

## MESURE AU LABORATOIRE DE LA PERMÉABILITÉ D'ÉCHANTILLONS DE SOL NON REMANIÉS

par Ch. TOBIAS\*

*Méthode de mesure de la perméabilité de sols, inspirée de la technique mise au point à Vergière (Gard) et appliquée à des échantillons de sols tropicaux (sols ferrugineux tropicaux sur matériel détritique du Continental Terminal). Les mesures sont effectuées sur des échantillons de sol de forme cubique, non remaniés et orientés. On décrit successivement le prélèvement des échantillons sur le terrain, leur préparation au laboratoire et la mesure proprement dite. Cette méthode est applicable à des sols présentant une certaine cohésion, et dépourvus d'inclusions dures de grosse taille.*

Dans le cadre de l'étude des sols de la Casamance, le Laboratoire de Physique des sols du Centre de Hann a été amené à adapter une méthode permettant de mesurer de façon assez rigoureuse la perméabilité des sols.

Deux types de sols ont été étudiés : les sols rouges faiblement ferrallitiques et les sols beiges ferrugineux lessivés à taches et concrétions, tous deux sur matériel sablo-argileux du Continental Terminal. Il est en effet apparu rapidement que les caractères physiques revêtent une importance particulière dans cette étude.

La méthode présentée ici dérive de celle mise au point à la Station de Vergière (Gard).

Le schéma général des opérations est le suivant : des blocs cubiques de sol de 10 cm d'arête sont découpés à la scie dans des monolithes taillés dans le profil. Ces cubes sont enrobés de paraffine ; une cuve

---

\* Chargé de Recherches. Centre ORSTOM Dakar.

que l'on superpose à ces blocs permet de faire percoler de l'eau en la maintenant à charge constante. Un dispositif permet de recueillir l'eau qui percole et de mesurer ainsi le débit.

La perméabilité est calculée en appliquant la loi de DARCY :

$$K_{\text{cm/min}} = \frac{Q l}{h s}$$

où  $Q$  = quantité d'eau ayant percolé (ml/mn)

$l$  = hauteur de l'échantillon (cm)

$h$  = hauteur totale du liquide (cm)

$s$  = surface de l'échantillon (cm<sup>2</sup>)

Dans notre cas, pour une hauteur totale d'eau de 12 cm on aura :

$$K_{\text{cm/min}} = \frac{Q}{120}$$

## I - PRÉLÈVEMENT ET PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

### a. Prélèvement sur le terrain

Des monolithes verticaux de section carrée (40 × 40 cm) et de hauteur variable suivant la cohésion des sols (1,50 m et plus à Séfa) sont taillés sur une des faces du profil. Ces monolithes sont découpés horizontalement à la scie en éléments de 15 cm d'épaisseur, puis transportés au Laboratoire où le découpage est plus aisé.

### b. Préparation au laboratoire

Les éléments amenés au laboratoire sont découpés approximativement en quatre blocs, dont les dimensions excèdent largement celles du cube que l'on veut obtenir. Une petite caisse, de dimensions extérieures 30 × 30 × 15 cm, pourvue de rainures métalliques permettant de guider rigoureusement la lame de scie, facilite le découpage de ces blocs en cubes de 10 cm d'arête.

Ce découpage nécessite certaines précautions :

- éviter d'ébrécher les arêtes et les sommets des cubes,
- respecter l'orientation du cube.

Paraffinage :

Le cube de terre est posé sur une feuille de papier (par exemple feuille de papier journal) étalée sur une paille. On dispose autour de celui-ci une boîte métallique en tôle de zinc de dimensions 12 × 12 × 10 cm, et on coule dans l'intervalle de la paraffine chauffée. La paraffine présente le grave inconvénient d'avoir un coefficient de dilatation élevé lorsqu'elle passe à l'état liquide : lors du refroidissement, il se forme entre

l'échantillon et la paraffine solide une fente qui peut atteindre 2 mm et plus, susceptible de nuire gravement à la précision des mesures. Pour y remédier il faut éviter de chauffer trop fortement la paraffine : le stade idéal est celui où il commence à apparaître un film solide à la surface du liquide. De plus, le remplissage doit se faire en plusieurs fois (4 ou 5), de telle sorte que le liquide vienne remplir les fentes qui se sont éventuellement formées précédemment. Pour des expériences analogues, on pense utiliser à l'avenir le brai qui ne présenterait pas ces inconvénients.

