

MISE EN EVIDENCE DE L'ANISOTROPIE ET CONSEQUENCE DE LA COHESION SUR LE RETRAIT

(Etude expérimentale : premiers résultats)

BELLIER G.*
LARVY DELARIVIERE J.*

I. INTRODUCTION

Une méthodologie nouvelle et originale a été proposée pour la détermination des paramètres pédohydriques des sols. Elle repose sur l'étude de la variation du volume d'un échantillon de sol non remanié lorsque sa teneur en eau varie (BRAUDEAU, 1987, 1988 a). Grâce au développement d'un appareillage simple de laboratoire appelé "rétractomètre" cette méthode est de plus en plus accessible et pratiquée. La détermination précise de la courbe de retrait est désormais possible grâce à l'utilisation de capteurs spécifiques dont la résolution est de quelques microns seulement, les variations de teneurs en eau étant mesurées avec une balance de précision 0,01g. Les différents paramètres pédohydriques sont ensuite calculés à partir du modèle mathématique proposé par BRAUDEAU (1988 b).

Un problème toutefois demeure pour l'estimation du volume de l'échantillon. L'évaluation étant faite à partir d'une mesure unidimensionnelle, dans un plan vertical, suppose que l'hypothèse de l'isotropie du retrait soit validée.

De nombreux travaux concernant surtout le milieu ferrallitique (MAPANGUI,1992 ; PANGO,1993 ; COLLEUILLE,1993) ont montré le caractère sigmoïdal et uni-modal dominant des courbes de retrait.

L'application de la rétractométrie à l'étude des sols des autres milieux: cas des sols limoneux du bassin parisien, sols volcaniques de la région centre-pacifique du Nicaragua (PRAT,1991), sols des milieux carbonatés du plateau de Meknes, a révélé l'existence de courbes de retrait plus complexes multi-modales (fig. 1).

