

Enregistrement scientifique n° : 608

Symposium n° : 30

Présentation : poster

Comportement hydrodynamique de sols sur grès au Brésil. Conséquences sur la pédogenèse et le relief **Hydric behaviour of soils on sandy stone (Brazil).** **Consequences in pedogenesis and landscape**

SANTOS J.C. Leonardo (1*), GRIMALDI Michel (2), CURMI Pierre (1), HALLAIRE Vincent (1), CASTRO S. Selma (3)

(1) - INRA, Science du Sol 65, Rue de St Briec, 35042 Rennes, France

(2) - ORSTOM, 209 - 213, rue Lafayette, 75010 Paris, France

(3) - Dep. de Geografia, CP 8105 - USP/ SP, Brésil

(*) - boursier de la CAPES - Brasília, Brésil

Une relation entre la forme du relief et le type de couverture pédologique est observée pour les couvertures à ferralsols et acrisols sur grès Bauru (SP, Brésil).

L'objectif de ce travail est de préciser le rôle de la dynamique de l'eau dans les processus de pédogenèse et de morphogenèse.

Nous avons caractérisé deux toposéquences : l'une, sur un versant long à pente faible, constituée de ferralsols ; l'autre, sur un versant plus contrasté, composée de ferralsols à l'amont et d'acrisols à partir du milieu du versant, lorsque la pente augmente. Les horizons identifiés et délimités ont fait l'objet d'une caractérisation micromorphologique, complétée par une analyse quantitative de la porosité (analyse d'image sur lames minces). La conductivité hydraulique à saturation (K_{sat}) et la courbe de rétention en eau des principaux horizons sont mesurées.

Trois classes de comportement hydrodynamique sont distinguées : (i) les horizons ferrallitiques microagrégés, sablo-argileux, à K_{sat} élevé ($K_s = 130$ et 390 mm.h^{-1}); (ii) l'horizon eluvic massif, sableux, à K_{sat} élevé ($K_s = 80$ et 110 mm.h^{-1}) ; (iii) l'horizon argic polyédrique, argilo-sableux, à K_{sat} faible ($K_s = 30$ et 56 mm.h^{-1}). Ces comportements sont mis en relation avec l'organisation de l'espace poral des horizons.

En conséquence, le cheminement de l'eau dans chaque couverture doit être spécifique : essentiellement vertical dans le ferralsol ; à composante latérale et sub-superficielle, au-dessus de l'horizon argic, dans l'acrisol. Ce flux hydrique latéral doit contribuer à l'évolution du modelé, par exportation de matières sous forme dissoute et/ou particulaire.

Mots clés : couverture pédologique, micromorphologie, comportement hydrodynamique, espace poral

Key words : soil cover, micromorphology, hydric behaviour, pore space

Enregistrement scientifique n° : 608
Symposium n° : 30
Présentation : poster

Comportement hydrodynamique de sols sur grès au Brésil. Conséquences sur la pédogenèse et le relief **Hydric behaviour of soils on sandy stone (Brazil).** **Consequences in pedogenesis and landscape**

SANTOS J.C. Leonardo (1*), GRIMALDI Michel (2), CURMI Pierre (1), HALLAIRE Vincent (1), CASTRO S. Selma (3)

- (1) - INRA, Science du Sol 65, Rue de St Briec, 35042 Rennes, France
(2) - ORSTOM, 209 - 213, rue Lafayette, 75010 Paris, France
(3) - Dep. de Geografia, CP 8105 - USP/ SP, Brésil
(* - boursier de la CAPES - Brasília, Brésil)

Introduction

Les études réalisées au sud du Brésil sur les grès Bauru mettent en évidence une relation entre l'organisation de la couverture pédologique et les formes du relief. Une cartographie morphopédologique (SALOMÃO, 1994) montre que les collines amples à pente faible sont constituées strictement de ferralsols. Lorsque le relief est plus disséqué, les ferralsols sont associés à des acrisols, et la transition entre ces deux types de sols se manifeste par une augmentation de la pente.

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la genèse des acrisols (CASTRO, 1989 ; MIKLOS, 1992) en introduisant la notion de système de transformation (BOULET et al., 1984). Ces études retiennent l'hypothèse de la formation des acrisols à partir des ferralsols. Cependant, elles ont été réalisées sur des toposéquences où les acrisols sont bien développés sur une grande partie du versant, et ne permettent pas d'identifier les premiers stades de transformation des couvertures à ferralsols.

