

## Un système pédologique aval en Guyane Française Organisation et fonctionnement hydrodynamique

Yves LUCAS (1), René BOULET (1), Patrick ANDRIEUX (2)

(1) ORSTOM - BP 165 - 97305 Cayenne Cédex (Guyane Française)

(2) Station S.A.D. - INRA - BP 351 - 97310 Kourou (Guyane Française)

### RÉSUMÉ

*Les barres pré littorales de Guyane Française sont des formations sédimentaires côtières dont la couverture pédologique est organisée en systèmes à l'échelle d'une unité de relief. Cet article expose l'étude de la différenciation pédologique à l'aval des versants des barres pré littorales. Dans une première partie, l'analyse de l'organisation morphologique, macro- et microscopique, montre l'existence d'un système de transformation où les horizons sableux de bas de versant sont développés aux dépens d'horizons plus argileux. L'intensité de cette transformation dépend de la pente du versant correspondant. Dans une deuxième partie, l'étude par tensiométrie et humidimétrie neutronique du fonctionnement hydrodynamique montre que ce système de transformation est lié à une dynamique particulière de l'eau avec suralimentation du bas du versant par transferts latéraux.*

MOTS-CLÉS : Système-sol — Organisations élémentaires — Dynamique de l'eau.

### ABSTRACT

A DOWNSTREAM SOIL SYSTEM IN FRENCH GUIANA. ORGANIZATION AND HYDRODYNAMICS

*The ferrallitic soil mantle on marine deposits of the Old Coastal Plain in French Guiana shows a downslope sandy differentiation. Macro- and micromorphological studies show that downslope sandy horizons are formed in situ by geochemical dissolution of the Kaolinitic clay fraction of ferrallitic soils. This transformations set up a three dimensional soil system on elementary landscape units. Tensiometric and neutronic studies show that this process is linked to internal lateral water flow.*

KEY WORDS : Soil system — Microscopic fabric — Water movement.

### INTRODUCTION

Les sédiments sablo-argileux de la plaine côtière ancienne du littoral guyanais sont disposés en « barres pré littorales », collines plus ou moins anastomosées allongées parallèlement à la côte, dont la longueur est de l'ordre du kilomètre, la largeur de l'ordre de 100 à 300 m, la hauteur de 3 à 8 m. Ces sédiments sont appelés « Coswine » en Guyane Française, et « Upper Coropina phase sableuse » au Surinam. Ils sont essentiellement constitués d'argile kaolinitique et de sables quartzueux bien triés (80-90 microns) (cf. tableau I). Ils reposent sur des sédiments plus argileux, appelés « Coropina » en Guyane Française et « Lelydorp phase argileuse » au Surinam. Les sédiments argileux apparaissent à faible profondeur dans les bas-fonds sub-

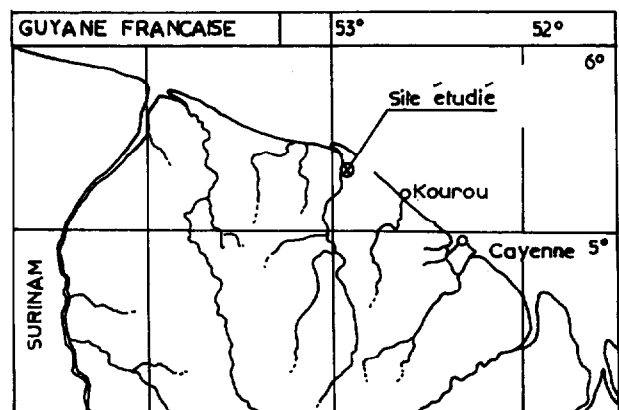


Fig. 1. — Situation de la zone étudiée

horizontaux séparant les barres pré littorales, ou affleurent sur des étendues plus vastes à modelé très aplani.

Les données du climat actuel sont regroupées au tableau II.

TABLEAU I  
Sédiments de la plaine côtière ancienne

Dénomination	Texture	Caractères minéralogiques		
Guyane Française	Surinam	Sables	Minéraux argileux	
Coswine	Upper Coropina phase sableuse	Sableux à sablo-argileux	Quartz 80-90	Kaolinite
Coropina	Upper Coropina phase argileuse	argileux	Quartz Peu de muscovite	Kaolinite Un peu d'illite

TABLEAU II  
Données climatiques. (Sources : GODON, 1981, BUMIDOM, 1975)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année
Sinnamary - précipitations 1956-1965	286	227	241	306	472	408	205	73	43	63	114	257	2695
Kourou précipitations 1956-1975	299	231	186	321	423	315	172	42	19	28	114	271	2421
ETP Penmann	90	103	106	101	94	100	133	133	134	137	117	103	1218
Température moyenne annuelle: 25-26°, minimum 19-20°, maximum 32-33°													
Précipitation moyenne annuelle en mm.: 2500 à 3000, écart-type/moyenne 20 à 25													
Durée de la saison sèche en semaines: 16 à 17													

Les barres pré littorales présentent deux pôles dans la différenciation pédologique : un pôle ferrallitique, sols rouge-jaunâtre sablo-argileux fortement désaturés, et un pôle podzolique. TURENNE (1977) a montré que les podzols peuvent se former et progresser latéralement aux dépens des sols ferrallitiques. BOULET *et coll.* (1979) ont mis en évidence l'organisation en système de cette transformation. Les podzols apparaissent au centre

d'une unité de relief, et se développent de manière centrifuge aux dépens des sols sablo-argileux, jusqu'à occuper la totalité de l'unité de relief : il s'agit d'une différenciation amont. Le présent article expose l'étude d'une différenciation aval, qui se développe à la partie inférieure des versants des barres pré littorales. L'organisation morphologique de la couverture pédologique, étudiée suivant les méthodes exposées par BOULET *et coll.* (1982),

est décrite dans une première partie. Une seconde partie présente, en les rapportant aux données morphologiques, des données sur le fonctionnement hydrodynamique issues d'une étude par tensiométrie et humidimétrie neutronique (ANDRIEUX *et al.*, 1986).

## DONNÉES D'ORGANISATION

### Étude d'une séquence

#### DONNÉES MACROSCOPIQUES ET GRANULOMÉTRIQUES

L'organisation en coupe des horizons pédologiques est représentée figure 2 (séquence A).

Le pôle amont (station 1), vivement coloré, montre la succession verticale d'horizons suivante (les dénominations de couleur sont les dénominations MUNSELL).

#### *Profondeurs approximatives*

0-3 Horizon brun foncé, sableux, avec nombreuses taches filamenteuses ocre.

3-20 (a) Horizon sableux à sablo-argileux, avec une phase dominante brun-jaunâtre foncé en réseau millimétrique englobant une phase brun-jaunâtre. Quelques taches ocre autour des racines.

20-50 (b) Horizon de transition par juxtaposition millimétrique de phases à rapprocher des horizons sus-et sous-jacents. Le taux d'argile augmente en profondeur, de sablo-argileux à argilo-sableux.

50-100 (c) Horizon jaune-rougeâtre assez homogène, quelques traînées plus brunes peu contrastées dans la partie supérieure, argilo-sableux.

100-200 (d) Fond hétérogène, jaune-rougeâtre avec volumes centimétriques rouges à limites diffuses. Nodules peu indurés, centimétriques, intérieur rouge sombre avec fin cortex brun-jaunâtre, argilo-sableux.

+ 200 (e) Passage à un horizon de transition vers le sédiment argileux. Brun très pâle et jaune-brunâtre en juxtaposition millimétrique, et volumes millimétriques à centimétriques rouges souvent légèrement indurés. Argileux à argilo-sableux.