* ORSTOM Bondy - Unité Hydrophysique

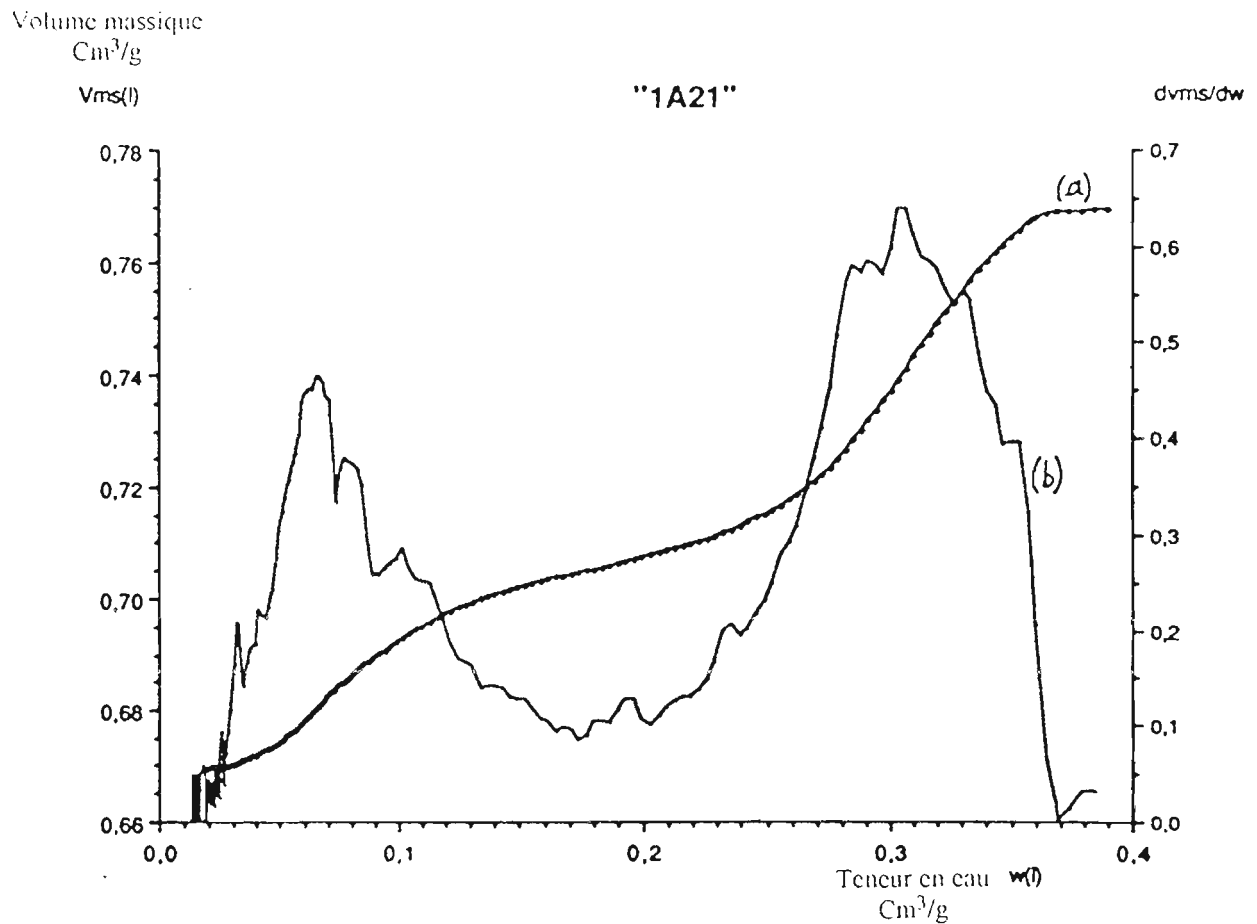


Figure 1 : Courbe de retrait (a) et sa dérivée $dvms/dw$ (b) d'un horizon A 2 de sol limoneux faiblement lessivé.

Suite aux travaux réalisés sur un sol limoneux de la région de Grignon on constate dans les premières minutes de dessiccation un fort retrait (fig. 7) qui souvent coïncide avec une déformation importante à la base de l'échantillon. Ce phénomène est d'autant plus marqué que l'humidité est élevée et proche de la saturation. Ces observations portent à croire que l'effet de la gravité n'est pas négligeable surtout pour les sols à texture légère, sableuse, à faible cohésion. Anisotropie ou tassement ?

II. MATERIEL ET METHODES

Afin de vérifier l'hypothèse d'isotropie et pour estimer le retrait dans deux directions nous avons été amenés à concevoir un nouvel appareillage comportant pour les mesures dans le plan horizontal des capteurs sans contact du type barrière laser analogique et dans le plan vertical un capteur de déplacement inductif (fig. 2).

