line; speed of run off flow should be reduced; surplus water only should be drained off locally, and, table land water should be impeded from running down the slopes.

Plots established on the plateaux should be 200 meters wide and 800 to 1,500 meters long, with windbreaks 50 meters wide. Roads and tracks should follow contour lining. Surplus water could be removed by drainage channel. Soil preparation should be carried out carefully.

Several years of farming, may be summarized, in 1955, by following conclusions:

Land preparation should not be carried out according to dry method,

Number of cultural practices reduced,

Ploughing depth not above 12 cm.

Sorghum has been selected as green manure, and is, as such an efficient regenerator.

Rotation is one of four years: green manure — peanut — grain crop — peanut. As grain crop, millet, sorghum or mountain rice are available.

It is important that inorganic fertilizers should be applied if the land is to be kept under permanent cultivation.

Mixed farming should be possible.

A solution to soil cover and bush fire control still remains to be found.

RESUMEN. — *Expone el Autor, en el presente, los resultados de las investigaciones pedológicas referente a las tierras de la " Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux " ubicadas en Casamance. Tal estudio tiene por objeto determinar las condiciones indispensables para valorizar racionalmente las tierras estivadas y mantener sino aumentar la fertilidad del suelo.*

Se caracteriza el clima de esta region por un periodo de sequia marcada, de siete meses y un periodo de cinco meses de lluvias, de 1.300 mm. Esta region pertenece a la zona de lateritizacion de HENIN.

El estudio geologico pone de relieve que se trata de series de camas horizontales de arenas mas o meno arcillosas. Desde el punto de vista geomorfico, el Autor ha determinado la presencia de una red hidrografica ; de planicies cuyos pendientes son bastante ligeros, pero sufriendo del erosion ; de planicies hondas y de pendientes rodeando las planicies.

Resulta de las investigaciones fitogeograficas que las formaciones encontradas sobre las planicies se desarrollan progresivamente. Parece necesario mantener fajas forestales para luchar contra la erosion eolica.

Se dividen los suelos en tres tipos principales : suelos rojos, suelos pardoamarillento y suelos gris, con formas de transicion y afloramientos de capas lateriticas. Estos tipos se dividen en sub-tipos diferentes.

El estudio de la textura de las arenas muestra que estas son cuarzosas y cubiertas por una pelicula de sales de hierro, roja, pardo amarillento y amarillento. La estructura es grumosa y de particulas, en los horizontes superficiales, a consecuencia de las perdidas de humus y de la lixivacion, esta se pone en particulas. Estos suelos, a pesar de ser quimicamente pobres tienen una fertilidad relativamente buena, pero bajandose su resistencia a la erosion bajase tambien el grado de fertilidad.

El Autor tiene por intencion de llevar a cabo una clasificacion de los suelos. El clima tiende a lixivarlos tambien como a ponerlos ferruginosos. La natura de la roca madre, la vegetacion, las actividades biologicas y el agua subterranea tienen papel secundario. Las condiciones topograficas son las que producen las variaciones las mas grandes en los suelos : sobre los planicies, casi sin desnivelacion, se forman suelos muy lixivados, de color pardo-amarillento ; de las cimas empieza a correr el agua ; sobre los declives, el agua obra corriendo o lixivando segun el gradiente y la largura de los pendientes, en las hondonadas la hidromorfia es importante. El Autor pone de relieve cuatro pedo-climas : en las cimas, en los declives, en las hondonadas y en los planicies. El pedo-clima de los planicies forma suelos muy lixivados en arcilla, hierro, alumina y humus, con oxidacion y hidratacion del hierro (color pardo-amarillento), evolucion ligeramente lateritica.

La evolucion de los suelos, a consecuencia del cultivo, viene estudiada a continuacion. El cultivo tiende a destruir el equilibrio inestable establecido en el bosque y a reemplazarlo por otro, cuyo nivel de fertilidad es mas bajo. Las varias operaciones de cultivacion producen una evolucion de los caracteres estructurales tendiendo hacia una deterioracion marcada, ya que la planta cultivada : el mani, no da ninguna proteccion al suelo. Las lluvias destruyen los agregados, formando por lo mismo una capa impermeable durante el invierno y endureciendo al principio del periodo de sequia. Entonces, queda necesario impedir la deterioracion de la estructura.

A consecuencia de las investigaciones concerniente a la evolucion de los caracteres fisico-quimicos se compara tal evolucion en barbecho arbolado y en cultivo (El barbecho arbolado consigue la regeneracion del suelo : abrigandolo durante la sequia, mediante las aplicaciones regular de materias organicas y la absorcion radicular de los elementos lixivados. Ya que con el abono vegetal no se puede conseguir ni la primera, ni la tercera de estas condiciones, havra que limitar lo mas posible la lixivacion y aplicar abonos quimicos.

El cultivo de explotacion trae con sigo una perdida de humus, una baja del porcentaje de nitrogeno, una ligera acidificacion y una baja de la relacion materia organica/humus. Los elementos cambiables, Ca y K, son absorbidos por las plantas o desaparecen por lixivacion ; esto llama aplicaciones de humus para aumentar el poder de absorcion del suelo y aplicaciones de abonos quimicos.

Con objeto de valorizar las planicies de esta region, se va llevar a cabo un estudio del suelo para determinar las zonas cultivables tambien como los modos de ordenacion los mas convenientes por ellas. Erosion debe ser impedida por las medidas generales tomadas. La erosion eolica no puede ser muy peli-

grosa, ya que se debe conservar, por lo menos, 20 % del arbolado. La erosion por el agua es particularmente importante, al principio del invierno, sobre suelos descubiertos. El efecto de las gotas de lluvia es importante, llega a deteriorar la estructura de la capa superficial aumentando asi su impermeabilidad. La erosion laminar es la mas importante, pero la erosion en carcava queda ligera. La primera se manifiesta cuando el gradiente sobrepasa 0,8 %, la secunda desde 1,6 %. Por eso se recomienda de no cultivar tierras con gradiente superior a 2 %. A consecuencia, para limitar la erosion hay que : establecer las parcelas segun las curvas de nivel, impedir al agua de correr, eliminar localmente el exceso de agua, y impedir al agua de caer sobre las bajadas de los planicies.

Las parcelas establecidas sobre las planicies tendran que medir 200 metros de ancho y de 800 a 1.500 metros de largo y abrigadas con fajas arboladas de 50 metros de ancho. Carreteras y pistas debran establecerse segun las curvas de nivel. Zanjias de drenaje para eliminar el exceso de agua debran ser edificadas. Preparacion del suelo debe llevarse a cabo con cuidado.

A consecuencia de muchos anos de cultivo se concluye lo siguiente a la fecha.

Nunca preparar el suelo en condiciones de secano.

Limitar el numero de practicas culturales.

Limitar la profundidad de labores a 12 cm.

Sorgo ha sido elijido como abono verde, dado que esta planta es muy eficiente para la regeneracion del suelo.

La Rotacion es de cuatro años :

abono verde — mani — cereal — mani.

Comme cereal se puede elijir entre mijo, sorgo y arroz de secano.

El uso de abono quimicos es indispensable para permitir el cultivo continuo.

Agricultura y ganaderia deben poder explotarse conjuntamente.

Queda todavia a estudiar los problemas de la cubierta del suelo y de la eliminacion de las quemias de brozas.