

Différenciation toposéquentielle et transformations morphologiques d'un sol brun de Bretagne

R. BOULET (1), G. BELLIER (2), F.X. HUMBEL (2)

(1) Centre ORSTOM de Cayenne B.P. 165 - 97323 Cayenne Cédex.

(2) Centre ORSTOM de Bondy - 70-74, route d'Aulnay 93140 Bondy

RÉSUMÉ

La toposéquence étudiée présente des variations latérales importantes et rapides. Elle associe un domaine podzolique à l'amont, un domaine médian à sol brun lessivé et un domaine aval à sols à caractères planosoliques. L'étude macro- et microscopique amène à conclure à une progression latérale du podzol et du sol planosolique aux dépens du sol brun. Il s'agirait donc d'un système de transformation avec deux systèmes transformants, l'un centrifuge (podzol), l'autre centripète (planosol).

MOTS-CLÉS : Sol brun — Podzol — Planosol — Système de transformation.

ABSTRACT

TOPOSEQUENTIAL DIFFERENTIATION AND MORPHOLOGICAL TRANSFORMATION IN A BROWN SOIL LOCATED IN BRITAIN

The toposequence under study shows considerable and rapid lateral variations. It combines an upstream podzolic domain, a median domain with leached brown soil and a downstream domain with planosols. The macroscopic and microscopic study leads to a lateral extent of the podzol and of the planosol at the expense of the brown soil. Therefore, it would be a transformation system with two transforming systems, one being centrifugal (podzol) and the other being centripetal (planosol).

The discussion is based mainly on the detailed observation of the vertical and lateral contacts between horizons, on the field observation and on the observation made with thin laminae. The brown soil is affected mainly by a considerable clay illuvation which leads to the formation of the prismatic clay horizon of the planosol. The latter is gradually observed down-slope. Its eluviated horizon consists of relicts of the under-lying compact horizon ; therefore, it advances per descensum at its expense. The Bh horizon of the podzol gives rise to two tongues, the one being observed under the humus horizon of the brown soil and the other being in contact with alterite : it separates the brown soil from its original material ; therefore, the former seems to be relict.

Moreover, the summit podzol which is waterlogged during the observational period and the outflow of the water table into the slope soil give evidence of an excess water which can contribute to the current transformation of the microaggregate brown soil.

These data based on the study of space and genetic relations between horizons are complementary to the knowledge previously acquired concerning the profile chronosequences. They can contribute to understand the origin and the evolution of transformations.

KEY WORDS : Brown soil — Podzol — Planosol — Transformation system.

INTRODUCTION

La toposéquence étudiée présente des variations latérales importantes. Elle associe un domaine podzolique à l'amont, un domaine médian à sols bruns et un domaine aval à sols bruns présentant un horizon hydroorphe, argileux et prismatique, en profondeur. En utilisant la démarche de l'analyse structurale (BOULET *et al.*, 1982), limitée ici à sa phase d'étude macro- et microscopique, on tentera de déterminer les causes de cette différenciation latérale de la couverture pédologique.

PRÉSENTATION DU SITE, MÉTHODE D'ÉTUDE

Localisation et topographie

Le site concerné (fig.1) se situe dans la basse forêt de Paimpont à 40 km à l'ouest de Rennes (latitude 53, 34 G nord — longitude 4,96 G ouest). L'interfluve étudié, dont le sommet culmine à 115 m, est constitué d'un petit plateau à versants convexes ou convexo-concaves, large d'environ 750 m et relié à un plateau plus élevé par un léger col. La pente des versants varie de 7 à 12 ‰.

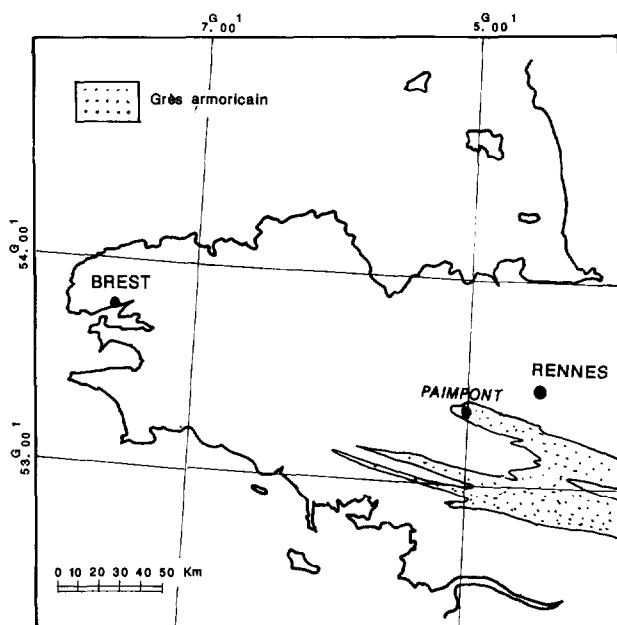


FIG. 1. — Localisation du site étudié

Roche-mère

Le substrat géologique est constitué de grès armoricains en bancs inclinés, séparés par des lits plus schis-

teux. Ces derniers n'ont toutefois été observés sur le site qu'au niveau du col, hors de la séquence étudiée. Le pendage n'a pu être mesuré qu'en un endroit, où sa valeur est de 20° sud.

Climat et végétation

Le climat est de type tempéré océanique, à pluviométrie moyenne de 760 mm, assez bien répartie avec seulement un léger déficit hydrique de mai à septembre — La température moyenne est de 11,3°.

La végétation est une forêt de feuillus, dégradée par suite d'une longue exploitation et entrecoupée de landes à callune (présentés sur la toposéquence au sommet de l'interfluve).

