

**EFFETS DE LA STRUCTURE ET DES RACINES
DANS UN SOL FERRALLITIQUE ARGILEUX
SUR LE CYCLE DE L'EAU EN MILIEU FORESTIER AMAZONIEN**

A. Chauvel

LEST Centre ORSTOM de Bondy, 72 route d'Aulnay, 93143 Bondy CEDEX

Cet exposé reprend le contenu d'une communication présentée par A. Chauvel et al., en 1992, au VII Congrès Brésilien de météorologie, à São Paulo. Les références des annales de ce Congrès figurent dans la liste bibliographique.

RESUME

L'étude des relations sol-eau-racines est ici abordée dans un profil de sol ferrallitique argileux, profond de plus de 6 mètres, sous forêt amazonienne, dans la région Nord de Manaus.

L'analyse des données portant sur : 1- la distribution des racines, 2- les variations verticales de la structure et de la porosité, 3- le profil hydrique et 4- les mouvements de l'eau (révélés par marquage au tritium), indique un prélèvement d'eau important par les racines, en saison sèche, dans la partie médiane du profil et à la base de l'horizon B Ferrallitique argileux, à plus de 6 mètres de profondeur. L'hypothèse d'une régulation inter-annuelle du cycle de l'eau dans l'écosystème forestier est suggérée.

MOTS CLES : structure, racines, cycle de l'eau, forêt, Amazonie.

Le profil a été étudié en détail par Y. Lucas (1989), et par d'autres auteurs dont les données analytiques sont ici utilisées. Pour caractériser la porosité fine ($< 100 \mu\text{m}$) la distribution dimensionnelle des vides a été déterminée par la technique d'injection de mercure (Grimaldi et al. 1990). Les résultats obtenus sont représentés sous forme d'histogrammes de distribution des vides en différentes classes définies par un accroissement constant du logarithme décimal de r .

L'ensemble des résultats disponibles, et en particulier les spectres de porosité (fig 1 b), met en évidence la différenciation verticale suivante :

- dans les 40 cm superficiels se concentre la plus grande partie des nutriments, de la matière organique, des racines et de la biomasse microbienne. L'activité biologique maintient une porosité grossière à fine importante ;
- entre 0,4 et 3,5 m de profondeur, la structure micro-agrégée délimitée par un réseau de fines fissures, explique le caractère bimodal du spectre de porosité (fig 1 b) : les pores les plus petits ($< 0,1 \mu\text{m}$) sont situés entre les particules de kaolinite, tandis que les plus grands ($n \times 10 \mu\text{m}$) correspondent aux microfissures inter-microagrégats. Cette porosité fissurale diminue progressivement, avec la profondeur, de même que la micro-agrégation ;
- entre 3,5 et 5 m, la porosité est essentiellement interparticulaire, de diamètre inférieur à $0,1 \mu\text{m}$;
- entre 5 et 6,5 m apparaissent, en quantités croissantes avec la profondeur, dans des volumes verticaux en forme de doigts de gant, des nodules hématitiques et gibbsitiques caractéristiques de l'horizon nodulaire sous-jacent. La dégradation progressive de ces nodules, de bas en haut (Lucas 1989), est à l'origine de vides de dissolution qui se manifestent par le développement d'une porosité de dimensions comprises entre 1 et $100 \mu\text{m}$ visibles sur les spectres de porosité. Ces processus de dissolution qui affectent seulement des nodules hématitiques et gibbsitiques ne libèrent toutefois pas de nutriments.

