

COMPORTEMENT DES HORIZONS D'UN SOL ARGILEUX EN FONCTION DE L'ETAT HYDRIQUE : ETUDE D'ECHANTILLONS A STRUCTURE CONSERVEE

V. SORANI¹, A. BRUAND², B. FOURNIER¹, D. TESSIER³

RESUME

Les analyses physico-chimiques et les descriptions morphologiques effectuées sur des profils de pélosols (eutric gleysol, F.A.O.) développés sur les argiles de Lignières (Éocène) ont mis en évidence l'existence de deux matériaux argileux superposés.

Pour étudier le comportement de ces matériaux argileux vis-à-vis de l'eau, des échantillons de dimension centimétrique à structure conservée ont été soumis à différents potentiels hydriques. Les variations de volume et de teneur en eau ont été discutées en relation avec la géométrie de l'espace poral obtenue à l'issue de la dessiccation. Des différences concernant le retrait potentiel, l'espace poral et la dynamique du retrait ont été observées entre les échantillons malgré des constitutions très proches.

Ces différences sont en accord avec la présence de deux matériaux dans les profils de sol mais montrent que les seules données morphologiques (structure, oxydo-réduction) et analytiques (granulométrie, minéralogie) ne permettent pas de prévoir les comportements enregistrés.

INTRODUCTION

Les sols argileux développés sur la formation des Argiles de Lignières (Éocène) (DEBRAND-PASSARD et MEDIONI, 1975) ont été l'objet d'études pédologiques en vue du drainage (SERVANT et DUPONT, 1983 ; SORANI, 1985). Les descriptions de profils de sol montrent l'existence de deux matériaux argileux superposés et recouverts localement par une formation sableuse plio-quadernaire (formation d'Ardentes). Sur le terrain, ces matériaux argileux se distinguent l'un de l'autre par des caractères liés aux phénomènes d'oxydoréduction (taches, couleur) et à l'organisation (dimension et type de structure, position dans le profil). Les résultats des analyses physico-chimiques et minéralogiques montrent que les différences de constitution sont trop faibles (granulométrie, nature et taille des particules, cations échangeables) pour conduire avec certitude à des comportements distincts (rétention d'eau, retrait-gonflement, etc.). De plus, le matériau ayant la plus faible teneur en argile est celui qui possède l'argile ayant la plus grande affinité pour l'eau (SORANI, 1985).

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence des différences de comportement, notamment en ce qui concerne les phénomènes de retrait et les variations de la géométrie de l'espace poral qui en résultent.

MOTS CLEFS : Retrait-gonflement - Espace poral - Porosimétrie - Fissuration.

KEY WORDS : swelling and shrinkage properties, pore size distribution, porosimetry, soil craking.

1) Chaire de Pédologie, INA PG Centre de Grignon, 78850 Thiverval-Grignon.

2) Service d'Etude des Sols et de la Carte Pédologique de France INRA Ardon, 45160 Olivet.

3) Station de Science du Sol. INRA, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.

I. - MATERIEL ET METHODES

A) Les échantillons étudiés

Les échantillons étudiés proviennent d'une parcelle située sur la commune de Chezal-Benoit (Cher). La description du profil de sol dont ils sont issus et les résultats analytiques permettent de penser qu'il existe deux matériaux argileux superposés I et II (tableau 1).

Tableau 1 : Analyses physico-chimiques d'un sol développé sur les Argiles de Lignières.

Physico-chemical data of soil developed on Lignieres clay.

HORIZON	GRANULOMETRIE			pH eau	pH KCl	M.O. (%)	C.E.C. mé / 100 g d'argile	SURFACE EXT. m ² /g d'argile	MINERALOGIE DES ARGILES
	<2µm	2 à 50µm	50 à 2000µm						
A _p	56,1	25,5	18,4	5,9	4,9	2,85	27	-	-
(B)	94,7	2,6	2,7	4,8	3,7	0,6	28	134	Illite Kaolinite
IC	93,1	2,9	4,0	4,6	3,5	0,3	30	134	Illite Kaolinite
IIC	77,8	16,1	6,1	4,7	3,6	0,4	38	170	Illite Kaolinite

Tableau 2 : Caractéristiques morphologiques d'un sol développé sur les Argiles de Lignières.

Morphological characteristics of a soil developed on Lignieres clay.

HORIZON	PROFONDEUR (cm)	STRUCTURE	POROSITE INTER- AGREGATS	TACHES D'OXYDO-REDUCTION couleur Munsell humide
A _p	0-25	polyédrique émoussée	nombreuses fissures pores biologiques	7,5 YR 5/8 (ocre rouge)
(B)	25-60	prismatique à sous- structure polyédrique	quelques fissures pores biologiques	7,5 YR 5/8 (ocre rouge)
IC	60-95	continue	absente	2,5 YR 5/4 (rouge brun)
IIC	> 95	à caractère verticale	très faible	2,5 YR 5/4 (rouge brun)

Dans ce profil de sol (tableau 2), qui peut être rattaché à un pélosol (eutric gleysoil, F.A.O.), des blocs de dimension décimétrique ont été prélevés dans les horizons (B), IC et IIC à des volumes d'eau massiques de respectivement 0,40, 0,36 et 0,32 cm³.g⁻¹. Ils ont été conservés à une température voisine de 4°C. Les échantillons étudiés sont des mottes de dimension centimétrique (4-7 cm³) obtenues par fragmentation à la main à partir des blocs prélevés. Selon l'horizon dont ils proviennent, on les nommera H.(B), H.IC, et H.IIC.