Nous avons étudié deux toposéquences : l'une, sur un versant long à pente faible, constituée seulement de ferralsols ; l'autre, sur un versant plus contrasté, constituée de ferralsols à l'amont et d'acrisols en bas de versant. Sur ces deux types de toposéquences, nous avons précisé les variations spatiales des caractéristiques physiques et hydrodynamiques du sol, afin de discuter du rôle de la dynamique de l'eau dans les processus de pédogenèse et de morphogenèse.

Site et méthodes d'étude

La région de Bauru se situe dans le Bassin du Paraná, sur le Plateau Occidental de l'État de São-Paulo. Le climat est de type tropical humide (Cwa de Köppen) et le substrat géologique est constitué de grès jaunes, fins, comportant des intercalations de siltites de la formation Adamantina.

Deux toposéquences ont été choisies à partir de la carte morphopédologique (SALOMÃO, 1994) et de prospections complémentaires sur le terrain.

L'organisation macromorphologique du sol a été décrite selon l'approche d'analyse structurale (BOULET et al., 1982). Des échantillons à structure conservée ont été prélevés dans neuf fosses (figure 1). Les horizons ont fait l'objet d'une caractérisation micromorphologique (BULLOCK et al., 1985), complétée par l'analyse d'images de lames minces pour l'étude morphométrique de l'espace poral (HALLAIRE, 1993). Sur des échantillons à structure conservée des mêmes horizons, nous avons déterminé au laboratoire la courbe de désorption d'eau ($\psi_m(\theta)$) et la conductivité hydraulique à saturation (K_{sat}).

Résultats

Organisation macroscopique des toposéquences

Toposéquence A - Le versant, de 700 mètres de longueur, est rectiligne à l'amont (pente entre 3 et 6%), puis faiblement convexo-concave (pente entre 6 et 9%). La couverture pédologique est constituée de ferralsols rouges (2,5YR) à l'amont, devenant progressivement plus clairs (7,5YR) vers l'aval. On distingue un horizon ferralic très épais à l'amont (> 7m), à texture sablo-argileuse et à structure microagrégée, sous un horizon superficiel, légèrement plus sableux, d'autant plus sableux et épais vers l'aval (figure 1). L'altérite du grès apparaît à 2 m de profondeur en bas de versant.

Toposéquence B - Le versant, de 600 mètres de longueur, est rectiligne à l'amont (pente de 3 à 6%) puis convexe (pente de 6 à 18%). A l'amont, la couverture pédologique est semblable à celle de la toposéquence A. Vers l'aval, dans le dernier tiers du versant, on observe l'apparition assez progressive d'un horizon argic entre 30 et 80 cm de profondeur, dont la texture est argilo-sableuse et la structure polyédrique. Cet horizon argic se différencie nettement de l'horizon ferralic à l'amont, mais aussi de l'horizon supérieur, plus clair, à texture sableuse et à structure massive, qui présente les caractères d'un horizon eluvic. Par rapport à la toposéquence A, l'altérite du grès a été observée plus haut sur le versant et à une profondeur variable (entre 3 et 1 m).

Organisation microscopique des horizons

Toposéquence A - L'argile de l'horizon ferralic est principalement organisée en microagrégats sub-arrondis, de taille comprise entre 0,12 et 0,50 mm, les plus gros contenant des sables fins et limons quartzeux.

Toposéquence B - L'organisation microscopique du sol à l'amont est semblable à celle de la toposéquence A. Vers l'aval, dès que l'horizon argic commence, les microagrégats deviennent coalescents, conduisant à la formation de domaines porphyriques sablo-argileux où subsistent des vides polyconcaves. Des argilanes oranges (LP), moyennement à fortement biréfringents et à extinction ondulée apparaissent ensuite dans la porosité à la partie supérieure de l'horizon. L'horizon eluvic est constitué de sables propres, ou enrobés d'argile, ou liés entre eux par des ponts argileux. Le mode d'assemblage des grains de sable est plus serré que dans l'horizon ferralic.

Analyse morphométrique de l'espace poral

La distribution de la porosité (pores de surface supérieure à $600 \mu\text{m}^2$) en trois classes de taille et quatre classes de forme a été déterminée par analyse d'images sur lames minces, pour l'ensemble des horizons. Les pores allongés et ramifiés, de taille supérieure à $0,04 \text{ mm}^2$, sont nettement dominants dans l'horizon ferralic (figure 2).

