

Caractérisation, par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement, de sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle

par F.-X. HUMBEL

Section de Pédologie, O.R.S.T.O.M. *

SOMMAIRE

Il existe en Guyane française septentrionale des sols où la dynamique saisonnière de l'eau est superficielle (1 m). Cependant, ces sols sont placés en position de bon drainage externe, comme le sont les sols à drainage vertical profond présents dans les mêmes régions (sols ferralitiques, climat équatorial).

Des déterminations de la composition volumique aux extrêmes saisonniers, des expériences de filtration et d'infiltration et des mesures de répartition verticale de l'enracinement montrent que :

- *cette dynamique superficielle est liée, mais pas uniquement, à la présence — à moyenne profondeur — d'un horizon suffisamment compact et imperméable pour échapper à la dynamique saisonnière et qui se trouve ainsi mal aéré et « physiologiquement » sec. En effet, les horizons supérieurs présentent déjà des caractères particuliers qui sont à l'origine des ruissellements élevés et de la formation de la nappe perchée éphémère et des poches d'eau persistantes qu'on y observe ;*
- *la forêt naturelle s'adapte à ces conditions particulières du pédoclimat en modifiant la répartition verticale de son système racinaire.*

1. INTRODUCTION.



Certains sols de Guyane française septentrionale, bien que situés en position de bon drainage externe (collines arrondies, petits plateaux), ont une dynamique de l'eau essentiellement superficielle : le ruissellement y est considérable, les horizons supérieurs sont gorgés d'eau après les averses, tandis que les horizons sous-jacents restent « secs au toucher » pendant toute l'année et échappent ainsi, semble-t-il, à la dynamique saisonnière de l'eau (BLANCANEUX, 1974 ; BOULET, 1977).

Pourtant, ces sols ne se distinguent pas fondamentalement — du moins par leurs « principaux » caractères morphologiques et analytiques — des sols appelés « ferral-

* Centre de Cayenne, B.P. 165, 97301 Cayenne Cedex.

litiques » (C.P.C.S., 1967) dans les régions équatoriales (dont la Guyane fait partie). Or, ces sols ferrallitiques se caractérisent au contraire par un drainage vertical profond et abondant (HUMBEL, 1976).

Les sols de Guyane à dynamique superficielle appartiennent à des systèmes à différenciation toposéquentielle très accentuée (cf. R. BOULET, 1978). Ces derniers voisinent curieusement avec des systèmes à moindre différenciation latérale et où la dynamique de l'eau est verticale et profonde. Ainsi, il peut exister des pédoclimats bien différents sous un même climat général, sur une même roche mère et dans des positions comparables de drainage externe.

Ces différences ayant d'importantes conséquences pour la mise en valeur, on s'est appliqué à les préciser par des mesures. Celles-ci ont porté sur la porosité, l'humidité saisonnière, l'infiltration et la filtration expérimentales, enfin la répartition verticale des racines. Elles ont été effectuées en des points significatifs des systèmes, représentés par des profils.

Cet article donne les résultats de ces mesures ponctuelles et montre comment ils s'accordent entre eux et avec les données de l'observation. Les indications qu'ils apportent sont appuyées par des mesures effectuées sur d'autres profils du même type. Une tentative d'explication de ces différences d'organisation et de pédoclimat sera présentée dans l'article suivant (R. BOULET, J.-M. BRUGIERE et F.-X. HUMBEL, 1978).

2. LES PROFILS ETUDIES.

Les données chiffrées qui seront présentées ci-dessous concernent deux profils caractérisant des systèmes à dynamique de l'eau superficielle, HAR 7 et SS 18, et deux profils caractérisant les systèmes à drainage vertical libre, SS 15 et SS 4, qui serviront de référence aux premiers.

Les sols SS sont situés au Nord-Ouest du pays, à une dizaine de kilomètres à l'est du fleuve Mana; le sol HAR est situé à une dizaine de kilomètres à l'ouest du fleuve Sinnamary.

Ces différents sols sont placés sous un climat où l'apport pluvial, de 2.500 mm environ, est réparti inégalement de novembre à juillet et où sa température moyenne annuelle est de 26°. Ces conditions sont propices à l'altération ferrallitique (CHATELIN, 1974) et les sols qu'on y observe ont la composition minérale (kaolinite, gibbsite, quartz, goéthite, hématite), les colorations vives (rouges et jaunes) et la pauvreté chimique habituelle des sols ferrallitiques (LEVEQUE, 1967).

LES PROFILS DE REFERENCE SS 15 ET SS 4 A DRAINAGE VERTICAL.

Le profil SS 15 dérive d'un gneiss-migmatite et il est placé au sommet d'une colline dénivelée de 26 mètres.

Le profil SS 4 dérive d'un sédiment argilo-sableux (Série Détritique de Base), qui forme des placages plus ou moins importants sur le socle cristallin. Il est situé sur le rebord d'un plateau peu étendu, à 100 m seulement de podzols dérivés du même sédiment.

Ces deux sols sont épais de plusieurs mètres, homogènes et sans horizon caillouteux, d'abord jaunes et sablo-argileux, puis progressivement plus ocres et argilo-sableux. On y observe, à faible profondeur sous l'horizon humifère, un horizon légèrement plus compact, épais de 1 à 2 dm, marqué par endroits de taches discrètes de réduction. Au-dessous, se développe un épais horizon poreux, friable et riche en micropeds.