Méthode d'étude

Sur le terrain, on a utilisé la méthode d'analyse tridimensionnelle qui consiste d'abord à reconstituer l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique (en coupe verticale) sur des transects orientés généralement selon la ligne de plus grande pente, par approximation géométrique. Les observations sont effectuées dans des fosses reliées entre elles par des sondages à la tarière. Il s'agit donc, dans cette première étape, d'une étude en toposéquences, mais où la géométrie réelle des divers horizons est reconstituée aussi précisément que possible. Une fois un certain nombre de transects analysés, nombre qui varie avec la complexité de la couverture pédologique, on détermine, également par approximation géométrique, la projection sur le plan horizontal des divers horizons identifiés en coupe, obtenant ainsi une représentation tridimensionnelle (en coupes et plan) de la couverture pédologique à l'échelle de l'interfluve. Les résultats de cette seconde étape ne seront pas présentés ici et nous nous limiterons à l'étude de l'une des toposéquences.

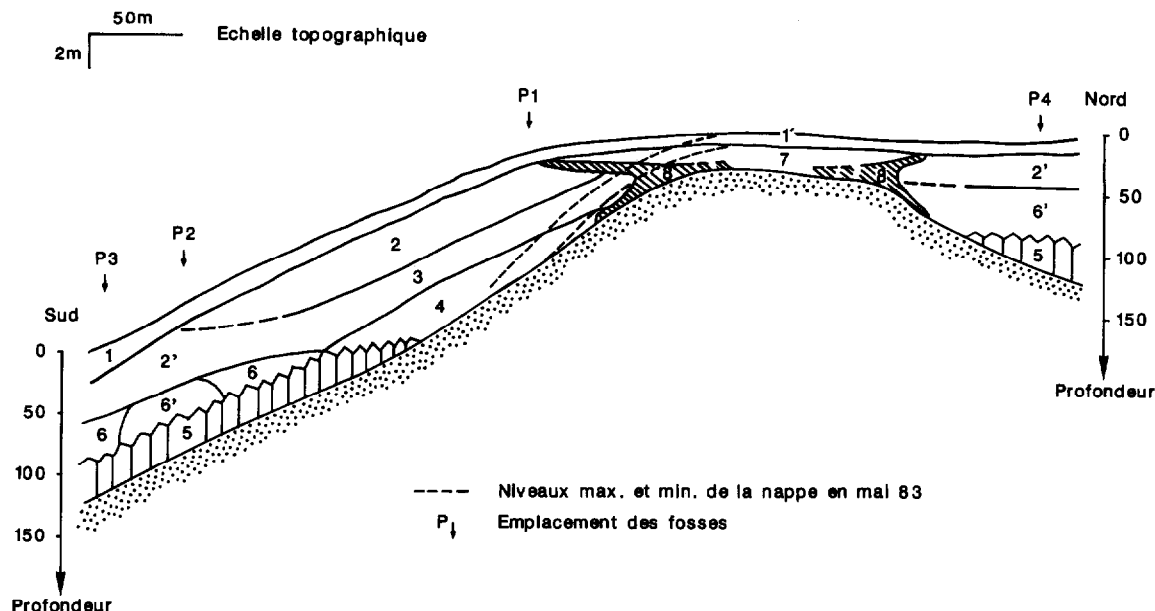
Des échantillons à structure conservée ont été prélevés de façon à caractériser les divers horizons, mais aussi à étudier les passages verticaux et latéraux entre ces horizons. Après séchage à l'air, les échantillons ont été imprégnés avec une résine polyester type Régipol 200 — pour confection de lames minces.

RÉSULTATS

Organisation de la toposéquence

La description des horizons est présentée avec la coupe de la figure 2. Cette description ne sera pas reprise dans le texte où nous insisterons plutôt sur la disposition de ces horizons dans la couverture pédologique et sur leurs relations spatiales.

Au niveau du profil P1, on observe une séquence



1. Ensemble d'horizons de surface comportant un mince (2 à 3 cm) horizon humifère supérieur brun foncé (7,5YR/3/2) très riche en racines, poreux, grumeleux, se décollant de l'horizon suivant qui est d'épaisseur irrégulière (2 à 5 cm), constitué de volumes digités brun clair (10YR7/3) bordés d'un liseré brun vif (7,5YR5/8) et séparés par des domaines brun grisâtre (10YR5/8), limono-sableux, assez poreux.

1'. Horizon humifère à tendance fibreuse, très organique.

2. Horizon jaune brunâtre (10YR6/6), microagrégé, poreux, limono-sableux, présence de blocs de grès assez abondants.

2'. Horizon faisant suite vers l'aval à 3 et à 2, avec une transition latérale progressive. Brun jaunâtre (10YR5/6), limoneux, structure polyédrique (1-3 cm), juxtaposition de volumes à porosité tubulaire faible et de petits volumes microagrégés, les premiers englobant les seconds.

3. Horizon très légèrement plus clair que 2, légèrement plus argileux. Les micro-agrégats disparaissent progressivement vers le bas, tandis que se développe une structure polyédrique (1 à 3 cm). La porosité des agrégats polyédriques est moins forte que celle des domaines microagrégés. Mêmes blocs de grès.

4. Horizon comportant des blocs de grès plus nombreux qu'en 3, argilo-limoneux. Juxtaposition de volumes centimétriques brun jaune, jaune rouge et brun très pâle. Structure polyédrique. Porosité tubulaire moyenne à faible.

