

## LE PROBLEME DE LA DEFINITION ET DE LA CARACTERISATION DES PROPRIETES DU SOL

**Plaidoyer pour l'établissement d'un modèle de fonctionnement structural unique du sol  
compatible avec la description morphologique adoptée en micro morphologie du sol**

Erik BRAUDEAU\*

En 1979, en introduction à un ensemble d'articles sur les méthodes de caractérisation de la structure du sol testées à Rothamsted, les chercheurs s'exprimaient ainsi : "Yet despite the accumulation of knowledge, no single method, or indeed group of methods has emerged that can characterise infallibly for all soils the structural properties that are important for soil management and crop yields" (J.A. Curie, P. Bullock, J. Thomasson : JSS 1979).

On reconnaît depuis longtemps le rôle prépondérant de la structure du sol dans les différents domaines de l'utilisation ou de l'étude du sol : agronomie, mécanique et hydrodynamique des sols, environnement... Dans chacun de ces domaines, le sol manifeste un certain nombre de qualités et propriétés physiques (fertilité, aération, capacité au champ, réserve en eau...) plus ou moins bien définies ou comprises dans leur relation avec ce qui leur donne origine : la structure du sol. Parlant de propriétés et qualités structurales du sol, on attribue directement ces qualités et propriétés physiques du sol à la structure elle-même. Tout ceci est connu depuis longtemps (Haines, Henin...), mais comment définir et mesurer ces propriétés ? **Leur définition, nécessaire aux conditions de leur mesure, devrait en principe se référer à la définition et au mode de description de la structure à laquelle elles se rapportent.** Le problème est que la définition de la structure du sol n'est pas encore acquise de la même façon par tous, et que son mode de description revêt des formes multiples, si bien que les nombreuses méthodes de caractérisation de la structure qui existent ne sont encore que des tests empiriques standardisés, sans base théorique pédologique, et sans liens rigoureux les uns avec les autres.

En fait, ce constat d'échec peut être nuancé si l'on distingue deux grands groupes de méthodes de caractérisation, portant chacun sur l'un des deux aspects de la structure du sol : sa morphologie (taille, forme, arrangement, niveaux d'organisation) et son fonctionnement (hydrodynamique, mécanique, agronomique...). Bien que ces deux aspects soient, **comme pour la description de toute structure, indissociables et complémentaires**, leurs méthodes d'analyse ont subi un développement séparé et très différent, l'un ignorant l'autre : si dans le premier groupe de méthodes (morphologie de la structure) une certaine *unité d'approche* existe grâce à la vision systémique de la structure du sol en niveaux d'organisation hiérarchisés, l'autre groupe (fonctionnement structural) présente au contraire une *multiplicité d'approches*, les méthodes de caractérisation restant propres à chaque domaine d'utilisation du sol, et en général sans rapport avec l'approche systémique du premier groupe.

Ce qui distingue en essence ces deux groupes, est l'existence dans le premier d'un modèle morphologique unique de la structure du sol dont les premières bases furent posées très tôt (Kubiena, 1934, Brewer, 1964, Stoops and Jongerius, 1975...), permettant à l'heure actuelle une description typologique à différentes échelles des organisations qui composent le sol (Bulbock and al., 1985, Brewer and Sleeman, 1988). Au contraire, les méthodes d'étude du fonctionnement de la structure du sol ne sont rattachées pour la plupart à aucun modèle de base explicite de la structure, définissant grandeurs et concepts nécessaires à l'étude. Ou bien quand ce modèle existe, il est trop éloigné de celui décrit par les morphologistes du sol, et trop restreint pour être pris en compte par toutes les disciplines : on peut prendre comme exemple la caractérisation hydrodynamique du sol

\* ORSTOM, DAKAR, SENEGAL.

dont les équations repose sur un modèle de sol décrit comme un milieu poreux inerte, homogène et indéformable, et où la distribution par taille du rayon des pores est la seule caractéristique structurale qui soit prise en compte. On sait les imperfections auxquelles aboutit cette approche, dont les plus graves pourraient être l'impossibilité de prendre en compte le rôle spécifique de l'argile du sol (même à faible pourcentage) dans le stockage et la circulation de l'eau ; ou aussi l'impossibilité du transfert d'échelle, puisque la hiérarchisation des niveaux d'organisation n'est pas reconnue dans leur modèle.