En saison des pluies, on constate une humidité un peu plus forte au niveau de l'horizon compact, puis au-dessous le profil est régulièrement humide et ressuyé (frais au toucher). On considère donc que le drainage vertical est libre, avec toutefois un ralentissement à la partie supérieure.

LES PROFILS HAR 7 ET SS 18 A DYNAMIQUE DE L'EAU SUPERFICIELLE.

Le profil HAR 7 dérive d'un faciès fin de schistes micacés (série de Bonidoro) et il est placé au sommet d'une colline dénivelée de 20 m. La surface du sol est creusée de cuvettes, plus ou moins rapprochées, profondes de quelques décimètres et où l'eau de pluie stagne pendant quelques jours après les averses.

Des nodules ferrugineux forment un horizon peu épais et même discontinu dans les deux décimètres supérieurs. Une nappe perchée s'établit, pendant et un peu après les averses, vers 5-15 cm de profondeur. Elle occupe en fait des volumes anastomosés par lesquels elle s'écoule latéralement en direction du versant. Des poches d'eau immobile, occupant de gros pores tubulaires la prolongent jusque vers 40 cm de profondeur (figure 1).

L'horizon qui sert de magasin à cette nappe et à ces poches d'eau est jaune (avec une nuance verdâtre qui le distingue des horizons jaunes des sols bien drainés). Au-dessous, débute un épais horizon BC rouge violacé, de texture fine (dominance de limons et sables fins), friable, légèrement frais au toucher en saison des pluies. L'architecture de la roche n'y est pas reconnaissable, mais cet horizon est peu différent des épais horizons d'altération rouge violacé visibles sur les hautes coupes de route.

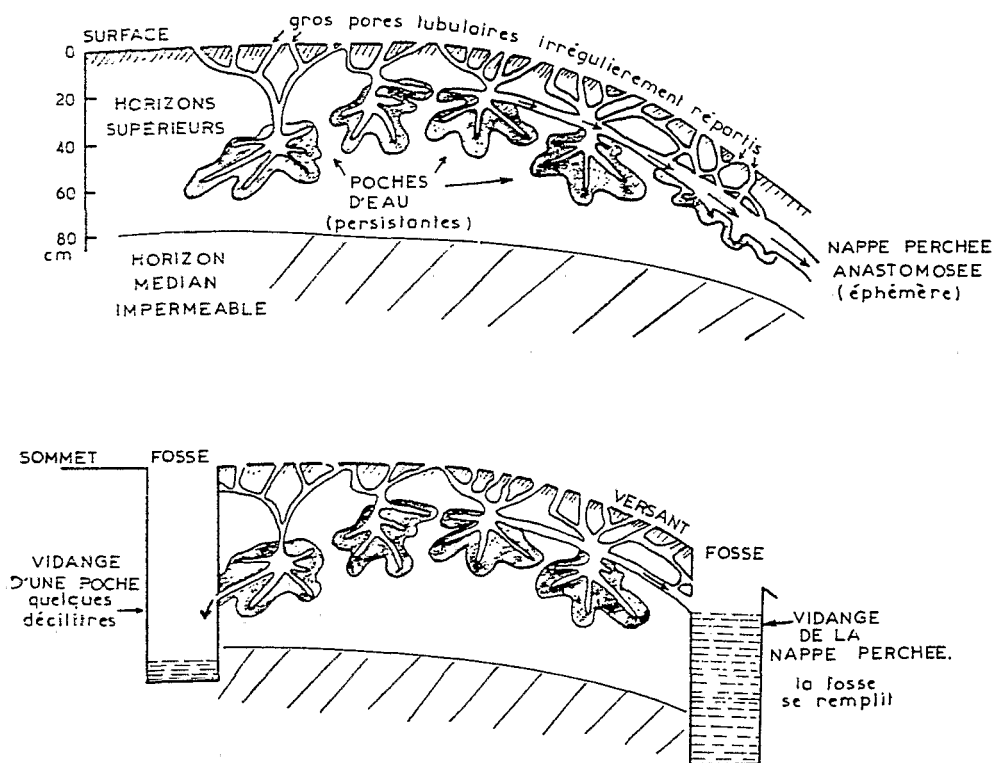


FIGURE 1. — Schématisation des poches d'eau et de la nappe perchée dans les sols à dynamique superficielle et latérale (en haut), comportement à l'ouverture des fosses (en bas)

Soils having superficial and lateral drainage dynamics - Schematization: - upper: pockets of stagnate water and anastomosed perched water table. - Lower: behaviour after opening pits. Vidange - Emptying

Le profil **SS 18** est placé sur le versant (pente 15 %) d'une colline dénivelée de 23 m et il dérive (comme **SS 15**) d'un gneiss-migmatite. Le microrelief est peu accentué, mais on observe de grosses racines traçantes et des marques de ruissellement en nappe anastomosée.