5. Horizon compact. Structure prismatique (3 à 7 cm) assemblage compact. Faces des prismes lisses, de couleur dominante brun très pâle (10YR7/3), avec des taches rouges (2,5YR5/6). En coupe, les prismes ont une périphérie brun très pâle d'environ 1 cm, et une partie centrale rouge veinée de brun très pâle. De très rares pores tubulaires, argileux. Peu de blocs de grès.

6. Horizon de transition entre 2' et 5, dans lequel la structure prismatique passe progressivement à polyédrique (2 à 5 cm). De même, la coloration contrastée du 5 passe à un réseau diffus brun vif (7,5YR5/8) sur fond jaune brunâtre (10YR6/6). Vers le haut, apparition de rares volumes microagrégés en dehors desquels la porosité est tubulaire faible.

6'. Horizon remplaçant le 6. Fond brun jaune pâle (10YR6/4). Les volumes colorés de 5 disparaissent rapidement en îlots dès la base. La transition avec 5 est rapide ou abrupte, et souvent soulignée par une concentration de blocs de grès aplatis plus ou moins horizontaux. Lorsqu'il pleut, cet horizon est gorgé d'eau à la base, presque fluant. En sec, sa structure est polyédrique. Porosité tubulaire bien développée, limono-sableux. Cet horizon peut-être observé juxtaposé à 6 dans une même tranchée, il forme alors en coupe des domaines isolés larges de quelques décimètres. Il semble être organisé en réseau anastomosé de grande maille (1 m) au sein du 6.

7. Horizon gris clair (10YR7/2), structure massive très peu cohérente. Sablo-limoneux, très riche en blocs de grès. Porosité interstitielle fine et tubulaire grossière bien développée.

8. Horizon Bh brun foncé, développé à la base du 7. Il disparaît latéralement vers le centre du plateau quelques mètres après la disparition de l'ensemble 2-3-4. Il existe également à la base du 3, quelques mètres avant son remplacement par l'horizon blanchi 7. A la partie supérieure de l'ensemble 2-3, il surmonte un horizon Bfe brun rougeâtre discontinu, épais de 4 à 5 cm.

FIG. 2. — Organisation et description des horizons de la toposéquence

d'horizons ne présentant pas de discontinuité. Les variations d'organisation (couleur, structure, porosité...) et de texture sont progressives. Le grès est présent, à des degrés divers d'altération, dans tout le profil. Les morceaux du grès altéré sous-jacent sont emballés dans un matériau limono-argileux peu abondant, orange et gris, de la même couleur que le grès altéré lui-même.

Il s'agit là d'un *sol brun* microagrégé présentant en profondeur un horizon (4) à taches ferrugineuses et domaines éclaircis attribuables à une légère hydromorphie. Nous verrons plus loin que cet horizon est périodiquement visité par la nappe phréatique.

Le passage au podzol de l'amont a été étudié dans une tranchée où l'on a observé la disparition latérale en coin de l'horizon 3. Ce coin est entouré (cf. fig.2) par un horizon brun foncé, limono-sablo-argileux enrichi en matière organique (8). Il s'agit d'un horizon Bh, moins argileux que les horizons du sol brun qu'il entoure. On soulignera que la partie inférieure de ce Bh apparaît en biseau à la base du sol brun qu'il sépare alors du grès sous-jacent. Simultanément, se développe au-dessus du Bh supérieur un horizon gris clair, de type A2 podzol, qui remplace latéralement l'ensemble des horizons du sol brun vers le sommet de l'interfluve. On observe alors un mince (15 à 35 cm) podzol comportant un horizon organique épais (1') et un horizon sablo-limoneux blanchi (7), reposant sur le grès altéré (blocs de grès séparés par un matériau limono-argileux peu abondant, de même couleur que le grès, bariolé de domaines orange et gris).

Vers l'aval, en partant du profil P1, l'horizon 5, compact, prismatique, bicolore (brun pâle et rouge), apparaît en biseau au contact du grès plus ou moins altéré, puis il s'épaissit jusqu'à atteindre une cinquantaine de centimètres. Au-dessus de l'horizon 5, se développent les horizons 6 et 6'. L'horizon 6' présente une distribution en réseau au sein de l'horizon 6. Dans ces deux horizons, on observe des domaines centimétriques présentant la même organisation macroscopique que le 5. Ces domaines sont en îlots à limite abrupte dans le 6', ils forment un réseau dans le 6. Vers le haut, ils disparaissent rapidement dans le 6', plus progressivement et en s'estompant dans le 6.

Simultanément, l'horizon 2, très microagrégé, fait place à l'horizon 2', d'aspect moins poreux et de teinte légèrement moins vive.

Observations sur le régime hydrique

Les observations ont été effectuées en mai (1983), c'est à dire en période pluvieuse. Toutefois, au cours du séjour, des périodes sans pluie ont alterné avec des précipitations importantes.

Sur le plateau, le podzol était en permanence tout

ou partie envahi par la nappe, dont le toit a fluctué entre 0 et 20 cm de la surface. Cette nappe s'enfonçait dès le haut du versant, pour n'apparaître que de temps en temps dans l'horizon 4 de la tranchée P1, quand elle atteignait son niveau maximum (cf. fig.2). Lorsqu'on vidait les tranchées envahies par cette nappe, l'eau sourdait de l'ensemble des parois ennoyées et du fond de la tranchée. Il s'agit donc d'une *nappe fluctuant dans un magasin perméable* (et non d'une nappe perchée). On notera que le fait que la nappe affleure au sommet de l'interfluve, pour plonger dans le versant avec une pente supérieure à la topographie, implique une suralimentation au sommet de l'interfluve, dans le domaine podzologique.