B) Etude de l'espace poral des échantillons humides

L'évolution du volume des échantillons et de leur contenu en eau au cours de la dessiccation renseigne indirectement sur la dynamique de la géométrie de l'espace poral (NEWMAN et THOMASSON, 1979 ; TESSIER, 1984 ; BRUAND, 1986 ; BRUAND et PROST, 1987).

1. Fixation de l'état hydrique

Entre pF 1,0 et pF 4,4, l'état hydrique est fixé en soumettant durant une semaine les échantillons à une pression pneumatique (de 10^3 Pa à 25.10^5 Pa) à l'aide des dispositifs décrits par RICHARDS (1941), TESSIER et BERRIER (1979). Pour les valeurs de pF > 4,4, on utilise des solutions salines sursaturées (TESSIER, 1975). L'équilibre est atteint après avoir suivi l'évolution du poids des échantillons au cours de la dessiccation. Bien que seul le potentiel matriciel de l'eau (ψ_m) soit fixé dans le premier cas et non le potentiel total (ψ_t) comme dans le second, on considèrera que les composants de ψ_t autres que ψ_m sont négligeables entre pF 1,0 et pF 4,4.

2. Volume total massique (V_t)

Il représente le volume total de l'échantillon, c'est-à-dire la somme du volume des pores occupés par l'eau, du volume de ceux occupés par l'air et du volume de solide. Il est rapporté à la masse de l'échantillon séché à 105°C et exprimé en $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$. On le détermine à l'aide de la « méthode au pétrole » après avoir laissé l'échantillon au contact du pétrole pendant une nuit (MONNIER et al., 1973). Les valeurs retenues sont des moyennes calculées à partir de 6 répétitions.

3. Volume d'eau massique (V_e)

Comme pour V_t , V_e est rapporté à la masse de l'échantillon séché à 105°C, exprimé en $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ calculée à partir de 6 répartitions. Ce calcul fait intervenir la masse de l'échantillon avant qu'il ne soit introduit dans le pétrole et celle qu'il possède après séchage à 105°C.

4. Volume massique de la phase solide (V_s)

Les valeurs de V_s sont déterminées en construisant la courbe de retrait des pâtes obtenues par agitation mécanique des mottes dans l'eau de façon à détruire leur organisation. Ce traitement conduit à des échantillons saturés, dans une gamme de teneurs en eau où les déterminations de volume à l'aide de la méthode au pétrole sont possibles et où la courbe de retrait peut être décrite par une droite de pente égale à 1 ($V_t = V_e + V_s$; droite de saturation).

C) Etude de l'espace poral des échantillons déshydratés

La porosimétrie permet de construire la courbe du volume poral cumulé en fonction de la valeur du rayon de pore équivalent. Les déterminations sont effectuées à partir des échantillons séchés à l'air, c'est-à-dire dans l'état obtenu à l'issue du processus de déshydratation (BRUAND et PROST, 1987). La courbe du volume poral cumulé est construite à partir de la courbe d'intrusion du mercure pour les pores de rayon équivalent (r_e) compris entre 0,004 et 65 μm (CAMBIER et PROST, 1981 ; FIES, 1984). Les valeurs employées pour l'angle de raccordement solide-mercure et la tension superficielle du mercure sont respectivement de 141° et de 480 $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ (LAWRENCE, 1978). Pour $r_e < 0,02 \mu\text{m}$, on utilise l'isotherme de désorption d'azote en appliquant le formalisme proposé par PIERCE (1953) qui utilise l'équation de Kelvin (FRIPIAT et al., 1971).

II. - RESULTATS

A) Volume massique de la phase solide

Les valeurs de V_t et de V_e , obtenues entre pF 3,0 et pF 4,0 avec des échantillons « pâte », permettent de déterminer V_s pour H.(B), H.I.C et H.I.C (figure 1). V_s correspond à la valeur moyenne calculée à partir des points expérimentaux à l'aide de la relation :

$$V_s = \frac{\sum_{i=1}^n (V_t^i - V_e^i)}{n} \quad (1)$$

Par conséquent, pour le mode de représentation choisi, la droite de saturation est définie comme étant la droite de pente égale à 1 dont l'ordonnée à l'origine est V_s . La valeur de V_s est de $0,38 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ pour H.(B), et de $0,39 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ pour H.I.C et H.I.C.