Un horizon nodulaire, épais et concentré, s'étend jusqu'à 80 cm de profondeur. L'emballage de terre fine est jaune, avec la même nuance verdâtre qu'en **HAR 7**. Une nappe perchée s'y observe en période pluvieuse vers 35-50 cm : elle est anastomosée et se prolonge en profondeur (jusque vers 60 cm) par des poches d'eau (comme en **HAR 7**, mais plus profondément donc).

Au-dessous, débute un épais horizon rouge, serré, argilo-sableux englobant des lithoreliques plus ou moins friables et violacées. Cet horizon est nettement « sec au toucher » en toute saison. L'architecture de la roche mère n'est pas reconnaissable dans le matériau de cet horizon **B** nettement plus compact qu'un horizon d'altération.

Ainsi, ces deux profils se caractérisent l'un et l'autre par une dynamique de l'eau essentiellement superficielle, mais se distinguent par certains caractères de leur horizon sous-jacent, qui est en **HAR 7** peu compact, légèrement humecté et proche d'un matériau originel et en **SS 18** sec, compact et pédologiquement différencié.

3. COMPOSITION VOLUMIQUE AUX EXTREMES SAISONNIERS.

La composition volumique est basée sur des mesures de densité apparente (au densitomètre à membrane sur des volumes de plusieurs décimètres cubes), de densité réelle (pycnomètre à eau), d'humidité saisonnière* et au pF 4,2 (prélèvements à la tarière) et de granulométrie (méthode internationale). Ces diverses mesures n'étant pas effectuées sur le même échantillon, il en résulte une certaine imprécision que de nombreuses répétitions ont permis de réduire (l'hétérogénéité latérale est grande pour les sols à drainage superficiel).

La composition volumique de saison sèche et celle de saison des pluies figurent dans le même diagramme. Les pourcentages du volume sont portés en abscisse et la profondeur en ordonnée.

Dans les profils **SS 15** et **SS 4** (figure II), la porosité totale est élevée et la variation saisonnière d'humidité se fait sentir à plus de 2 m de profondeur. L'aération du sol reste importante, même en saison des pluies. Le pF 4,2, étant très inférieur à la teneur totale en eau, les plantes disposent d'une réserve notable d'eau utile. De plus, la texture est équilibrée, avec une faible proportion de limons et de refus. Ces caractéristiques confirment donc le diagnostic de terrain : bon équilibre air/eau, dynamique de l'eau verticale et profonde. Elles apportent des éléments d'explication : porosité pas trop fine, squelette rigide abondant et grossier, absence de variations verticales brusques.

Toutefois, ces qualités se péjorent au niveau de l'horizon compact subsuperficiel, sans que cela entraîne un changement de type de drainage.

Dans les profils **HAR 7** et **SS 18**, les nodules situés à la partie supérieure ont un cortex imperméable qui les isole relativement de la dynamique saisonnière. C'est pourquoi on les a figurés dans les diagrammes (figure III) avec l'air et l'eau qu'ils contiennent (leur porosité est de l'ordre de 23 %). Par contre, l'eau libre des nappes perchées n'est pas comptabilisée (un astérisque marque leur emplacement).

En **HAR 7**, où l'horizon nodulaire est superficiel et peu épais, l'aération est réduite. Cependant, la variation saisonnière d'humidité atteint l'horizon rouge sous-jacent. Celui-ci a une porosité totale relativement élevée, proche de celle des sols de référence.

* Ces teneurs en eau sont celles de 1976, année où la saison des pluies a été exceptionnellement pluvieuse et la saison sèche exceptionnellement sèche. En 1977 la différence saisonnière a été moindre (dessiccation moins poussée).

Comme la teneur en eau au pF 4,2 ne représente guère que la moitié de l'eau retenue, les plantes disposent d'une quantité appréciable d'eau utile. Le blocage du drainage à faible profondeur est donc dû à la finesse (1) du matériau originel (faciès fin du schiste) qui a une faible perméabilité devant l'importance de l'apport pluvial. Il existe cependant à proximité, sur ce même faciès fin de schiste, des sols perméables à micropeds, où la dynamique de l'eau est verticale et profonde. Le comportement hydrodynamique du sol HAR 7 est donc dû aussi à l'absence de cette structure micropédique.

En SS 18, le squelette grossier occupe au contraire une fraction très importante du volume. Et pourtant, l'horizon rouge à lithoreliques qui débute à 80 cm de profondeur présente des caractères originaux : l'aération y est réduite, la variation saisonnière d'humidité est très faible, la teneur en eau au pF 4,2 est élevée, de sorte qu'il y a très peu d'eau utile disponible pour les plantes. Cet horizon rouge, qui est nettement moins poreux que les sols de référence à la même profondeur, est donc à la fois mal aéré et « **physiologiquement sec** (2) » tout au long de l'année. C'est donc un obstacle (3) au drainage vertical et tout l'apport d'eau au sol, qui n'est pas repris par évapotranspiration, devra être évacué latéralement.

4. RESULTATS D'UNE FILTRATION EXPERIMENTALE.

Au centre d'une surface de 30 m² protégée du ruissellement et de la pluie, on enfonce de 5 cm dans le sol des cadres métalliques de 20 dm² de section, suffisamment éloignés les uns des autres. Chacun reçoit une quantité d'eau excédant la macroporosité des deux mètres supérieurs (250 mm). Le sol étant à la capacité au champ (saison des pluies) au début de l'expérience, on détermine les teneurs en eau à différentes heures après l'infiltration de l'apport initial (temps 0). On peut suivre alors la progression de l'onde de filtration (courbes de ressuyage de l'eau de gravité).

