

# **L'ORGANISATION MACROSTRUCTURALE DU SOL METHODE D'ETUDE**

**Philippe de BLIC**

ORSTOM, B.P. 182 OUAGADOUGOU 01, BURKINA FASO

## **RESUME**

Une méthode d'étude de l'organisation macrostructurale du sol est présentée qui associe étroitement approche morphologique et mesures physiques réalisées in situ et sur échantillons non remaniés.

Une première démarche consiste à caractériser la couverture pédologique à l'échelle du versant par la méthode des toposéquences. Des stations d'étude sont ensuite identifiées et décrites à l'échelle du champ.

L'organisation macrostructurale est décrite et mesurée au sein du profil cultural. Elle est mise en relation avec la morphologie du système racinaire et/ou avec la capacité d'infiltration mesurée in situ.

Mots-clefs : macrostructure, morphologie, profil cultural, système racinaire, infiltration

## **INTRODUCTION**

La macrostructure du sol représente l'aspect de la structure que l'on peut décrire sur le terrain à l'oeil nu ou sous un faible grossissement. Elle comprend les unités solides et les vides de dimensions supérieures à 0,5 mm. La microstructure du sol se réfère à la dimension, la forme et l'arrangement des unités solides et des vides plus petits que 0,5 mm.

La distinction macro-micro corrobore bien la partition que l'on peut effectuer de l'espace poral suivant deux ensembles de pores d'origines différentes, à savoir :

- Un espace poral textural résultant de l'assemblage des particules constitutives du sol.
- Un espace poral structural généré sous l'action de facteurs externes (techniques culturales, climat, organismes vivants) et qui fait référence à une échelle d'observation macroscopique.

L'étude de la macrostructure du sol en relation avec le fonctionnement des peuplements végétaux implique que l'on ait au préalable,

- caractérisé l'organisation pédologique du paysage,
- retracé aussi rigoureusement que possible l'histoire du milieu étudié afin de distinguer les caractères hérités de ceux qui sont liés à l'utilisation actuelle des sols.

## **CARACTERISATION DE L'ORGANISATION PEDOLOGIQUE**

Cette première étape consiste à analyser à partir de toposéquences la différenciation spatiale des sols sur un échantillon représentatif du paysage. Cet échantillon peut être défini sur des critères géographiques (versant, petit bassin versant), agronomiques (périmètre agricole, champ d'essai), socio-économiques (terroir villageois), écologiques (peuplements végétaux).

Cette démarche qui privilégie l'étude des limites séparant les diverses structures pédologiques est plus connue sous le nom de "analyse structurale tridimensionnelle de la couverture pédologique". Elle permet notamment d'établir les rapports existant entre les propriétés et comportements observés sur les différents compartiments du paysage.

### **LES STATIONS D'OBSERVATION**

Le choix de leur implantation est fonction, d'une part des modes d'utilisation étudiés (techniques culturales, jachères), d'autre part de l'organisation pédologique du paysage.

La station d'observation représente, au moment où sont effectuées les observations, une unité homogène au point de vue du sol, du peuplement végétal et de l'utilisation humaine. En zone de cultures, son échelle de définition est généralement celle du champ. Dans les jachères, l'implantation des stations doit tenir compte de l'ancienneté relative des peuplements ainsi que de la répartition spatiale des espèces et groupes d'espèces végétales.

La description des stations est effectuée par les différents intervenants. En l'absence de spécialistes des différents domaines concernés, on peut retenir les variables suivantes : structure du couvert végétal, résidus végétaux, microrelief, états de surface (y compris les constructions de la mésofaune).

## **DESCRIPTION ET MESURE DE LA MACROSTRUCTURE**

### **Choix et préparation des emplacements**

L'observation du profil cultural nécessite le creusement de fosses d'observation rectangulaires dont l'emplacement et le nombre sont guidés par l'hétérogénéité apparente de la station. Dans le cas de cultures en lignes, les fosses sont implantées perpendiculairement aux lignes.

### **Description du profil cultural**

Mise en évidence et cartographie sur la face d'observation du profil des unités morphologiques homogènes (UMH), c'est à dire des volumes qui se différencient par leur état structural et/ou leur compacité. L'évaluation de ce dernier critère peut - sous certaines conditions d'humidité - être facilitée par l'utilisation d'un pénétromètre de poche.

### **Densité apparente des UMH**

Les mesures sont effectuées in situ et sur mottes et agrégats ramenés au laboratoire, de façon à identifier et mesurer les porosités texturale et structurale.

## **Mesure de la macroporosité par désorption d'eau**

Des échantillons non perturbés sont prélevés dans les UMH dont on désire analyser plus finement la macroporosité. Les courbes de pF eau sont établies aux basses tensions d'humidité (sur un bac à sable) en vue d'estimer la répartition des macro et mésopores selon leur diamètre. Basée sur l'utilisation d'un modèle capillaire qui assimile les pores à des tubes cylindriques isodiamétriques (pores équivalents), la méthode par désorption d'eau implique que la géométrie de l'espace poral ne varie pas significativement en fonction de l'humidité ; elle est surtout applicable aux matériaux rigides pauvres en colloïdes argileux. Son domaine d'utilisation se situe dans une gamme de diamètres poraux compris entre 30  $\mu\text{m}$  et 200  $\mu\text{m}$ .