Le passage de l'horizon ferralic à l'horizon argic se traduit par une diminution des pores allongés et une quasi-disparition des pores ramifiés (taille $> 0,04 \text{ mm}^2$). Ceci est un peu compensé par l'augmentation des classes de petits pores arrondis (entre $0,006$ et $0,01 \text{ mm}^2$) et de grands pores sub-arrondis ($> 0,04 \text{ mm}^2$). Les plus grands pores ramifiés sont aussi moins développés dans l'horizon eluvic qui présente en revanche plus de pores arrondis et sub-arrondis. Ces résultats traduisent la réorganisation de l'espace poral associée à la perte de matière (horizon eluvic) ou à la condensation des microagrégats (horizon argic).

Variations spatiales des caractéristiques hydrodynamiques du sol

Propriétés de rétention de l'eau

Sur la toposéquence A, la courbe de désorption de l'eau varie peu, conformément à la faible variation, verticale et latérale, de la texture et de la structure du ferralsol (figure 3). La teneur en eau diminue fortement entre $\psi_m = -0,2 \text{ m}$ et $\psi_m = 0,8 \text{ m}$, et varie pas ou peu à partir de $\psi_m = -10 \text{ m}$. L'espace poral ménagé par l'assemblage des particules de sables et des microagrégats argileux est alors désaturé.

Les changements de texture et de structure le long de la toposéquence B se manifestent par une variation spatiale importante de la courbe de désorption d'eau. Les courbes des horizons de surface et de sub-surface, très proches dans le ferralsol, se distinguent de plus en plus nettement vers l'aval (figure 3). Le gradient textural entre les horizons eluvic et argic de l'acrisol explique la différence de teneur en eau résiduelle, l'eau étant retenue seulement dans les domaines argileux à $\psi_m = -100 \text{ m}$. Le changement d'organisation des grains de sables et des microagrégats argileux entre les horizons ferralic d'une part, eluvic et argic, d'autre part, se traduit par une variation jusqu'à deux fois plus faible de la teneur en eau entre $\psi_m = -0,2 \text{ m}$ et $\psi_m = 0,8 \text{ m}$.

Conductivité hydraulique à saturation

Les trois principaux horizons se distinguent par leur conductivité hydraulique à saturation : comprise entre 130 et 390 mm/h pour l'horizon ferralic sur les deux toposéquences, entre 80 et 110 mm/h pour l'horizon eluvic, et entre 30 et 56 mm/h pour l'horizon argic.