En SS 15 (figure II), l'onde est un peu ralentie par l'horizon compact subsuperficiel, mais dès la 3^e heure, elle a dépassé 1 m de profondeur. A la 6^e heure, l'augmentation d'humidité est encore nette, mais étalée, puis le sol retrouve progressivement son état initial (témoin). Toutefois, un léger maximum subsiste encore au bout de 48 h au niveau de l'horizon compact subsuperficiel.

En SS 4 (figure II), l'onde est arrêtée un peu plus longuement par l'horizon compact situé vers 50 cm de profondeur. Le retour à la situation initiale (témoin) est plus long qu'en SS 15 : 96 heures.

Dans les sols à dynamique superficielle (SS 18 et HAR 7, figure III), on constate au contraire un blocage de l'onde d'eau de gravité à faible profondeur et la formation consécutive d'une nappe perchée artificielle, ou de poches d'eau. Ces volumes d'eau libre occupent le même magasin que la nappe perchée naturelle alimentée par les pluies. Le maximum obtenu au temps 48 h en SS 18 est dû à une de ces poches d'eau.

A 2 m de profondeur, la perméabilité mesurée sur 2 m² de section (le fond des fosses) avec une charge de 3 cm maintenue constante (méthode MUNTZ sans anneau de garde) est de 2,4 cm/h en SS-15 et de 0,12 cm/h en SS 18, soit 20 fois moins. Ces résultats confirment la grande différence de propriétés entre l'horizon rouge « sec au toucher » des sols à dynamique superficielle et l'horizon à micropeds des sols à drainage vertical. Les mesures d'infiltration vont montrer que cette différence existe aussi à la partie supérieure des sols.

(1) Le drainage est plus rapide là où le schiste a un faciès plus grossier.

(2) Sa teneur en eau est en fait plus élevée que celle de la partie supérieure du sol, mais cette eau est trop fortement retenue dans des pores très fins. On constate ainsi une concordance entre l'appréciation tactile « sec au toucher » et cette sécheresse pour les plantes.

(3) De loin en loin, des colonnes de terre jaune, humide, poreuse, parcourue de racines, pénètrent dans l'horizon rouge. Elles ne semblent pas le traverser, sauf en sommet d'interfluve où elles sont plus développées.

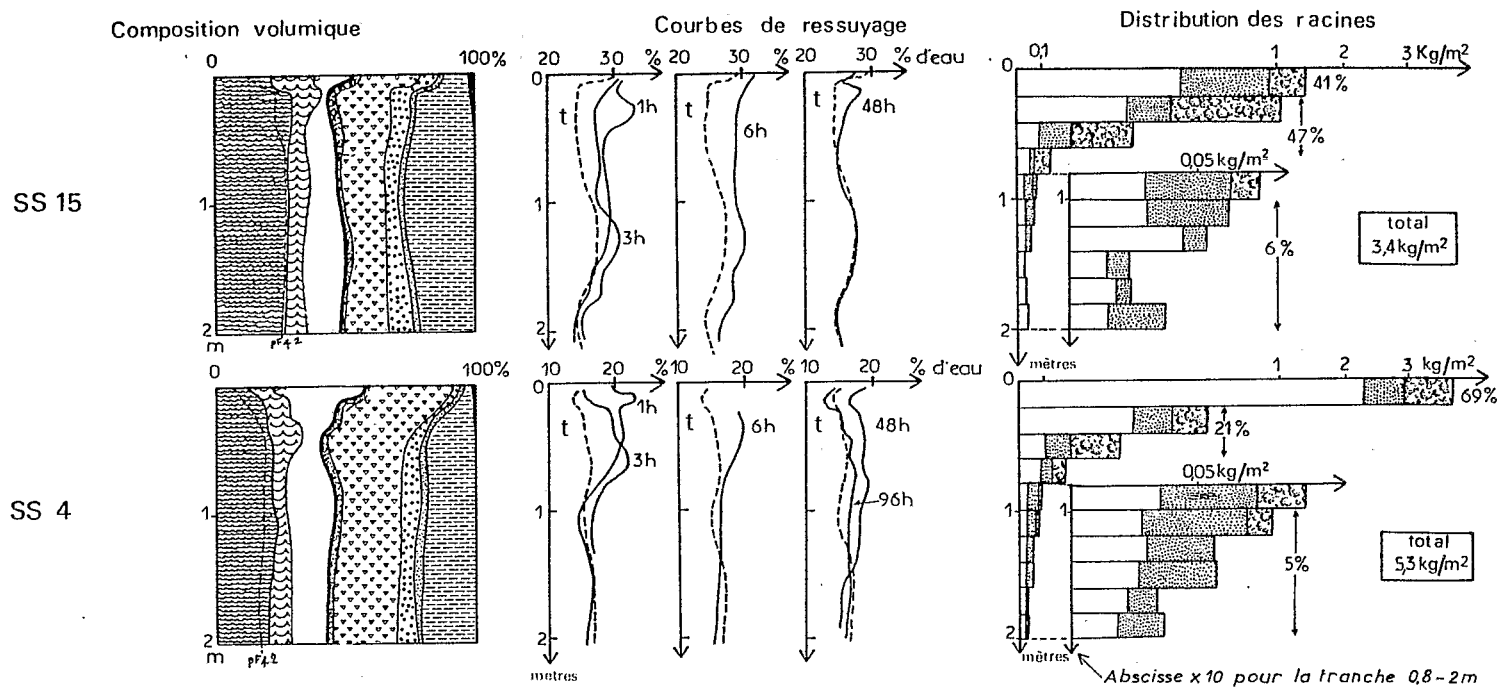


FIGURE II. — Caractéristiques des deux sols de référence, à drainage vertical profond