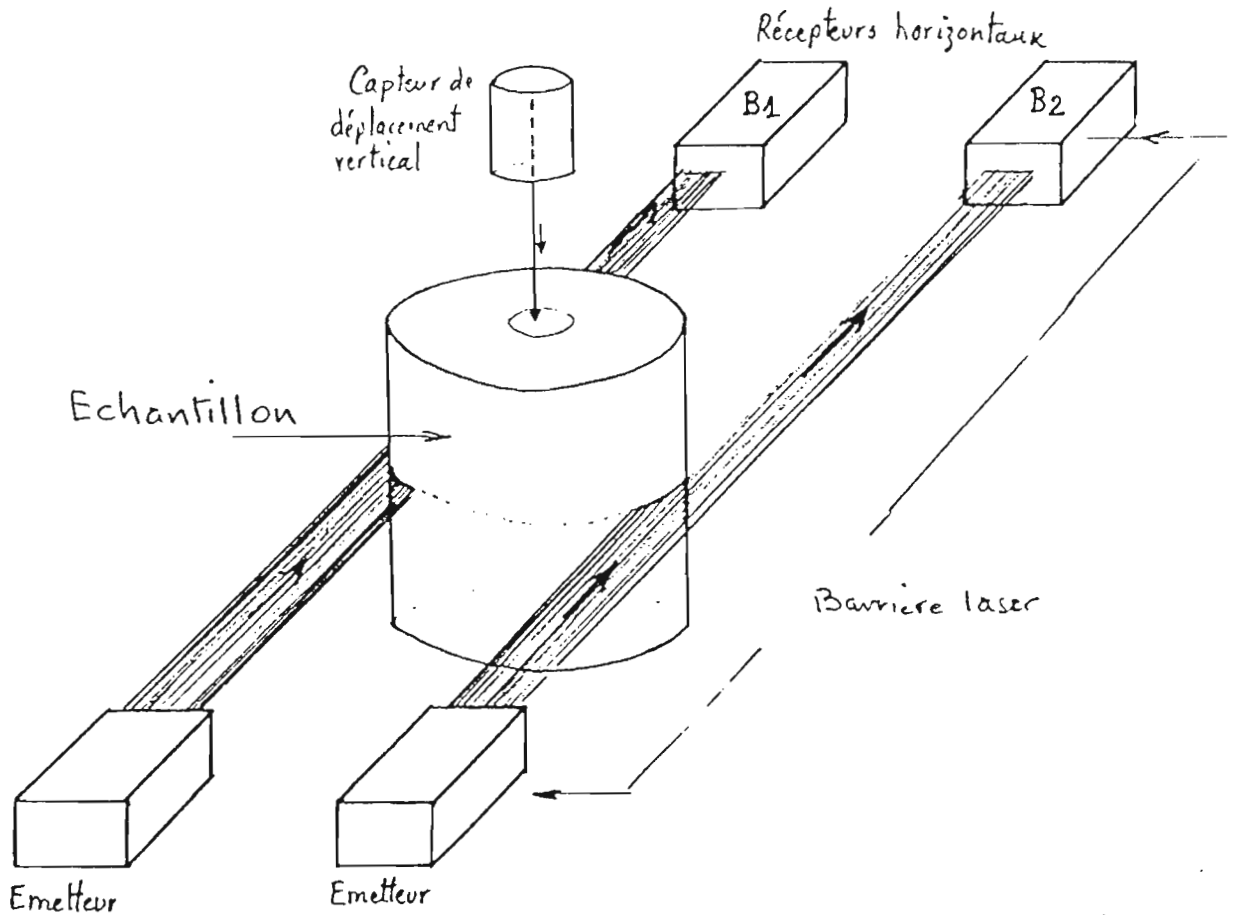


Figure 2 : schéma du dispositif de mesure.

Pour estimer l'influence du facteur cohésion sur le retrait nous avons enrichi les échantillons en matière organique fermentescible sous la forme d'apport de farine de luzerne aux doses de 1 et 2 %. Les échantillons ont ensuite été mis à incuber deux semaines dans une étuve à 28° C.

Pour minimiser la dispersion des résultats due à l'hétérogénéité des prélèvements nous avons préféré travailler sur des échantillons remaniés préparés à partir de terre tamisée à 2 mm extraite de l'horizon B du sol faiblement lessivé sur limons (parc de l'INA-PG GRIGNON). Tous les échantillons sont préparés de manière à avoir à saturation la même masse volumique, dans des cylindres de 50 mm de diamètre et 50 mm de hauteur. Les échantillons ainsi reconstitués enrichis ou non enrichis sont placés sur une plaque poreuse puis saturés avec de l'eau. Pour assurer la cohésion des agrégats les échantillons sont soumis à une contrainte de pression de 100 kilopascals (pF 3). Ainsi consolidés, ils seront extraits des cylindres métalliques. Ceux ayant reçu un apport de M.O. seront mis à l'étuve puis maintenus à l'humidité équivalente à pF 3 pendant toute la durée de l'incubation. Tous les échantillons seront saturés de nouveau avant d'être placés à plat sur le rétractomètre.

III. RESULTATS

Les courbes (I) et (II) sont calculées selon l'hypothèse de l'isotopie du retrait, (I) à partir des mesures faites dans le plan horizontal (diamètre du cylindre), (II) à partir des mesures réalisées dans le plan vertical (hauteur).

Courbes de retrait de l'échantillon témoin.