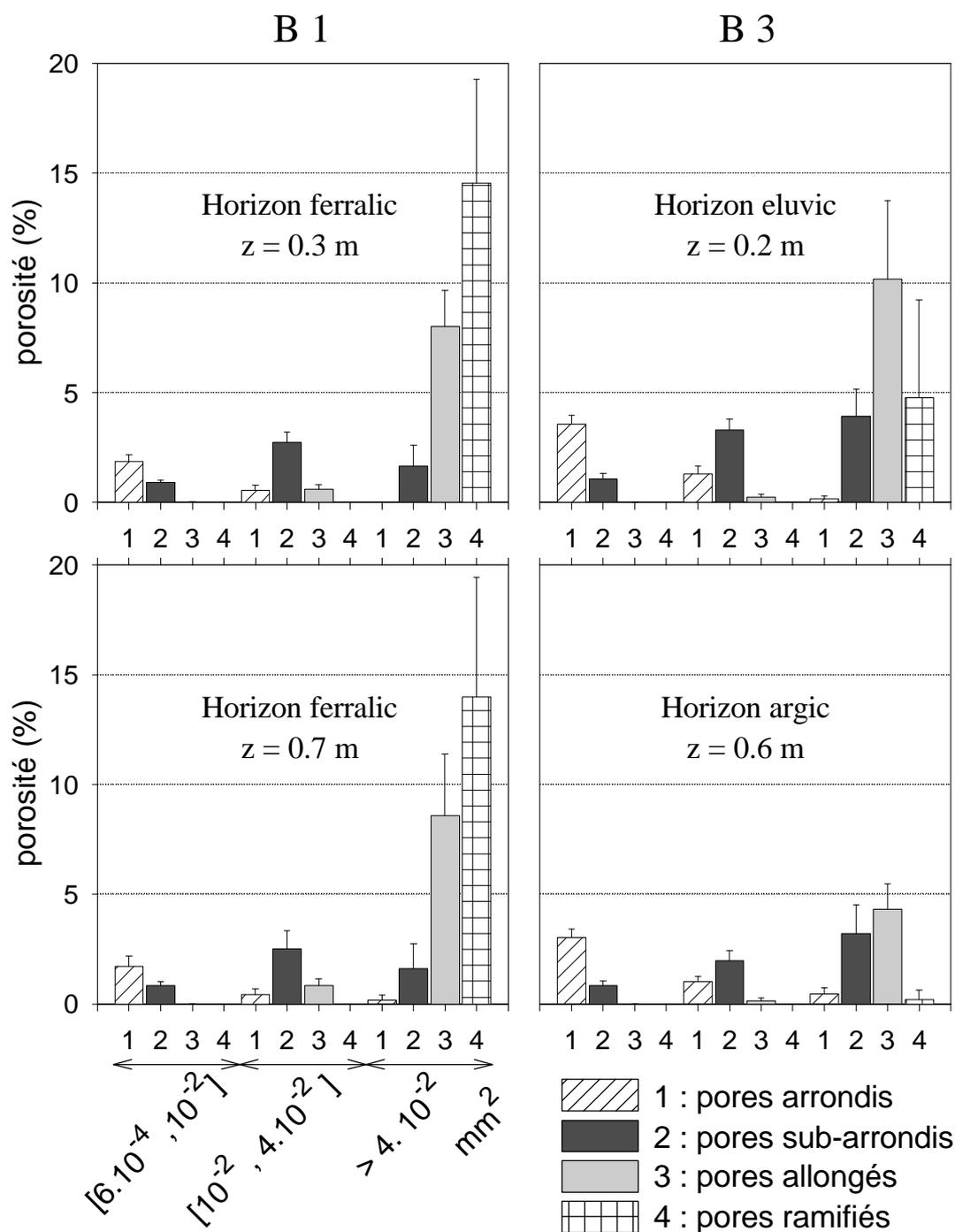


Figure 2 : Distribution de la porosité en fonction de la taille et de la forme des pores, par analyse d'images de lames minces, en quatre points de la toposéquence B (fosses B1 et B3).