Physical and hydric properties, and root distribution, in 2 profiles of the initial ferrallitic cover, presenting deep vertical drainage

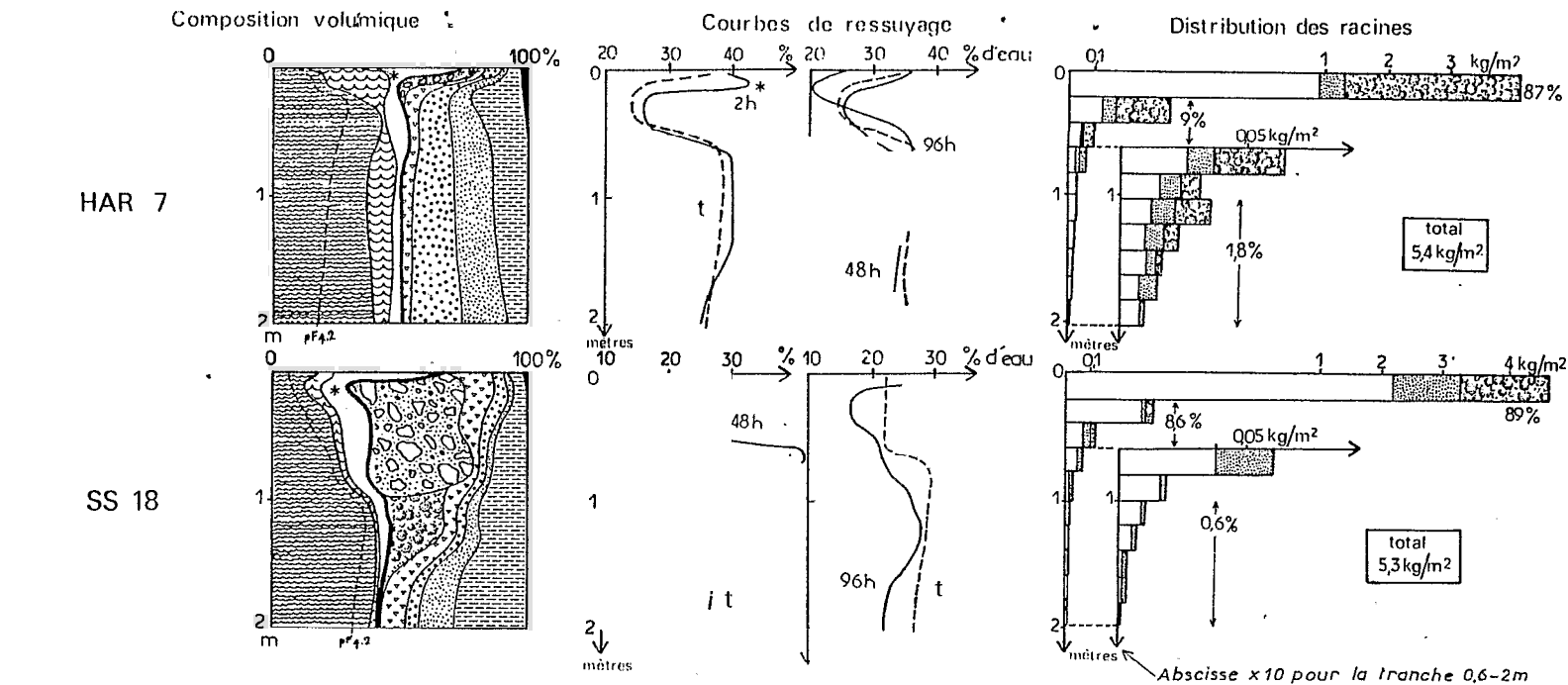


FIGURE III. — Caractéristiques des deux sols à dynamique de l'eau superficielle

Physical and hydric properties, and root distribution, in 2 profiles of transformed soil-cover having superficial water dynamics

COMPOSITION VOLUMIQUE :
VOLUME COMPOSITION :

- Teneur en eau en saison sèche.
Dry season water content
(pF 4.2 = 16 bars pressure).
 Variation saisonnière (air ou eau).
Seasonal difference (air then water).
 Teneur en air de saison des pluies.
Rainy season air content.
 Nappe perchée éphémère.
Free water observed.
 Courbe de porosité totale.
Porosity curve (heavy lined).
 Matière solide du refus (> 2 mm).
Solid matter, gravels.