LES VARIATIONS SAISONNIERES DU PROFIL HYDRIQUE

Les résultats des mesures d'humidité pondérale des échantillons prélevés par sondages jusqu'à 6 m de profondeur sont représentés sur la fig 1 c. La première courbe caractérise la fin de la saison des pluies (moyennes du 6/05/91) tandis que la seconde correspond au maximum de saison sèche (moyennes du 22/11/91). Les variations d'humidité permettent de caractériser quatre ensembles superposés :

- entre 0 et 40 cm, les teneurs en eau et l'amplitude de leurs variations entre les extrêmes sont maximales en superficie, et diminuent progressivement vers le bas ;
- de 0,4 m à 3,5 m les humidités relevées au maximum de sécheresse (liées aux teneurs en argile) varient peu en fonction de la profondeur, tandis que celles mesurées en fin de saison des pluies (plus dépendantes de la structure) diminuent progressivement vers le bas, de même que le stock d'eau disponible ;
- de 3,5 à 5 m, les deux courbes tendent à se confondre et les taux d'humidité diminuent faiblement avec la profondeur ;
- en dessous de 5 m, les teneurs en eau au maximum de sécheresse continuent à diminuer avec la profondeur, mais celles qui sont caractéristiques de la fin de saison des pluies se maintiennent, puis augmentent fortement vers le bas dès qu'apparaissent des concentrations de nodules. L'amplitude des variations entre les valeurs extrêmes présente un maximum à la base des horizons B, comparable à celui observé en surface. A l'observation, on constate que les surfaces observées à la limite de l'horizon nodulaire, présentent un aspect brillant révélateur de la présence d'un film d'eau libre.

LES MOUVEMENTS DE L'EAU DANS LE SOL

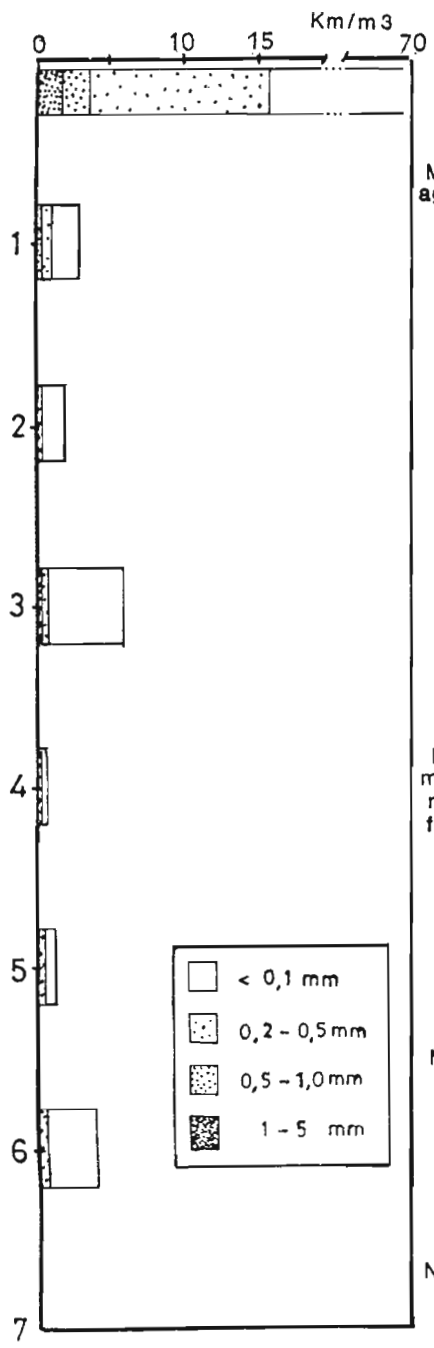
Le marquage artificiel de l'eau par l'isotope de l'hydrogène a été largement utilisé pour mesurer la vitesse d'infiltration et le stockage de l'eau dans les sols. Dans la recherche réalisée en collaboration entre l'INPA et l'AIEA, (Rozanski et al. 1992), l'injection de tritium (activité 420 μCi et 560 μCi) a été faite sur parcelles de 3 x 3 m en avril 1990, suivie par un apport de 300 l d'eau non marquée pour faire entrer l'eau marquée dans le profil et éviter la perte de tritium par évaporation. Les échantillons de sol ont été prélevés 59, 114 et 377 jours après l'injection de tritium. L'extraction de l'eau et les analyses isotopiques ont été réalisées au "Laboratoire d'Hydrologie Isotopique de l'AIEA".

