

La matière organique : son rôle essentiel pour la fertilité

(seconde fiche sur la matière organique)

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 01.08.Q03

avril 2024

Mots clés : matière organique, humus, humification, minéralisation, bilan humique

Cette fiche est la continuation de la fiche 01.08.Q02

Le bilan humique : un outil indispensable pour gérer la teneur en MO

L'évolution des teneurs en MO (matière organique), lente à l'échelle humaine, est peu perceptible : sans un suivi précis, il faut une trentaine d'années pour constater une dégradation de la fertilité à travers, par exemple) la baisse de rendement, ou l'excès d'eau en hiver. Les analyses de sol sont souvent insuffisantes pour observer des dérives dans leurs teneurs en carbone : compte tenu de l'imprécision des mesures, il faut souvent plus de dix ans pour révéler une baisse de teneur en MO, et donc de nombreuses années pour la corriger. Même avec des analyses régulières, il est prudent d'estimer l'évolution du stock de MO du sol grâce à un bilan humique.

Le principe du bilan humique est la différence entre la MO néoformée et la MO dégradée. On le réalise en considérant que la variation du stock de MO résulte de la différence entre la quantité d'humus produit à partir des résidus organiques (par humification : coefficient isohumique K1) et la quantité d'humus dégradé par minéralisation, dont le taux de disparition annuel est mesuré par le coefficient K2. Ses paramètres dépendent du régime des apports, du stock en place, des caractéristiques du sol (pH, teneur en argile) et du climat (température, humidité du sol).

Le seul moyen, pour maîtriser sur le long terme le taux de MO, est de faire un bilan humique prévisionnel à l'aide d'un tel modèle, et d'ajuster la rotation (et plus généralement le système de culture) pour prévoir les apports de produits organiques externes nécessaires.

On utilise actuellement le modèle AMG (Andriulo, Mary et Guérif) qui considère deux fractions de MO humifiée, ayant des vitesses de décomposition spécifiques :

- la fraction active, qui se décompose rapidement, et a un temps de renouvellement de 10 à 30 ans ; elle représenterait entre 35 % et 50 % de la MO humifiée ;
- la fraction stable, qui se décompose avec un temps de renouvellement supérieur à 100 ans, et contribue de façon négligeable à la minéralisation annuelle du carbone et de l'azote ; elle représente 50 % à 65 % de la MO humifiée.

La connaissance du système de culture (espèces cultivées, type de travail du sol, rotation, etc.) est essentielle pour déterminer la nature et l'importance des apports organiques (type de culture, résidus de culture enfouis ou exportés, engrais vert, etc.) et des apports externes (fumier, compost, etc.) de MO. Les pertes par minéralisation sont d'autant plus élevées que le sol est humide (mais sans excès d'eau) et chaud (10 à 25 °C) ; elles seront plus faibles si le sol est sec ou avec un pH acide (< 5) ou basique (pH > 7.5) en raison de la présence de calcaire actif, et sont d'autant plus fortes que le stock est important. Si apports et pertes restent constants pendant une longue période, le taux de MO atteint une valeur stable.

Maintenir ou améliorer la teneur en MO des sols

Tous les moyens pour maintenir ou améliorer la teneur en MO n'ont pas la même efficacité.

Avoir une bonne rotation

Dans les exploitations ayant un élevage de ruminants, maintenir le taux de MO est généralement facile :

- d'une part on peut introduire des prairies de longue durée (5 ans) dans la rotation, car elles seront valorisées par les ruminants ;

- d'autre part, les fumiers ou lisiers seront apportés sur les cultures annuelles.

Le bilan humique est dans ce cas facilement équilibré, quelles que soient les cultures annuelles. Cependant la monoculture de maïs fourrage entraîne une baisse fréquente du taux de MO.

Dans les exploitations sans élevage, on observe que les rotations du Nord de la France (pomme de terre, betterave), ainsi que celles avec oléo-protéagineux, entraînent des baisses significatives de MO. Les rotations céréalières (céréales 3 années sur 4, ou de type maïs/blé, maïs/blé/orge), quand les résidus sont enfouis, permettent :

- Le maintien du taux de MO, voire son amélioration si le sol est calcaire ou argilo-calcaire.
- Ou un léger déficit pour les sols plus limoneux. Dans les sols limoneux, les rotations à base de maïs fourrage entraînent des baisses de teneur en MO ; dans ces situations, seule l'introduction d'une prairie à base de graminées (RGA, fétuque, dactyle, etc.), d'au moins 3 ans, permet un maintien du taux de MO. La monoculture de maïs grain (donc résidus enfouis) ne semble maintenir le taux de MO que quand la production de matière sèche est suffisamment importante, c'est-à-dire généralement avec irrigation.

Réaliser des apports organiques externes : quelle matière organique apporter au sol ?

La grande variété de produits organiques pouvant amender un sol peut être classée par intérêt du point de vue des apports de carbone : déchet vert (composté) > compost (ordure ménagère) > fumier > digestat de méthanisation (fraction solide) > lisier de bovin > lisier de volaille. Tous les produits bruts peuvent être compostés, ce qui est coûteux mais donne un produit plus homogène et plus facile à épandre.

Le compost

Les règles pour faire un bon compost

Le compostage fait intervenir des micro-organismes (bactéries, champignons) et macroorganismes (vers de terre, insectes) qui transforment de la MO fraîche en un amendement riche. Cette activité biologique se produit en milieu humide (idéalement 50 % d'humidité), en présence d'oxygène, et dégage de la chaleur. Pour avoir un bon compost il faut donc régulièrement le broyer, l'aérer et l'humidifier en été.