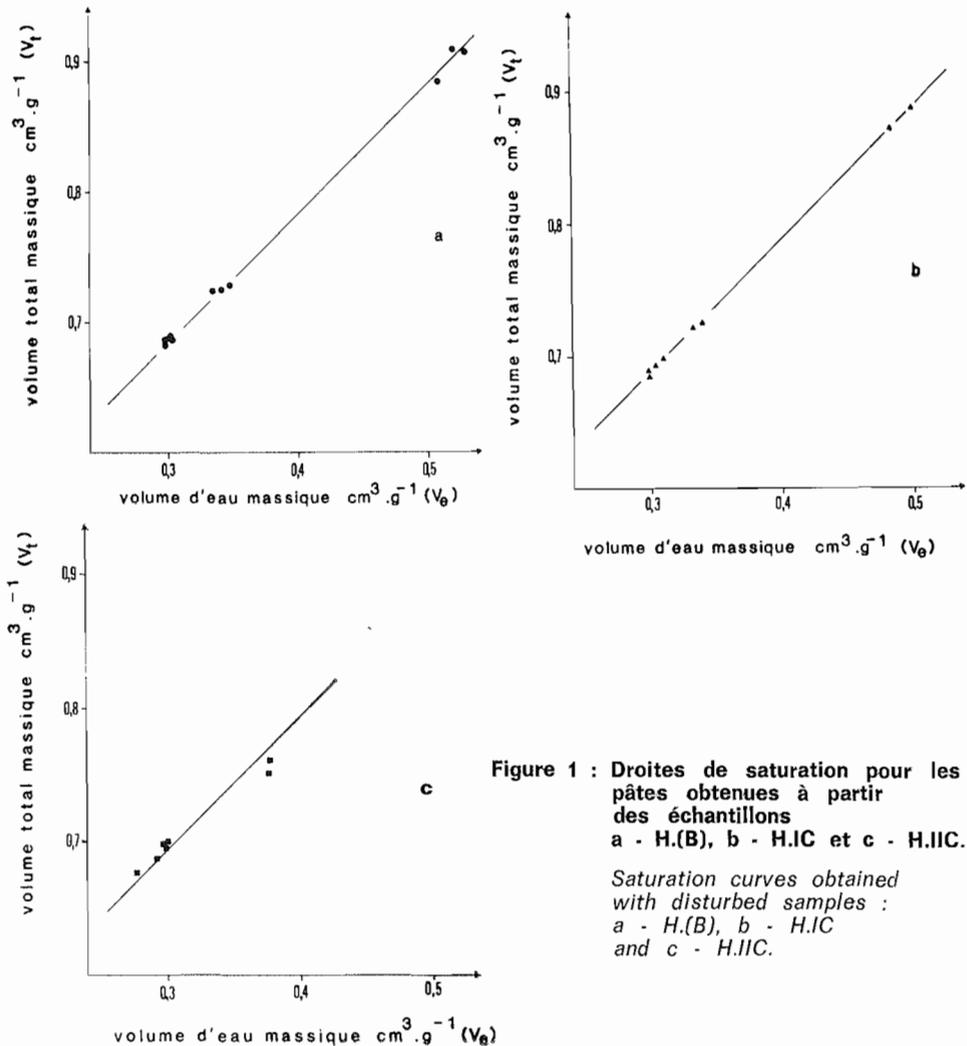


Figure 1 : Droites de saturation pour les pâtes obtenues à partir des échantillons a - H.(B), b - H.I.C et c - H.I.C.

Saturation curves obtained with disturbed samples : a - H.(B), b - H.I.C and c - H.I.C.

B) Courbes de retrait

Les trois courbes sont présentées figure 2. On peut mettre en évidence deux types de comportements :