On constate (fig. 3) un écart significatif entre ces deux courbes. Comparée à la courbe (II), la courbe (I) présente pour toute l'étendue des mesures une plus forte amplitude $\Delta V_m = 0,18 \text{ cm}^3/\text{g}$ contre $0,09 \text{ cm}^3/\text{g}$. On observe aussi un retrait plus marqué aux fortes teneurs en eau entre 0,28 et 0,36 cm^3/g . Le rapport $V_m(\text{diam})/V_m(\text{haut})$ n'est pas constant et varie surtout pour les teneurs en eau supérieures à 30 % (fig. 4).

L'estimation des variations du volume et du retrait global est donc dans ce cas dépendante du sens de la mesure.

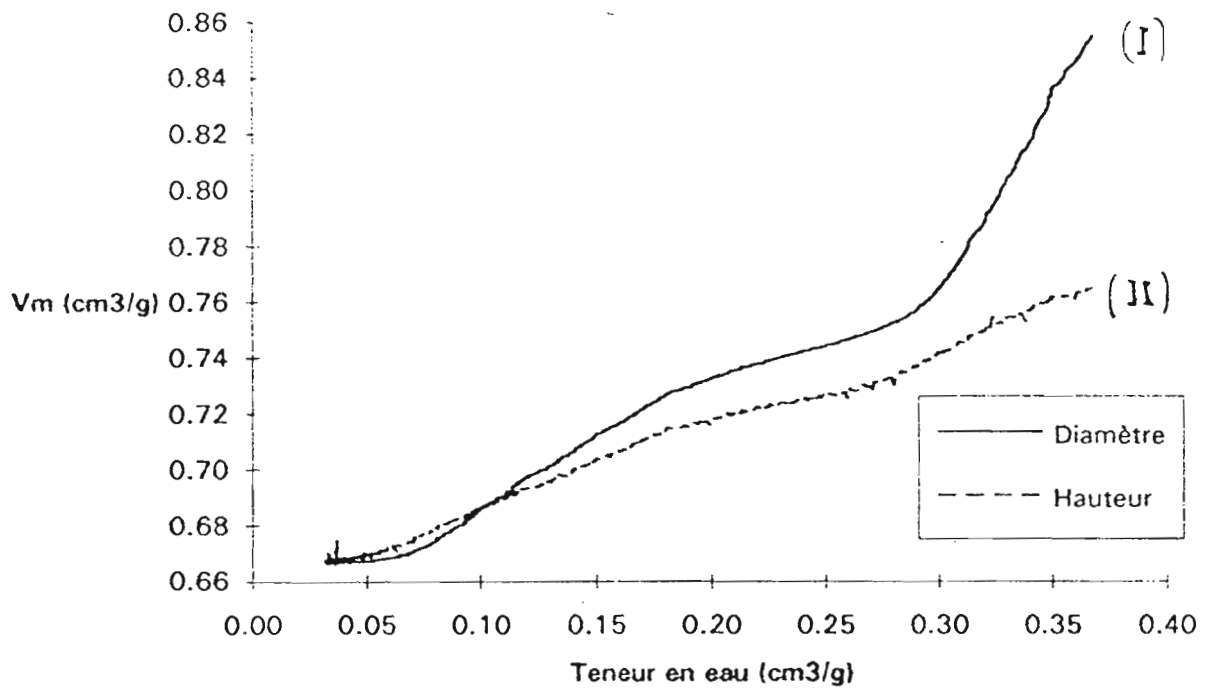


Figure 3 : courbes de retrait de l'échantillon témoin calculées d'après la mesure du diamètre (I) et de la hauteur (II).