- Refus, air et eau compris
(nœuds avec leur porosité).
Solid matter, nodules with their internal
closed porosity.
 Sables grossiers (0,2 << 2 mm).
Solid matter, coarse sand.
 Sables fins (0,05 << 0,2 mm).
Solid matter, fine sand.
 Limons (2 << 50 μ).
Solid matter, silt.
 Argile granulométrique (< 2 μ).
Solid matter, clay.
 Matière organique.
Solid matter, organic matter.

COURBES DE RESSUYAGE :
EXPERIMENTAL SEEPAGE CURVES :

- t = témoin (abrité) - Reference.
 3 h : durée en heures depuis infiltration.
 Number of hours since wetting.

DISTRIBUTION DES RACINES :
VERTICAL ROOT DISTRIBUTION :

- Fines racines (ø < 2 mm).
Fine roots.
 Racines moyennes (2 < ø < 10 mm).
Medium sized roots.
 Grosses racines (10 < ø < 40 mm).
Big roots.

5. INFILTRATION EXPERIMENTALE EN SURFACE DU SOL.

La perméabilité de la surface du sol a été appréciée, sur sol humide mais dégagé de l'eau libre des nappes perchées, à l'aide d'un test rapide de terrain. Ce test ne donne pas un résultat comparable à la méthode MUNTZ car on a opéré sans anneau de garde, avec une charge décroissante et sans attendre l'établissement d'un régime permanent : on enfonce de 5 cm environ une série de 12 cadres métalliques de 250 cm² de section, dans lesquels on verse une quantité d'eau équivalant à une lame d'eau de 12 cm, dont on mesure la durée d'épuisement t . La vitesse moyenne d'infiltration $k = 12/t$ est exprimée en cm/h ; on obtient :

TABLEAU 1. — Vitesse d'infiltration en cm/h en surface des sols étudiés
Measures of upper layers permeability (cm/h)

Profil	Nb. de mesures	Valeurs extrêmes k_m k_M	Rapport k_M/k_m	Moyenne M	Médiane m	Inter-quartile i	Rapport i/m
SS 15	12	160 à 1234	x 8	533	476	475	0,99
SS 4	48	152 à 1080	x 7	522	455	448	0,98
HAR 7	36	0,3 à 720	x 2400	115	62	120	1,94
SS 18	24	88 à 480	x 55	92	61	84	1,38

Les sols à drainage vertical profond SS 15 et SS 4 ont une perméabilité **cinq fois** (par la moyenne) à **huit fois** (par la médiane) supérieure à celle des sols à dynamique superficielle (HAR 7 et SS 18) et la dispersion (i/m) y est moins importante.

La perméabilité plus faible en surface des sols à dynamique superficielle ne peut être attribuée à un arrêt de la filtration dû à la nappe perchée ou à l'horizon imperméable de profondeur : on a opéré en effet avec une petite quantité d'eau et en l'absence de nappe. Les horizons de surface de ces sols ont donc des caractères particuliers.

6. ETUDE DE L'ENRACINEMENT NATUREL DE LA FORÊT.

L'observation directe montre que les sols à dynamique superficielle se distinguent aussi par la répartition ou la taille des racines de la forêt. Pour enlever tout caractère subjectif à cette appréciation, des mesures de la masse racinaire, par tranches de 20 cm d'épaisseur et jusqu'à 2 m de profondeur, ont été effectuées. On a recueilli ainsi toutes les racines contenues dans la terre extraite de fosses de 1 m² de section, creusées entre 4 ou 5 arbres, d'espèces différentes, en un endroit où sol et forêt « ont leur aspect habituel ». Les résultats, exprimés en kg/m², concernent la matière séchée à 105° (étuve à ventilation) et pour trois classes de diamètre des racines.

Dans les sols à drainage vertical libre (figure II), la tranche 0-20 cm ne contient que 40 (1) à 70 % de la masse racinaire totale (tranche 0-2 m). Au-dessous, la décroissance est rapide mais à peu près linéaire jusqu'à 80 cm de profondeur. Ainsi, la tranche 20-60 cm contient encore 50 à 20 % du total. Puis la décroissance devient plus lente et la tranche 1-2 m contient environ 5 % du total, soit autour de 0,2 kg/m².

Dans les sols à dynamique superficielle (figure III), la tranche 0-20 cm rassemble 80 à 90 % du total et il y a en moyenne trois fois plus de grosses (2) racines (diamètre

(1) Les sols qui ne contiennent que 40 % de racines dans la tranche 0-20 cm sont ceux qui présentent à ce niveau un horizon compact marqué de taches de réduction (SS 15).

(2) A l'échelle considérée (1 m²), l'hétérogénéité est plus importante pour les grosses racines. C'est pourquoi on n'a pas comptabilisé les racines de diamètre supérieur à 4 cm et pris pour les racines supérieures à 1 cm la moyenne de 2 mesures (2 m² contigus).

supérieur à 1 cm) que dans les sols précédents. Au-dessous, la décroissance est très rapide, non linéaire : la tranche 20-60 cm ne contient qu'environ 10 % du total. Là où l'horizon sous-jacent est compact et physiologiquement sec, comme en SS 18, la tranche 1-2 m ne contient que 0,03 kg/m² de racines, soit environ 0,6 % du total (huit fois moins que dans les sols à drainage profond !). Là où l'horizon est moins compact et participe un peu à la dynamique saisonnière (comme en HAR 7), l'enracinement est plus important (0,1 kg/m², soit presque 2 % du total seulement, trois fois moins que dans les sols à drainage profond).

