

Les matières organiques des sols Libres et liées



Les matières organiques des sols ne se résument pas à l'humus, leur fraction la plus stable. Il faut au contraire imaginer quelque chose de très dynamique avec de la matière en perpétuelle évolution. De même, les matières organiques ne se résument pas seulement à du carbone mais à tous les autres éléments dont l'azote. Cet article a pour but de redéfinir ce qu'on appelle matière organique mais aussi de voir comment mieux utiliser les matières externes type effluents d'élevage, composts...

Matières spécifiques des végétaux et animaux, les MOS (matières organiques des sols) s'identifient surtout en fonction de leur état. Dès lors que les MO mortes entrent en contact avec le sol, elles se différencient notamment par leur niveau de modification. Elles deviennent MOS fraîches et subissent une série de transformations les réduisant d'abord en fragments de matières qui eux-mêmes subissent d'autres fragmentations. On parle de MOS transitoires (dans la littérature, on trouve aussi le terme de MOS particulières). Ainsi, les grosses molécules constitutives de la vie sont réduites en de plus petites jusqu'aux éléments les plus simples, de nature minérale et gazeuse. Le terme général donné à ces transformations est minéralisation : processus physique, chimique et surtout biologique.

Libres ou liées

Les matières humiques sont une autre forme de MOS issues d'un processus inverse de la minéralisation, nommé humification. Celle-ci produit, de façon biochimique, des assemblages et des molécules complexes à partir des produits organiques intermédiaires issus de la minéralisation (MOS transitoires). Cet humus produit est nettement plus stable que les autres MOS car fortement lié à d'autres composantes du sol, notamment minérales. Néanmoins, il subit lui aussi une dégradation mais très lente, appelée en-

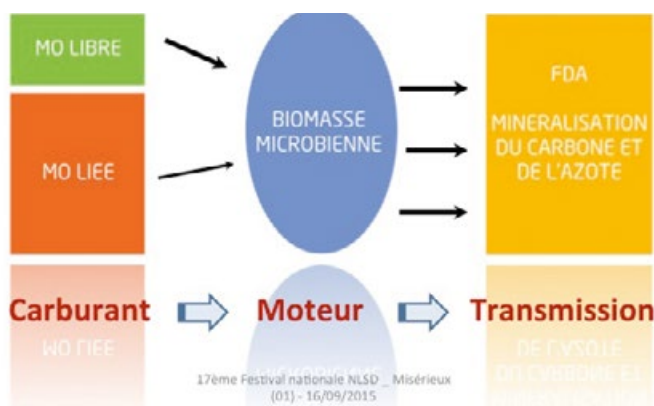
On dit toujours, et à tort, matière organique des sols. Or, il n'y a pas qu'une matière organique dans un sol mais bien des matières organiques, en abrégé MOS.

Xavier Salducci, directeur du laboratoire Celesta-Lab, donne une image comparative très juste du fonctionnement organique d'un sol. Pour ce spécialiste, le fonctionnement d'un sol s'assimile à celui d'une voiture (ou d'un tracteur). Il nécessite donc trois composants :

- un carburant : les fameuses MOS (libres et liées) ;
- un moteur : la vie du sol et notamment sa biomasse microbienne ;
- une transmission : les activités (ou fonctions) de cette biomasse microbienne.

Sans l'un ou l'autre de ces composants, le « sol-tracteur » ne peut pas « rouler ». Le rôle de l'agriculteur se borne donc à entretenir correctement l'ensemble des fonctionnalités de son « véhicule » et de lui fournir le carburant nécessaire pour qu'il donne toute sa puissance.

Sources : X. Salducci, CelestaLab



core minéralisation secondaire. Il s'agit d'une sorte de soupape de sécurité sans laquelle l'humus s'accumulerait à en être étouffant pour toute la vie du sol. Les micro-organismes du sol sont au carrefour de toutes ces transformations. Tout est dynamique, avec des flux continuels de matières organiques plus ou moins évoluées qui circulent dans le sol.

