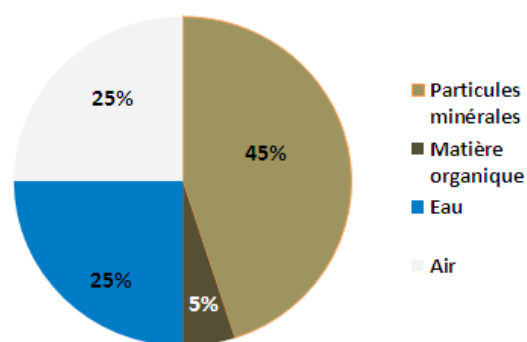


Alors que la texture du sol s'établit sur base de la granulométrie des particules minérales dont le sol est constitué (proportion relative de sable, de limon, et d'argile), la structure d'un sol désigne le mode d'assemblage de ses constituants, ainsi que la nature et l'intensité des liaisons qui existent entre eux. La structure des sols a une influence fondamentale sur l'environnement. La circulation, la filtration et le stockage de l'eau dans le sol dépendent grandement de la structure. Les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère, tout comme la vitesse de changement de température du sol (par exemple le réchauffement au printemps) dépendent de la structure du sol. Les lieux d'hébergement et d'activité de la microfaune et de la macrofaune du sol sont également régis par la structure. Contrairement à la texture, la structure d'un sol donné varie au cours du temps, du fait de conditions climatiques changeantes (cycles «gel/dégel» et «humectation/dessiccation»), de l'activité biologique, des cultures qui y poussent et des résidus de culture, mais aussi du travail du sol par l'agriculteur, de la circulation d'engins sur la parcelle et du piétinement du bétail.

Les constituants du sol

Le sol est formé de particules minérales, de matière organique (humus, résidus de culture jeunes, micro- et macrofaune, champignons, ...), d'eau et d'air, dans une proportion idéale (en %) avoisinant 45-5-25-25.



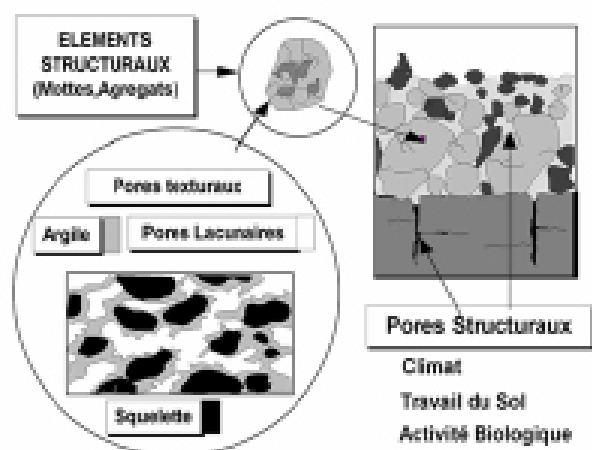
La structure du sol

Le mode d'organisation spatiale de la phase solide définit la structure. Les espaces vides, complémentaires de la phase solide, constituent la porosité du sol. Ces vides sont remplis d'eau ou d'air. De façon simplifiée, deux niveaux d'assemblage peuvent être discernés, selon l'échelle considérée. Le premier niveau se situe au niveau de la texture du sol, à une échelle **microscopique**. Les particules minérales forment des petits grumeaux, appelés **agrégats primaires**. Les espaces libres à l'intérieur de ces agrégats sont appelés **pores texturaux**. Les grumeaux s'organisent ensuite en agrégats plus grossiers, appelés **mottes**, qui sont les véritables éléments structuraux visibles à l'œil nu (à une échelle **macroscopique**). Entre et à l'intérieur de ces mottes, on retrouve les **pores structuraux**.

