

# Rôles des matières organiques dans le sol

Par Blaise Leclerc (Expert matières organiques, ITAB)

Après un rappel des principales textures d'un sol, lesquelles constituent en quelque sorte le "squelette" du sol, nous verrons comment se construit la structure du sol et l'importance des matières organiques dans cette construction. Ensuite, nous rappellerons les autres liens entre matières organiques et propriétés des sols, incluant certaines activités biologiques.

Les trois grandes classes de texture sont, des plus fines aux plus grossières : les argiles granulométriques, les limons et les sables.

## « Faire avec » la texture de son sol

La texture d'un sol est la répartition des particules minérales de la terre fine (c'est-à-dire passant au tamis de 2 mm) en fonction de leur taille. La terre est en moyenne constituée d'au minimum 95 voire 98 % de matières minérales. Si la texture d'un sol change au cours de son évolution, c'est-à-dire sur plusieurs milliers d'années, ce n'est pas le cas à l'échelle d'une vie humaine. Inutile donc d'essayer de modifier la texture d'un sol : il faut "faire avec" donc tirer partie de ses avantages et en limiter les inconvénients.

Les trois grandes classes de texture sont, des plus fines aux plus grossières : les argiles granulométriques<sup>1</sup> (moins de 2 µm), les limons (de 2 à 50 µm) et les sables (de 50 µm à 2 mm).

Les principales particularités des sols selon qu'ils sont plus ou moins riches en l'une de ces trois classes sont les suivantes :

- **Les sols argileux** retiennent bien l'eau, mais l'air a du mal à y circuler, gênant ainsi la respiration des racines et des micro-organismes du sol. De plus, ces types de sols sont difficiles à travailler car trop plastiques quand ils sont humides, et trop durs quand ils sont secs. Ils présentent cependant l'avantage de pouvoir se décompacter naturellement lors des alternances gel/dégel, humectation/dessiccation. Dans ces sols, la matière



B. Leclerc

organique (MO) améliore le complexe argilo-humique, l'aération, la structure, le réchauffement, et limite la compaction.

- **Les sols limoneux** sont difficiles à aérer, surtout s'ils sont riches en limons fins (de 2 à 20 µm). A leur surface il se forme très facilement une croûte dure que les jeunes plantules ont du mal à traverser, la "croûte de battance". Dans ces sols, la MO limite la formation de la croûte de battance.

- **Dans les sols sableux**, il n'y a pas de lien intime entre les matières organiques et les particules minérales : il y a simplement juxtaposition entre elles, sans cohésion forte. Les matières organiques, non protégées, sont donc plus facilement dégradées que dans les autres types de sol (on dit que les sols sableux "brûlent" la matière organique). Les sols sableux sont bien aérés, mais ils ne

retiennent pas l'eau et sont sensibles au risque érosif. Dans ces sols, la MO augmente la capacité de rétention en eau, la capacité d'échange cationique (CEC), et réduit le risque érosif.

Les sols équilibrés de type limono-argilo-sableux présentent une très bonne aptitude à la mise en valeur mais ils s'avèrent les plus sensibles au risque de compaction dû au passage des roues des engins agricoles.