## II - MESURES AU LABORATOIRE

### a. Description de l'appareil

La cellule de mesure est constituée de trois parties :

- une cuve supérieure à niveau constant, reposant sur
- le bloc-échantillon (cuve moyenne).
- une cuve inférieure de réception des eaux ayant percolé.

La cuve à niveau constant (11 × 11 × 15 cm) est fixée à chaud sur le bloc échantillon et vient s'insérer dans la paraffine : deux lames fixées au bas de la cuve limitent sa descente à 1 cm. Sur une des parois sont disposés deux tubes d'évacuation de l'eau en excès, correspondant respectivement à une charge d'eau  $H$  de 12 et 20 cm.

La cuve de réception des eaux de percolation (15 × 15 × 10 cm) est munie d'un tube d'écoulement de l'eau situé exactement au niveau de la base de l'échantillon. Celui-ci repose sur une grille métallique munie de deux poignées en fil de fer permettant de sortir l'ensemble échantillon — cuve à niveau constant ; un support de grille maintient le tout à 2 cm au-dessus du fond de la cuve de réception et facilite l'écoulement de l'eau. Une ouverture pratiquée dans le fond de la cuve de réception permet la vidange et le nettoyage quand les mesures sont terminées.

Le tube d'écoulement de la cuve de réception se prolonge par un tube de caoutchouc qui est branché sur l'éprouvette graduée pendant les mesures ou sur une gouttière métallique d'évacuation (période de percolation sans mesure).

L'ensemble des 10 cellules est alimenté par l'intermédiaire d'une colonne de verre munie de 10 robinets branchée sur la conduite d'arrivée d'eau. Un tube de caoutchouc prolonge l'extrémité de la colonne et élimine l'excès d'eau.

### b. Mesures

L'échantillon, prélevé vers la fin de la saison sèche, arrive le plus souvent au laboratoire dans un état de dessiccation assez poussé. Une première partie de la mesure consiste à réhumecter l'échantillon ; celui-ci étant en place dans l'appareil, on emplit d'eau la cuve de réception jusqu'à sensiblement 2 cm du sommet

de l'échantillon : l'humectation se fait ainsi par le bas. Elle peut être considérée comme terminée lorsqu'un morceau de buvard posé sur l'échantillon se trouve imbibé d'eau.

On procède ensuite à la mesure proprement dite de la perméabilité : on détermine la quantité d'eau qui percole à travers l'échantillon pendant un temps déterminé. Les mesures peuvent être répétées à des intervalles réguliers sans interrompre la percolation pour mettre en évidence une éventuelle variation de la perméabilité. Les mesures initiales prévoyaient une charge unique  $H$  de 20 cm ; cette charge s'est rapidement révélée trop forte pour certains échantillons (niveaux superficiels et ensemble des sols rouges) et a été ramenée à 12 cm.

### III - CONCLUSIONS

La note présentée ici n'a pas la prétention d'être une étude de la méthode, mais simplement une description technique de l'appareil. Un rapport ultérieur donnera tous les détails de cette méthode (analyse critique et résultats obtenus).

On peut cependant immédiatement signaler les avantages et les inconvénients de cette technique :

- les mesures sont effectuées sur des échantillons assez volumineux,
- ces échantillons ne subissent aucune modification structurale,
- l'orientation de l'échantillon lors de la mesure est connue par rapport à sa situation dans le profil. Notons à ce propos la possibilité d'effectuer des mesures de perméabilité horizontale, en retournant l'échantillon de 90°.