Passons à des exemples plus concrets :

Tout récemment dans un numéro spécial de Aust. J. Soil Res. (1991, n° 6), et comme pour répondre aux premières affirmations des chercheurs de Rothamsted citées plus haut, un groupe de chercheurs australiens a présenté tout récemment cinq méthodes "de mesure de la structure du sol" (Coughlan et al., 1991), fournissant des indices "which are closely linked to agronomically important attributes of soil behaviour in the field, and are useful for comparing soils, sites or treatments". Parmi ces cinq méthodes, il en est une, l'exploitation de la courbe de retrait, qui produit à elle seule 17 indices (Mc Garry, 1987) pertinents de la structure et du comportement structural du sol. Malgré cette avancée importante dans le domaine de la caractérisation de la structure du sol, il n'en reste pas moins que les données obtenues ne sont encore que des indices sans signification théorique précise, les auteurs s'étant gardés d'interpréter la courbe de retrait selon un modèle de fonctionnement structural du sol.

Il se trouve que nous avons fait un travail similaire en modélisant la courbe de retrait, dans le même objectifs (Braudeau, 1988, 1993) : caractériser les propriétés structurales du sol.

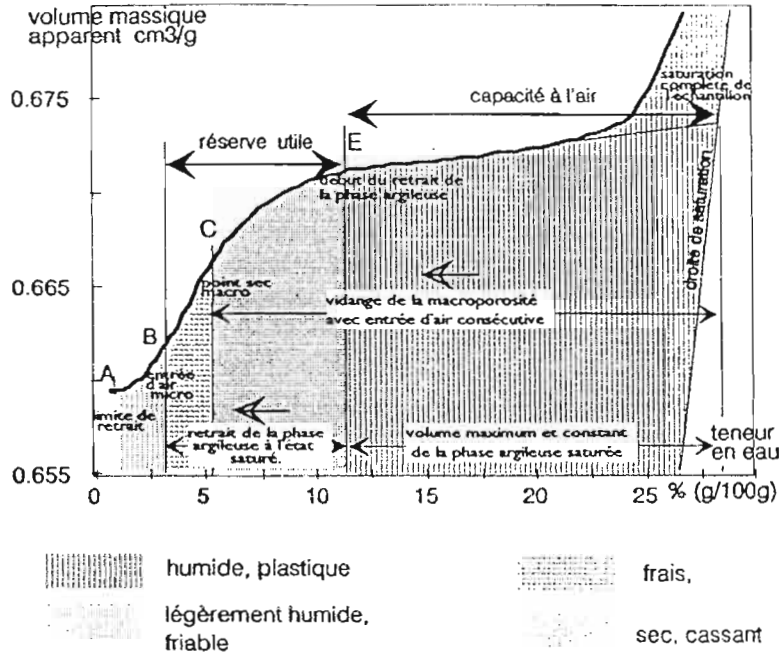
Cependant nous sommes allés plus loin en posant un modèle de fonctionnement structural du sol : le modèle de retrait structural (MRS), **concordant avec le mode de description morphologique adopté en micro morphologie du sol**. Cela a permis de donner une signification précise aux indices précédents qui deviennent ainsi des variables ou grandeurs rigoureusement définies, quantifiant tel ou tel aspect de la structure du sol et de son fonctionnement (aération, infiltration, conditions de drainage, stockage de l'eau, pédoclimat, fertilité...) ; mesurer la courbe de retrait devient alors une véritable méthode de mesure de la structure du sol (cf. figure).

Un autre exemple aujourd'hui, dans cette réunion, de la nécessité de poser un tel modèle pour définir ce que l'on veut mesurer du sol, et dans quelles conditions : la méthode de fractionnement du sol que présent Hervé Colleuille. Le modèle MRS précédent définit entre autre, *les agrégats argileux fonctionnels du premier niveau d'organisation du sol*. Ce sont ces agrégats là qui sont recherchés et obtenus dans cette méthode de fractionnement physique du sol mise au point dans ce but par H. Colleuille. Les photographies des lames minces présentées attestent de la bonne correspondance entre la réalité morphologique, la définition fonctionnelle de l'agrégat argileux, et les conditions d'obtention et de mesure. Le fractionnement en agrégats du sol présenté par H. Colleuille sort du domaine du test pour devenir une méthode de séparation des agrégats fonctionnels du premier niveau d'organisation du sol, et de détermination de leur distribution.