Si nous devons retenir une chose c'est que, dans le sol, coexistent finalement deux grands types de MOS, les MOS « libres », actives (facilement minéralisables) qui perdurent peu de temps (1-2 ans, voire moins, jusqu'à maximum 10-15 ans) et les MOS « liées », beaucoup plus stables, regroupant en fait les MOS humifiées dont le turn-over va au-delà des 50 ans, en moyenne.

PRO fertilisants ou amendants

Les MOS libres interviennent dans :

- la fertilité biologique du sol (apport nutritionnel et énergétique pour la faune et la flore du sol) ;
- la nutrition des plantes (éléments N, P, S mais aussi réserve non négligeable en bases : Ca, Mg, K) ;
- la stabilité structurale à court terme (1-2 ans) grâce aux racines et au mycélium des champignons (notamment mycorhizes) ;
- la résistance au tassement.

Les MOS liées interviennent dans :

- des propriétés structurantes et de stabilité à long terme des sols ;
- des propriétés d'échanges (CEC humique) : la CEC

des MOS liées > CEC MOS libres ;

- des propriétés d'adsorption de molécules exogènes comme celles de pesticides.

Un sol qui fonctionne correctement doit donc avoir des MOS libres et liées ainsi que des micro-organismes qui assurent toute la dynamique de leurs transformations. Pour cela, il faut apporter au sol de la biomasse au travers des cultures, des couverts végétaux, de leurs résidus mais aussi d'autres sources. Ces ressources sont appelées produits résiduels organiques ou PRO, à savoir tous les produits organiques d'origine urbaine, industrielle ou agricole ayant subi ou non des traitements (boues, composts, effluents agro-industriels, effluents d'élevage, digestats, BRF...).

Lorsqu'il entre en contact avec le sol, un PRO, quel qu'il soit, subit les mêmes processus de transformation que les MOS. Il devient d'ailleurs MOS, avec les mêmes fonctions.

Mais tous les PRO ne se ressemblent pas. Prenons les effluents d'élevage. Leur composition et donc leur future évolution dépendent de multiples paramètres : type d'animaux élevés, d'alimentation, de prophylaxie, de conditions d'élevage, de type de litière, etc. Pour autant, il est utile de « catégoriser » ces produits. Se dessinent ainsi deux grands types :

- les PRO à valeur plutôt « fertilisante » ;
- les PRO à valeur plutôt amendante.

Les premiers fournissent assez rapidement leur énergie et leur azote facilement disponible pour les

micro-organismes et les plantes (même si, dans un premier temps, certains peuvent être temporairement consommateurs d'azote du sol). Ils se dégradent donc généralement assez rapidement et ont donc un impact plutôt de court/moyen terme d'où l'emploi, pour les identifier, du terme « fertilisant ». Les effluents d'élevage peu pailleux de type lisier ou encore des produits issus de transformations agro-industrielles peu carbonés peuvent appartenir à cette catégorie.

La valeur d'un PRO

Les PRO à valeur plutôt amendante ont, d'une manière générale, des impacts complémentaires. Ils sont fournisseurs d'éléments mais sur le plus long terme car constitués, principalement, de plus grosses molécules nécessitant plus de temps (supérieure à un an) pour être minéralisées. Ces PRO participent donc à un temps de résidence plus long du carbone organique et donc de l'azote. Pour que l'activité biologique se multiplie, ils doivent trouver de l'azote et vont le trouver dans le sol au détriment de la végétation.

Ainsi, si les premiers sont plutôt là pour doper le système en fournissant très rapidement l'énergie

et l'alimentation pour la biomasse microbienne, les seconds viennent plutôt stabiliser le système et apporter les « provisions » pour une biomasse microbienne qui va venir puiser ce dont elle a besoin au moment opportun.