Les mesures ont été effectuées sur des sols de texture sablo-argileuse à argilo-sableuse, présentant à la fin de la saison sèche une très grande cohésion : le découpage des échantillons à la scie ne pose donc pas de difficulté particulière. Par contre, cette technique paraît difficilement applicable à des sols meubles (sols de type dior, essentiellement sableux) ou présentant des inclusions dures (cailloux, gravillons).

L'humectation de l'échantillon avant la mesure présente une importance particulière : elle doit se faire par le bas de l'échantillon, être lente et complète pour éliminer le maximum d'air.

De plus, les résultats ne concernent qu'un aspect de la perméabilité globale des sols. Les hydrogéologues utilisent couramment la notion de « perméabilité en grand » et « perméabilité en petit », qui peut être transposable dans une certaine mesure à l'étude des sols. Dans notre cas, seule la perméabilité en petit est mesurée et l'échantillonnage sur le terrain se heurte fréquemment à des difficultés lorsque l'activité des termites laisse de nombreux canaux, ou lorsqu'il y a de grandes fentes de dessiccation (nécessité d'effectuer plusieurs répétitions).

### BIBLIOGRAPHIE

- HENIN (S.), FEODOROFF (A.), GRAS (R.), MONNIER (G.), 1960. — Le profil cultural. Principes de physique des sols. Soc. Ed. Ingénieurs Agricoles, Paris, 320 p.
- BOURRIER (J.), 1965. — La mesure des caractéristiques hydrodynamiques des sols par la méthode Vergière. *Bull. techn. Génie Rural*, n° 73, 96 p.

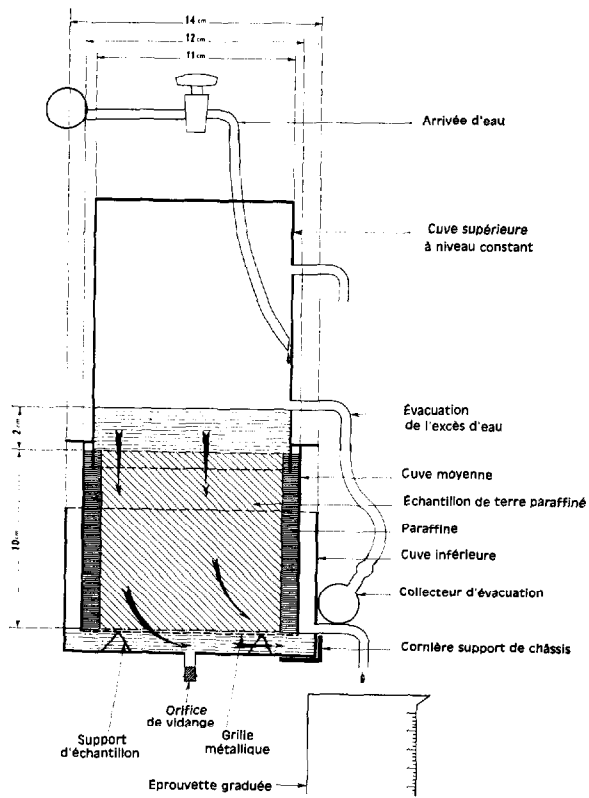


FIG. 1. — Schéma général d'une cellule.

FIG. 2 et 3. — Schémas montrant les différents stades de la préparation de l'échantillon depuis le monolithe jusqu'à l'échantillon paraffiné.

FIG. 2.

