

MODALITÉ DE L'INFILTRATION DE L'EAU DANS UN SOL STRUCTURÉ

IRIS J.M., FRITSCH E., JANEAU J.L.

Pédologie

INTRODUCTION

La dynamique de l'eau dans les sols est analysée classiquement par l'intermédiaire des paramètres de la loi de Darcy généralisée (VACHAUD et *al.*, 1978). Cette loi fondée sur la linéarité des flux microscopiques dans un milieu homogène (MATHERON, 1967) n'est pas applicable à l'étude des matériaux pédologiques dont l'espace poral est hétérogène à l'échelle microscopique.

L'influence de l'organisation du sol sur son comportement hydrique (FEODOROFF, 1965, SEDGHI, 1978, LESSARD, 1981) est étudié ici dans un sol structuré de Basse Côte d'Ivoire. L'étude comparée du réseau poreux et de l'évolution du stock hydrique en phase d'humectation a permis de mettre en évidence (i) l'aspect discontinu de l'humectation matricielle, (ii) la dissociation des dynamiques d'humectation et de percolation et (iii) d'en proposer une interprétation structurale.

1. LE SOL ET LES CONDITIONS EXPERIMENTALES

Le site est localisé sur un bourrelet de berge dans un sol de texture limono-argileuse d'origine alluviale. Dans la zone de prospection racinaire du bananier, limitée aux quarante premiers centimètres, le matériau présente un réseau poral microscopique organisé en deux catégories de pores qui communiquent entre eux.

+ Un premier réseau de pores de grande taille (500 microns) occupe l'ensemble du matériau. Leurs associations atteignent 3 mm et délimitent les éléments structuraux macroscopiques.

+ Un second réseau de pores de plus petite taille (100 à 200 microns) est ouvert dans la matrice fine du sol et est connecté aux plus grands pores.

Ces réseaux constituent l'essentiel de la macroporosité (tableau 1).

Profondeur (cm)	Totale	Porosité (%)	
		micro	macro
0 - 10	62,5	27,5	34,5
10 - 20	55,5	25,4	30,1
20 - 30	49,9	27,1	22,8
30 - 40	50,6	31,4	13,2
0 - 40	218,5	111,6	100,9

Tableau 1 : Mesures porosimétriques.

Au cours d'une semaine d'expérimentation sur le sol couvert d'un paillage de protection l'apport des cinq pluies identiques de 80 mm s'est infiltré dans le sol. Le dispositif d'infiltration par aspersion contrôlée (ASSELINE et VALENTIN, 1978) a donc permis

de mesurer exactement le débit d'infiltration de l'eau dans le sol (figure 1).

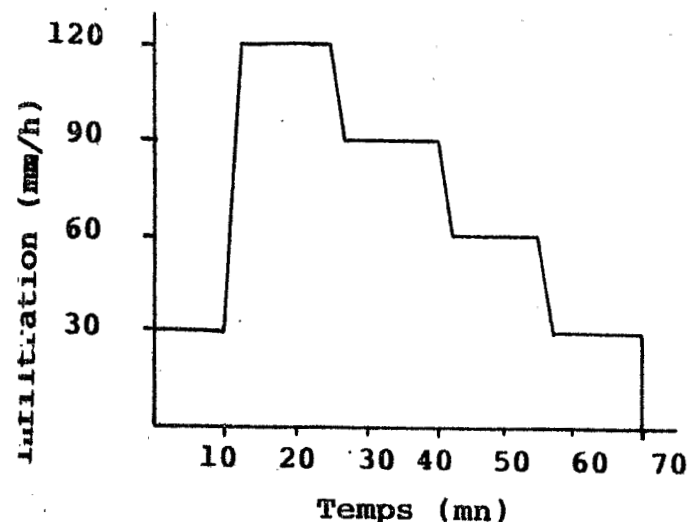


Fig. 1 : Débit d'infiltration expérimentale.

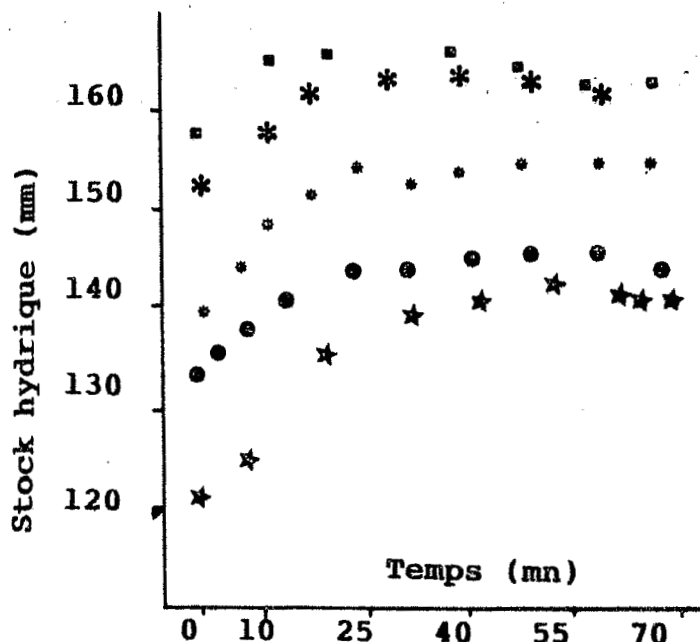


Fig. 2 : Evolution du stock hydrique du sol sous les pluies expérimentales.
 P1 = ; P2 = ; P3 = ; P4 = * ; P5 =

II. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Le stock hydrique du sol suivi par des mesures neutroniques en phase d'humectation (figure 2) augmente régulièrement sous la pluie jusqu'au palier marquant un état stationnaire du stock.

La dynamique d'humectation du sol reste sensiblement identique pour chaque pluie avec cependant un accroissement de la valeur du stock hydrique final. La dépendance linéaire qui apparaît entre les vitesses d'humectation et les valeurs de stock dès la seconde pluie expérimentale (figure 3 et tableau 2) permettent d'établir les courbes analytiques d'évolution des stocks en phase d'humectation.

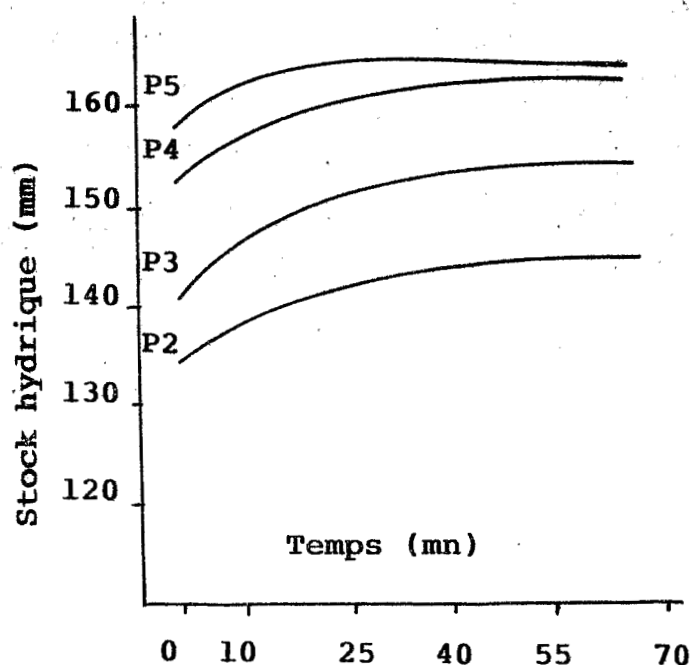


Fig. 3 : Dynamiques de recharge du stock hydrique.

Pluie expérimentale	a	b	Coefficient de corrélation	Risque (%)
1	NON SIGNIFICATIF		- 0,733	6,1
2	- 3,5	551,3	- 0,958	0,02
3	- 3,3	515,3	- 0,886	0,15
4	- 3,3	530,0	- 0,924	0,85
5	- 6,5	1057,1	- 0,925	0,28

Tableau 2 : Coefficients de la regression linéaire
 $dH/dt = a \cdot H + b$.

H = Stock hydrique instantané, t = temps en minutes.

Les courbes analytiques déduites des régressions (figure 3) sont bornées par une valeur maximum du stock atteinte au cours de la pluie expérimentale. La dernière pluie provoque une ascension rapide du stock imputable au faible délai de ressuyage qui a séparé P4 de P5.

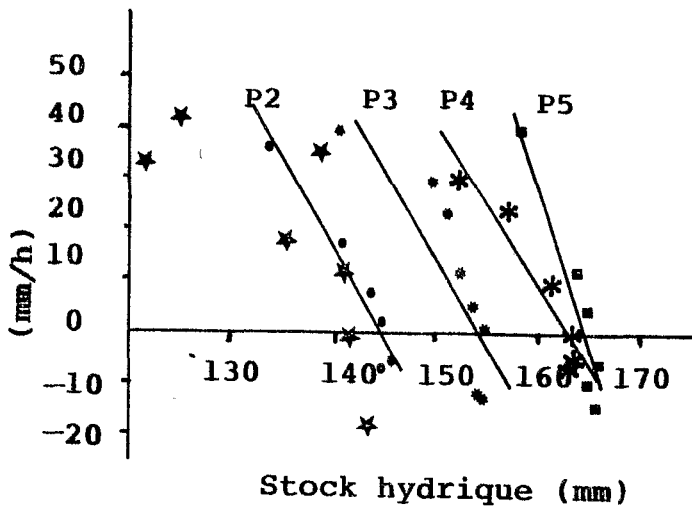


Fig. 4 : Evolution des stocks hydriques sous la pluie ; courbes analytiques.