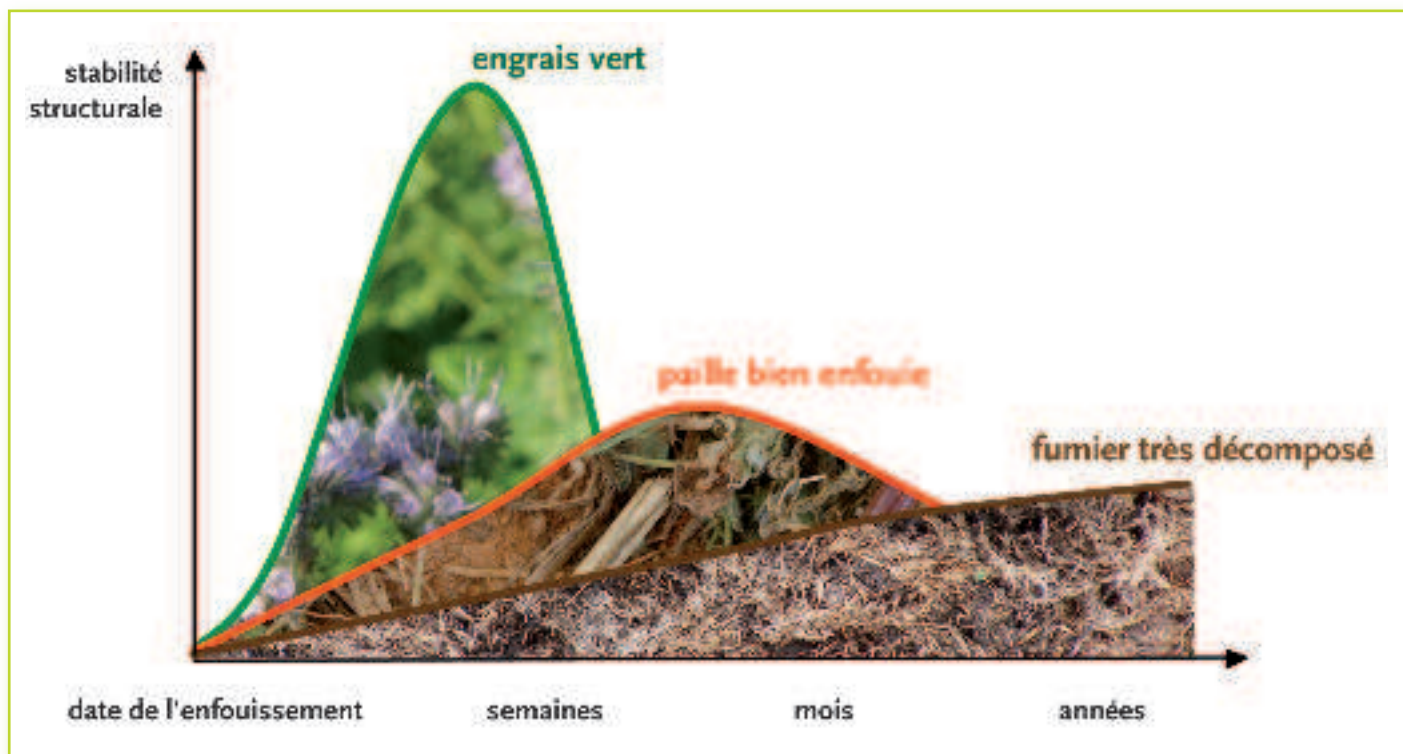
## La matière organique : de l'énergie pour construire la structure

- **Viser la structure grumeleuse (50 % de porosité)**

Malgré des différences bien nettes entre les trois grandes classes de texture, celle-ci n'est pas suffisante pour expliquer les propriétés des sols. L'intervention des matières

<sup>1</sup> Nous précisons "granulométrique" car le terme argile est aussi utilisé pour désigner une famille de minéraux, que l'on qualifie alors d'argiles "minéralogiques", et qui présentent des propriétés particulières. La taille des particules d'argiles minéralogiques peut aller au-delà de 2 µm (jusqu'à 18 µm), tout comme la taille de certains limons peut être inférieure à 2 µm... ; il n'y a donc pas correspondance exacte entre tailles et propriétés des éléments les plus fins du sol.

Figure 1 – Impact des engrais verts, paille et fumier sur la stabilité structurale (d'après Monnier, 1965)



organiques, de l'activité des êtres vivants du sol, la présence de certains cations (fer, calcium), créent la structure du sol. En simplifiant, on peut dire que l'évolution des sols conduit, par altération progressive des minéraux, à des textures de plus en plus fines : sable, limon puis argile. Cette évolution conduit les sols à être de moins en moins aérés puisque les pores sont de plus en plus petits au fur et à mesure que la taille des particules minérales diminue. Heureusement, la décomposition des matières organiques va petit à petit recréer de la porosité, en formant des particules organo-minérales de plus en plus grosses : les agrégats, unités de base de la

structure. La structure à rechercher est celle qui crée le plus de porosité, aux alentours de 50 % du volume de sol : c'est la structure grumeleuse. Dans ce type de structure, la taille des agrégats dépasse 2 mm en moyenne.