Sur la pente, en présence de l'horizon compact 5, le comportement de la nappe était très différent. En effet, si les tranchées une fois ouvertes voyaient leur base envahie par l'eau lors des pluies, les écoulements après vidage étaient localisés. Ainsi, dans la tranchée P2, l'eau s'écoulait seulement de l'horizon 6', l'horizon 5 restant dépourvu d'eau libre (« sec au toucher »). De plus, en suivant une ligne isohypse, on constate que l'horizon 6' disparaît au profit du 6, pour réapparaître à quelques décimètres de distance. Il apparaît donc qu'une nappe perchée circule au-dessus de l'horizon compact 5, au sein de l'horizon 6', lequel forme un réseau dans l'horizon 6.

En fait, il semble y avoir deux voies d'écoulement latéral sur la pente car, si l'on verse de l'eau en surface du sol, à deux mètres en amont de la tranchée P2, il se produit rapidement un premier écoulement à la base des horizons (1) de surface, puis, quelques minutes plus tard, à la base de l'horizon 6'.

Etude microscopique

Le podzol de l'amont n'a pas été étudié à cause de la présence permanente de la nappe, ce qui, dans les matériaux riches en blocs, ne permettait pas de faire des prélèvements à structure correctement conservée. D'autre part, les horizons de surface ne seront pas évoqués car ils n'apportent pas d'informations utiles au problème étudié ici.

HORIZON 2 (PHOTO 1)

L'assemblage est porphyrosquelique avec des domaines constitués d'empilements lâches de microagrégats ($\varnothing = 50$ à 100μ). La porosité est forte, avec trois catégories de vides :

- Des vides de forme irrégulière ($\varnothing = 200$ à 500μ).
- Des fissures plus ou moins horizontales ($e = 100 \mu$).
- Des vides d'assemblage de microagrégats.

Le squelette quartzeux est abondant, de taille variant de 20 à 150μ , anguleux ; présence de quelques muscovites et de fragments de grès à grain homogène d'environ 100μ .

Le plasma est brun grisâtre, peu biréfringent, non orienté (asépique). Quelques argilanes autour des pores de la premières catégories.

HORIZON 2'

Organisation semblable à celle de l'horizon 2, mais absence d'argilanes et plasma moins abondant, plus limoneux et de teinte assez nettement plus claire. Quelques imprégnations ferrugineuses.

HORIZON 3

Assemblage porphyroscellulaire. On n'a pas observé de micro-agrégats. Les argilanes sont nettement plus abondants, le plus souvent très biréfringents, brun vif. Ils sont souvent complexes (photo 2), avec des bandes cutanées séparées par un matériau identique au fond matriciel. Ceci indique que l'illuviation d'argile alterne avec des redistributions de l'ensemble des composants du fond matriciel environnant (CURMI, 1987). Un certain nombre d'argilanes, simples ou complexes, ne présentent pas de lumière. Présence également de papules. Les fragments de grès présents sont souvent bordés à leur sommet d'un épais liseré ($500\ \mu$) à plasma grisâtre à son sommet, noir au contact du grès (coiffe). Dans ces coiffes, le squelette est identique par sa taille et sa distribution à celui du fond matriciel adjacent. A la base des mêmes fragments sont souvent plaqués des argilanes quasi continus, le long d'une fissure.

HORIZON 4

Sommet : Les argilanes augmentent considérablement, mais il persiste des domaines identiques à 3. En dehors de ces domaines, le fond matriciel est plus riche en plasma. Ce plasma est assez orienté (insépique), les îlots orientés étant souvent associés à des argilanes qu'ils prolongent ou à des papules qu'ils entourent diffusément. Les argilanes sont très biréfringents et, souvent, ne comportent pas de lumière (photo 3). Les domaines les plus riches en cutanes, qui sont également les moins poreux, présentent des imprégnations ferrugineuses à limite diffuse, d'intensité variable, allant, ponctuellement, jusqu'à l'opaque. Les argilanes inclus dans ces imprégnations sont brun rouge sombre (ferri-argilanes).

Base : Le plasma est encore plus abondant qu'au sommet, jaune pâle, très orienté (masépique). Présence de nombreux domaines à plasma coloré en brun vif, avec ou sans cœur opaque, riches en restes d'argilanes plus ou moins striés. La porosité est de type fissural à bord différencié (stress cutans), peu développée.

Les argilanes sont très biréfringents, zonés à leur centre, mais désorganisés à leur bordure, qui est très irrégulière et interpénétrée avec le plasma strié. La plupart de ces cutanes ne présentent pas de lumière (photos 4 et 5). On assiste donc à la fois à une intégration des cutanes au fond matriciel et à un colmatage de la

porosité. En effet, si quelques cutanes isolés non associés à des vides peuvent résulter de ce que le plan de coupe est passé à côté du vide correspondant, lorsque ceux-ci deviennent largement dominants, cela implique que la plupart des vides ont disparu.

On observe dans la lame une bande étroite (1 mm), longue de deux centimètres, à fond matriciel très pauvre en plasma et même localement réduit à des amas de grains de quartz. Cette bande est biseautée vers le haut. Vers le bas, à un centimètre environ du grès altéré, elle s'évase et envahit toute la largeur de la lame. Elle est séparée du fond matriciel à plasma masépique par une limite abrupte. Elle contient des îlots reliques de ce fond matriciel. Cette différenciation correspond à un départ vers le bas de la quasi totalité du plasma du fond matriciel de l'horizon 4.