La structure, polyédrique sub-angleuse dans l'horizon de surface (0 à 3 cm) est massive à débit mame-lonné de 3 à 200 cm. Elle devient polyédrique nette très fine en-dessous, dans l'horizon e. La cohésion est moyenne, légèrement plus importante de 20 à 50 cm. La porosité, moyenne, à pores tubulaires fins et moyens, semble légèrement supérieure dans les horizons c et d, et devient très faible dans l'horizon e. On observe, de 20 à 100 cm de profondeur, des fentes sub-verticales, d'ouverture inférieure à 1 mm, formant dans le plan horizontal un réseau polygonal de maille d'environ 20 cm. Quelques fentes se prolongent jusqu'en surface. Ces fentes sont des voies de pénétration préférentielles de la matière organique, ainsi que des racines. Celles-ci forment un chevelu assez dense de 0 à 3 cm, restent assez nombreuses de 3 à 20 cm, sont peu nombreuses de 20 à 100 cm, et rares de 100 à 200 cm.

Quand on descend vers l'aval, on observe les variations suivantes :

— Les horizons de surface et de sub-surface deviennent progressivement plus épais, plus sableux et plus foncés (brun-grisâtre foncé, sablo-argileux, puis noirs, sableux).

— L'horizon brun vif c devient progressivement plus jaune et moins épais (horizon h), puis fait place à l'horizon n. Celui-ci, de 20 à 30 cm d'épaisseur, présente une juxtaposition millimétrique de deux phases, et une variation ordonnée et progressive de l'amont vers l'aval, sur 10-15 m.

La partie amont présente une phase jaune-brunâtre dominante, et une phase brune réduite à des traînées. L'ensemble a 15 à 20 % d'argile.

Dans la partie médiane de l'horizon apparaissent des ponctuations rouges dans la phase jaune-brunâtre, et la phase brune est plus étendue, formant un réseau.

A l'aval, la phase jaune-brunâtre devient plus claire, moins étendue, les ponctuations rouges passent à des taches filamenteuses ocres. La phase brune est brun-grisâtre à brun-grisâtre foncé et plus sableuse, plus étendue.

Puis la phase jaune-brunâtre disparaît, et la phase brun-grisâtre passe à une phase grise qui occupe la totalité de l'horizon : on passe à l'horizon s1.

— Les fissures sub-verticales observées à l'amont disparaissent sur le versant.

— Sous l'horizon c, les horizons à volumes rouges délavés se rapprochent de la surface et deviennent progressivement plus clairs et plus hétérogènes. Ils passent ainsi latéralement à un horizon à fond hétérogène brun très pâle à jaune-brunâtre avec volumes rouges délavés (horizon j, puis p). Parallèlement, le taux d'argile passe de 20-25 % à 15-20 %. La structure reste massive, mais il apparaît dans l'horizon p une structure prismatique peu nette, avec faces structurales à orientation verticale dominante, suivies par les rares racines.

— Au pied du versant, les horizons de surface noirs atteignent une épaisseur maximum (50-70 cm), et tous les autres horizons font place à un horizon gris clair, homogène, de 10 à 15 % d'argile, de structure massive, poreux à pores tubulaires et surtout intergranulaires fins (horizon s2). Cet horizon s'étend au pied du versant sur 10-15 m.

— Plus loin sur la partie basse réapparaissent progressivement des horizons plus argileux sous les horizons sableux noirs de surface : vers 50 cm de profondeur, on observe d'abord un horizon gris clair avec taches ocres (horizon t), comportant 15 à 20 % d'argile, qui s'amincit quand on s'éloigne du bas du versant. Cet horizon surmonte un horizon à fond gris clair, à volumes centimétriques rouges plus ou moins indurés,

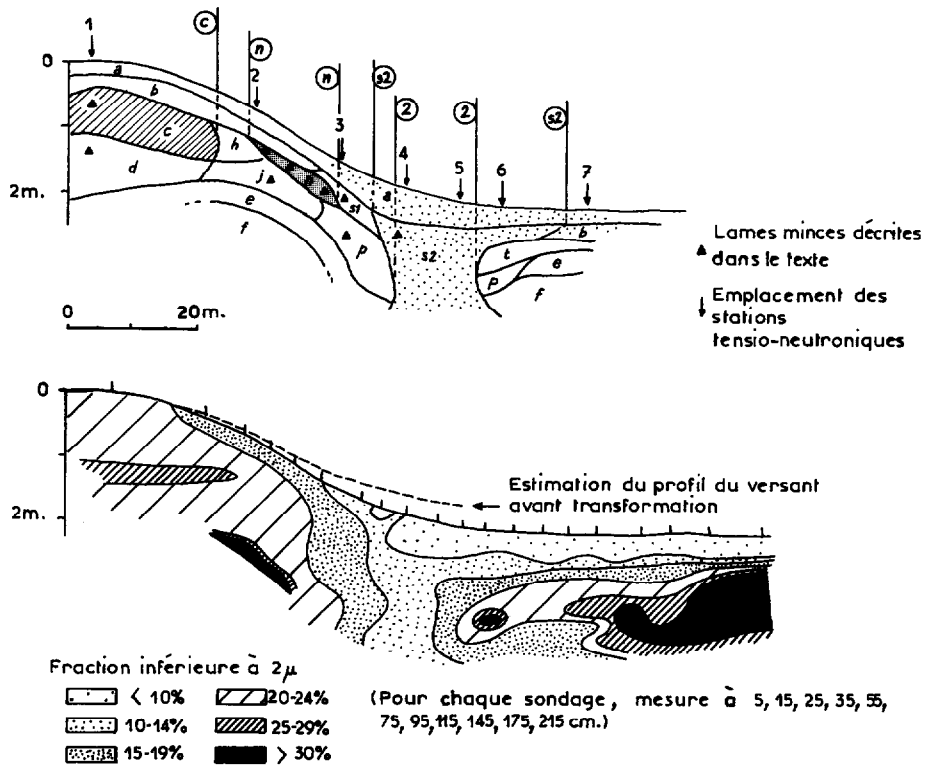


Fig. 2. — Première séquence. Organisation des horizons et répartition de la fraction inférieure à deux microns

LÉGENDE DES HORIZONS

- a - Horizons de surface marqués par la matière organique.
- b - Horizons de transition.
  
- c - Brun-vif, argilo-sableux à sablo-argileux, quelques nodules rouges indurés  $\delta < 1 \text{ cm}$ .
- d - Comme (c), mais plus jaune, sablo-argileux, volumes rouges à limites diffuses légèrement indurés  $\delta < 1 \text{ cm}$ .
  
- e - Horizons à caractères hérités du sédiment argileux.
- f - Sédiment argileux gris à pores rouges.
  
- h - Comme (c), mais jaune-brunâtre.
- j - Comme (d), mais jaune-brunâtre.
- n - Horizon à juxtaposition millimétrique de deux phases, variant le long du versant (cf. texte).
- p - Brun-jaunâtre clair hétérogène, sablo-argileux, volumes millimétriques rouges à limites diffuses.
  
- sl - Gris à gris foncé ! Horizons sableux
- s2 - Gris clair ! de pied de versant
  
- t - Gris clair à très clair, avec taches filamenteuses ! Horizon de
- ocre, sablo-argileux à argilo-sableux ! la plaine
- aval

de 30 à 40 % d'argile, à caractères hérités du sédiment argileux Coropina.

Les domaines texturaux de la figure 2 montrent que la diminution d'argile est progressive le long du versant, et qu'elle affecte d'abord et avec plus d'intensité les horizons de surface. L'horizon s2, qui recoupe au pied du versant l'ensemble des organisations, correspond aussi au pôle le plus sableux de la séquence. Le taux de fer, en % d'éléments totaux, passe de 6,5 dans l'horizon c à 1,6 dans l'horizon s2. Plus à l'aval, apparaît progressivement une discontinuité texturale marquée vers 50 cm de profondeur, qui correspond à la réapparition des horizons à caractères hérités du sédiment argileux.

