



Stockage, recyclage et transformation de la matière organique

Le sol et les plantes dépendent l'un de l'autre dans un système vertueux. D'un côté, les plantes apportent leur matière organique au sol (litières, racines, produits organiques) et, de l'autre, le sol sert de support et de « garde-manger » aux végétaux (eau, nutriments, organismes). En effet, les plantes fabriquent leurs feuilles, tiges et racines en utilisant le carbone du CO₂ atmosphérique par la photosynthèse. A leur mort, ce carbone va être transformé, transféré et/ou stocké dans le sol et contribuer à sa structure.

Rédaction : Battle Karimi (avril 2023)

Il existe deux grandes catégories de matières organiques (MO) dans le sol : les matières **organiques fraîches**, facilement digérables/dégradables, qui sont nouvellement apportées, et les matières **organiques stabilisées**, difficilement digérables/dégradables, qui sont les matières déjà présentes dans le sol et qui ont déjà subi des étapes de dégradation.

Les matières organiques fraîches

Les matières organiques dites **fraîches** sont des **débris végétaux** et **animaux** déposés sur le sol qui n'ont pas encore été transformés par les **micro-organismes** : les feuilles, les racines mortes, les cadavres d'animaux, les résidus de culture, etc. Lorsque ces matières organiques s'**accumulent** à la surface du sol, elles forment une **litière** à l'image des tapis de feuilles et de brindilles qui se forment en forêts. En contexte agricole, lorsque les résidus de cultures (les pailles) sont volontairement laissés sur les sols, cela s'appelle paillage ou mulch. Lorsque ces couches de matières organiques sont encore intactes à la surface du sol, les flux d'eau générés par les pluies entraînent les molécules organiques présentes sous forme solubles. C'est une forme de lixiviation (c'est-à-dire, infiltration d'éléments solubles) au cours de laquelle les **matières organiques dissoutes** migrent vers la solution du sol. Ces molécules dissoutes se composent de petits acides organiques ou d'ions nutritifs comme l'ion potassium (K⁺) ou l'ion sodium (Na⁺).

Cependant, ces molécules naturellement solubles ne représentent qu'une infime partie de la matière organique fraîche. La majeure partie de la matière organique fraîche n'est pas soluble et ne peut donc pas être lixiviée sous l'effet de la pluie. Elle nécessite des **étapes de dégradation** dont la première étape est une **transformation physique**. La matière organique présente sous forme très grossière à la surface du sol doit être fragmentée mécaniquement en plus petits morceaux. Cette fragmentation peut s'opérer au travers des piétinements, avec l'effet du vent et de la pluie, ou encore par l'intervention de la faune invertébrée du sol (cf. Synthèse « Faune du sol »). Les petits débris formés sont appelés **matières organiques**



particulaires. A ce stade de dégradation, il est encore possible d'identifier la provenance des particules, c'est-à-dire le type de tissu animal ou végétal dont elles sont issues. De façon concomitante à cette fragmentation, les matières organiques peuvent être incorporées dans le profil de sol, c'est-à-dire entraînées ou enfouies dans les premiers horizons du sol par les organismes vivants à la surface du sol ou fousseurs (insectes, vers de terre, micro-arthropodes). Les particules peuvent également être entraînées par l'eau et s'infiltrer vers les horizons plus profonds. Dans le sol, les matières organiques particulières subissent alors le **catabolisme enzymatique**, c'est-à-dire une **attaque chimique par des enzymes sécrétées** par les **micro-organismes décomposeurs** (appelés **saprophytes**) présents dans le sol environnant. Ce catabolisme enzymatique transforme les particules organiques en **sucres solubles** et en **ions inorganiques** qui sont libérés dans la solution du sol. Les microorganismes dégradent la matière organique en molécules plus petites et solubles qu'ils sont capables d'absorber pour leur besoin en énergie et en nutriments. Cette absorption de nutriments de la solution du sol est appelée **immobilisation des nutriments** par les **micro-organismes** (cf. Synthèse « Micro-organismes »). Le processus inverse de l'immobilisation est appelé la **minéralisation des nutriments**. Elle survient lorsque les micro-organismes excrètent les nutriments produits en excès vers la solution du sol ou bien lorsque le catabolisme enzymatique libère des ions nutritifs dans la solution du sol. Le processus de **respiration** hétérotrophe transforme des matières organiques facilement dégradables (nutriments, sucres,...) en énergie. Cette réaction chimique qui **rejette du CO₂** est également appelée **minéralisation**, mais il s'agit ici de minéralisation du carbone puisque des molécules organiques carbonées, les sucres, ont été transformées en une forme inorganique, le CO₂.