## **Caractérisation morphométrique de la macroporosité**

La méthode précédente devient très imprécise pour des diamètres de pore supérieurs à 200  $\mu\text{m}$ . Elle ne convient donc pas à la caractérisation de toute une gamme de macropores - souvent d'origine biologique - susceptibles de jouer un rôle essentiel vis à vis des écoulements préférentiels rapides et de la pénétration racinaire. En outre, elle ne renseigne pas sur la morphologie des vides qui est un paramètre important de l'organisation structurale du sol.

Les techniques d'analyse morphométrique représentent la seule véritable alternative aux méthodes physiques pour la caractérisation de la macroporosité grossière et de la bioporosité.

Des échantillons de sol non perturbés sont imprégnés avec une résine additionnée d'un pigment fluorescent. Après durcissement, on confectionne une tranche polie qui est photographiée en lumière ultra-violette pour mettre en évidence le système poral. L'image obtenue est ensuite analysée en vue de déterminer les caractéristiques morphométriques de l'espace macroporal.

## **MACROSTRUCTURE ET DEVELOPPEMENT RACINAIRE**

Il est souvent intéressant d'effectuer une cartographie simultanée des macrostructures identifiées dans le profil cultural et du système racinaire de la couverture végétale.

On procède à un relevé des impacts racinaires sur la face d'observation du profil en s'aidant d'un grillage à maille carrée et en utilisant un système de notation normalisé fondé sur des caractères tels que le diamètre des racines, leur morphologie, l'abondance des radicelles.

A partir des cartes racinaires, on peut calculer un certain nombre de paramètres et d'indices caractéristiques de la géométrie du système racinaire : densité, régularité, courbe densité-profondeur, distribution latérale, par exemple.

## **MACROSTRUCTURE ET INFILTRATION**

La capacité d'infiltration du sol est un critère pertinent de l'état structural, notamment pour les sols ferrugineux tropicaux où la structure se décrit essentiellement en termes de macroporosité.

Deux techniques simples à mettre en oeuvre en permettent une évaluation satisfaisante :

### **Infiltration d'une lame d'eau superficielle**

On dispose sur la surface étudiée des cylindres en tôle de 10 à 15 cm de diamètre puis, après les avoir légèrement enfoncés et remplis d'eau jusqu'à un niveau donné, on note le temps d'infiltration d'une lame d'eau de 5 à 10 mm. Des remplissages successifs permettent de répéter les mesures jusqu'à obtention du régime permanent (trois lectures successives identiques).

### **Infiltration sous des tensions d'eau négatives**

Cette technique met en oeuvre des disques munis d'une membrane perméable à l'eau qui, posés à la surface du sol, permettent un apport contrôlé d'eau sous différentes suctions réglées au moyen d'un dispositif de Mariotte. La mesure des flux d'infiltration permet d'estimer la sorptivité capillaire du sol et la conductivité hydraulique en fonction de la succion appliquée. Ces deux paramètres sont étroitement liés à la géométrie de la macrostructure et permettent en particulier d'estimer un diamètre poral moyen caractéristique de l'état structural étudié.

## **CONCLUSION**

Ces quelques réflexions ont essayé de montrer l'intérêt que présente pour l'étude des macrostructures dans les sols tropicaux cultivés une démarche associant l'approche morphologique familière au pédologue et les méthodes physiques propres à mesurer l'organisation des constituants du sol ou certaines propriétés en découlant.

C'est ainsi que l'approche morphologique couplée à des mesures de l'espace macroporal apparaît particulièrement pertinente pour étudier le comportement physique des sols peu structurés des régions tropicales sèches.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- BOULET, R. et al. (1982) - Analyse structurale et cartographie en pédologie, Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 19, 4, 309-351.
- BOUMA, J. (1990) - Using morphometric expressions for macropores to improve soil physical analyses of field soils, *Geoderma*, 46, 3-11.
- RINGROSE-VOASE, A.J. (1987) - A scheme for the quantitative description of soil macrostructure by image analysis, *J. of Soil Sci.*, 38, 343-356.
- SAUER, T.J., CLOTHIER, B.E., DANIEL, T.C. (1990)- Surface measurements of the hydraulic properties of a tilled and untilled soil, *Soil Tillage Res.*, 15, 359-369.
- STENGEL, P. (1990) - Caractérisation de l'état structural du sol. Objectifs et méthodes. In : *La structure du sol et son évolution*, Les Colloques de l'INRA, n° 53, 15-36.
- TARDIEU, F., MANICHON, H. (1986) - Caractérisation en tant que capteur d'eau de l'enracinement du maïs en parcelle cultivée. II - Une méthode d'étude de la répartition verticale et horizontale des racines, *Agronomie*, 6, 5, 415-425.
- VAUCLIN, M., CHOPART, J.L. (1993) - L'infiltrométrie multi-disques pour la détermination in-situ des caractéristiques hydrodynamiques de la surface d'un sol gravillonnaire de Côte d'Ivoire, *Agron. Tropicale*, 46, 4, 11-27.