### Conclusion

Les données montrent donc une variation progressive, ordonnée des organisations le long du versant. De l'horizon c, sablo-argileux à argilo-sableux, brun vif, à pores essentiellement tubulaires fins et moyens, on passe à l'horizon s2, sableux à sablo-argileux, gris clair, à pores essentiellement intergranulaires fins. Cette transition se fait dans l'horizon n, par interpénétration de volumes millimétriques d'une phase jaune-brunâtre, en continuité morphologique avec les horizons amont, et d'une phase brun-grisâtre, en continuité morphologique avec les horizons aval s1 puis s2. Au pied du versant, ces horizons s recourent verticalement les horizons voisins, en particulier des horizons plus argileux à caractères hérités du sédiment Coropina. L'orientation oblique des gradients dans l'horizon n suggère que celui-ci est le siège d'une dynamique particulière de l'eau, et la discordance des horizons s suggère qu'ils résultent d'une transformation par appauvrissement et déferruginisation. Celle-ci affecterait, au pied du versant, la totalité de l'épaisseur du sol sur une distance de 10 à 15 m.

### DONNÉES MICROSCOPIQUES

L'emplacement des échantillons analysés au microscope est repéré figure 2.

#### Description des lames minces

##### Horizon (d) (photos 1 et 2)

— Fond matriciel : assemblage porphyroscuelique régulier, squelette à quartz non jointifs, de 80-90 microns environ, quelques-uns de plus grande taille ; plasma coloré en brun-rouge en LN, biréfringent en LP, squelsépique.

— Vides assez nombreux, 0,2 à 0,4 mm, polyédriques sub-anguleux. On observe quelques fissures de 10 à 30 microns dans le plasma.

— Nodules ferrugineux assez nombreux,  $\varnothing$  2 à 10 mm. Ils présentent le même assemblage interne que le fond matriciel, avec un plasma biréfringent plus ou moins opacifié par les oxydes de fer, ou d'aspect amorphe. Leur limite avec le fond matriciel est souvent progressive, quelquefois nette.

— On note dans le fond matriciel des grains d'oxyde de fer de 50 à 100 microns assez nombreux.

On a donc un horizon poreux, à assemblage porphyroscuelique, avec des nodules ferrugineux dont le squelette a une disposition identique à celle du fond matriciel. Cette homogénéité du squelette, l'absence d'orientations plasmiques à la périphérie des nodules, la progressivité de leur limite suggère que les nodules se différencient dans cet horizon. La seule observation microscopique ne permet pas de déterminer s'ils se forment, se détruisent, ou si les deux mécanismes coexistent.

##### Horizon (c) (photos 3 et 4)

— Fond matriciel semblable à celui de la lame précédente, avec un plasma légèrement plus coloré en rouge.

— Vides légèrement plus petits que dans la lame précédente (0,1-0,2 mm).

— Nodules ferrugineux de même structure que ceux de la lame précédente, légèrement plus foncés et plus homogènes, montrant moins de transitions diffuses au fond matriciel.

Par rapport à l'horizon d sous-jacent, l'horizon c montre la même organisation, avec un plasma plus coloré, des vides légèrement plus petits, et des nodules moins liés au fond matriciel.

##### Bas de l'horizon (j) (photo 5)

— Fond matriciel : assemblage porphyroscuelique régulier ; squelette comme horizon d, mais légèrement plus dense ; plasma comme horizon d, mais plus clair en LN.

— Vides de 0,1 à 0,2 mm, légèrement plus nombreux que dans l'horizon d. Quelques-uns, peu nombreux, montrent des argilanes peu épais de 10 à 50 microns.

— On observe deux types de différenciation ferrugineuse :

des nodules de même type que ceux de l'horizon d, donc dont le squelette quartzeux est, ici, légèrement moins dense que le fond matriciel ;

des halos glébulaires de 2 à 10 mm, à squelette quartzeux identique à celui du fond matriciel, de coloration en LN brun-rouge foncé au centre, passant progressivement au fond matriciel à la périphérie.

Par rapport à l'horizon d amont, cet horizon présente la même organisation avec un squelette quartzeux plus dense, des vides légèrement plus nombreux, dont certains avec de petits argilanes. Les nodules ferrugineux, par leur squelette quartzeux moins dense que le fond matriciel, ont un caractère relictuel, alors que les halos glébulaires paraissent se différencier à partir du fond matriciel environnant.

##### Amont de l'horizon (n) (photos 6 et 7)

Cette lame montre la juxtaposition de deux fonds matriciels, par plages de l'ordre de 2 à 15 mm.

— un fond matriciel à assemblage porphyroscuelique, semblable au fond matriciel de l'horizon c, quoique moins coloré (brun-jaune en LN) et avec des fissures interstitielles plus nombreuses ;

— un fond matriciel à assemblage intertextique, montrant aussi un plasma squelsépique brun-jaune en LN. Les vides interstitiels occupent une place plus importante dans ce fond matriciel. Par

PLANCHE I

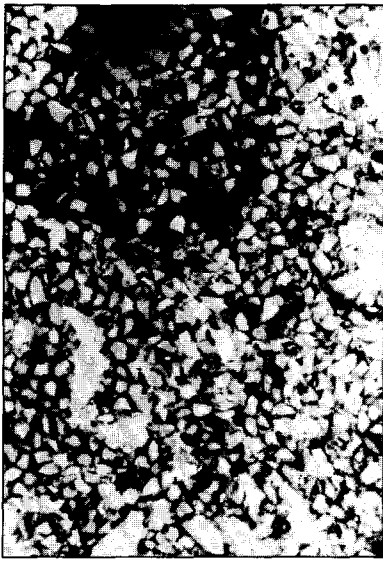


Photo 1-Horizon (d) - LN

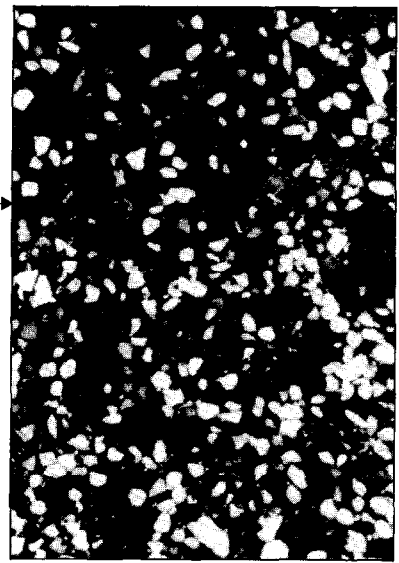
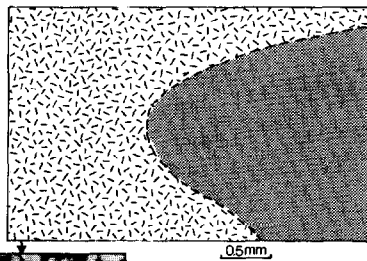
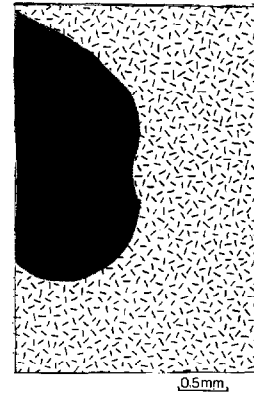
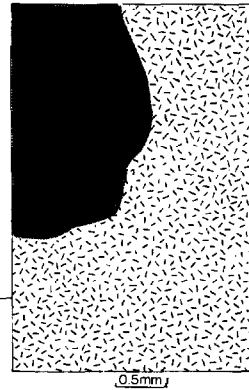
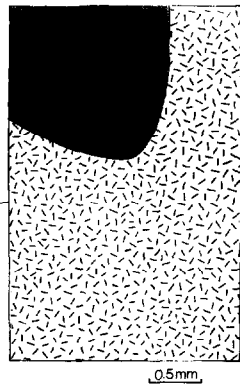