Les matière organiques stabilisées

L'autre forme de matière organique du sol, la plus abondante dans la plupart des sols, est appelée **matière organique stabilisées**. Elle est issue de l'accumulation de toutes les matières organiques qui sont historiquement entrées dans le sol, sans avoir été totalement décomposées/dégradées et minéralisées. La matière organique résiduelle, qui est **stabilisée/protégée**, en raison de son **inaccessibilité** (protection physique notamment par des argiles, conditions chimiques non favorables, enfouissement dans des horizons profonds) ou de sa complexité chimique la rendant très **difficile à transformer** (comme certains tanins). Elle est considérée comme stockée dans le sol. Pour rappel : l'**âge moyen** des matières organiques dans les sols est de plus de **4000 ans** (cf. Synthèse « **Associations Organo-Minérales** »). Cette MO contribue à la formation du sol, à sa structure physique, et à la création et au maintien d'**habitats pour la biodiversité du sol**. Cette matière organique stable n'est pour autant pas entièrement protégée. Une petite partie de cette matière



LA FRESQUE DU SOL

organique est dégradée chaque année par l'activité des micro-organismes décomposeurs libérant ainsi des molécules solubles qui rejoignent la solution du sol.

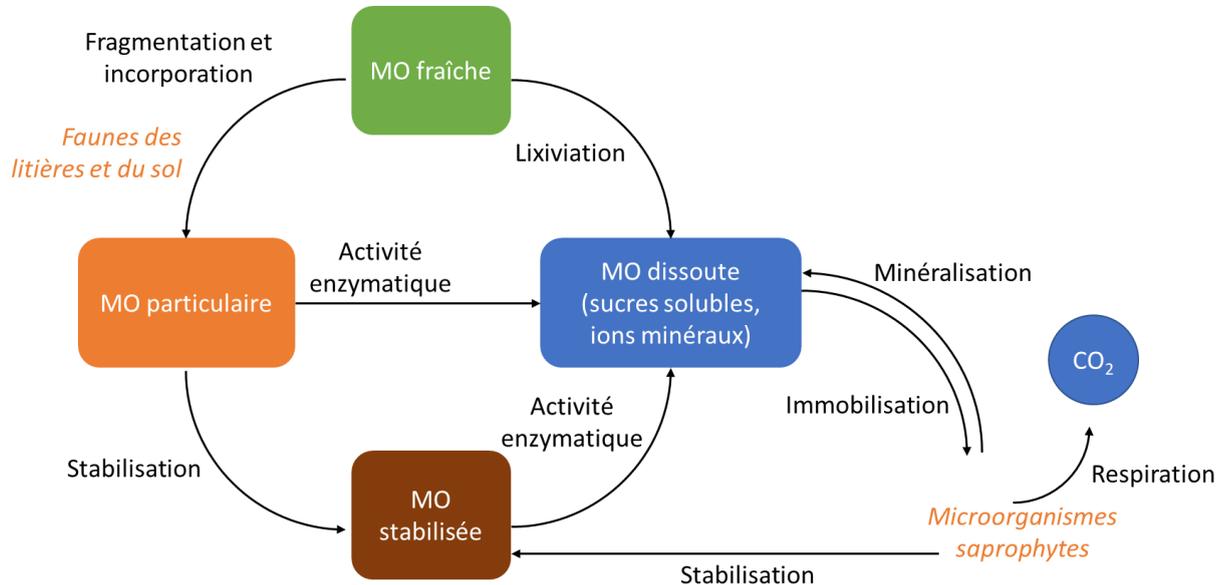


Figure 1. Transformations de la matière organique dans le sol, MO = matière organique.

Source : Solenn Chauvel.

Questions clés

- Quelle est la première étape de la dégradation de la matière organique fraîche ?
- Grâce à quels organismes la minéralisation de la matière organique a-t-elle lieu ?
- Quelle est la source d'énergie des microorganismes ?

Bibliographie

M., Gobat, M., Aragno, W., Matthey, Le sol vivant 3^{ème} Edition, 2013, Presses polytechniques et universitaires romandes, 844 pages