● **Le type de matière organique impacte la structure**

La stabilité de la structure est étroitement liée à l'activité biologique, puisque ce sont les microorganismes du sol qui fabriquent la colle organique nécessaire à l'agrégation des particules minérales. L'agrégation dépend de la facilité

des matières organiques à être dégradées : plus les matières organiques sont labiles et plus l'activité biologique est forte. Monnier avait déjà mis en relation dès 1965 différents niveaux de stabilité structurale avec différents apports de matières organiques (engrais verts, paille, fumiers) (figure). Aujourd'hui la caractérisation biochimique des matières organiques au laboratoire, qui permet le calcul de l'ISMO<sup>1</sup>, peut aider à prédire la dégradation des amendements organiques.

<sup>1</sup> Indice de Stabilité de la Matière Organique

**Classement selon l'impact sur la structure à court terme**

engrais verts > fumier > compost de fumier > compost de déchets verts


**TOURTEAUX VEGETAUX :**  
 TOURTEAU DE RICIN  
 TOURTEAU DE NEEM  
 TOURTEAU DE KARANJA  
 TOURTEAU DE MAHUA (spécial golf)


**GUANO D'OISEAUX MARINS**  
**GUANO DE CHAUVES-SOURIS**  
**CORNES CRUES ET TORRÉFIÉES**  
**FARINE DE SANG ET PLUMES**

*Produits agréés en agriculture biologique*  
**Le coup de pouce naturel**  
**sopropêche**

Z.I. de la Trésorerie  
62126 WIMILLE FRANCE

Tél : 33 (0)3 21 32 27 27

Fax : 33 (0)3 21 32 28 28  
E-mail : contact@sopropêche.com



On peut prédire l'impact de différentes matières organiques en fonction de leur faculté à se dégrader dans le sol. En effet, plus ils se dégradent rapidement, plus les micro-organismes responsables de leur dégradation fabriquent de "colle". On peut ainsi classer les matières organiques selon leur impact sur la structure à court terme, du plus fort vers le plus faible : Ceci sous réserve évidemment que l'enfouissement de ces produits soit fait dans des conditions favorables à leur dégradation : humidité et surtout aération optimales. Rappelons que l'enfouissement des produits organiques en profondeur, notamment au moment du labour, est à déconseiller fortement : la MO qui se retrouve en profondeur risque de se décomposer en conditions anaérobies, créant des zones d'anoxies néfastes au développement racinaire.

## ● Le travail du sol « abîme » la structure du sol

Même si l'agrégation est un phénomène dynamique puisque liée à l'activité microbienne du sol, la durée de vie d'un agrégat peut être relativement longue, de l'ordre de l'année voire de la dizaine d'années. C'est notamment le cas sous les prairies permanentes car les perturbations mécaniques y sont très faibles. Par contre, en système de culture, le travail du sol contribue fortement à détruire les agrégats. Cette destruction est très importante quand le sol est travaillé en conditions humides, mais elle dépend également des types d'outils utilisés. En maraîchage notamment, les outils à dents seront privilégiés plutôt que les outils rotatifs.

Une autre voie de destruction importante des agrégats est l'action des gouttes de pluie à la surface du sol. La force cinétique des gouttes entraîne l'éclatement de

nombreux agrégats à chaque impact. En sol nu, en plus de la désagrégation, les risques d'érosion sont forts, surtout sur les terrains en pente.

## ● La stabilité de la structure augmente avec la taille des agrégats

La taille des agrégats varie en gros de 0,2 à 2 mm. Comme l'ont montré Le Bissonnais et Le Souder (1995), il existe un lien entre la taille des agrégats, la stabilité de la structure, la battance et les risques de ruissellement et d'érosion diffuse (tableau) : plus la taille des agrégats augmente, plus la stabilité est élevée, et plus les risques de battance, de ruissellement et d'érosion diminuent.