Pour conclure, je dirai que les recherches sur la structure du sol sont à poursuivre dans cette voie où l'on met en correspondance le modèle morphologique et le modèle fonctionnel de la structure du sol ; c'est une source d'explication des nombreuses propriétés physiques du sol et on est encore très loin du compte.

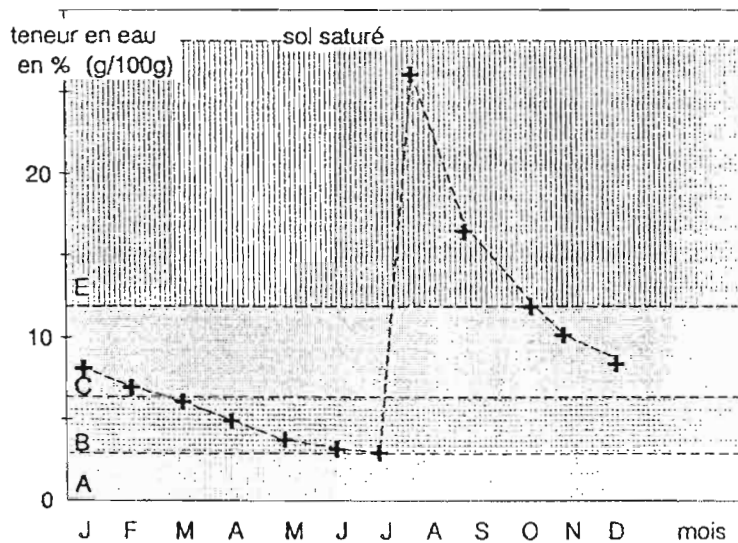
## Bibliographie

- "Advances in Soil Structure", 1991, Spécial issue : Australian J. Soil Res. 29 (6), 697-956.
- Braudeau E., 1988, Méthode de caractérisation pédohydrrique des sols. Cah. ORSTOM, série Pédol., 20/3, 179-189.
- Braudeau E., 1988, 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, t. 307, série II, 1933-1936.
- Braudeau E. et A. Bruand, 1993, Détermination de la courbe de retrait de la phase argileuse à partir de la courbe de retrait établie sur échantillon de sol non remanié. Application à une séquence de sol de Côte d'Ivoire. C. Rend. Ac. Sc. Paris, série II, pp. 685-692.
- Brewer R., 1964 Fabric and Mineral Analysis of soils (Wiley, New York N.Y.).
- Brewer R. and Sleeman J.R., 1988, "Soil Structure and Fabric" (CSIRO Aust. : Adelaïde).
- Bulbock P., Feodoroff N., Jungerius A., Stoops G., Tursina T., 1985, "Handbook for soil thin"
- Coughlan K.J., Mc Garry D., Loch R.J., Bridge B. and Smith D., 1991, The measurement of soil structure Aust. J. Soil Res. 29 (6), 869-890.
- Currie J.A., Bullock P., and Thomasson A.J., 1979, Rothamsted studies of soil structure I. Purpose of the project, soils selected, and general conclusions. J. Soil Sci., 30, 377-380.
- (9) Mc Garry D. and Daniells I.G., 1987, Shrinkage curve indices to quantify cultivation effects on soil structure of a vertisol. Soil Sci. Soc. Am. J., 51 : 1575-1580.



Courbe de retrait du sol ferrugineux de Bambey (10.4 % d'argile)  
états hydriques et mécaniques correspondants.

argile %	limon fin %	limon gros. %	sables fins %	sables gros.	pF 2.0	pF 4.2
10.3	2.4	8.2	55.4	21.6	13.4 g/g	3.8 g/g



Pédoclimat ou Régime pédohydrique annuel

Choix de la courbe de retrait comme référentiel  
des états hydriques et mécaniques du sol.