Photo 2-Horizon (d) - LP

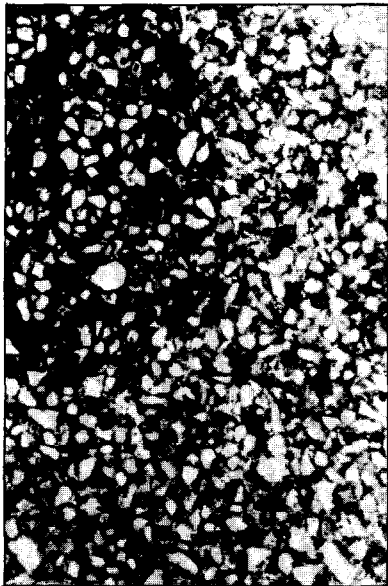


Photo 3-Horizon (c) - LN

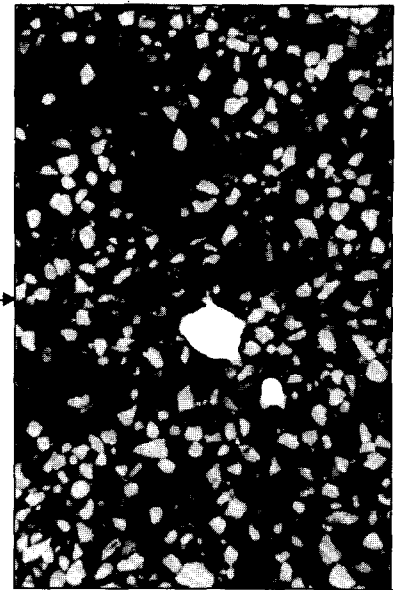


Photo 4-Horizon (c) - LP

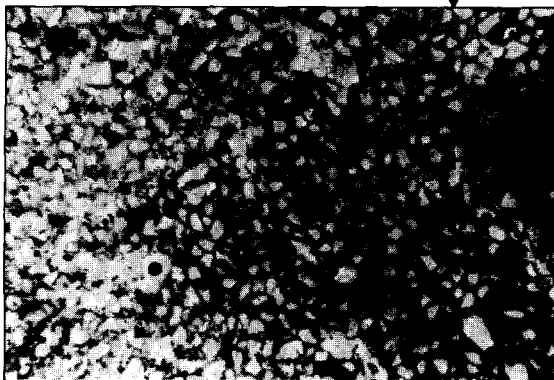





Photo 5-Bas de l'horizon (j) - LN

-  Fond matriciel à assemblage porphyrosquellique
-  Nodule ferrugineux
-  Halo glébulaire

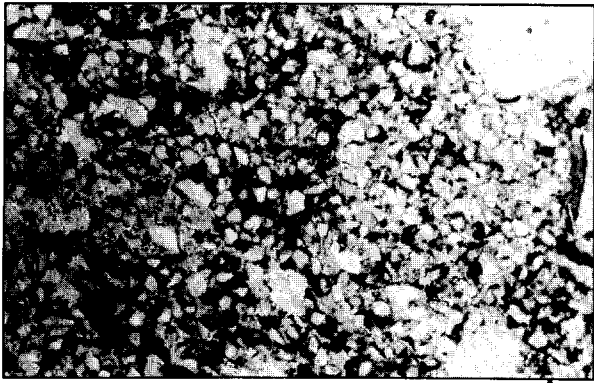


Photo 6 - Amont de l'horizon (n) - LN

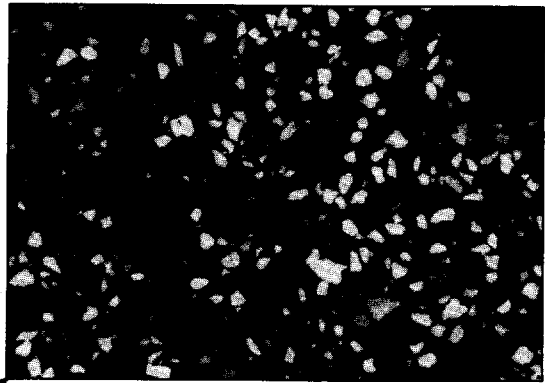
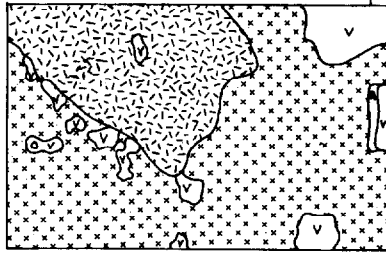
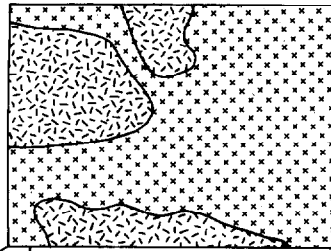


Photo 7 - Amont de l'horizon (n) - LP



0.5mm



0.5mm

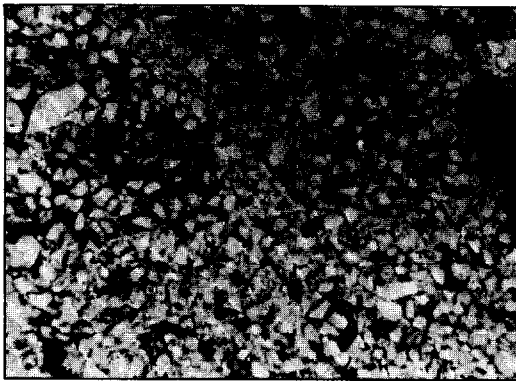


Photo 8 - Aval de l'horizon (n) - LN

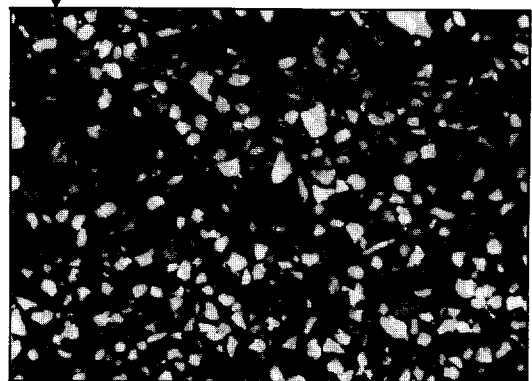


Photo 9 - Aval de l'horizon (n) - LP

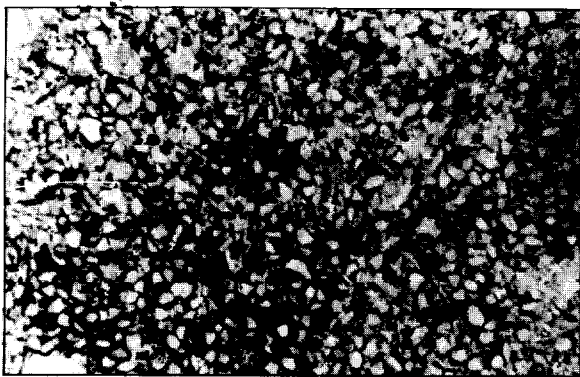


Photo 10 - Horizon (p) LN

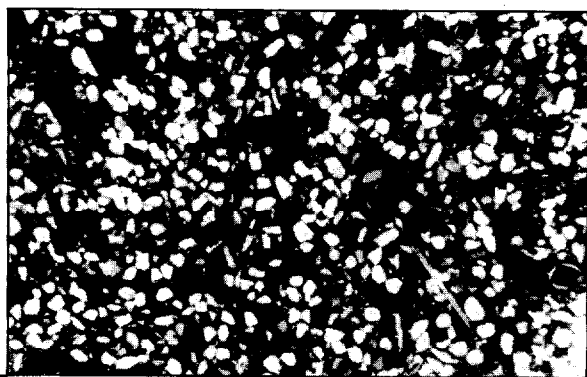
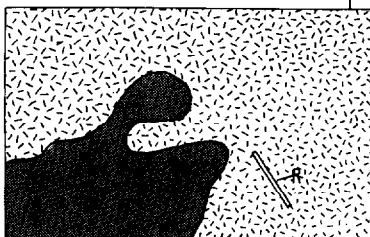





Photo 11 - Horizon (p) - LP



0.5mm

-  Fond matriciel à assemblage porphyrosquellique
-  Fond matriciel à assemblage à aggloméroplasmique intertextique
-  Halo glébulaire
- v Vide
- R Racine

endroits, le plasma est coloré en brun-grisâtre et l'assemblage a une tendance aggloméroplasmique (zones enrichies en matière organique).