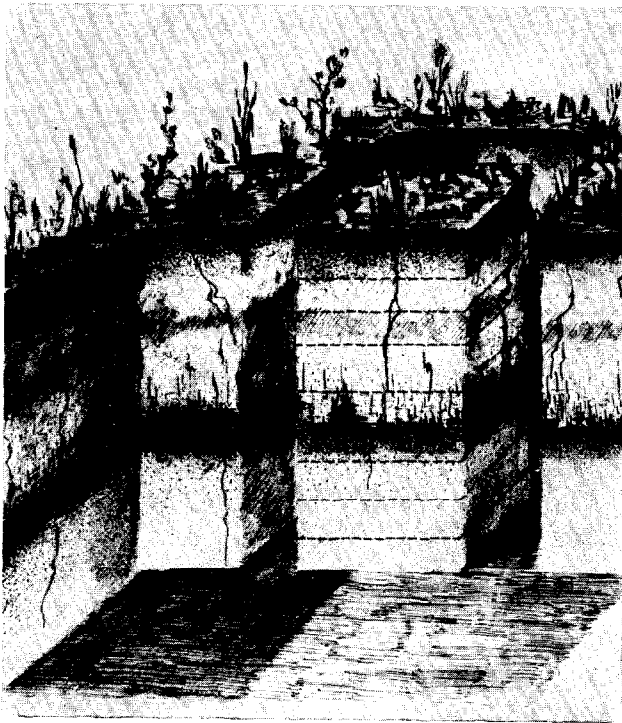
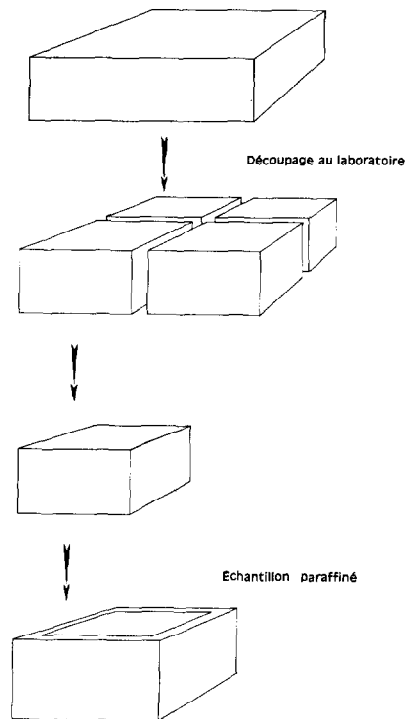


FIG. 3.



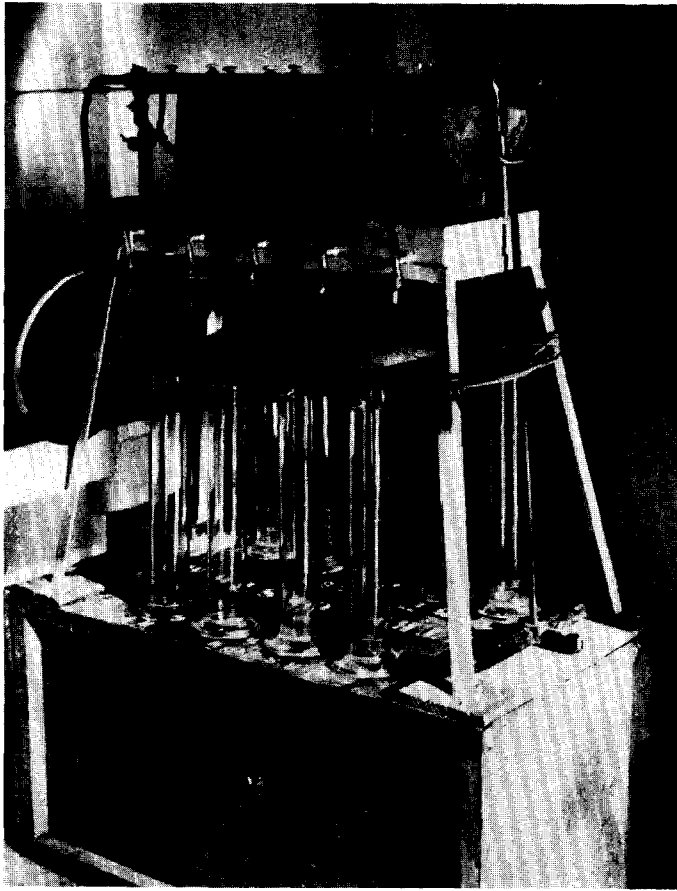


FIG. 4. — Vue de l'ensemble de l'appareil.