HORIZON 5

Horizon microscopiquement assez proche, à sa base et en son milieu, de la base de l'horizon 4 (photo 6). La porosité est très faible, avec quelques rares pores tubulaires. Les fentes présentes sont à bords parallèles et sans doute dues au retrait lors du séchage. Des domaines ferruginisés (bruns à opaques), alternent avec des domaines jaune pâle.

Vers le haut de l'horizon, réapparaissent des cutanes associés aux vides, qui sont principalement fissuraux (photo 7), ou sans rapport avec des vides actuels.

HORIZON 6'

L'horizon 6' comporte deux types de fond matriciel très différents. L'un est proche de celui de l'horizon 2' susjacent, si ce n'est qu'il ne comporte pas de micro-agrégats. Sa porosité n'en est pas moins forte, bien qu'assez irrégulièrement répartie. Elle est constituée de vides à forme irrégulière et surtout de fentes subhorizontales ($e = 100\ \mu$). Dans ce fond matriciel, les fragments de grès comportent des coiffes grises et les argilanes sont absents.

Le second type de fond matriciel est constitué d'îlots, de l'ordre de 5 mm, de fond matriciel identique à celui qui constitue le sommet de l'horizon 5, avec de larges cutanes. Ces cutanes sont recoupés par le fond matriciel du premier type, qui, par ailleurs, présente un squelette plus dense et un plasma différent (brun grisâtre assez clair). Ces îlots sont donc des reliques de l'horizon sous-jacent (photo 8).

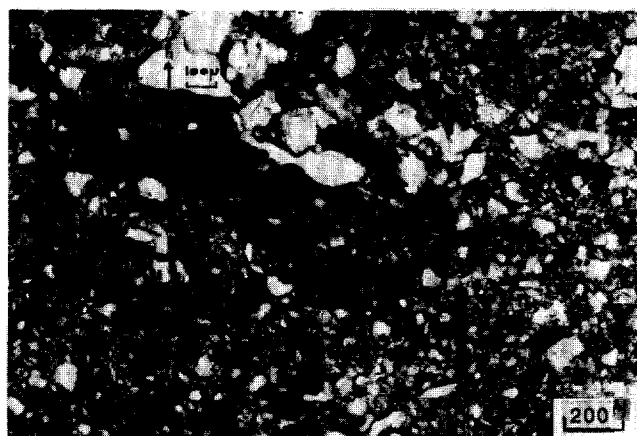
HORIZON 6

Dans cet horizon, on observe, au sein d'un fond matriciel analogue au premier type de l'horizon 6', des domaines plus riches en plasma, avec des argilanes plus ou moins fragmentés, sans relation avec les vides actuels, qui, eux, ne comportent pas de cutanes.

Au niveau de la tranchée P4, on retrouve, de bas en haut, les horizons 5, 6', 2'. L'horizon 5 présente,



1.



2.

PHOTO 1. — Horizon 2, argillanes. LN.

PHOTO 2. — Horizon 3, argillane complexe. LN.

PHOTO 3. — Sommet de l'horizon 4. LN. Argillanes nombreux. Limité avec le fond matriciel plus ou moins nette.

PHOTO 4. — Milieu de l'horizon 4. LN. Argillanes en partie intégrés au fond matriciel. Différenciation ferrugineuse.

PHOTO 5. — Base de l'horizon 4. LP. Les argillanes ont pratiquement disparu dans un fond matriciel très orienté.

PHOTO 6. — Horizon 5 (milieu). LN.

PHOTO 7. — Horizon 5 (sommet). LN.

PHOTO 8. — Horizon 6'. Ilot relique de l'horizon 5. LN.

PHOTO 9. — Profil P4. Contact entre horizons 5 et 6'. LN.

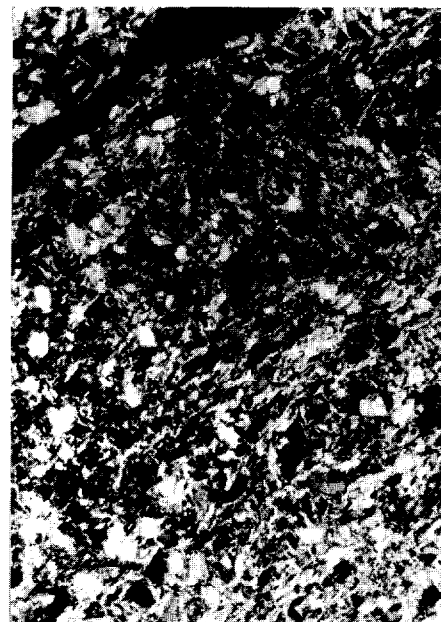
PHOTO 10. — Ilot relique de 5 dans 6', en partie désorganisé (quart inférieur droit de la photo).



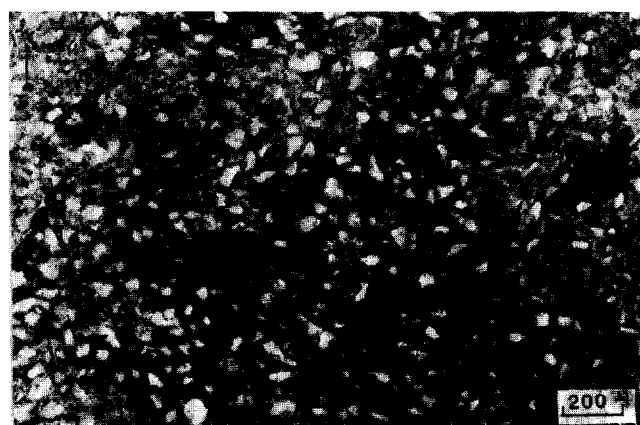
3.