Dans l'ensemble, le squelette quartzueux est plus dense que dans l'horizon c. On observe un nodule semblable à ceux de l'horizon c.

Milieu de l'horizon (n)

L'organisation est la même que celle de la lame précédente, le fond matriciel porphyrosquelique étant nettement moins étendu. Le squelette quartzueux est plus dense, il existe des quartz jointifs. Quelques vides montrent des argilanes fins (épaisseur < 20 microns).

Aval de l'horizon (n) (photos 8 et 9).

Le squelette quartzueux est encore plus dense que dans la lame précédente. On distingue 3 types de fonds matriciels :

- un fond matriciel dominant, à assemblage intertextique, à plasma brun clair en LN, biréfringent, à orientation squelsépique. Les quartz sont souvent en assemblage compact ;
- un fond matriciel à assemblage intertextique à aggloméroplasmique, à plasma brun-grisâtre en LN, à aspect granulaire (présence de matière organique), avec vides interstitiels développés ;
- un fond matriciel à assemblage porphyrosquelique en filots de 2-4 mm peu nombreux.

Quelques vides larges sont partiellement remplis par un fond matriciel à assemblage porphyrosquelique constitué d'un squelette quartzueux de 10 à 50 microns et d'un plasma brun-noirâtre en

LN, à aspect granuleux, faiblement biréfringent. On observe quelques rares argilanes fins (épaisseur < 20 microns) liés à des vides.

L'horizon n montre ainsi, de l'amont vers l'aval, le remplacement progressif du fond matriciel à assemblage porphyrosquelique, semblable à celui de l'horizon c, par un fond matriciel à assemblage intertextique plus riche en quartz, par endroits enrichi en matière organique, avec alors un assemblage aggloméroplasmique. L'ensemble de l'horizon s'appauvrit donc en plasma et s'enrichit en quartz de l'amont vers l'aval, où il ne reste plus que quelques reliques des structures caractéristiques des horizons amonts.

Horizon (p) (photos 10 et 11)

— Fond matriciel : assemblage porphyrosquelique, mais moins régulier que dans l'horizon j, par endroits intertextique ; squelette quartzueux légèrement plus dense qu'en j ; plasma brun-jaune clair en LN, légèrement plus clair qu'en j, biréfringent à orientations squelsépiques très nettes.

— Vides assez nombreux, 0,3-0,5 mm, quelques vides plus larges (1 mm).

— Rares argilanes peu épais, inférieurs à 50 microns.

— Halos glébulaires de Ø 2 à 10 mm, à squelette quartzueux identique à celui du fond matriciel.

Les variations observées de l'horizon c amont à l'horizon j se poursuivent donc dans le même sens de l'horizon j à l'horizon p aval : le squelette devient légèrement plus dense, les vides augmentent, les halos

PLANCHE III

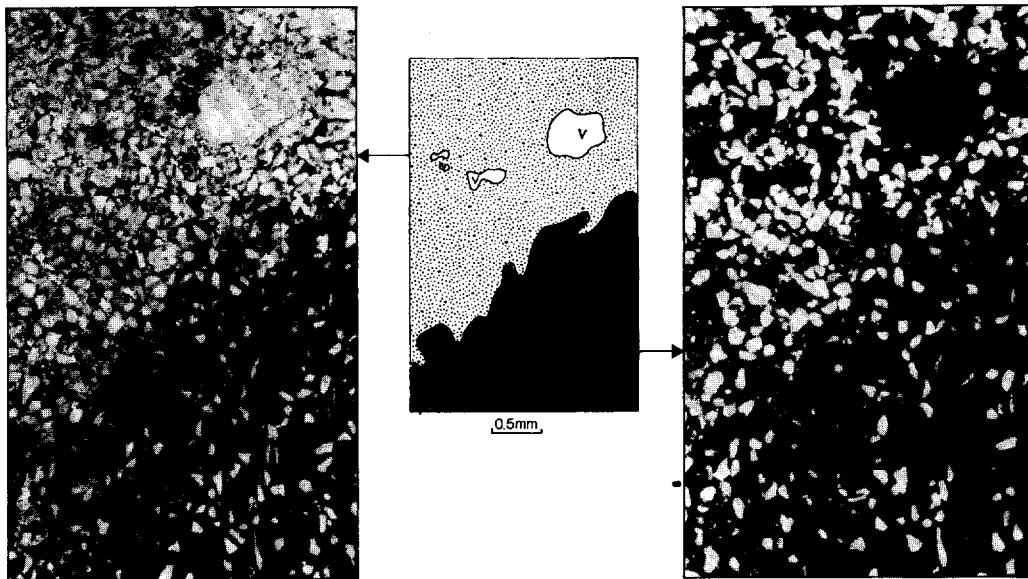


Photo 12 Horizon (s2) - LN

Photo 13 - Horizon (s2) - LP

Fond matriciel à assemblage intertextique à granulaire

Nodule ferrugineux

v Vides



glébulaires demeurent, apparaissant toujours se différencier à partir du fond matriciel environnant.

**Horizon (s1)**

- Fond matriciel : assemblage porphyrosquelique à intertextique ; squelette quartzeux en assemblage serré, à nombreux quartz jointifs, non compact cependant ; plasma jaune clair en LN, biréfringent à orientations squelsépiques.
- Vides nombreux de l'ordre de 0,1 à 0,8 mm. Quelques-uns, petits, montrent des argilanes < 30 microns.

Par rapport à l'horizon n, l'horizon s1 montre ainsi un squelette plus abondant à assemblage plus compact. La porosité interstitielle a diminué, mais la porosité globale reste forte.

**Horizon (s2) (photo 12 et 13)**

- Fond matriciel assemblage intertextique, par endroits granulaire ; squelette quartzeux à quartz très souvent jointifs, en assemblage pratiquement compact ; plasma brun très pâle à incolore en LN, brun à gris clair en LP, à orientations squelsépiques.
- Vides nombreux, intergranulaires 10-30 microns et polyédriques sub-anguleux plus larges. Nombreux argilanes fins tapissant des vides de l'ordre de 80-150 microns sur tout leur pourtour ou seulement sur leur partie inférieure.
- On observe également de rares nodules ferrugineux semblables à ceux de l'horizon c, donc à squelette quartzeux beaucoup moins dense que le fond matriciel, et à limite diffuse avec ce dernier.

L'horizon s2 est donc, parmi les horizons de moyenne profondeur, celui où le plasma argileux est le moins

abondant et le squelette quartzeux le plus dense de la séquence. L'organisation des nodules présents montre que ceux-ci ne peuvent être que des reliques d'un fond matriciel différent du fond matriciel actuel, probablement semblable à ceux des horizons amont d et c.