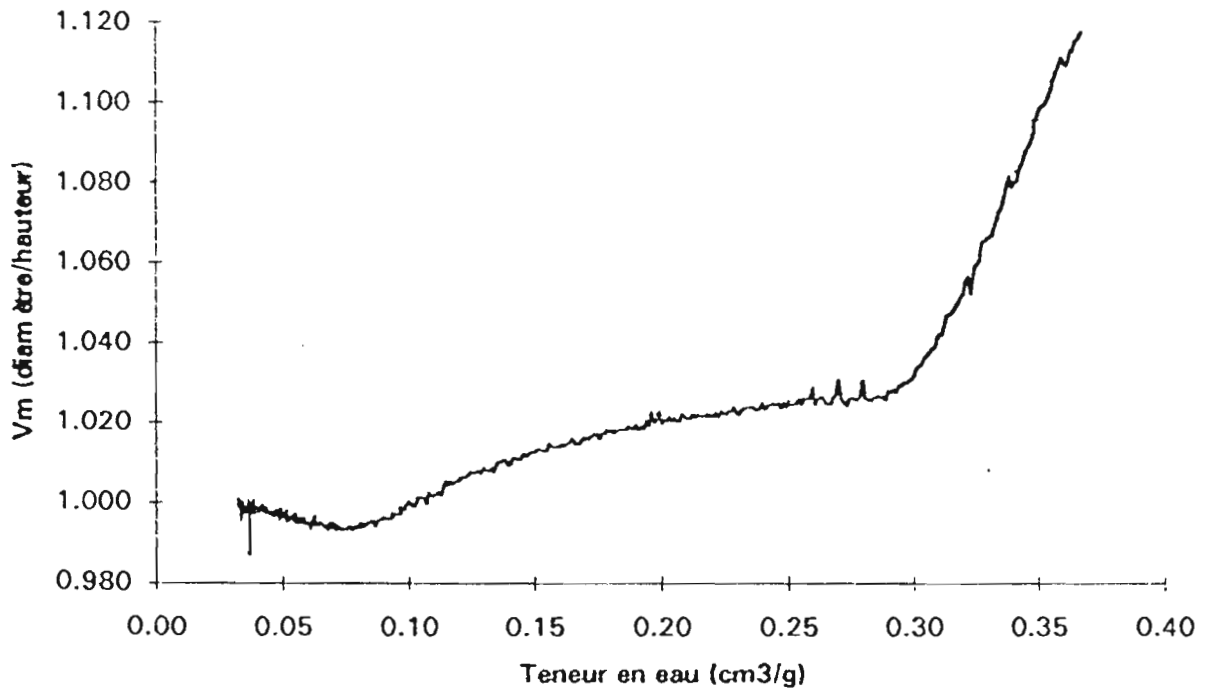


Figure 4 : variation du rapport des volumes massiques (V_m) calculés à partir du diamètre (I) et de la hauteur (II) de l'échantillon témoin, en fonction de la teneur en eau.

Courbes de retrait des échantillons enrichis en M.O. :

L'écart entre les courbes de retrait (I) et (II) est faible mais significatif (fig. 5). Le retrait global calculé à partir de la mesure du diamètre reste supérieur à celui calculé à partir de la hauteur. Entre les teneurs en eau 0,20 et 0,35 cm³/g les deux courbes présentent un long palier régulier hormis une petite inflexion au début du retrait un peu plus marquée sur la courbe (I).

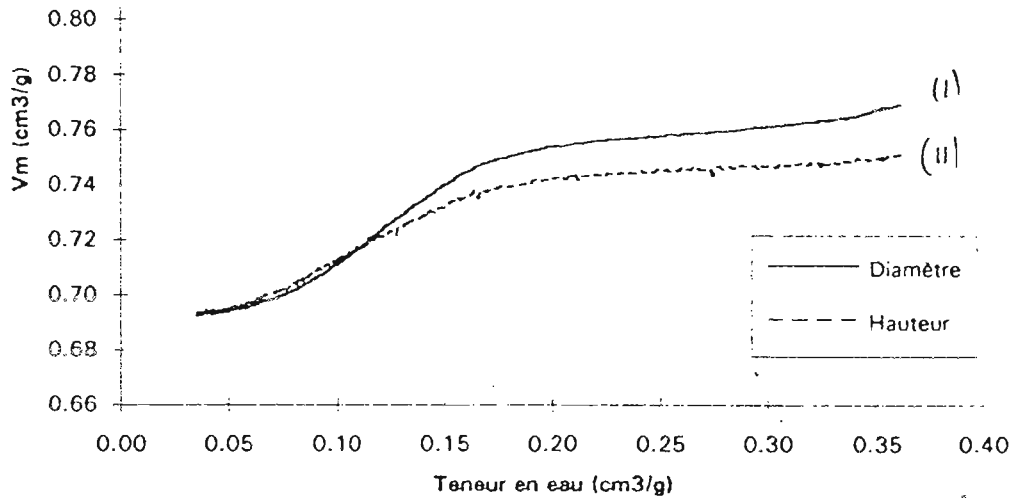


Figure 5 : courbes de retrait de l'échantillon enrichi à 1% de M.O. calculées d'après la mesure du diamètre (I) et de la hauteur (II).