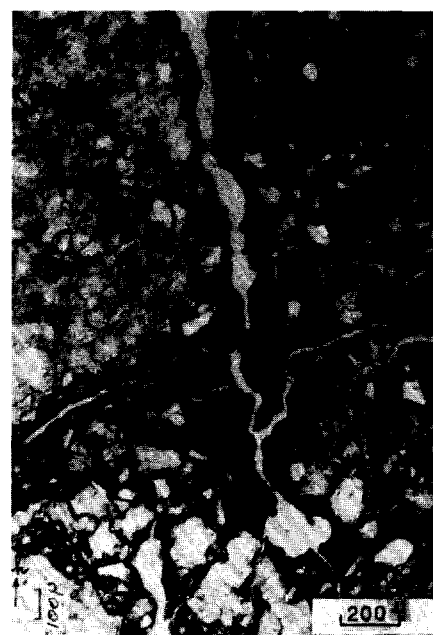
4.



5.



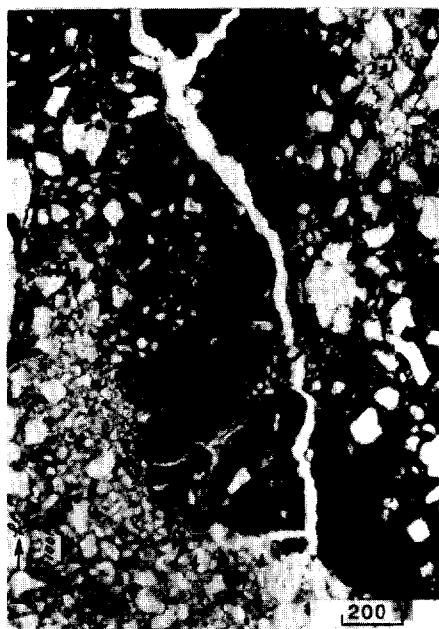
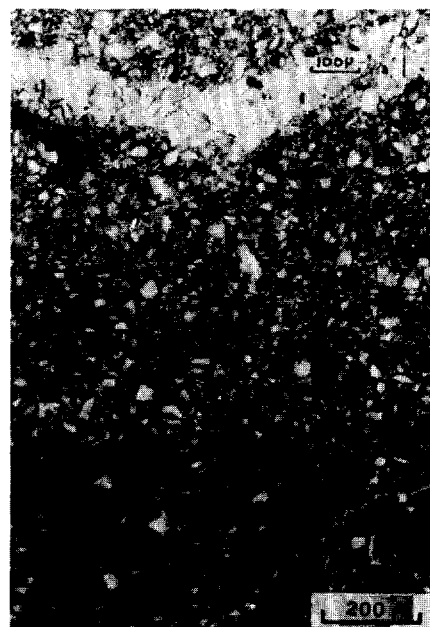
6.



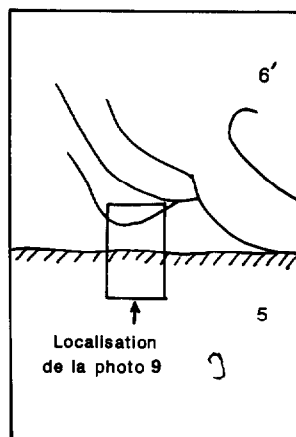
7.

FIG. 3. — Disposition des fentes dans la lame confectionnée au contact 5 - 6' dans la tranchée P4.

9.



8.



10.

comme ailleurs, des structures cutaniques à divers stades d'intégration au plasma. Mais il passe à l'horizon 6' sus-jacent de façon abrupte, planique, et ce jusqu'à l'échelle de la lame mince. On passe en effet avec une limite nette (photo 9), soulignée par un liseré plus foncé, à un fond matriciel nettement plus pauvre en plasma, de texture plus limoneuse, totalement dépourvu d'argilanes ou de papules, sauf au sein d'îlots reliques de l'horizon sous-jacent. Dans ce fond matriciel, on observe des fentes obliques (fig.3), plus ou moins confluentes, qui s'élargissent vers le bas et s'infléchissent vers l'horizontale à l'approche du contact planique, qu'elles longent ensuite. L'organisation de ces fentes est la suivante : elles s'amorcent par une bande étroite de fond matriciel légèrement éclairci. Lorsqu'on suit cette bande vers le bas, on passe progressivement à un empilement de plus en plus lâche de sable, résultant du départ du plasma, puis la fente s'ouvre. Une telle structure correspond à un soutirage de la fraction fine.

Lorsqu'on va vers le sommet du profil P4, on constate, au sein du fond matriciel sablo-limoneux, la persistance d'îlots à limite nette (mais qui peuvent localement se désorganiser), plus pauvres en squelette, comportant des argilanes, alors que le fond matriciel environnant en est dépourvu. Il s'agit alors d'îlots reliques d'un horizon de type 5 (photo 10). Ces îlots reliques se ferruginisent progressivement vers le haut. Dans l'horizon 2', ils donnent des nodules millimétriques, tandis qu'apparaissent les domaines microagrégés dans le fond matriciel.

IV. DISCUSSION

A la partie supérieure du versant, les observations, macro- et microscopiques, ainsi que celles du régime hydrique, indiquent que le sol est perméable dans son ensemble et présente une dynamique verticale. Sous l'ensemble humifère, l'horizon 2, microagrégé, se rattache morphologiquement aux horizons ALE définis par AUROUSSEAU *et al.* (1978). Il s'en distingue cependant par la présence d'argilanes en bordure de certains vides et de coiffes sur les éléments grossiers. Les argilanes augmentent progressivement jusqu'à la base de l'horizon 3. Les coiffes indiquent un milieu lessivé (BOCQUIER, 1971).