**Conclusions**

Les données microscopiques révèlent une séquence d'organisation des fonds matriciels, allant des horizons c de l'amont aux horizons s2 de l'aval, et située essentiellement dans l'horizon n. Il y a diminution progressive du plasma vers l'aval, alors que le squelette quartzeux devient plus dense. L'assemblage, de porphyrosquelique, devient intertextique, puis intertextique à granulaire. Cette transformation se fait à l'échelle de volumes de 2 à 10 mm. A l'amont, les nodules sont en relation avec le fond matriciel, et la densité du squelette quartzeux y est la même. A l'aval, on trouve quelques nodules de même organisation que ceux de l'amont, isolés dans un fond matriciel à squelette quartzeux plus dense. Ces nodules ont un caractère relictuel et témoignent, en l'absence de toute trace de remaniement, d'une organisation antérieure de l'horizon où ils se trouvent analogue à celle de l'horizon d. Séquence des fonds matriciels et séquence nodulaire démontrent ainsi

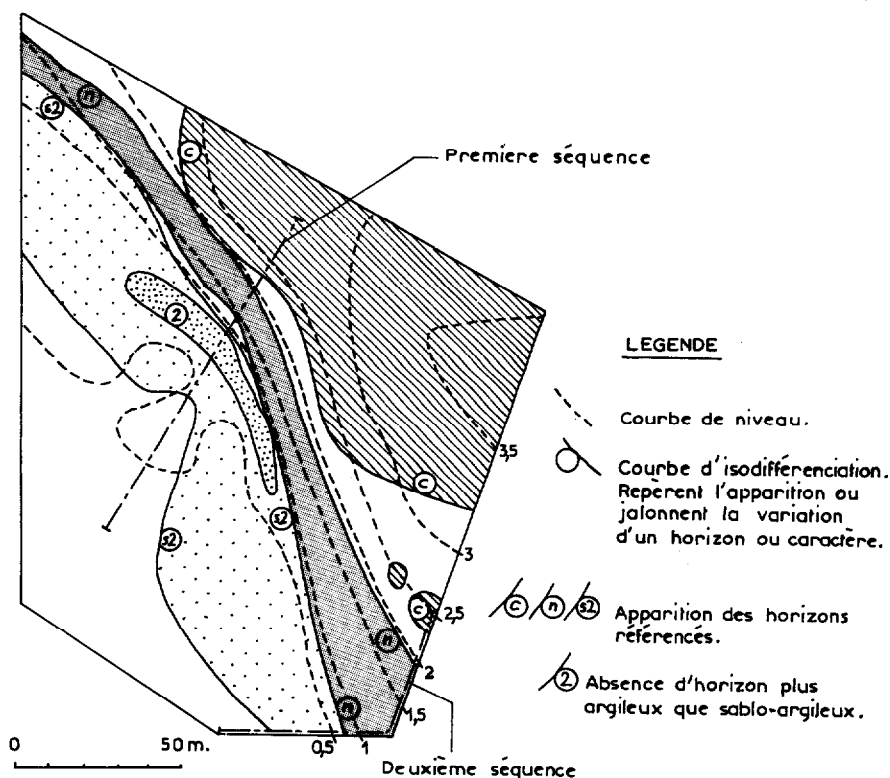


Fig. 3. — Carte simplifiée de la zone étudiée

les transformations et leur sens : remplacement des horizons argilo-sableux à sablo-argileux par des horizons sableux. Les halos glébulaires, dans les horizons p, vers l'aval, montrent un squelette quartzéux de même densité que le fond matriciel environnant, et des limites diffuses avec celui-ci : ce sont donc des traits pédologiques postérieurs à l'appauvrissement en plasma. Les argilanes fins des horizons aval (s2 en particulier) peuvent être liés à la circulation d'une nappe.

Cette séquence montre donc un système de transformation, où les horizons sableux de pied de versant sont développés aux dépens d'horizons plus argileux. Ce n'est cependant pas cette transformation qui a donné naissance, par recul du versant, aux sols de la plaine aval, où il y a en effet à faible profondeur un horizon plus argileux, dont les caractères hérités du sédiment montrent qu'il ne peut dériver d'une transformation des horizons s2.

#### Organisation tridimensionnelle

La carte simplifiée de la figure 3 présente la répartition, en projection horizontale, de certains horizons ou caractères observés sur la toposéquence. On constate que les horizons sableux de pied de versant ne recourent la totalité du profil que dans une zone délimitée par la courbe s2. Cette zone apparaît donc comme un puits géochimique, qui recoupe au pied du versant les organisations de l'amont et de l'aval. En dehors de cette zone, l'organisation des horizons sur le versant est celle observée sur une deuxième séquence (voir fig. 4) : comme sur la première séquence, on y observe, de l'amont vers l'aval, la succession des horizons c, n, s. Mais ici, les horizons sableux de pied de versant sont limités à un horizon s, qui ne rejoint pas en profondeur un magasin de nappe sableux, mais qui surmonte l'horizon p à caractères hérités du sédiment argileux. La limite inférieure de l'horizon s descend cependant plus bas que la discontinuité texturale des sols du

bas-fond : Il ya donc ici aussi transformation appauvrissante, mais celle-ci affecte une épaisseur moindre du profil.

La carte de la figure 3 révèle également que les courbes de niveau sont plus resserrées à l'amont de la courbe s2. Le développement des horizons sableux de pied de versant apparaît donc lié à la pente. D'une manière plus générale on constate (LUCAS, BOULET, 1983) que la transformation de bas de versant (décoloration, appauvrissement, épaisseur des horizons concernés) est d'autant plus intense que le versant amont est plus raide :

- les versants à pentes plus fortes créent probablement les conditions hydriques d'une transformation plus intense ;
- la transformation elle-même peut entraîner, par départ de matière, l'augmentation de la pente du versant ;
- ces deux phénomènes peuvent ainsi se compléter.

#### Conclusions sur les données d'organisation

A partir d'une couverture argilo-sableuse à sablo-argileuse colorée se différencie, sur le versant, à moyenne profondeur, un horizon de transformation par départ de plasma argilo-ferrugineux et réorganisation du squelette quartzéux. Cette transformation aboutit à des horizons sableux, d'autant plus développés au pied du versant que la pente amont est plus forte. Ces horizons sableux recourent, au pied du versant, les horizons plus argileux de la plaine aval. Cette dernière ne s'est donc pas formée par un recul géochimique du versant dû au système étudié. Cependant, le versant a pu évoluer avec un faible recul en acquérant une pente plus forte. Un comptage sur lame mince des quartz, qui sont peu modifiés dans la transformation, permet dans la première séquence une estimation par défaut du départ de matière. La variation de la densité de quartz correspond aux diminutions de volume suivantes, par

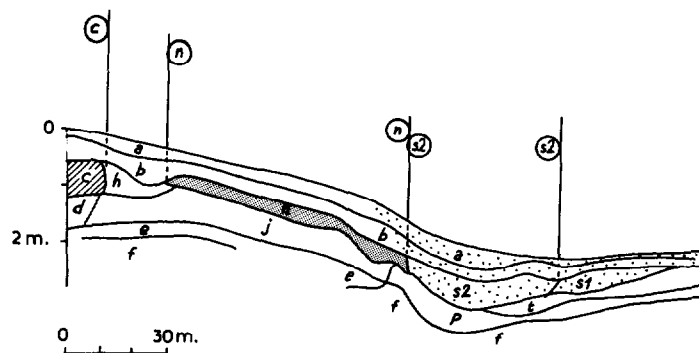


Fig. 4. — Deuxième séquence.

rapport à l'horizon c (intervalle de confiance à 95 % sur la mesure) :

- 10 à 20 % au 1/3 supérieur de l'horizon n
- 30 à 44 % dans l'horizon s2.

Ces valeurs permettent d'estimer un profil du versant de la séquence avant transformation (courbe en pointillés fig. 2).

Ces données d'organisation suggèrent des hypothèses sur le fonctionnement hydrique : transferts latéraux dans l'horizon n, régime hydrique plus agressif dans l'horizon de pied de versant.

## FONCTIONNEMENT HYDRODYNAMIQUE

### Dispositif et mesures

Sept stations tensio-neutroniques implantées (cf. fig. 2) en fonction de l'organisation pédologique observée sur le premier transect ont permis de décrire le fonctionnement hydrique du système étudié. Les mesures sont faites jusqu'à une profondeur de 165 cm. L'évolution des profils de teneur en eau volumique du sol a été suivie à l'aide d'un humidimètre à neutrons SOLO 20.