Micro- et macroporosité dans et entre les agrégats

Les pores à l'intérieur et entre les agrégats se distinguent par leur taille : macropores ($>10 \mu\text{m}$), mésopores ($10 - 0,2 \mu\text{m}$) et micropores ($<0,2 \mu\text{m}$). A l'intérieur des agrégats se trouvent des lacunes (« micropores ») de quelques micromètres qui résultent de l'assemblage des particules solides du sol. Le volume du sol occupé par les micropores dépend de la texture du sol : les sols argileux contiennent par exemple plus de micropores que les sols sableux.

Les agrégats ménagent entre eux aussi des cavités de tailles différentes (« macro-pores », de moins d'un millimètre à quelques centimètres) et plus ou moins nombreuses. Du fait de la taille supérieure des grains de sable, les sols sableux possèdent



en moyenne un plus grand volume de macropores que les sols argileux. Les macropores résultent aussi de l'activité biologique (« biopores » : galeries creusées par les vers de terre et anciens chenaux formés par les racines) et du travail du sol. Les micropores déterminent la quantité d'eau qui peut être retenue par le sol.

Au contraire, les macropores, et plus précisément la connectivité de ces pores, permettent l'écoulement de l'eau et les échanges gazeux entre la surface du sol, la couche sous-jacente et le sous-sol.

La formation des agrégats

Les facteurs favorables à la structuration des sols et à la stabilité structurale sont les teneurs équilibrées en argile et en humus, la présence de calcium, l'apport de matière organique fraîche et la présence de vers de terre (en particulier les espèces anéciques) qui ont un rôle primordial dans la formation du complexe argilo-humique. Aussi, les exsudats bactériens et racinaires, les hyphes de champignons, l'activité des vers de terre, et les radicules de plantes favorisent la formation et la stabilité des agrégats du sol.

Des facteurs défavorables à la structuration du sol sont la compaction du sol, le travail du sol trop intense par l'agriculteur, et l'action de destruction des agrégats par l'impact de pluies dites battantes, ainsi qu'une déficience des facteurs favorables telle la matière organique.

La plus ou moins grande adhérence à l'intérieur des grumeaux, la cohésion d'assemblage des grumeaux au sein des agrégats, et l'organisation des agrégats entre eux traduisent l'intensité d'agrégation et la structure du sol.

Les types de structures

La structure se décrit par le degré de développement de la structure (et sa qualité), par la forme et par la taille des agrégats.

Le sol peut être peu structuré, ou au contraire fort structuré. Plus le sol est constitué d'agrégats bien distincts et durables, plus le sol est structuré. Selon le degré de développement de la structure, on distingue des sols « pas », « peu », « moyennement » et « fort » structurés.

Un sol, parfois qualifié de « sans structure », est « massif » quand le sol paraît cimenté en une seule masse (un état continu, sans mottes discernables) ou est « particulaire » quand les particules n'ont aucune tendance à s'agréger (par exemple du sable pur et sec qui s'écoule entre les doigts des mains).

Dans un sol structuré ou « fragmentaire », lorsque l'on détache de la terre du profil, le matériau obtenu consiste surtout en agrégats entiers non brisés et en peu d'éléments moins agrégés. Il s'agit d'un mode d'assemblage solide et durable des mottes. Un sol avec des mottes plutôt fines et peu soudées en présence de terre fine est moins structuré.

La forme des agrégats



Selon la forme des agrégats, on distingue quatre types principaux (sans oublier que sur le terrain ce sont souvent des formes intermédiaires qui se rencontrent).

On différencie une structure granuleuse et grumeleuse (les agrégats sont presque sphériques ou « arrondis »), anguleuse (les agrégats sont polyédriques avec des arêtes et angles plus ou moins tranchants), en colonne (les agrégats sont séparés par des très fines fentes verticales) et lamellaire (les agrégats sont des fines lamelles superposées et se chevauchant souvent).