### Actions sur les autres propriétés du sol

Les matières organiques du sol (MOS) ont d'autres effets sur les propriétés des sols, notamment lorsque l'obtention de la structure "idéale" dite grumeleuse n'est pas possible. C'est le cas en particulier des sols constitués de sables grossiers, dépourvus d'éléments fins (limons et surtout argiles). Ce type de sol n'est pas structuré car les agrégats ne peuvent pas se former faute d'éléments minéraux fins. Ce n'est pas pour autant qu'il ne faut pas y apporter des matières organiques, au contraire, car ces dernières vont y jouer d'autres rôles, comme l'augmentation de la rétention en eau et l'augmentation de la capacité d'échange cationique.

## ● Bonne capacité de rétention en eau

La propriété intéressante des sols sableux est leur porosité élevée. Par contre, ils ne retiennent pas du tout l'eau. Dans ces sols, ce sont les matières organiques qui vont permettre de retenir l'eau, en jouant le rôle d'éponge. On cher-



B. LECLERC

chera pour augmenter cette capacité de rétention en eau à apporter des matières organiques qui restent longtemps dans le sol, car si elles se dégradent rapidement (cas d'un engrais vert), elles auront un impact plus faible que si elles s'y accumulent (cas d'un compost évolué).

## ● Bonne capacité d'échange cationique (CEC)

Dans les sols sableux, ce qui est vrai pour la rétention en eau l'est également pour celle des éléments minéraux : ils ne retiennent pas ces derniers qui, en solution dans la phase liquide ou en suspension, sont rapidement lessivés. La matière organique du sol a la propriété de retenir fortement ces éléments minéraux, et même beaucoup plus que les argiles. La contribution des MOS à la CEC, qui est de l'ordre de 25 à 35 % dans les sols argileux, atteint alors 90 % dans les sols sableux. On voit donc toute l'importance, comme pour la capacité de rétention en eau, d'amender les sols très sableux avec des matières organiques stables.

## ● Résistance à la compaction du sol

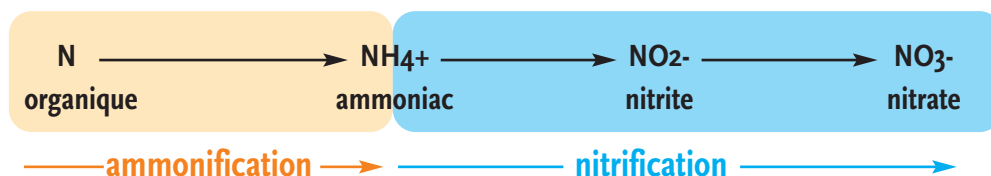
La compaction est une réduction de volume due à la perte d'air contenu dans les interstices. Un sol compact qui a perdu sa porosité devient difficilement pénétrable

Tableau 1 - Un référentiel d'interprétation pour la stabilité structurale (Le Bissonnais & Le Souder, 1995)

DMP*	Stabilité	Battance	Ruissellement et érosion diffuse
< 0,4 mm	Très instable	Systématique	Risque important et permanent en toutes conditions topographiques
0,4 - 0,8 mm	Instable	Très fréquente	Risque fréquent en toutes situations
0,8 - 1,3 mm	Moy. stable	Fréquente	Risque variable en fonction du climat et de la topographie
1,3 - 2,0 mm	Stable	Occasionnelle	Risque limité
> 2,0 mm	Très stable	Très rare	Risque très faible

\*DMP : Diamètre moyen pondéré des agrégats du sol (= taille des agrégats)

Figure 2 - La minéralisation de l'azote



pour les racines et freine le transfert d'eau. Au niveau des zones tassées il y a des pertes sévères de rendement en culture. En cas de compaction en profondeur (50/70 cm voir plus) les possibilités de reprise sont impossibles.