Les résultats présentés (ANDRIEUX *et al.*, 1986) couvrent un cycle climatique complet (du 7/12/81 au 8/12/82). Deux épisodes hydrologiques essentiels sont à distinguer :

- la saison des pluies (300 à 700 mm mensuels) : phase de réhumectation du sol et d'installation de la nappe ;
- la saison sèche (0 à 30 mm mensuels) : phase de rabattement de la nappe et de ressuyage du sol.

### Réhumectation du sol et installation de la nappe (fig. 5)

La première pluie a lieu le 8/12/81. La forte pluviosité dès le début de la saison des pluies (cf. fig. 7) explique en partie la rapide réhumectation du sol.

À l'amont (station 1), le profil d'équilibre dynamique, atteint le 11/1/82, résulte de l'avancée progressive d'un front d'infiltration. Les profils hydriques de fin de saison sèche et d'équilibre dynamique de saison des pluies sont parallèles et réguliers, cohérents avec les organisations morphologiques voisines des horizons c et d.

Sur le versant (station 3), la première pluie du 8/12 affecte peu le profil en comparaison avec ce qui se passe à l'amont. Seule augmente la valeur de l'humectation de 0 à 20 cm. Du 8 au 12/12 s'effectue la réhumectation du compartiment situé à moins de 60 cm de profondeur (horizons a et n-s1), et une faible réhumectation en profondeur (horizon e). La teneur en eau des horizons intermédiaires p ne varie pas. Notons que dans le même temps, à l'amont, le front de réhumectation

atteint 110 cm. Du 12/12 au 16/12 se réalise la réhumectation au-delà de 60 cm, les teneurs en surface variant peu, puis du 16/12 au 11/1 il y a augmentation de l'humectation sur l'ensemble du profil.

Le profil hydrique montre, en fin de saison sèche, une courbe en S régulière avec un maximum en surface, peut-être lié à la présence de matière organique, un minimum dans l'horizon n-s1, et un maximum en profondeur (horizon plus argileux de passage au sédiment). Le profil d'équilibre de saison des pluies est plus complexe, avec des minima aux sommets des horizons n-s1 et p, et des maxima en surface, à la base de l'horizon n-s1, et en profondeur.

Ces données amènent aux interprétations suivantes :

- la réhumectation de surface plus faible qu'à l'amont lors des premières pluies suggère une perte par ruissellement ;
- la réhumectation rapide des horizons n-s1, le ralentissement du front d'humectation à leur base comparativement aux données de l'amont, la différence entre les profils hydriques de saison sèche et de saison des pluies montrent une forte conductivité hydraulique de l'horizon n-s1, un ralentissement du drainage vertical à sa base, et une circulation latérale dans cet horizon suffisamment rapide pour maintenir un déficit en eau de sa partie supérieure. Cette circulation latérale suit donc vers l'aval le gradient de porosité observé en microscopie dans les horizons n et s1.

Au pied du versant (station 4), la réhumectation s'effectue par remplissage rapide de la porosité du compartiment situé au-dessus de 100 cm de profondeur, correspondant à la progression du front d'infiltration et à la remontée de la nappe qui affleure en saison des pluies.

Dans la plaine aval (station 7), le profil d'équilibre dynamique est pratiquement atteint le 12/12/81. Le profil hydrique présente, en fin de saison sèche, deux minima, à 50 et 120 cm. Les maxima sont respectivement à 20 cm, 80 cm (transition entre les horizons e et f), et en profondeur. Si la forme générale est conservée en saison des pluies, où la nappe affleure, ce profil montre une variation importante de 0 à 90 cm (horizons a, b, t, e) et une plus faible en profondeur (dans le sédiment argileux).

Ces données amènent aux constatations suivantes :

- les variations importantes du profil de 0 à 90 cm correspondent au remplissage de la porosité désaturée des horizons appauvris de surface ;
- le maximum d'humidité vers 90 cm correspond à la discontinuité morphologique et texturale la plus importante du profil (passage au sédiment) ;
- la forme du profil hydrique en-dessous de 90 cm correspond aux variations texturales dans le sédiment

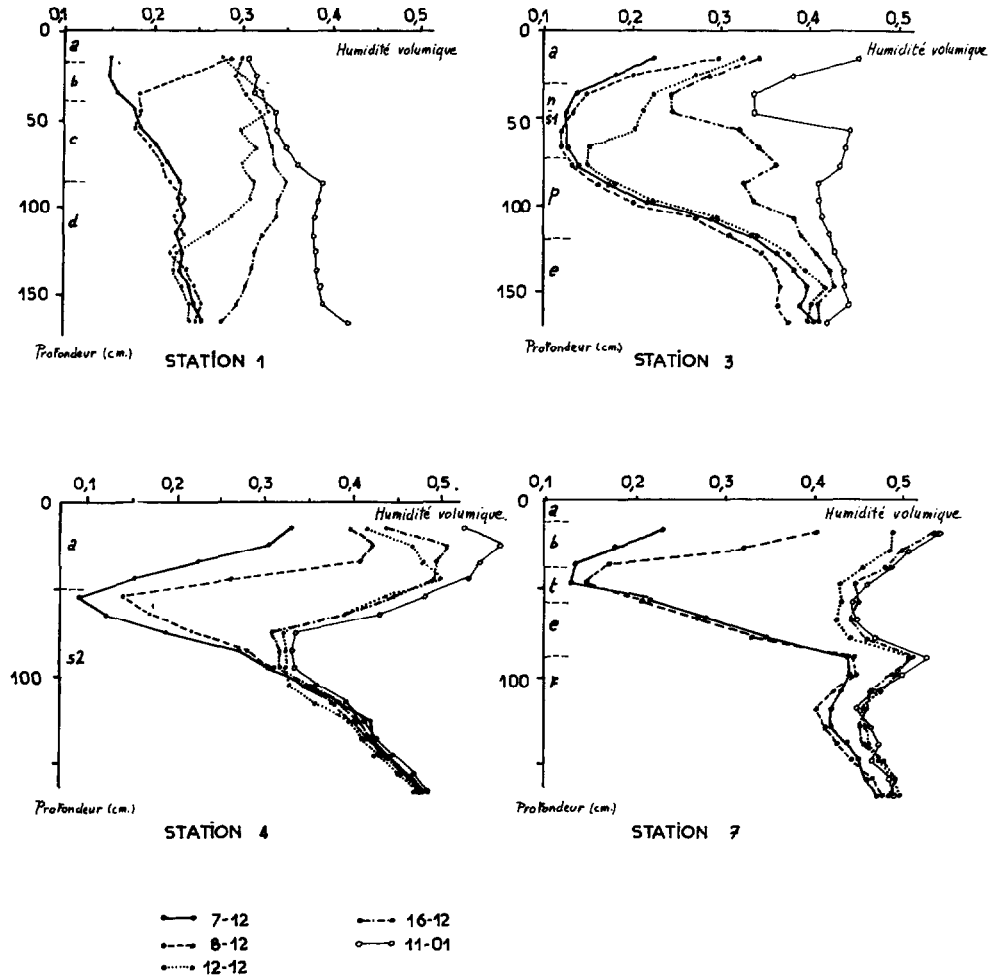


Fig. 5. — Humidité volumique en phase de réhumectation. Pour l'emplacement des stations, se reporter à la figure 2.

argileux (maximum d'argile vers 120 cm, puis diminution, voir fig. 2).

La variation du stock d'eau dans la tranche de sol 15-165 cm comparée à la pluviométrie est représentée tableau 3 pour les différentes stations.