Comment savoir quelle valeur a un PRO ? Le rapport C/N est un bon indicateur. Plus il est élevé, plus le produit est carboné ou pailleux et plus il a une valeur amendante. Ce critère n'est cependant pas suffisant. La recherche a beaucoup travaillé à ce niveau (dans un but de normalisation) et deux mesures permettent aujourd'hui de mieux caractériser un PRO :

- l'Ismo qui qualifie la valeur amendante du produit (auparavant, on utilisait plutôt l'ISB – indice de stabilité biochimique – mais aujourd'hui l'Ismo, issu de plus de 400 analyses de produits, est plus fiable). L'Ismo caractérise la stabilité organique du produit ou encore sa proportion de MO susceptible d'entretenir le stock de MOS. Plus l'Ismo est élevé, plus le produit permet d'entretenir ce stock sur le long terme ;
- la fourniture en N du produit (disponibilité en azote pour les plantes) et donc plutôt sa valeur fertilisante.



En comparaison à des situations sans apport de PRO (donc seulement une fertilisation minérale), il est prouvé que des apports réguliers de PRO (notamment les effluents d'élevage, les plus étudiés), apportent des suppléments de minéralisation via l'accroissement des MOS en circulation. Ce supplément de minéralisation peut fournir des quantités annuelles

d'azote minéralisé de 25 à plus de 80 kg/ha (après plusieurs années d'apports répétés). Les PRO apportent certes du C mais aussi de l'N... Néanmoins, vu la très grande variabilité des PRO, mieux vaut, par une analyse, parfaitement connaître ce qu'on souhaite utiliser.

CÉCILE WALIGORA

EXPÉRIMENTATIONS

Les biochars, des PRO très particuliers

Avant biochar, il y a la terra preta et le bassin amazonien d'Amérique du Sud. La terra preta est le nom local pour désigner une terre très noire et particulièrement fertile. Elle dénote singulièrement des terres avoisinantes, plutôt grises et acides. Ces terra preta sont en fait les vestiges des anciennes civilisations amérindiennes disparues depuis plusieurs siècles. Elles sont particulièrement riches en carbone (environ 9 %) et on peut y trouver des déchets végétaux et animaux ainsi que des morceaux de poterie. Localisées au niveau d'anciens villages, elles correspondent aux restes des activités humaines, notamment alimentaires. Les habitants avaient ainsi l'habitude de fabriquer du charbon de bois par combustion de déchets organiques dans des fours primitifs à très faible teneur en oxygène. Ainsi produit, le carbone peut rester intact des milliers d'années. Le plus ancien site de terra preta retrouvé a été daté de 8 000 ans avant notre ère !

Des chercheurs ont refait le même type de combustion (une pyrolyse) à partir de divers types de biomasses (photo). D'une telle combustion, en présence de très peu d'oxygène, il ressort trois produits :

- un mélange gazeux, qui peut être réutilisé pour chauffer le pyrolyseur ;
- un biocarburant qui, après raffinage, peut être utilisé dans des moteurs ;
- un solide, le fameux charbon de bois, désormais appelé biochar.

Et des biochars, il en existe autant que de nature de biomasse utilisée pour la combustion : agricole, forestière, industrielle ou urbaine. Produit particulièrement stable, il peut être utilisé comme amendement des sols ; 1 tonne de biochar correspondant à 2,8 à 3 tonnes d'équivalent CO₂ séquestré. Cependant, pour l'instant, ces produits n'en sont qu'au stade expérimental.

Rittmo Agroenvironnement, centre de recherche alsacien, spécialisé dans les domaines de la fertilisation et de l'agroenvironnement, s'y intéresse de près. « Avec toutes les questions qui tournent autour du changement climatique et de la séquestration de carbone, nous sommes persuadés que

les biochars présentent un intérêt, explique sa directrice, Laure Thévenin-Metzger. Seulement, avant qu'un professionnel ne puisse déposer un dossier d'homologation (plusieurs professionnels s'intéressent aussi aux biochars), nous avons encore besoin de faire des recherches mais nous sommes confiants. »

Pyrolyseur chez Rittmo Agroenvironnement. Le bocal à droite tenu par l'un des membres de l'équipe de recherche contient un biochar. Le bocal de gauche est rempli de biocarburant.