Les résultats (fig 1d) montrent une infiltration lente de l'eau marquée en fin de saison des pluies : après 59 jours, le pic de tritium se situe seulement à près de 1 m de profondeur. Ce pic se déplace peu durant la saison sèche si bien qu'en octobre, 114 jours après l'injection, il se localise encore à près de 1,5 m de profondeur. Entre octobre 1990 et mai 91, période recouvrant toute la saison des pluies, le pic d'eau marquée atteint 3,5 m de profondeur dans le sol. On observe une perte de près de 40 % du tritium entre 1,5 et 3,5 m de profondeur, qui indique une absorption significative de l'eau du sol par les racines existantes entre ces niveaux. La vitesse d'infiltration de l'eau, calculée à partir du déplacement du tritium est ainsi

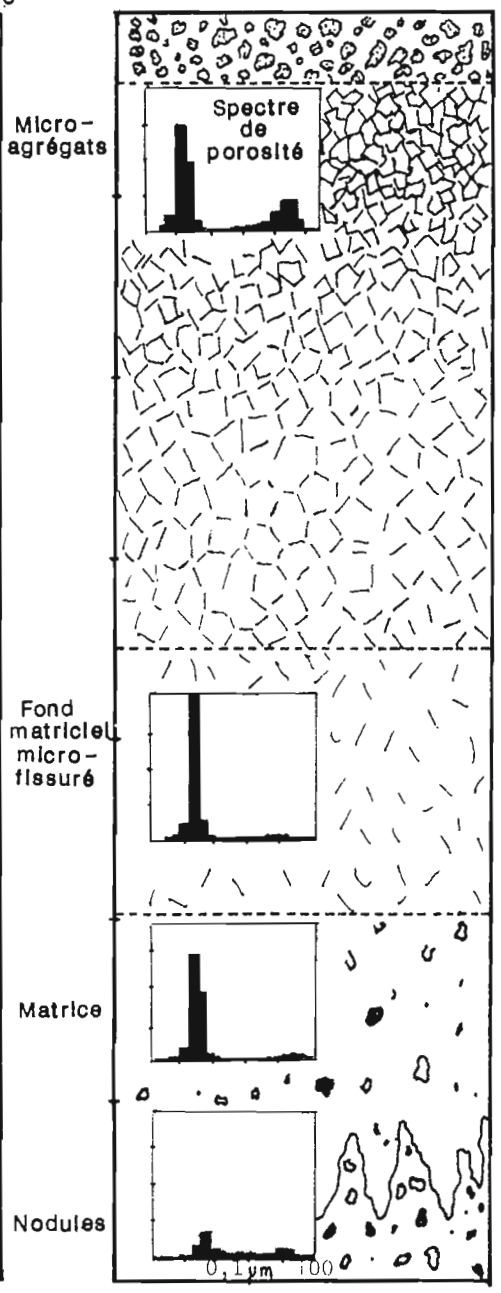
- Nepstad D C, Carvalho C R, Davidson E A, Jipp P H, Lefebvre P A, Negreiros G H, Silva E D da, Stone T A, Trumbore S E & Vieira S (1994) - The role of deep roots in hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures. *Nature*. vol. 372 : 666-669.
- Nobre C, Sellers P J & Shukla J (1991) - Amazonian deforestation and regional climate change. *Journal of climate*. 4 : 957-987.
- Rozanski K, Araguas Araguas L, Plata Bedmar A, Tancredi A C, Franken W (1992) - Downward movement of soil moisture in the Central Amazon region traced by means of hydrogen isotopes. *Intern. Symp. on Use of Stable Isotopes in Plant Nutrition, Soil Fertility and Environmental Studies*. IAEA.
- Van Wambeke A (1974) Les propriétés agricoles des oxisols. *Pédologie* 24 : 191-195.