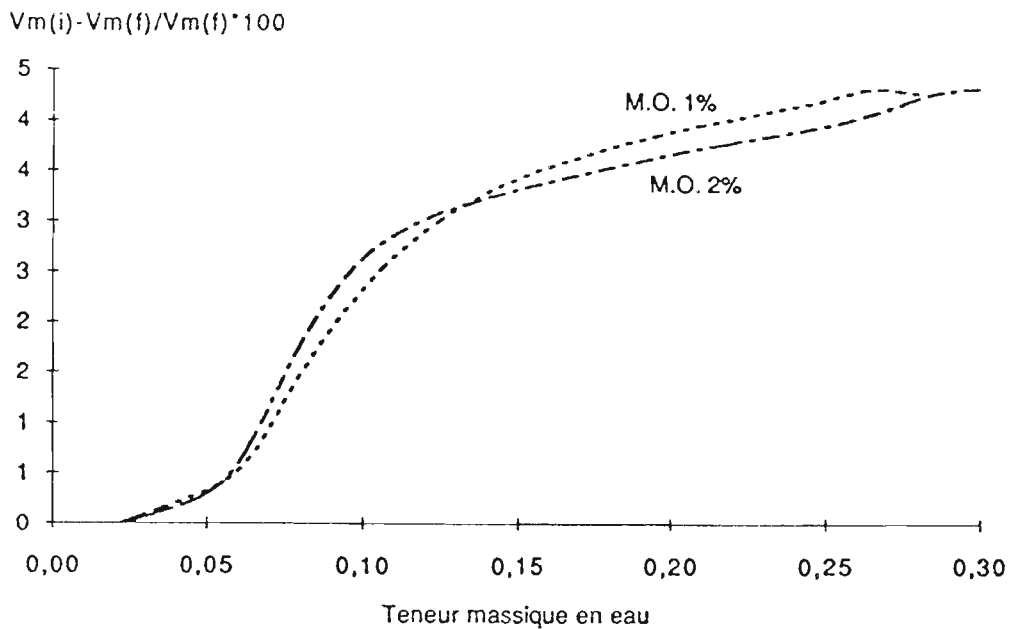


Figure 6 : courbes de retrait (exprimée en ΔV_m) des échantillons enrichis à 1 et 2 % de M.O. calculées d'après la mesure de la hauteur (II).

Il ne semble pas y avoir un effet dose M.O. très marqué entre 1% et 2% ; les écarts observés sont peu significatifs compte tenu de l'absence de répétition (fig. 6).

Il existe bien un effet améliorant de la M.O. sur la stabilité de la structure et plus particulièrement sur la cohésion entre les particules et les agrégats préexistants (fig. 7). Rappelons que ces mesures sont faites sur échantillons reconstitués.