Pendant la période du 7 au 12/12, la variation du stock d'eau à l'amont peut être assimilée, compte tenu de l'ETR, à la quantité d'eau reçue, le front d'humectation n'ayant pas encore atteint la base des profils. Si l'on prend comme référence la station amont (1), on constate pour cette période un net déficit pour la station du versant (3), et un fort excédent pour les stations aval (4) et (7). Ces données confirment l'existence d'un transfert latéral d'eau important du versant vers l'aval. Celui-ci se fait par écoulement latéral dans l'horizon (n-s1), comme le montrent les profils hydriques de la station 3. Il peut également se faire par ruissellement de surface.

**Ressuyage du sol et rabattement de la nappe.**

Les figures 6 et 7 montrent l'évolution de la nappe, suivie par piézométrie, lorsque diminuent les précipitations.

Tableau III  
Variations du stock d'eau (S) dans la couche 0-165 cm, comparées à la pluviométrie (P) (le stock d'eau de 0 à 15 cm est estimé à partir des valeurs à 20 cm)

Période	S(mm) par station	P(mm)
	1 3 4 5 7	
7/12-12/12	133 67 179 173 242	155

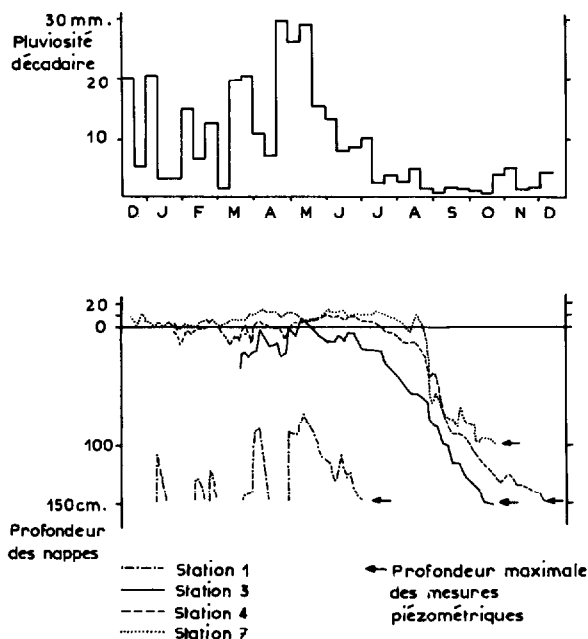


Fig. 6. — Variations de la nappe sur la première séquence comparées à la pluviométrie

— La nappe de profondeur de l'amont (station 1) fluctue en saison des pluies, elle est rabattue au-dessous de 150 cm dès la fin juin.

— Durant le mois de juillet, il y a rabattement progressif de la nappe du versant, alors que la nappe

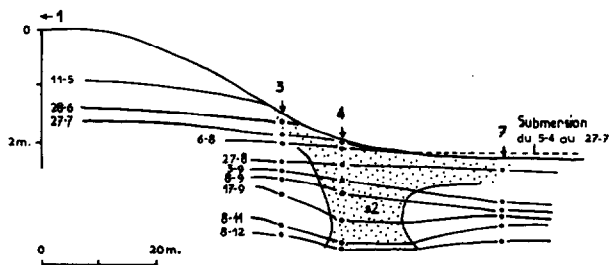


Fig. 7. — Positions de la nappe sur la première séquence

aval ne varie pas : il y a alimentation de l'aval par l'amont jusqu'à ce que la cote de la nappe amont corresponde à la cote de surface de l'aval.

— Du 6/8 au 8/9, il y a rabattement rapide de la nappe dans les horizons sableux de l'aval, et rabattement plus lent de la nappe amont.

— A partir du 8/9, il y a rabattement lent de la nappe

des horizons de profondeur par le drain naturel constitué par les horizons s2.

Par ailleurs, des données tensiométriques (ANDRIEUX *et al.*, 1986) montrent que, dans les horizons sableux de pied de versant, l'humidité en saison sèche se stabilise au-dessus de 80 cm à un pf voisin de 2.

## CONCLUSIONS

Les données morphologiques et les données sur le fonctionnement concourent donc pour montrer que la différenciation amont-aval observée résulte d'une transformation liée à une dynamique particulière de l'eau.

A partir de la couverture argilo-sableuse à sablo-argileuse colorée amont se différencie, sur le versant, à moyenne profondeur, un horizon transformé par départ de plasma argileux et réorganisation du squelette quartzeux. La transformation aboutit à des horizons sableux, d'autant plus développés au pied du versant que celui-ci a une pente forte. Il y a circulation latérale de l'eau au niveau de l'horizon de transformation. Cette circulation participe, avec le ruissellement à la suralimentation des sols de l'aval. Les horizons sableux de pied de versant constituent, là où ils recourent la totalité du profil, une voie préférentielle pour la circulation verticale de l'eau.

On observe que les horizons les plus transformés correspondent aux zones où les flux hydriques sont les plus importants. Ils ne correspondent ni à des zones où le battement de nappe est le plus fréquent (comme dans les horizons de profondeur de l'amont), ni à des zones où le dessèchement en saison sèche est intense (CHAUVÉL, 1977) : il y a ici stabilisation à pf2 en saison sèche des horizons les plus transformés.

Ces horizons transformés sableux recourent au pied du versant les horizons plus argileux de la plaine aval : cette dernière ne s'est donc pas formée par un recul géochimique du versant dû au système étudié. Cependant, le versant a pu évoluer avec un faible recul en acquérant une pente plus forte.

Enfin l'étude tridimensionnelle réalisée montre une variation des organisations morphologiques sur l'ensemble du système. L'extrapolation des données de fonctionnement hydrodynamiques acquises sur un seul transect est donc limitée. Ainsi conviendrait-il d'aborder une étude tridimensionnelle du fonctionnement hydrodynamique calée sur l'étude descriptive des formations pédologiques.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 24 avril 1986

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIEUX (P.), CABIDOCHÉ (Y.M.), JAILLARD (B.), LUCAS (Y.) et BOULET (R.), 1986. — Fonctionnement hydrodynamique d'un système de sols à forte différenciation latérale (sous couvert herbacé) de la plaine côtière ancienne en Guyane Française. *Sciences du sol*, n° 3 : 285-299.
- Anonyme, 1977. — Le climat de la Guyane Française. Normales et statistiques. Direction de la météorologie, Service Météorologique d'Outre-Mer, groupe Antilles-Guyane, sous-région Guyane. 2 fasc. *multigr.* 48 et 31 p.
- BOULET (R.), FRITSCH (E.), HUMBEL (F.X.), 1979. — Les sols des terres hautes et de la plaine côtière ancienne en Guyane Française septentrionale : organisation en système et dynamique actuelle de l'eau. P 182, ORSTOM Cayenne, 170 p., *multigr.*
- BOULET (R.), HUMBEL (F.X.), LUCAS (Y.), 1982. — Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. *Cah. ORSTOM, sér. pédol.*, vol. XIX, n° 4 : 323-339.
- BUMIDOM, 1975. — Contribution scientifique de l'ORSTOM. BUMIDOM, Opération Guyane. Secrétariat d'Etat aux DOM-TOM, Paris, 178 p.
- CHAUVEL (A.), 1977. — Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Thèse Sci. Strasbourg et *Trav. et Doc. ORSTOM*, n° 62, 532 p.
- GODON (Ph.), 1981. — Zonage agroclimatique : application à la riziculture pluviale. IRAT-Guyane, 13 p. *multigr.*
- LUCAS (Y.), BOULET (R.), 1983. — Différenciations de la couverture pédologique observées à Eskol (Commune de Roura, Guyane Française). P 209, ORSTOM Cayenne, 10 p. *multigr.*
- TURENNE (J.F.), 1979. — Modes d'humidification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. *Mém. ORSTOM* n° 84, Paris, 173 p.
- VEEN (A.W.L.), 1970. — On geogenesis and pedogenesis in the Old Coastal Plain of Surinam (South America). Thèse, Univ. Amsterdam, 178 p.