Liste des figures

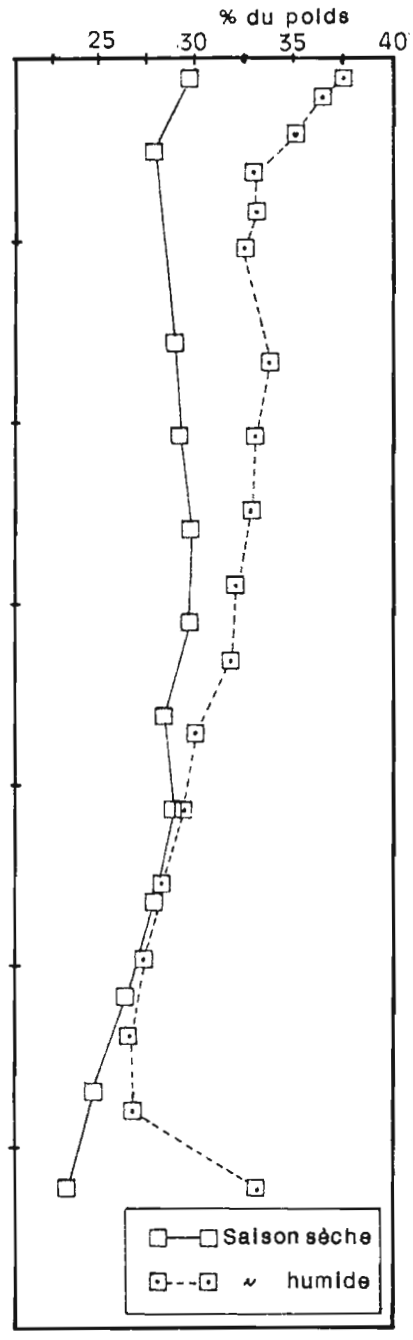
Fig. 1 Diagramme du profil de sol ferrallitique montrant : a/ la distribution des racines, b/ la structure de sol et le spectre de porosité, c/ les profils hydriques de saison sèche et de saison humide, d/ l'infiltration de l'eau marquée par le tritium.



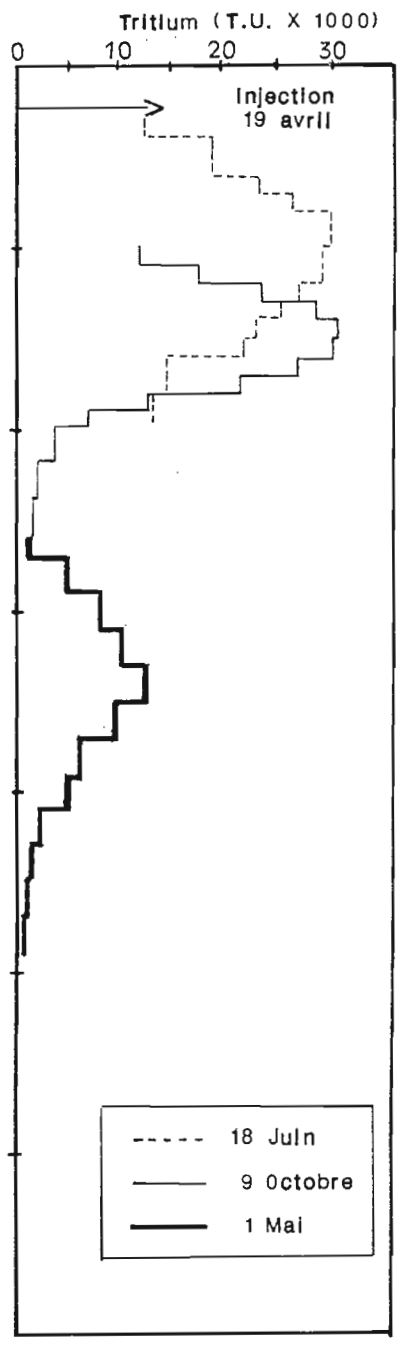
a/ Distribution des racines



b/ Morphologie du sol et spectre de porosité



c/ Profils hydriques



d/ Infiltration de l'eau marquée au tritium