Le tableau 3 indique, pour chaque pluie les variations du stock hydrique du sol, on remarque que la recharge n'excède pas 15 mm malgré une infiltration totale de 80 mm.

Pluie	Stock initial	Stock final	Recharge
1	-----	SANS SIGNIFICATION	-----
2	133,8	144,7	10,9
3	140,2	154,5	14,3
4	152,6	163,1	10,5
5	158,4	164,5	6,1

Tableau 3 : Recharge du stock hydrique ; valeurs limites.

III. INTERPRETATION STRUCTURALE

La régularité et la répétabilité de la dynamique de l'humectation du matériau dans des conditions d'apport irrégulières permet de dissocier les dynamiques d'humectation matricielle et de percolation de l'eau dans le sol.

Lorsque le stock hydrique se stabilise sous la pluie la dynamique de la percolation suit exactement les fluctuations brutales et arbitraires du débit d'apport en surface. Dans ce cas, l'indépendance entre ces deux phénomènes peut être étendue à l'indépendance physique de leur localisation dans le réseau poral.

L'accroissement sensible des valeurs initiales et finales du stock hydrique au cours de l'expérimentation indique que le comportement du matériau en phase d'humectation est influencé par des transformations hydrodynamiques intervenant au cours des périodes de ressuyage.

L'organisation du réseau poral apparaît ici comme étant un paramètre fondamental de la dynamique de l'eau à partir duquel tous ces résultats peuvent être expliqués simplement. Au début d'une pluie l'eau d'infiltration s'engage dans le réseau macroporeux qui constitue une voie d'écoulement rapide. L'humectation matricielle débute à l'interface vide/matrice fine à la périphérie du réseau. Cette humectation lente est soumise à l'influence des gradients de charge intra agrégat dans la porosité matricielle. Du fait des rapports des vitesses de percolation et d'humectation. La recharge hydrique matricielle se stabilise à la saturation d'une gaine entourant le réseau poreux. Le palier d'humectation correspond alors à cette saturation apparente, dès cette stabilisation l'ensemble de l'apport traverse le matériau sans participer à son humectation jusqu'à la fin de la pluie.

Les transformations survenant après la pluie sont de deux types :

1) il y a diminution du stock hydrique qui, sans l'annuler réduit la recharge hydrique du matériau. Elle peut être imputée à la vidange du réseau macroporeux par voie gravitaire.

2) une transformation des propriétés du matériau entraîne, au cours de la pluie suivante, la répétition de la dynamique d'humectation. Selon le schéma proposé elle ne peut résulter que de la désaturation de la frange matricielle responsable de l'humectation.

L'augmentation de la valeur du stock initial d'une pluie à la suivante est le signe d'une redistribution lente de l'eau d'humectation vers l'intérieur des agrégats selon des modalités classiques sous l'effet de potentiels de charge.

Il est donc vraisemblable que dans un tel matériau structuré, les modalités de l'humectation en conditions naturelles soient discontinues au moins en apparence et que les recharges hydriques soient, en volume, beaucoup plus faibles que les apports infiltrés dans le sol.

CONCLUSION

La dissociation des phénomènes d'humectation matricielle et de percolation n'a pu être montrée dans ce sol structuré que par la possibilité de provoquer des infiltrations successives avec des intensités contrôlées.

Dans ces conditions, l'organisation du réseau poral est un paramètre fondamental de la dynamique de l'humectation. Celle-ci s'effectue de façon discontinue selon des modalités qui diffèrent largement du modèle généralisé de Darcy.

D'un point de vue agronomique, il apparaît nettement que l'organisation du sol est un facteur qu'on ne peut négliger avant de définir des normes d'irrigation : dans l'exemple cité et dans des conditions expérimentales optimales, 20 % de l'apport infiltré participe à la recharge hydrique de la zone de prospection racinaire.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSELIN, J. et VALENTIN, C. (1978). Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion.
Cah. ORSTOM, sér. Hydrol. 25 (4) : pp. 321-350.
- FEODOROFF, A. (1965). Etude expérimentale de l'infiltration de l'eau non saturante.
Ann. Agron. 19 (3) : pp. 231-263.
- LESSARD, L. (1981). Caractérisation hydrodynamique *in situ* d'un sol non saturé et évolution structurale.
Bull. A.F.E.S. 1981 (1) : pp. 55-72.
- MATHERON, G. (1967). Eléments pour une théorie des milieux poreux.
Masson et Cie, edit. 166 p.
- SEDHI, H. (1972). Etude de l'écoulement de cases lysimétriques.
Ann. Agron. 23 (1) : pp. 51-76.
- VACHAUD, G. et *al.* (1978). Méthodes de caractérisation hydrodynamique *in situ* d'un sol non saturé. Application à deux types de sol du Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique.
Ann. Agron. 29 (1) : pp. 7-36.