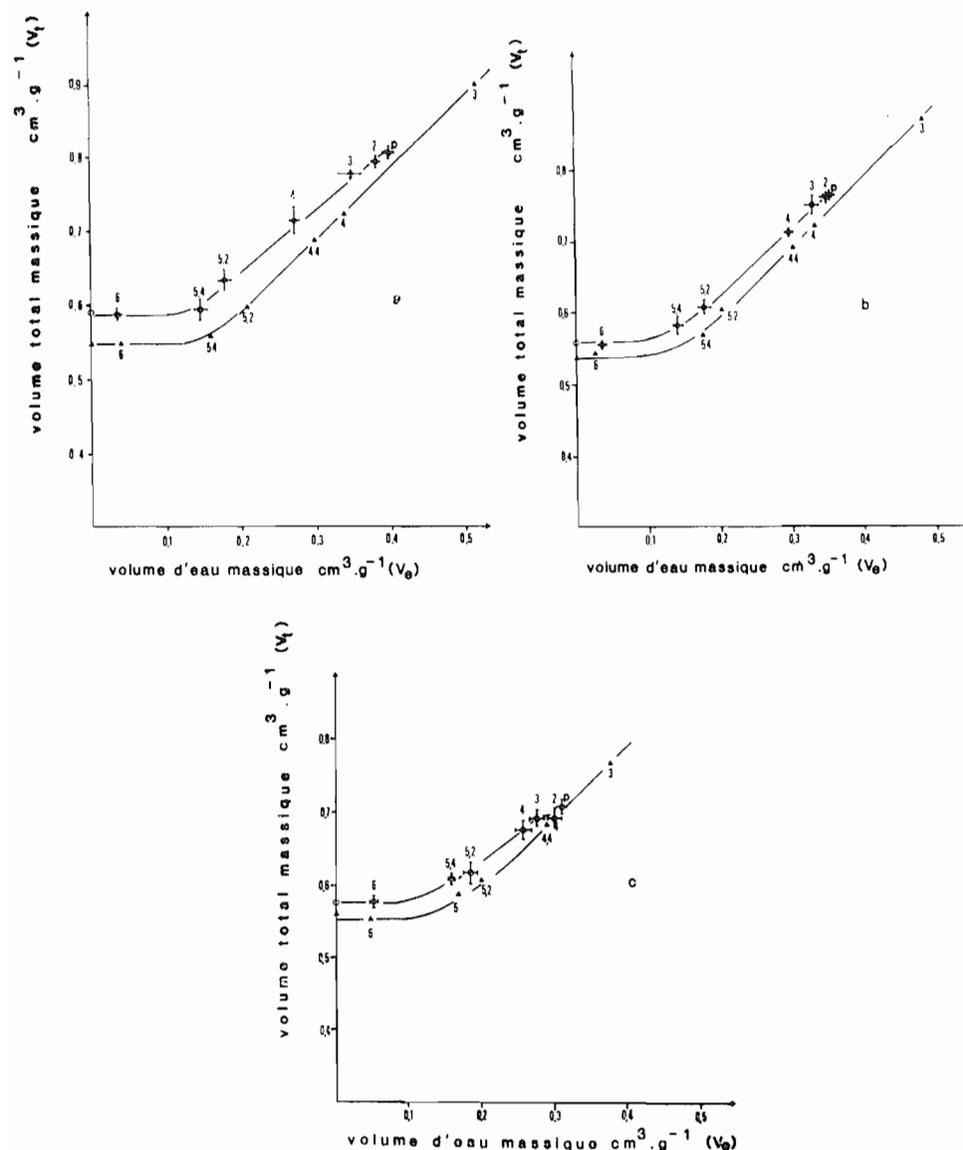


Figure 2 : Courbes de retrait (o) pour les échantillons a - H.(B), b - H.IC et c - H.IIC. Sont indiqués également les courbes obtenues pour les pâtes (Δ), les valeurs de pF correspondant aux points expérimentaux, les écarts type et les points obtenus aux humidités de prélèvement (p.).

Shrinkage curves (o) : a - H.(B), b - H.IC and c - H.IIC. Curves (Δ) obtained with disturbed samples, pF values, standard deviations and sampling points (p) are also plotted.

a) pour H.(B) et H.IC, même pour les valeurs de V_e les plus élevées, les points expérimentaux ne sont plus situés sur la droite de saturation (figures 2 a et 2 b), ce qui indique qu'une fraction de l'espace poral des échantillons est toujours occupée par de l'air.

L'évolution de V_t en fonction de V_e présente deux étapes. La première, pour $0,15 < V_e < 0,41 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$ dans le cas de H.(B) et $0,15 < V_e < 0,35 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$ dans celui de H.IC, peut être assimilée à un segment de droite de pente égale à 1 : lorsque V_e décroît, $\Delta V_t = \Delta V_e$. Cette étape correspond au retrait normal décrit par HAINES (1923) et KEEN (1931). Les pores perdent leur eau et se déforment sans qu'il y ait augmentation du volume d'air. La deuxième étape, pour $V_e < 0,15 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$, peut être assimilée à un segment de droite de pente nulle. L'extraction d'eau des échantillons n'entraînant aucune modification de V_t , il apparaît un volume d'air massique (V_a) égal au volume d'eau extrait ($\Delta V_t = 0$; $\Delta V_a = \Delta V_e$). Cette valeur minimale de V_t correspond au la limite de retrait décrite par STIRK (1954). La variation de volume total massique entre le point de prélèvement et l'état séché à l'air (pF 6,0) représente le retrait potentiel. Il est de $0,21 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$ pour H.(B) et H.IC.

b) pour H.IIC, par contre, les points expérimentaux sont situés sur la droite de saturation pour les valeurs de V_e les plus élevées (figure 2 c). D'autre part, l'extraction d'eau ne modifie pas V_t pour $0,28 < V_e < 0,39 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$. Pour $V_e < 0,28 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$, la courbe obtenue présente les deux étapes décrites pour H.(B) et H.IC mais l'étape correspondant au retrait normal n'apparaît pas très nettement ici. Le retrait potentiel pour H.IIC est de $0,15 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$.

C) Courbe du volume poral cumulé des échantillons déshydratés

Le volume poral total décrit en porosimétrie est insensiblement le même pour H.(B) et H.IIC (figure 3), de l'ordre de $0,22 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$. Il est nettement inférieur à cette valeur pour H.IC ($0,17 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$). Si l'on considère uniquement les petits pores ($r_e < 0,02 \text{ }\mu\text{m}$), les courbes de H.(B) et H.IC sont confondues. Le volume poral cumulé est de $0,15 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$ alors qu'il est de $0,18 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$ pour H.IIC. La courbe de H.(B) rejoint celle de H.IIC en raison de la contribution des pores de $r_e > 0,02 \text{ }\mu\text{m}$.

III. - DISCUSSION

A) Masse volumique de la phase solide

Les valeurs de V_s obtenues correspondent à des masses volumiques de $2,63 \text{ g.cm}^{-3}$ pour H.(B) et $2,56 \text{ g.cm}^{-3}$ pour H.IC et H.IIC. Ces valeurs sont inférieures à celles que l'on peut attendre pour un échantillon constitué de kaolinite ($\rho_s = 2,67 \text{ g.cm}^{-3}$), d'illite ($\rho_s = 2,80 \text{ g.cm}^{-3}$) et de quartz ($\rho_s = 2,65 \text{ g.cm}^{-3}$). Les teneurs en matière organique sont trop faibles pour expliquer ces différences (tableau 1). La masse volumique ainsi mesurée est en fait celle d'un solide qui n'est pas totalement déshydraté à la température de 105°C . L'expression des résultats par rapport à un état déshydraté conduirait à des valeurs en accord avec la composition minéralogique des échantillons (TESSIER, 1984).