Entre les horizons 3 et 4, on observe une forte et rapide augmentation des argilanes aboutissant à un colmatage des vides. Une partie importante du plasma apparaît issue de l'intégration de ces argilanes au fond matriciel par suite des gonflements et retraits. Une certaine porosité se maintient toutefois, visible sur le terrain et en lame mince. Elle est de type principalement fissural. L'horizon 4, par sa richesse en argilanes plus

ou moins intégrés au plasma, constitue un *horizon illuvial* de type « argillique » (FEDOROFF 1974). Le profil P1 apparaît donc comme un *sol brun lessivé* développé sur grès ; des morceaux de grès, généralement friables, sont présents jusqu'au sommet du profil.

En allant vers le plateau, ce sol brun lessivé disparaît en coin pour faire place à un podzol. L'étude macroscopique de cette transition latérale a montré que le Bh limono-sableux apparaît sous les horizons de surface, mais aussi à la base du sol brun. Il vient donc interrompre la séquence de différenciation du sol brun à partir du grès (dont l'emballage est limono-argileux). On est ainsi amené à admettre qu'un sol brun s'est d'abord développé à partir du grès, puis que le Bh s'est installé à la base de ce sol, qu'il isole de sa roche-mère. Ceci implique qu'il y a transformation latérale du sol brun en podzol par perte d'argile et accumulation de matière organique. Cette perte d'argile se manifesterait d'ailleurs déjà dès la base du profil P1 ainsi qu'en témoigne le domaine sableux évasé vers le bas, observé à la base de l'horizon 4 et qui contient des îlots reliques de cet horizon. Le départ de matière s'effectue alors, comme on le signale dans la description, vers le bas.

Ce type de transformation latérale, démarrant à la fois à la base du profil et à son sommet, est bien connu dans les systèmes de transformation sol ferrallitique-podzol de Guyane (TURENNE, 1975) et d'Amazonie brésilienne (LUCAS *et al.*, 1984).

Vers l'aval, en partant de P1, le colmatage de la base de l'horizon 4 par développement des argilanes s'accroît. L'horizon 5 apparaît. Son imperméabilisation plus ou moins complète induit un drainage latéral à son sommet. Dès lors, la circulation de l'eau, de verticale et profonde à l'amont, devient latérale, subsuperficielle et médiane. Il y a basculement du drainage. La circulation médiane, qui semble la plus importante si l'on en juge par les écoulements observés, s'effectue préférentiellement dans l'horizon 6', dont on a souligné la distribution en chenaux, probablement anastomosés.

L'étude microscopique montre qu'à ce changement de dynamique de l'eau est associée une destruction du sommet de l'horizon 5, dont les reliques parsèment l'horizon 6', qui se développe donc, au moins à sa base, aux dépens de l'horizon illuvial colmaté 5. Le même mécanisme se produit vraisemblablement dans l'horizon 6, mais la transformation étant plus progressive, les relations entre les structures reliques et le fond matriciel environnant sont moins démonstratives qu'en 6'.

C'est dans le profil P4 que cette nouvelle séquence génétique apparaît comme la plus avancée, puisqu'on observe des îlots reliques de l'horizon 5 jusqu'à la

partie supérieure du profil. Certes, il faut envisager la possibilité de remontées par bioturbation, mais ce dernier mécanisme n'expliquerait pas la ferruginisation progressive des reliques vers le haut.

Deux hypothèses pourraient expliquer l'apparition latérale de l'horizon compact 5 :

— La première ferait intervenir un changement de roche-mère, qui correspondrait ici à une augmentation des lits plus schisteux. Ceci expliquerait la moindre abondance des volumes gréseux dans l'horizon 5. Cependant, cette variation de roche mère n'a pas été observée dans les grès plus ou moins altérés atteints à la base des fosses 1 à 3. D'autre part la moindre abondance des restes de grès dans l'horizon 5 peut s'expliquer par leur délitage sous l'effet de la forte pédoturbation liée aux alternances de gonflement et retrait, les reliques de grès présents dans le sol étant souvent friables.

— Dans la seconde hypothèse, si l'on admet, ce qui est cohérent avec les observations, que la formation de l'horizon 5 résulte du colmatage de l'horizon illuvial fonctionnel 4 à partir de sa base, cela implique également qu'un sol brun lessivé analogue à celui observé en P1 a existé à l'emplacement de la tranchée P2, donc que la transformation qui détermine le basculement du drainage est remontante sur le versant.

Cette toposéquence met alors en évidence un système de transformation (BOULET *et al.* 1984) où la couverture initiale est constituée de sol brun lessivé et qui comporte deux systèmes transformants à progression latérale (E. FRITSCH *et al.* 1986) : l'un est centrifuge et progresse du centre du plateau vers la périphérie en transformant le sol brun en podzol ; l'autre est centripète et transforme le sol brun en un sol de type planosolique, à dynamique de l'eau principalement latérale (fig.4).