Que mettre dans un compost ?

On peut composter des fumiers de bovins, d'ovins, mais aussi presque tous les produits organiques : déchets verts, résidus de fruits et légumes (C/N = 10 à 20), pailles (C/N = 80), foin, feuilles (C/N = 30 à 80), sciure (C/N = 400), etc. Il faut néanmoins chercher un bon équilibre carbone/azote (idéalement entre 20/1 et 30/1) : s'il y a trop de carbone, la montée en température ne se fera pas.

Il faut 6 à 10 mois pour faire mûrir correctement un compost.

Engrais verts (plantes de services)

Les engrais verts sont des végétaux généralement implantés entre deux cultures, à l'automne après récolte (CIPAN : culture intermédiaire piège à nitrate) ou au printemps avant l'implantation d'une culture semée tardivement ; dans certains cas ils peuvent être semés dans la culture en place (semis de trèfle ou de luzerne juste avant la montaison d'une céréale à paille). Des travaux récents montrent que le semis systématique d'engrais verts dans les intercultures permet d'enrichir de manière significative le sol en MO.

Travail du sol sans retournement et sans travail profond

Le travail influence le temps de résidence du carbone dans le sol, en modifiant le degré de protection des MO. Le labour et les autres techniques (outils à dents, à disques) – en détruisant mottes et agrégats, et en laissant le sol exposé à la pluie – contribuent à diminuer la protection des MO, donc à accélérer la minéralisation ; d'où l'intérêt de supprimer le travail profond (> 20 cm) et d'utiliser des techniques simplifiées de travail du sol, en supprimant le labour et en préparant le semis par un travail superficiel.

Les techniques simplifiées permettent d'augmenter la teneur en MO et l'activité biologique de surface, mais améliorent peu ou pas le bilan humique (pas d'augmentation du stock de MO).

L'augmentation de la teneur en MO de surface permet de mieux résister aux agressions du climat, grâce à une meilleure stabilité des agrégats qui entraîne généralement une meilleure résistance à la battance et à l'érosion (cf. photographie en page 3).

L'excès d'apport organique, source de pollution des eaux et d'apport d'éléments-traces métalliques)

Si les apports de MO sont utiles pour maintenir la fertilité, il faut néanmoins ne pas en apporter plus que nécessaire, car ils peuvent être sources de pollution : les MO sont souvent riches en azote organique plus ou moins rapidement minéralisé en nitrates solubles dans l'eau, donc facilement lessivés dans le sol et pouvant contaminer les eaux.

Certains produits organiques contiennent des éléments traces métalliques (dit métaux lourds) comme le plomb, le cadmium, le mercure, le cuivre, le zinc et l'arsenic, toxiques pour l'Homme, mais aussi pour les animaux consommant des fourrages. C'est le cas avec les apports en boues de stations d'épuration (plomb, mercure, cadmium) ou en lisiers contenant du cuivre ou du zinc.



Croute de battance dans une parcelle limoneuse manquant de MO (champ de blé tendre).
Le manque de structure du sol en surface entraîne une asphyxie des plantes (photo Arvalis).

Stocker du carbone dans le sol pour limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES) ?

Pour limiter les GES, il faut stopper le déstockage actuel de carbone des sols : la conversion de prairies en cultures, ou de terres agricoles vers d'autres usages, fait baisser les teneurs en MO des sols et émet actuellement 8,91 millions de tonnes d'équivalent CO₂ pour la France métropolitaine (CO₂ + N₂O + CH₄).

Le gouvernement français a lancé en décembre 2015, l'initiative "4 pour 1000" avec l'objectif d'accroître de 4 % la teneur annuelle du carbone stocké dans les 30 premiers centimètres du sol.

Philippe VIAUX, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Ce qu'il faut retenir :

La matière organique est le *couteau suisse* de l'agriculteur : elle sert aussi bien à corriger les points faibles d'un sol (faciliter de travail du sol, augmenter la réserve en eau, etc.) qu'à la fourniture régulière des éléments minéraux nécessaires à la croissance des plantes.

La MO est un produit cher (apporter du fumier sur une parcelle est plus coûteux qu'apporter des engrais minéraux, l'implantation d'engrais verts et leurs enfouissements sont onéreux). Les sols calcaires et les sols argileux sont plus résistants à la baisse de MO que les sols limoneux ou limono-sableux.

Pour augmenter le taux de MO d'un sol, mettre des céréales (blé, maïs) dans la rotation, faire des apports fréquents de MO fraîche (sur les têtes de rotation par exemple), planter des engrais verts.

Ce qui détériore le bilan humique : le chaulage des sols acides ; le drainage des zones humides, l'irrigation en été, le labour surtout s'il est profond (> 25 cm,) car il fait baisser le teneur en MO de surface).

Pour en savoir plus :

- A. ANDRIULO, B. MARY et J. GUÉRIF : *Modelling soil carbon dynamics with various cropping sequences on the rolling pampas*, Agronomie 19, 365-377, 1999.
- Philippe VIAUX : *Dix clés pour une fertilité durable des sols agricoles*, Edition France Agricole, pp 19-41, 2023.

[page 3](#) Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "**Publications**" puis "**Table des matières des documents de l'Encyclopédie**".

Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance

- Anonyme : *Matières organiques des sols, variété des formes, diversité des fonctions*, 2001, d'après B. MARY, R. CHAUSSOD et al, Agrotransfert.