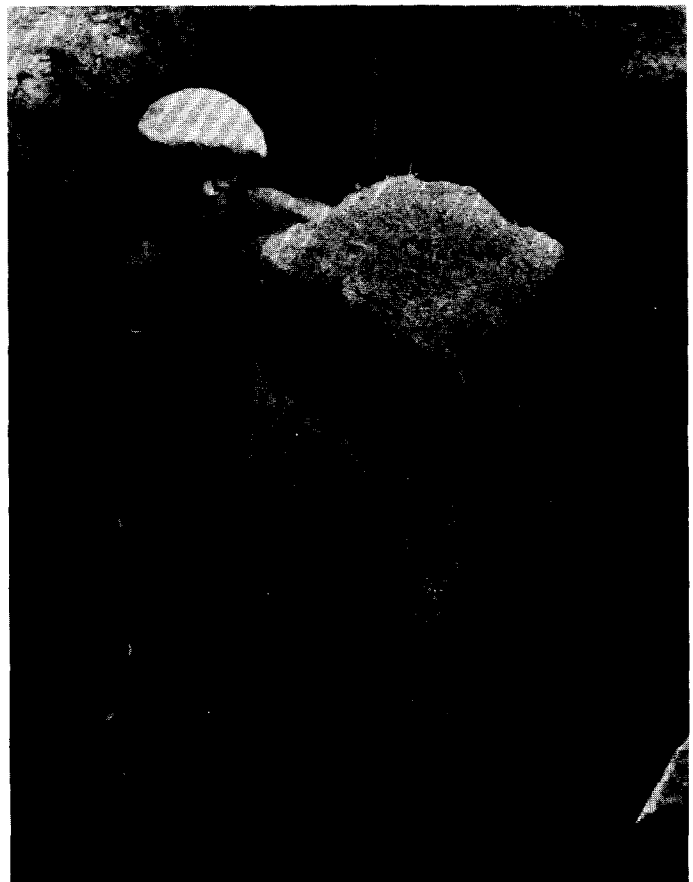


FIG. 5. — Découpage du monolithe de sol dans le profil.

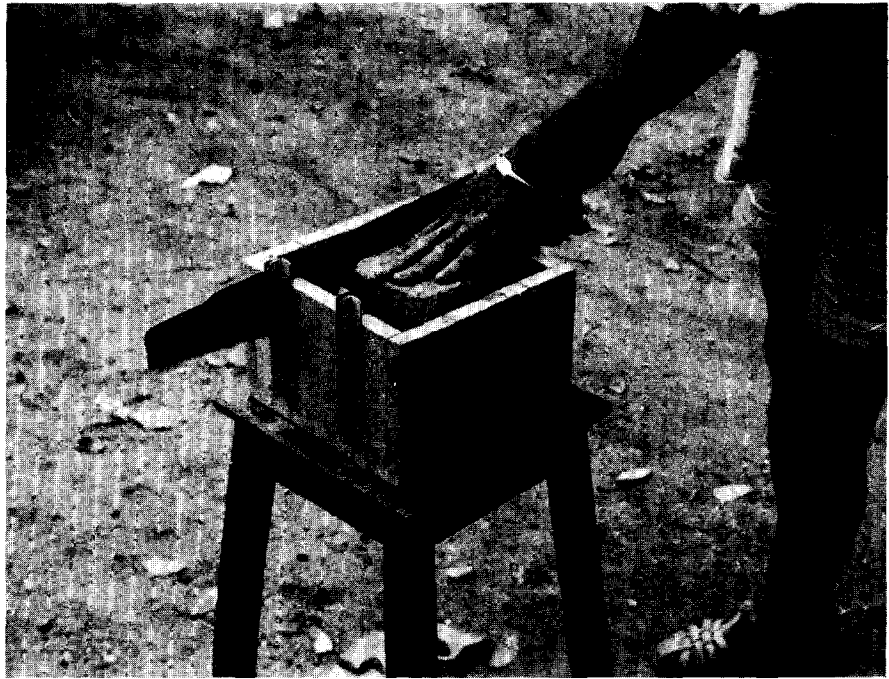


FIG. 6 et 7. — Préparation de l'échantillon par découpage à la scie.