B) Retrait potentiel

La valeur de retrait potentiel obtenue pour H.I.C pourrait s'expliquer par le développement au sein des mottes d'une porosité fissurale au cours du retrait (BRUAND, 1985 et 1986). Cette fissuration masquerait en partie le retrait de la phase argileuse. Les courbes du volume poral cumulé obtenues en porosimétrie montrent que cette hypothèse ne peut être retenue dans ce cas. En effet, l'existence de fissures, même si elle ne peut être prise en compte qu'en partie par ce type de mesure, devrait apparaître sur les courbes. Or, le volume poral accessible pour $10 < r_e < 65 \mu\text{m}$ est très faible pour H.I.C ($< 0,01 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$) et semblable à celui obtenu pour H.I.C. De plus, les observations en microscopie électronique à balayage ne montrent que quelques rares fissures sur les échantillons (SORANI, 1985).

Ce comportement peut paraître en accord avec la proportion de particules $< 2 \mu\text{m}$ enregistrée pour H.I.C, puisque c'est l'échantillon pour lequel elle est la plus faible. Or le léger déficit de teneur en argile de H.I.C est compensé par un degré de division des particules argileuses plus élevé (cf. mesures de surface, tableau 1). C'est d'ailleurs vraisemblablement pour cela que les valeurs de V_t atteintes à la limite de retrait pour les échantillons remaniés sont sensiblement les mêmes dans les trois cas (figure 2). Ainsi la différence de retrait potentiel ne semble pas attribuable à des différences de constitution qui sont d'ailleurs faibles. Elle pourrait néanmoins être due au fait que les échantillons n'ont pas été prélevés à des états hydriques comparables. Cette hypothèse ne peut guère être retenue, les échantillons ayant été prélevés à une période où les différences de potentiel entre horizons sont les plus faibles (fin de l'hiver).

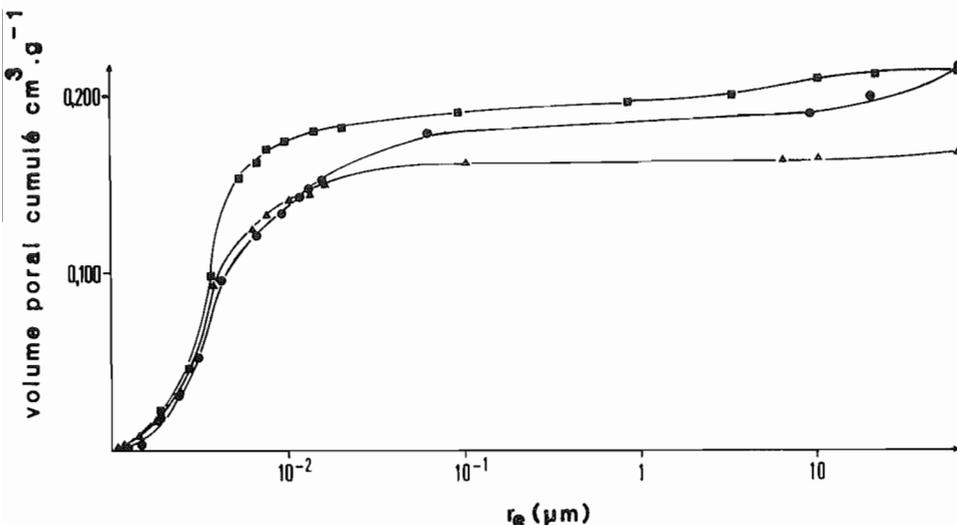


Figure 3 : Courbes du volume poral obtenues en porosimétrie Hg et N₂ : (●) H.(B), (▲) H.I.C et (■) H.I.C.

Pore volume curves obtained using Hg and N₂ porosimetry : (●) H.(B), (▲) H.I.C and (■) H.I.C.

C) Dynamique du retrait

Pour discuter le retrait des échantillons, entre des états hydriques contrôlés, on a construit la figure 4.

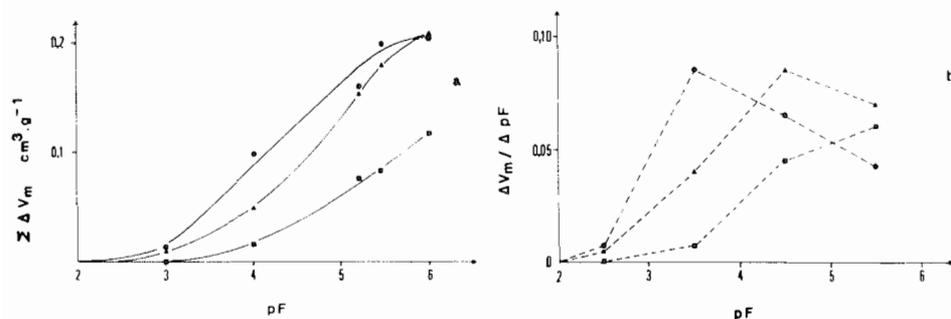


Figure 4 : Courbe des variations cumulées du volume total massique en fonction du pF (a) et courbes dérivées (b) : (●) H.(B), (▲) H.IC et (■) H.IIC.

Curves of cumulated variations of total volume versus pF (a) and derived curves (b) : (●) H.(B), (▲) H.IC and (■) H.IIC.

Les courbes sont établies à partir de pF 2,0 en cumulant les ΔV_t . Il apparaît que la différence de retrait potentiel notée précédemment n'est pas due uniquement à une différence de retrait entre le point prélèvement et pF 2,0. En effet, elle se répartit sur l'ensemble du domaine de pF considéré (figure 4 a). La figure 4 b présente l'incrément de retrait entre deux unités de pF et montre un décalage entre les trois échantillons. Le retrait le plus important est en effet enregistré entre des valeurs de pF plus élevées lorsque l'on passe de H.(B) à H.IC puis à H.IIC. Ce comportement serait à relier à l'histoire des matériaux étudiés (mode de mise en place, pédogenèse, régime hydrique) (De CRECY et al., 1979 ; TESSIER, 1984).