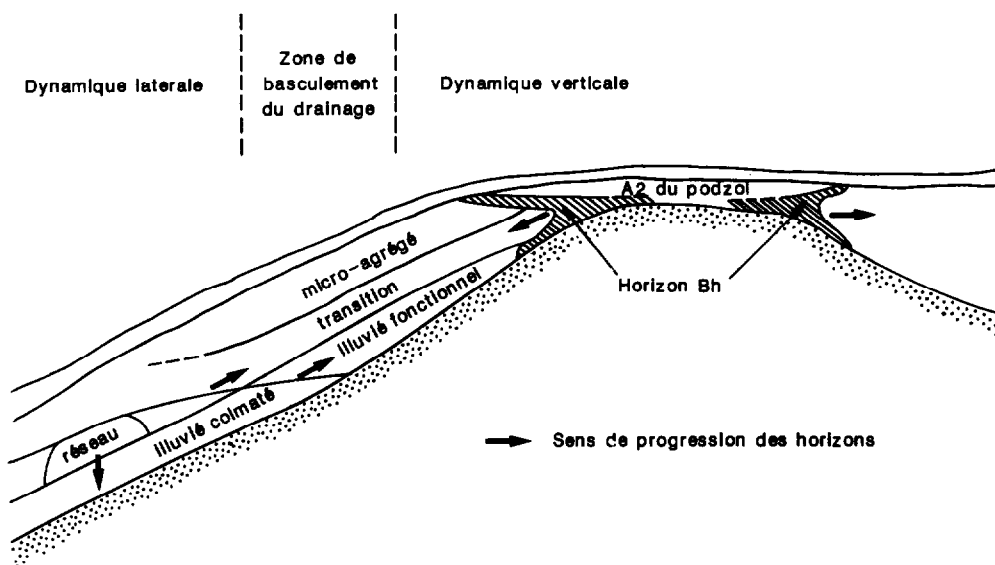


FIG. 4. — Schéma d'évolution du système de transformation

Le premier aboutit à une élimination complète du plasma argileux (podzolisation) : le plongement de la nappe en rebord de plateau peut contribuer au drainage nécessaire. Le second correspond à un blocage du drainage vertical par illuviation, mais la pente assure alors un drainage latéral dans un horizon organisé en réseau : la morphologie planosolique en résulte.

Mais ces progressions latérales d'horizons transformant un sol brun initialement plus étendu sont associées à des transformations verticales d'horizons superposés en profils : ainsi le domaine éluvié du planosol de

versant progresse aux dépens de l'horizon compact prismatique sous jacent. D'autre part le développement de la micro-agrégation est fortement réduit à la base du sol brun, là où s'expriment l'illuviation et l'hydromorphie.

CONCLUSIONS

Les deux modes de transformation d'un sol brun présentés morphologiquement ici ne sont pas nouveaux. Dès 1960, AMERYCKY décrivait les divers stades de

transformation d'un sol brun (sur sable) en podzol ; en 1984, JAMAGNE et BEGON présentent une synthèse très complète des différentes séquences d'évolution des sols bruns vers les podzols, les sols hydromorphes ou les planosols.

Cependant, ces séquences sont des séquences chronologiques qui décrivent l'évolution dans le temps d'un sol en un point donné. Les relations spatiales et génétiques présentées ici peuvent alors servir à comprendre comment s'effectuent ces évolutions, et donc la répa-

tition dans le paysage des types de différenciation verticale (profils) qui leur correspondent.

REMERCIEMENTS

Ce texte est tiré d'une communication à la Réunion Internationale de Micromorphologie des Sols de Paris (1985). N'ayant pu être corrigé à temps, il n'a pas été inclut dans les Actes de cette réunion. Cependant nous avons pris en compte les critiques des deux lecteurs que nous tenons à remercier ici.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 15 décembre 1987

BIBLIOGRAPHIE

- AMERYCKX (J.), 1960. — La pédogénèse en Flandre sablonneuse. Une chronoséquence sur matériaux sableux. *Pédologie*, Gand, X, 1 : 124-190.
- AUROUSSEAU (P.), CURMI (P.), LE CALVEZ-LE BARS (Y.), ROUSSEL (F.), 1978. — Characterisation of deep horizons in catenas with podzolic surface development. 11th Int. Congr. Soil. Sci. Edmonton : 220-221.
- BOCQUIER (G.), 1971. — Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad : Interprétation biogédynamique. Thèse Sci. Strasbourg et *Mém. ORSTOM* n° 62, 350 p.
- BOULET (R.), HUMBEL (F.X.), LUCAS (Y.), 1982. — Analyse structurale et cartographie en pédologie : 11 - Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, Vol. XIX n° 4 : 323-339.
- BOULET (R.), CHAUVEL (A.), LUCAS (Y.), 1984. — Les systèmes de transformation en pédologie. Livre jubilaire du cinquantième de l'AFES : 167-179.
- CURMI (P.), 1987. — Sur la signification des revêtements complexes argileux et limoneux dans les sols lessivés acides. Réunion Internationale de Micromorphologie des Sols. Paris 1985 : 251-255.
- FEDOROFF (N.), 1974. — Classification of translocated particles. In : Soil microscopy, G.K. Rutherford (Ed.), The Limestone Press, Kingston, Ontario : 695-713.
- FRITSCH (E.), BOCQUIER (G.), BOULET (R.), DOSSO (M.), HUMBEL (F.X.), 1986. — Les systèmes transformants d'une couverture ferrallitique de Guyane française. Analyse d'une formation supergène et mode de représentation. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XXII n° 4 : 361-395.
- JAMAGNE (M.), BEGON (J.C.), 1984. — Les sols lessivés de la zone tempérée. Apport de la pédologie française. Livre jubilaire du cinquantième de l'AFES : 55-76.
- LUCAS (Y.), CHAUVEL (A.), BOULET (R.), RANZANI (G.), SCATOLINI (F.), 1984. — Transição latossolos-podzóis sobre a formação Barreiras na região de Manaus, Amazônia. *Rev. Bras. Ci. Solo* 8 : 325-335.
- TURENNE (J.F.), 1975. — Modes d'humification et différenciation podzolique dans deux toposéquences de Guyane française. Thèse Sci. Nancy et *Mém. ORSTOM* n° 84, 173 p.