Toutefois, les mesures effectuées sur d'autres profils montrent que la concentration superficielle des racines et l'absence de racines dans la tranche 1-2 m sont des caractères qui ne sont pas obligatoirement liés : en haut du versant de SS 18 par exemple, les racines sont régulièrement réparties dans le mètre supérieur (pas de nappe perchée), absentes du second. Inversement, on observe des sols à nappe perchée et concentration superficielle de racines qui présentent (comme HAR 7) des quantités de racines encore importantes entre 1 et 2 m.

7. CONCLUSION.

Les sols à dynamique de l'eau superficielle se distinguent des sols à drainage vertical profond, à la fois par des caractères de leurs horizons supérieurs et par des caractères des horizons sous-jacents :

Horizons supérieurs (0-80 cm) : la perméabilité de surface y est cinq à huit fois inférieure, la macroporosité y est nettement plus réduite et occupée temporairement par une nappe perchée ou des poches d'eau, l'eau de gravité y est arrêtée avant même d'atteindre les horizons sous-jacents.

Horizons sous-jacents. Ce sont :

- Soit des horizons B compacts et de porosité si fine qu'ils sont à la fois insuffisamment aérés et physiologiquement secs (malgré une teneur en eau élevée).
- Soit des horizons BC dérivés d'une roche à grain fin (séricito-schiste) moins compacts et de porosité moins fine que les précédents mais très peu perméables.

Les premiers échappent totalement à la dynamique saisonnière de l'eau, les seconds n'y participent que lentement et faiblement, de sorte que dans les deux cas, l'eau de gravité qui n'est pas reprise par évapotranspiration doit cheminer latéralement à faible profondeur.

Considérer cette imperméabilité relative des horizons rouges sous-jacents comme d'origine uniquement pédologique dans le premier cas (horizon B compact) et comme déterminée par la seule lithologie (finesse de matériau) dans le second cas, donnerait une vision incomplète, voire inexacte, des choses. En effet, il existe dans les mêmes régions (LIM et THACH, 1977) et dérivant du même matériau schisteux fin, des sols perméables et à dynamique verticale et profonde (sols à micropeds). Ainsi, il y a eu plutôt, et dans les deux cas, non-acquisition ou disparition de cette organisation micropédique qui caractérise les sols à drainage vertical profond (choisis précisément comme sols de référence).

En conclusion, le comportement original de ces sols est dû à des caractères pédologiques, qui affectent à la fois les horizons supérieurs et les horizons sous-jacents.

La répartition verticale des racines de la forêt est étroitement accordée au pédoclimat : il y a coïncidence entre la profondeur de l'enracinement et la profondeur atteinte par les variations saisonnières. Dans les sols à nappe perchée éphémère et à poches d'eau persistantes, l'enracinement est concentré dans les deux premiers décimètres (87 %), très limité dans les quatre décimètres suivants (10 %). Cet enra-

cinement superficiel des sols à dynamique superficielle contraste avec l'enracinement profond (ou du moins à décroissance verticale nettement plus lente) des sols à drainage vertical profond.

Tout distingue donc ces sols à dynamique superficielle des sols habituellement décrits en région équatoriale, sauf la nature minéralogique de leurs constituants et la coloration vive des horizons B. La forêt naturelle s'adapte à leur pédoclimat particulier en modifiant la distribution des racines.

SUMMARY

FRENCH GUYANE SOILS HAVING SUPERFICIAL HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS ARE COMPARED TO SOILS HAVING FREE VERTICAL DRAINAGE. POROSITY, AIR-WATER SEASONAL COMPOSITION, EXPERIMENTAL WATER SEEPAGE AND VERTICAL ROOT DISTRIBUTION ARE USED AS PARAMETERS OF COMPARISON

In a previous paper (R. BOULET, 1978) attention was focused on French Guyane soils having superficial hydrodynamic characteristics, in spite of good external drainage. These soils are located next to well drained ferralitic soils (and frequently associated with them in soil systems). Here we intend to show soil differences concerning physical properties in 4 plots under primary forest:

- SS15 and SS4 profiles where vertical drainage is free;
- HAR7 and SS18, where drainage is obstructed and, as a consequence, waters stagnate or circulate laterally.

However, climate does not notably differ from one plot to another: yearly rain-fall 2500 mm; dry season, from July to November; average temperature 26°, i.e. favourable conditions to ferralitic weathering and to ferralitic soil genesis. Indeed, soil covers everywhere have the same mineral composition (kaolinite, gibbsite, quartz, goëthite, hematite), and the same strong red or yellow colours and usual geochemical desaturation as the ferralitic ones. Therefore differences in pedoclimate are not linked to main differences in composition and external genesis factors.

In the profiles SS15 (at the top of a hill, gneiss-migmatite rock material) and in SS4 (top of a little plateau, fluvial sandy-clayish deposit), soil in deep, homogeneous, without gravel or nodules, uniformly humid in the rainy season, porous and friable (except in a thin sub-superficial slightly more compacted horizon.) It contains yellow micropedic aggregates and characterizes the initial ferralitic cover (slightly transformed).