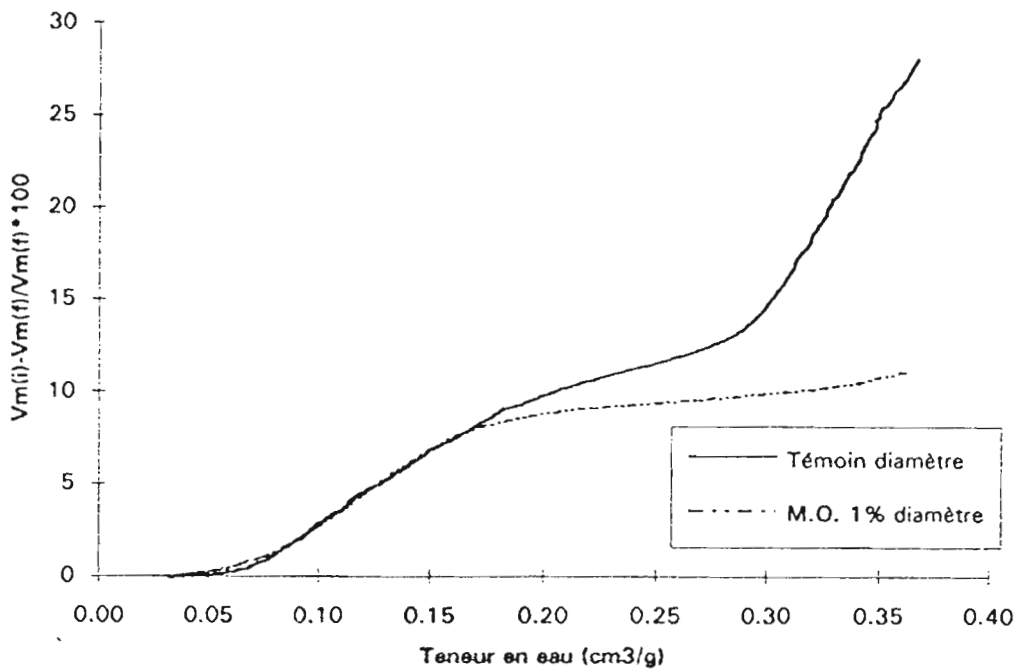


Figure 7 : courbes de retrait (exprimée en ΔV_m) des échantillons enrichis ou non calculées d'après la mesure du diamètre.

L'augmentation de cette cohésion a pour effet ici de limiter surtout le gonflement ou le foisonnement au moment de la réhumectation, celle-ci étant réalisée sans contrainte. A l'inverse, lors de la dessiccation, le retrait structural sera par conséquent plus limité. On constate cependant que le retrait normal n'est pas significativement affecté ainsi que le point d'entrée d'air dans la microporosité.

CONCLUSION

L'utilisation de nouveaux capteurs rendant possibles les mesures dans le plan horizontal a permis de révéler une anisotropie à l'échelle d'un échantillon reconstitué de terre tamisée à 2 mm.

L'apport de matières organiques a mis en évidence l'effet cohésion sur le comportement au gonflement et au retrait et les retombées sur la courbe de retrait.

Pour l'interprétation de ces courbes et des paramètres qui en résultent il apparaît maintenant nécessaire de prendre en compte non seulement le retrait vertical mais aussi horizontal ou de déterminer le coefficient d'anisotropie. La sensibilité au tassement, la cohésion, l'hétérogénéité (nature et organisation) des phases solides seront aussi des éléments à prendre en compte et donc à mieux observer et à mieux quantifier.

BIBLIOGRAPHIE

- BRAUDEAU E., 1987. Mesure automatique de la rétraction d'échantillons de sol non remaniés. *Science du sol*, 25, 2 : 85-95.
- BRAUDEAU E., 1988a. Equation généralisée des courbes de retrait d'échantillons de sol structuré. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 307, II : 1731-1734.
- BRAUDEAU E., 1988b. Essai de caractérisation quantitative de l'état structural d'un sol, basé sur l'étude de la courbe de retrait. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 307, II : 1933-1936.
- COLLEUILLE H., 1993. Approches physique et morphologique de la dynamique structurale des sols. Application à l'étude de deux séquences pédologiques tropicales. Thèse Univ. Paris VI. ORSTOM.
- MAPANGUI A., 1992. Etude de l'organisation et du comportement de sols ferrallitiques argileux de la vallée du Niari (Congo). Conséquences sur l'évolution physique sous culture de manioc en mécanisé depuis 15 ans. Thèse Univ. Paris VI. ORSTOM
- PANGO B., 1993. Evolution spatio-temporelle des sols rouges ferrallitiques du bassin versant de Booro-Borotou (Cote d'Ivoire). Thèse Univ. Paris VI. ORSTOM.
- PRAT C., 1991. Etude du talpetate, horizon volcanique induré de la région Centre Pacifique du Nicaragua. Genèse, caractérisation morphologique, physicochimique et hydrodynamique, son rôle dans l'érosion des sols. Thèse Université Paris VI. ORSTOM.