D) Espace poral à l'état déshydraté

De telles différences de comportement en dessiccation ne se traduisent pas par des spectres poraux nettement distincts à l'état sec (figure 3). Les trois courbes présentent la même allure générale. Les différences entre H.(B) et H.IC pour les pores les plus grands sont vraisemblablement dues au développement de l'activité biologique. Dans les trois cas, l'essentiel du volume poral correspond à des pores de $r_p < 0,1 \mu\text{m}$ résultant de l'arrangement des particules argileuses. Ce volume est de $0,20 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ pour H.IIC, $0,18 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ pour H.(B) et $0,16 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ pour H.IC. Bien que H.IIC soit l'échantillon qui possède la plus faible proportion de particules $< 2 \mu\text{m}$, celles-ci étant les plus fines, ce sont elles qui ménagent l'espace poral le plus important.

E) Dynamique de l'espace poral

La loi de Jurin permet de calculer, en utilisant par exemple un modèle de pores de forme cylindrique, une valeur maximale de rayon de courbure des mécanismes à

l'interface liquide-gaz en fonction du potentiel de l'eau. Elle permet de déduire des tailles maximales de pores occupés par l'eau (r'_e : rayon équivalent) pour un potentiel donné. r'_e est calculé à l'aide de la relation :

$$r'_e = \frac{2 \gamma \cos \theta}{10 \text{ pF}} \quad (2)$$

avec γ tension superficielle de l'eau et θ angle de raccordement solide-liquide qui sont respectivement de 72 N.m^{-1} et 0° .

Pour H.(B) et H.(C) la dynamique de l'espace poral peut être décomposée en deux étapes principales (figure 5). Durant la première, qui va de pF 2,0 à pF 5,0 l'eau est extraite de pores $0,15 \mu\text{m} < r'_e < 15 \mu\text{m}$ sans qu'il y ait de variations très sensibles de V_a . Il s'agit du retrait normal décrit lors de la présentation des courbes de retrait. Le volume de pores occupé par l'air ($0,01 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$) à pF 2,0 ($r'_e > 15 \mu\text{m}$) reste constant jusqu'à pF 5,0. Il est attribuable à des pores tubulaires décrits en microscopie (SORANI, 1985).

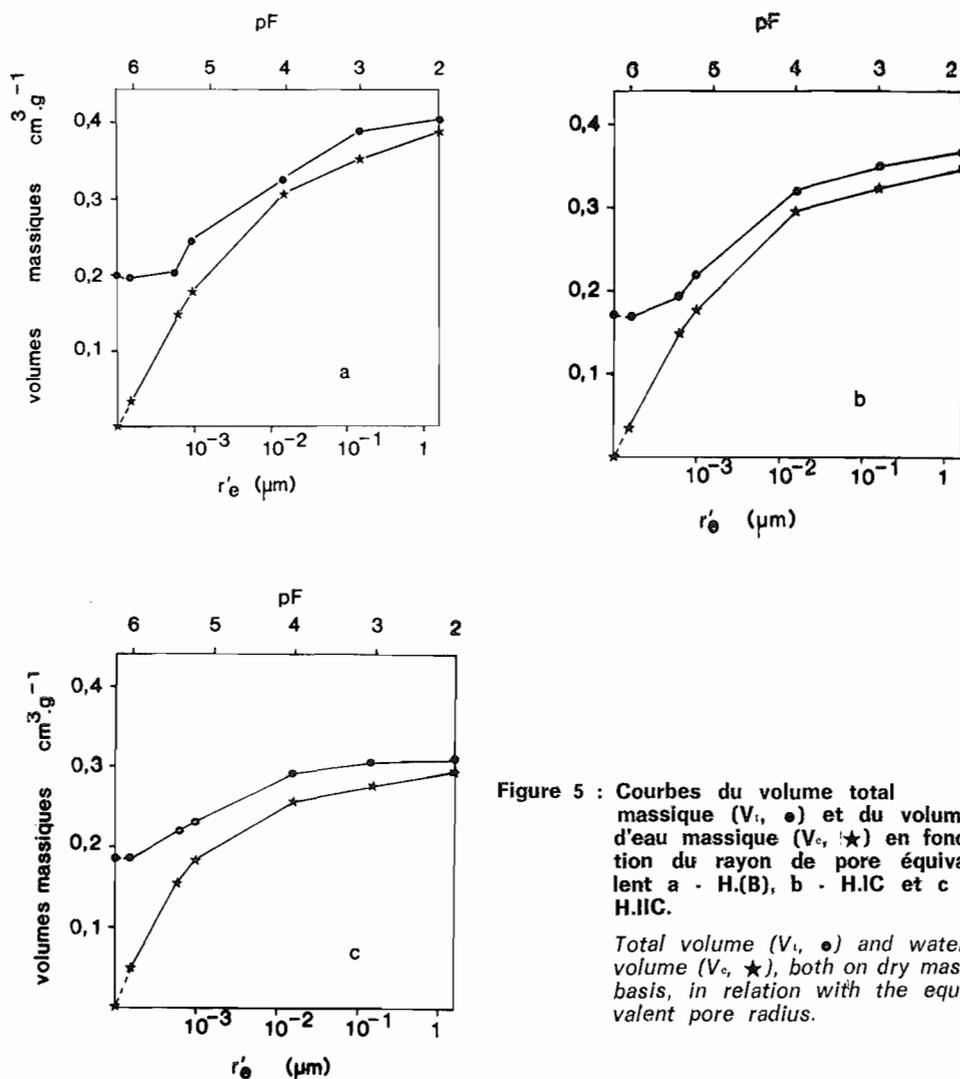


Figure 5 : Courbes du volume total massique (V_t , ●) et du volume d'eau massique (V_e , ★) en fonction du rayon de pore équivalent a - H.(B), b - H.(C) et c - H.(C).