Alors que l'eau circule facilement dans des sols à structure grumeleuse, le mouvement de l'eau est médiocre dans une structure anguleuse et en colonne, et est difficile dans une structure lamellaire. Il est généralement admis que dans les premiers 10 cm du profil, 50% des agrégats devraient être de forme grumeleuse, 30% de forme intermédiaire (grumeleuse/anguleuse) et 20% sous forme anguleuse. Dans la couche comprise entre 10 et 20 cm, il est préférable qu'au moins 25% du sol soit structuré sous la forme grumeleuse et grumeleuse/anguleuse. Ensuite, jusqu'à une profondeur de 50 cm, 25% des mottes devrait être de forme grumeleuse ou grumeleuse/anguleuse. (Source : Louis Bolk Instituut)



A gauche, un sol comportant de nombreux grands blocs, à comparer au sol à droite présentant une structure grumeleuse favorable.

Source : ésipta - Somea - INRA



Granuleuse et grumeleuse



Anguleuse



En colonne



Lamellaire

La taille des agrégats

La taille des agrégats traduit l'émiettement, suite par exemple au passage d'outils agricoles. Sur les premiers centimètres du sol, un émiettement trop fort favorise la battance qui empêche les échanges gazeux (résultant par exemple en une asphyxie des semences) et augmente les risques d'érosion. Au contraire, des mottes trop grandes ne permettent pas de réaliser un bon contact entre les semences et le sol, tout comme entre les racines et le sol (résultant dans un moins bon captage d'eau et de nutriments), et mène au séchage trop rapide de la couche superficielle.

L'état interne des mottes

L'état interne des mottes est un paramètre important de la structure du sol : la dureté, la porosité visible à l'œil nu (la continuité de la porosité est de grande importance), la présence de fissures (par exemple dues au gel) ou de fentes de retrait (dues à la sécheresse), l'aspect des faces de fragmentation (rugueux ou plan), la couleur en surface et à l'intérieur (uniforme ou marbré, de couleur foncée, ou plus ou moins orange-brun ou bleu-gris), la présence de résidus de culture, des galeries de vers de terre et la colonisation par des racines, etc. Par exemple, si des mottes de plus de 3 cm présentent des surfaces planes et si elles sont dures et non poreuses, elles sont imperméables aux racines et aux vers de terre, ce qui est défavorable. Au contraire, des mottes poreuses, à surface rugueuse, et faciles à écraser sont perméables et permettent un bon fonctionnement du sol : cet état est à favoriser afin d'obtenir des bons rendements agricoles en minimisant les intrants (engrais, eau, produits phytosanitaires, ...).

La structure du sol est un élément important dans le potentiel agronomique d'une parcelle. Plusieurs indices peuvent indiquer un problème de structure du sol sur une parcelle (ou une partie de parcelle) :

- des besoins élevés en fertilisants menant cependant à des rendements moyens ;
- le besoin de puissance augmenté pour le travail du sol ;
- la levée des semis retardée ou l'installation difficile des cultures ;
- l'hétérogénéité dans la couleur et la hauteur des plantes ;
- l'apparition fréquente de flaques d'eau et leur persistance.

Il est donc important et utile de pouvoir évaluer la structure du sol, avec des moyens peu coûteux et relativement simples. Le but est d'abord de détecter la présence de couches dures, plus ou moins imperméables à l'eau et à l'air, et perturbant le développement des racines. Ensuite, la taille, la forme, l'aspect et la couleur des mottes de terre, la présence de résidus de culture, le développement et la forme des racines, le nombre de vers de terre et leurs galeries et l'humidité du sol peuvent être diagnostiqués. Il s'agit d'une observation morphologique du sol. La « méthode de sondage avec une tige », le « profil cultural », et le « drop-test » sont décrits dans les fiches techniques. Ces méthodes qualitatives nécessitent un apprentissage, afin d'évaluer au mieux l'état d'une parcelle et de pouvoir comparer une parcelle à une autre.



Une succession de mottes allant de la plus défavorable
vers la plus favorable pour l'agriculture
Source : Perspectives Agricoles, septembre 2002



Union Européenne – FEDER
Europese Unie - EFRO

Protégeons nos sols

PROSENSOLS

Bescherm onze bodems



*Interreg efface les frontières
Interreg doet grenzen vervagen*