In HAR7 (top of a hill, schistous formation) and in SS18 (slope of a hill, gneiss-migmatite) profiles, the topsoil contains nodules (proceeding from ferruginized lithorelics) which are accumulated by loss of plasma. In rainy periods, there is an important run-off and below the surface, there is a short-lived perched water table (anastomosed outline) and pockets of stagnate water (figure 1). The soil-matrix is yellow (slightly greenish). At about 1 m depth, there begins a thick red tight and compacted B or BC horizon, which appears dry to the touch throughout the year (but is in fact constantly humid). Lateral heterogeneity resulting from an imbalance action, is important in this type of soil.

In figure II (SS15 and SS4) and in figure III (HAR7 and SS18) we observe (from left to right with the depth vertically).

1. The volume composition with, from left to right:

- Water contained in the dry season ($pF\ 4.2 = 16$ bars pressure);
- Seasonal variation (air then water);
- Rainy season air content (* indicates the depth where free water was observed);
- Then, on the right of the heavy lined porosity curve, the solid matter content: nodules (including their internal closed porosity), coarse sand, fine sand, silt, clay, organic matter.

2. The water content (W./W) at different periods after an experimental wetting (1 to 96 hours).

* Indicates where free water was observed.

t Represents the reference (in a spot sheltered and not wetted).

3. The vertical root distribution by 20 cm soil slices and successively (from left to right) the fine roots ($\varnothing < 2$ mm), medium sized roots, big roots ($10\text{ mm} < \varnothing < 40\text{ mm}$). A change in abscissa scale ($\times 10$) was needed because of rapid vertical decrease of root abundance (the diagram is translated along the abscissa for the 0.6-2 m slices).

It clearly appears that:

In free vertically drained soils (figure II), air-water composition is equilibrated (excepted in the slightly more compacted thin horizon: see the narrowing of air content area on the diagram). The seasonal water dynamics occur in depth, the experimental seepage is regular and rapid (the initial content is reached in 2 days). The 0-20 cm upper slice « only » contains 40 to 70 % of the total root mass and the 1-2 m slice, a not unconsiderable quantity (5 to 6 %).

In laterally drained soils (figure III), air content is reduced, leading to an air-water disequilibrium during rainy periods. In the red clayish B horizon of SS18 profile, there even appears a deficiency in both air and available water (the silty HAR7 profile contains more available water). Under experimental conditions, the seepage is obstructed and the red B or BC horizons are not reached by the free water (gravitational flux). Under natural conditions, the moistening of the B horizon occurs slowly and involves a low percentage of the porosity (specially in SS18). The root mass is concentrated (90 %) in the 0-20 cm upper slice where a lot of big roots are observed. The slice with stagnate or moving free water contains 2 to 5 times less roots than the corresponding slice in well-drained soils, and the 1-2 m slice ten times less (in silty HAR7 soil, seasonal moistening and root penetration occur deeper). Natural forest therefore fits its root system to pedoclimatic conditions.

The measurements of permeability (§ 4 and figure n° I) confirm the differences between the well drained soils and the others. Permeability is 5 to 8 times more rapid at the soil surface and 20 times more rapid at 2 m depth.

Bibliographie

- BLANCANEUX Ph. (1974). — Caractéristiques physico-chimiques des sols ferrallitiques du bouclier guyanais ; leurs relations avec les eaux de drainage et de ruissellement. Rapp. préliminaire, ORSTOM Cayenne, cote P. 138, 24 p.
- BOULET R. (1977). — Aperçu sur le milieu pédologique guyanais. Caractères originaux et conséquences sur la mise en valeur. ORSTOM Cayenne, cote P. 149, 36 p.
- CHATELIN Y. (1974). — Les sols ferrallitiques. Tome III : L'altération. Initiations - Documentations techniques n° 24, ORSTOM Paris, 144 p.
- C.P.C.S. (Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols) (1967). — Classification française. Doc. Provis. de l'Ecole Nat. Sup. Agron. Grignon, 87 p.
- HUMBEL F.-X. (1976). — L'espace poral des sols ferrallitiques du Cameroun. Caractéristiques et comportements en relation avec les régimes hydriques et les bioclimats. Trav. et Doc. de l'ORSTOM n° 54, 306 p.
- LEVEQUE A. (1967). — Les sols ferrallitiques de Guyane française. Mém. ORSTOM n° 3, ORSTOM Paris, 168 p.
- LIM S.K. et THACH S. (1977). — Etude de l'organisation et des caractéristiques physiques et chimiques de couvertures pédologiques sur schistes Bonidoro. Rapp. de stage de 2^e année. ORSTOM Cayenne, cote P. 151, 209 p.

**Caractérisation, par des mesures physiques,
hydriques et d'enracinement,
de sols de Guyane française à dynamique
de l'eau superficielle**

par F.-X. HUMBEL

Section de Pédologie, O.R.S.T.O.M.*

* Centre de Cayenne, B.P. 165, 97301 Cayenne Cedex.

9 AVR. 1979

O. R. S. T. O. M. ex 1

Collection de Référence

n° 96 00 Peds