Total volume (V_t , ●) and water volume (V_e , ★), both on dry mass basis, in relation with the equivalent pore radius.

Au cours de la seconde étape, qui s'étend de pF 5,0 à pF 6,0, le volume d'eau extrait de l'échantillon est remplacé par un volume d'air équivalent. Les particules argileuses sont en contact de plus en plus étroit lors de la dessiccation sans que des fissures apparaissent. Le spectre poral ainsi obtenu correspond à celui mesuré en porosimétrie. Ceci n'exclut pas la présence de pores de dimension très supérieure à ceux dus à l'arrangement de la phase argileuse, qui ne seraient alors accessibles que par l'intermédiaire de ces derniers.

Pour H.IIC, outre les deux étapes existant dans le cas de H.IC et H.(B), il existe une première étape correspondant à la vidange de pores de $1,5 < r'_e < 15 \mu\text{m}$ sans que V_t varie. De plus, pour $r'_e = 15 \mu\text{m}$, H.IIC est saturé ($V_a = 0$). Les échantillons étudiés ne possèdent pas, aux limites près, des méthodes employées, de pores de $r'_e > 15 \mu\text{m}$.

CONCLUSION

Bien que les constitutions des horizons soient proches, l'étude de leur comportement, effectuée à partir d'échantillons de dimension centimétrique à structure conservée, fait apparaître des différences importantes à propos du retrait potentiel, de la dynamique du retrait et du volume poral des grands pores ($r'_e > 15 \mu\text{m}$).

Les valeurs de retrait potentiel obtenues pour H.(B) et H.IC sont sensiblement les mêmes. Par contre, celle obtenue pour H.IIC est nettement inférieure. Cette différence se répartit sur l'ensemble du domaine de potentiel de l'eau étudié et serait à relier à l'histoire hydrique des matériaux. Un tel comportement ne peut être déduit directement des seules données concernant la constitution des échantillons. De plus, H.IIC présente la particularité de ne pas posséder de pores de grande dimension et de ne pas varier de volume total massique pour les faibles valeurs de potentiel.

Les données du comportement sont donc en accord avec les distinctions faites lors de la description des profils de sol, tout particulièrement en ce qui concerne l'existence de deux matériaux argileux et la filiation génétique entre H.(B) et H.IC.

Reçu pour publication : Février 1987

Accepté pour publication : Août 1987

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient MM. J. DUPONT et J. SERVANT, pédologues de la Chambre d'Agriculture du Cher pour leur aide ainsi que l'établissement Public Régional de la Région Centre pour sa participation financière. Que soient aussi remerciés MM. B. LESAFFRE et D. ZIMMER (CEMAGREF), V. HALLAIRE (INRA) et L.M. BRESSON (INA PG) pour leurs critiques constructives.

BEHAVIOUR OF THE HORIZONS OF A CLAYEY SOIL ACCORDING TO THE SOIL WATER POTENTIAL : STUDY OF UNDISTURBED SAMPLES

Heavy soils (eutric gleysols), developed on an eocenic bed, display two superposed clay materials (I and II) with three horizons ((B), IC and IIC). In the field these materials are distinguished according the kind and the size of structure, position in the profile and oxydo-reduction features (table 2). Physico-chemical and mineralogical analyses data (table 1) show a strong similarity in the horizon composition. The purpose of this study is to point out differences in physical behaviour of the two clay materials.

Shrinkage and water retention properties are studied with undisturbed samples (centimetric clods, 4-7 cm³). Total volume (V_t) and water volume (V_w) each one

dry mass basis, are determined for different water potentials. Those water potentials are controlled using Richards apparatus for low water potentials (from 10^3 Pa to $25 \cdot 10^5$ Pa) and saturated salt solutions (yielding controlled relative moistures) for high water potentials. Experimental data obtained for disturbed samples (figure 1) allow to calculate the solid phase volume on dry mass basis (V_s) from relation (1). Pore volume of air-dried samples is calculated by Hg and N_2 porosimetry.

Differences are shown by results between the samples from material I (H.(B) and H.(C)) and those from material II (H.(I.C)) (figures 2, 3). Potential shrinkage is higher for material I than for material II. This difference, distributed among all water potentials (figure 4), is probably due to the history of each material. Two stages appear on water retention curves for H.(B) and H.(C) : the first one at low water potentials where $\Delta V_t = \Delta V_e$ and the second one for higher water potentials (between 10^3 Pa and 10^8 Pa) where $\Delta V_t = 0$. For H.(I.C), there is an additional third stage at low water potentials where $\Delta V_t = 0$. H.(I.C) does not show pores with radius $> 15 \mu\text{m}$ while they exist for H.(B) and H.(C). Shrinkage do not lead to various pore size distributions in the dry state.