La régénération de la porosité ne pourra se réaliser que très lentement par les racines pivotantes de certaines cultures et les vers de terre. Seul le sous-solage (fortement consommateur d'énergie et de temps) peut casser une semelle de labour à 30/40 cm. En cas de compaction de surface (0/25 cm) la vie du sol et un travail de type labour ou passage de dents rigides pourront recréer de la porosité sous réserve que la compaction ne soit pas trop sévère. Par contre si la compaction est déjà importante au moment du travail du sol, les sols argileux ou limoneux peuvent se fragmenter en blocs sous l'effet des outils. Ces blocs se comporteront souvent comme des cailloux qui peuvent rester dans le sol plusieurs années sans pouvoir être colonisés par les racines. Il est donc fondamental de tout mettre en œuvre pour éviter les compactations, surtout de profondeur.

#### ● Diminution de la densité apparente

L'apport régulier de matières organiques diminue la densité

apparente, ce qui rend la terre plus facile à travailler car plus légère, diminue l'usure des outils et la consommation de carburant.

#### ● Réchauffement du sol

Les terres plus riches en matières organiques se réchauffent plus rapidement, et par conséquent se réchauffent plus vite au printemps. La couleur sombre des matières organiques facilite également le réchauffement du sol.

#### Rôles des MO sur les activités biologiques du sol

#### ● Les MO nourrissent les vers de terre

Les vers de terre représentent en poids la catégorie de la macrofaune du sol la plus abondante : jusqu'à 1 tonne / ha ! En parcelles cultivées, les vers sont beaucoup moins nombreux (100 maximum au m<sup>2</sup>) que sous prairies (jusqu'à 400 au m<sup>2</sup>). Les facteurs limitant leur nombre et leur activité sont la perturbation du sol (outils rotatifs...) et l'insuffisance de nourriture si le sol est souvent laissé nu et que les restitutions organiques sont faibles.

Les effets agronomiques de l'activité des vers de terre sont bien connus, bien que difficiles à apprécier et à quantifier. Rappelons les principaux bénéfices liés à la présence des vers anéciques (ceux qui construisent des galeries verticales pour aller chercher leur nourriture en surface) dans les sols cultivés :

- ils contribuent à l'aération du sol,
- ils augmentent le drainage et di-

minuent ainsi l'érosion en permettant au sol d'absorber plus d'eau,

- ils permettent un brassage de la terre en l'ingérant à un endroit et en la rejetant ailleurs avec leurs excréments (les turricules),

- ces derniers sont plus concentrés en éléments minéraux que la terre avoisinante,

- les galeries abandonnées peuvent favoriser le cheminement des racines en profondeur (jusqu'à 80 % des galeries abandonnées sont colonisées par les racines),

- la paroi des galeries est riche en éléments minéraux déposés avec le mucus sécrété par les vers au cours de leurs déplacements.

#### ● La minéralisation de l'azote libère l'azote des MO pour le mettre à disposition des plantes

L'une des plus importantes activités biologiques des sols pour l'agriculture est la minéralisation de l'azote, qui est le passage des formes organiques de l'azote aux formes minérales (figure 2). Cette minéralisation est primordiale car la forme d'azote préférentiellement prélevée par les plantes est la forme nitrique.

Cette nitrification est influencée par les facteurs du milieu, notamment l'aération, car les bactéries responsables de la nitrification sont des aérobies strictes. Un autre facteur du milieu jouant sur la nitrification est le pH : plus celui-ci est bas, plus la nitrification est faible, l'optimum se situant autour de la neutralité ou à pH légèrement basique.

La minéralisation de l'azote peut être mesurée au laboratoire. Cette mesure sert notamment à comparer des engrais et amendements organiques entre eux.



Compost de déchets verts.

#### ✓ POUR EN SAVOIR PLUS

- Le Bissonnais Y. & Le Souder C. 1995. Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion. Etude et Gestion des sols, 2,1, 43-56.
- Monnier G. 1965. Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Ann. Agro. 16 (4 et 5) : 327-400 et 471-534.
- Morel. 1989. Les sols cultivés. Ed. Technique & Documentation - Lavoisier. Paris. 373 pages.