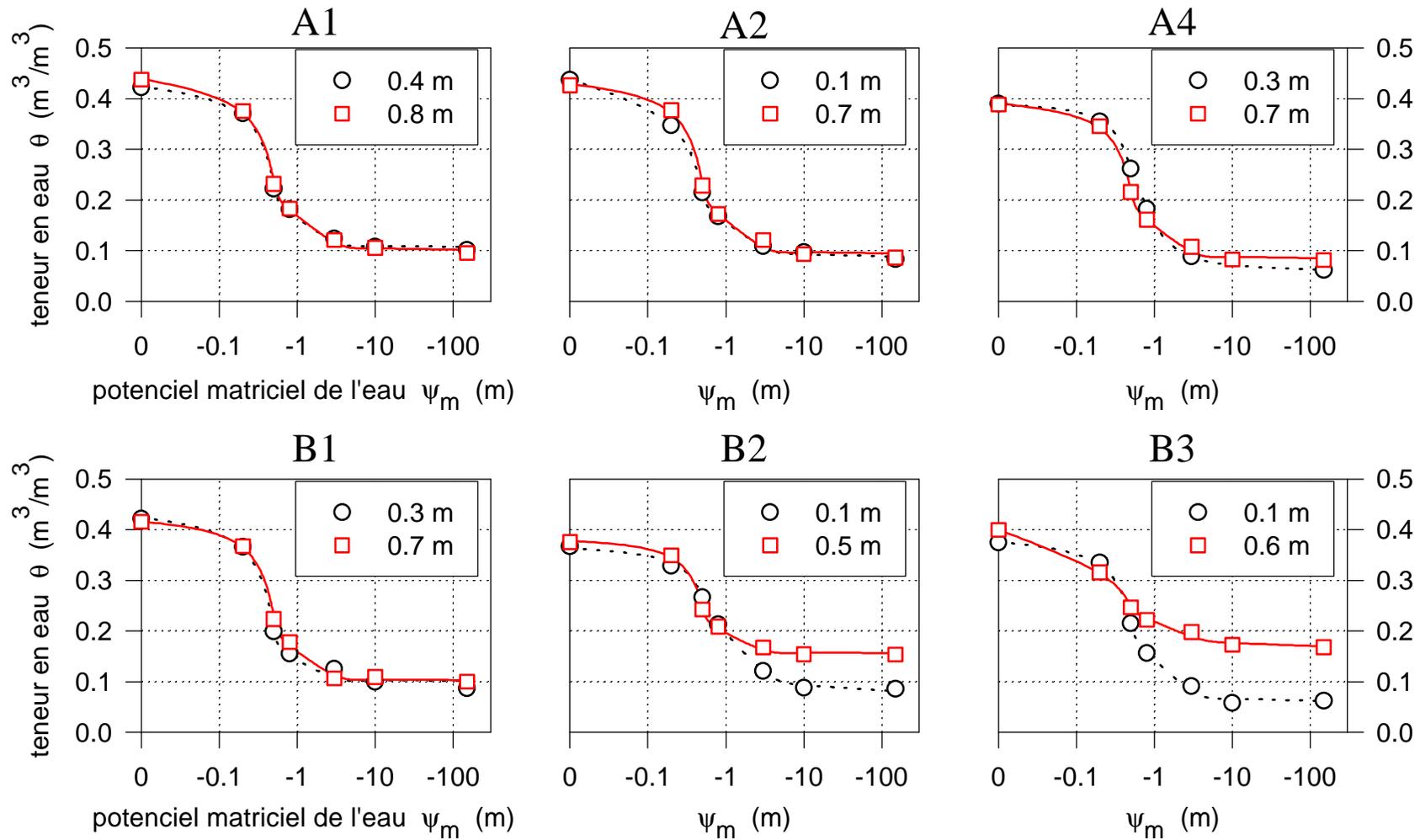


Figure 3 : Variations verticale et latérale de la courbe de désorption d'eau sur les deux toposéquences (mesures au laboratoire sur des échantillons à structure conservée de 100 cm^3)

Discussion et conclusion

Selon les observations au microscope optique, la formation des éléments structuraux enrichis en argile dans l'horizon argic résulte d'abord de la condensation, en sub-surface, des microagrégats argileux, puis d'un processus d'éluviation/illuviation. L'éluviation existe dans les deux toposéquences, mais la formation de l'horizon argic entraîne une accélération de l'appauvrissement en argile.

Il existe une étroite relation entre l'organisation et les caractéristiques hydrodynamiques des horizons. Les mesures mettent en évidence une discontinuité de structure et de conductivité hydraulique au niveau de l'horizon argic, par disparition des plus grands pores ramifiés, autrement dit des pores d'assemblage des grains de quartz et des microagrégats argileux, qui assurent la forte perméabilité de l'horizon ferralic.

La dynamique de l'eau n'est probablement pas uniforme au sein des systèmes ferralsols-acrisols, en particulier au cours des averses les plus intenses de saison des pluies. En effet, la moindre perméabilité de l'horizon argic, par rapport aux horizons ferralic et eluvic, doit induire un drainage à composante latérale de l'eau, alors que le drainage doit être vertical et profond dans l'horizon ferralic épais du ferralsol. Un flux hydrique latéral contribue à la pédogenèse et à l'évolution du modelé, par exportation de matières sous forme dissoute et/ou particulaire.

Le déterminisme de la formation de l'horizon argic n'est pas encore établi. Par une cartographie détaillée, nous verrons s'il existe un lien avec la profondeur d'apparition et/ou les caractères de l'altérite. Une modification des conditions de drainage externe et interne, à la suite de l'incision des talwegs, voire des collines, par des ravines, peut également être envisagée pour expliquer le changement d'organisation du sol.

Bibliographie

- BOULET R., CHAUVEL A., HUMBEL F.X. et LUCAS Y., 1982 - Analyse structurale et cartographie en pédologie (I) – les études de toposéquences et principaux apports à la connaissance des sols. Cah. ORSTOM, sér. pédol. vol. XIX n°4, p. 309-321.
- BOULET R., CHAUVEL A. et LUCAS Y., 1984 - Les systèmes de transformation en pédologie. AFES - Livre Jubilaire du Cinquantenaire, p. 167 - 179.
- BULLOCK P., FEDEROFF N., JONGERIUS A., STOOPS G., and TURSINA T., 1985 – Handbook for soil thin section description. Waine Research Publs, 152 p.
- CASTRO S.S., 1990 - Sistemas de transformação pedológica em Marília, SP: B latossólicos e B texturais. Tese de Doutorado DG/FFLCH/USP, SP, 247 p.
- HALLAIRE V. et COINTEPAS J.P., 1993 - Caractérisation de la macroporosité d'un sol de verger par analyse d'images. Agronomie, 13, p. 155 - 164.
- MIKLOS A. A. W., 1992 - Biodynamique d'une couverture pédologique dans la région de Botucatu (São Paulo - Brésil). Thèse Doct. Univ. Paris VI, Vol. 247 p.
- SALOMÃO F.X. de T., 1994 - Processos erosivos em Bauru (SP). Regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. Tese Doutorado DG/FFLCH/USP, SP, 200 p.

Mots clés : couverture pédologique, micromorphologie, comportement hydrodynamique, espace poral

Key words : soil cover, micromorphology, hydric behaviour, pore space