Behavioral data agree with the existences of two clay materials observed in soil profiles and show the genetic relationship between H.(B) and H.(C). This study outline that the physical properties of undisturbed samples cannot be deduced just from composition, even when samples have a high clay content.

COMPORTEMENTO DEGLI ORIZZANTI DI UN SUOLO ARGILLOSO IN FONZIONE DEL POTENZIALE IDRICO : STUDIO DI CAMPIONI A STRUTTURA PRESERVATA

Le analisi fisico-meccaniche e chimiche e le descrizioni morfologiche realizzate su un profilo di un eutric gleysol (F.A.O.) sviluppatosi su sedimenti lacustri eocenici del centro della Francia (argille di Lignières) indicano la presenza di due materiali argillosi sovrapposti (tabb. 1 e 2).

Per lo studio del loro comportamento rispetto alle variazioni di umidità, campioni della dimensione del centimetro sono stati messi in equilibrio con vari potenziali idrici.

Le variazioni di volume e di contenuto in acqua sono state discusse in relazione alla geometria dello spazio porale ottenuto alla fine del processo di contrazione.

Tra i diversi campioni sono state osservate differenze circa la contrazione potenziale e la sua dinamica, e ciò malgrado composizioni molto simili.

Tali differenze confermano l'esistenza di due materiali ma dimostrano che le singole caratteristiche morfologiche (tipo di struttura, screziature) e i dati analitici (composizione granulometrica e mineralogica) non consentono di prevedere il comportamento del suolo.

BIBLIOGRAPHIE

- BRUAND A., 1985. — Contribution à l'étude de la dynamique de l'organisation de matériaux gonflants. Application à un matériau provenant d'un sol argilo-limoneux de l'Auxerrois. Thèse de 3^e cycle, Paris VII, 225 p.
- BRUAND A., 1986. — Contribution à l'étude de la dynamique de l'espace poral. Utilisation des courbes de retrait et des courbes de rétention d'eau. *Science du Sol*, 24(4), 351-362.
- BRUAND A., PROST R., 1987. — Effect of water content of the fabric of a soil material : an experimental approach. *Journal of Soil Science*, 38, à paraître.
- CAMBIER P., PROST R., 1981. — Etude des associations argile-oxyde : organisation des constituants d'un matériau ferrallitique. *Agronomie*, 1(9), 713-722.

- DE CRECY J., CONCARET J., MUNIER O., LAVIELLE G., 1979. — Assemblage structural des sols et histoire des matériaux. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 17, 1448-1451.
- DEBRAND-PASSARD S., MEDIONI R., 1975. — Notice de la Carte géologique, feuille de Issoudun (XXII-25) au 1 : 50 000. B.R.G.M.
- FIES J.C., 1984. — Analyse de la répartition du volume des pores dans les assemblages argile-squelettes : comparaison entre un modèle d'espace poral textural et les données fournies par la porosimétrie au mercure. *Agronomie*, 4(9), 891-899.
- FRIPIAT J., CHAUSSIDON J., JELLY A., 1971. — Chimie-physique des phénomènes de surface. Applications aux oxydes et aux silicates. Masson éd., 387 p.
- HAINES W.B., 1923. — The volume-changes associated with variations of water content in soil. *The Journal of Agricultural Science*, 13, 296-310.
- KEEN B.A., 1931. — The physical properties of soils, Longmans Green, London.
- LAWRENCE G.P., 1978. — Stability of soil pores during mercury intrusion porometry. *Journal of Soil Science*, 29, 299-304.
- MONNIER G., STENGEL P., FIES J.C., 1973. — Une méthode de mesure de la densité apparente de petits agglomérats terreux. Application à l'analyse des systèmes de porosité du sol. *Annales Agronomiques*, 24(5), 533-545.
- NEWMAN A.C.D., THOMASSON A.J., 1979. — Rothamsted studies of soil structure III. Pore size distributions and shrinkage processes. *Journal of Soil Science*, 30, 415-439.
- PIERCE C., 1953. — Computation of pore sizes from physical adsorption data. *Journal of Physical Chemistry*, 57, 149-152.
- RICHARDS L.A., 1941. — A pressure-membrane extraction apparatus for soil solution. *Soil Science*, 51, 377-386.
- SERVANT J., DUPONT J., 1983. — Notice de la carte pédologique de Saint-Amant-Mont-Rond (Cher). Chambre d'Agriculture du Cher.
- SORANI V., 1985. — Contribution à l'étude du comportement hydrodynamique des sols développés sur les argiles de Lignièrès (région Centre). Mémoire de D.A.A., I.N.A. P.-G., 79 p.
- STIRK, 1954. — Some aspects of soil shrinkage and the effects of cracking upon water entry into the soil. *Australian Journal of Agricultural Research*, 5, 279-290.
- TESSIER D., 1975. — Recherches expérimentales sur l'organisation des particules dans les argiles. Thèse CNAM, Paris, 235 p.
- TESSIER D., BERRIER J., 1979. — Utilisation de la microscopie électronique à balayage dans l'étude des sols. Observations de sols humides soumis à différents pF. *Science du Sol*, 1, 67-82.
- TESSIER D., 1984. — Etude expérimentale de l'organisation des matériaux argileux. Hydratation, gonflement et structuration au cours de la dessiccation et de la réhumectation. Thèse de doctorat d'Etat. Paris VII, 326 p.