

TD N°4

Bilan de la matière organique dans le sol

Origine de l'humus : la matière organique des sols a pour origine les déchets provenant des végétaux et des animaux. La fraction d'origine végétale est prédominante, elle est à l'origine de la formation de l'humus.

Définition de l'humus : est une fraction de la matière organique du sol transformée par voie biologique et chimique, de couleur foncée et plus ou moins stable.

L'humus est susceptible de rentrer en suspension colloïdale et flocculé dans le sol par des sels de Ca et de Mg. C'est un **colloïde électronégatif**. Il est caractérisé par un **rapport C/N** déterminé.

L'humification : c'est l'ensemble des processus de synthèse aboutissant à la formation de composés humiques colloïdaux de néoformation, aux dépens des produits résultant de la décomposition de la matière organique. Ce processus est contrôlé essentiellement par les facteurs biotiques.

La matière organique fraîchement mêlée au sol présente un rapport C/N très élevé (environ 20). Le taux de carbone est nettement supérieur à celui de l'azote. Cependant, si on a une matière organique riche en N (cas des légumineuses) le rapport C/N diminue entre 16 et 20. Une décomposition par voie biologique (action des *Cytophaga*, *Cellvibrio*, *Ascomycètes*, *Clostridium*, ...) est alors entamée : c'est l'humification.

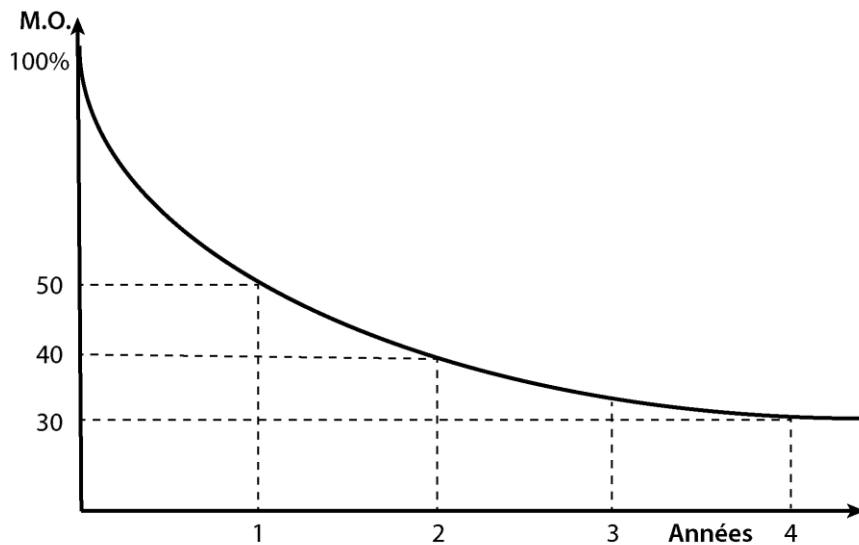
L'humification affecte d'abord les substances hydrocarbonées (sucre, amidon, cellulose) et entraîne la destruction assez rapide de 75 à 80% de la matière organique avec dégagement du CO₂ dans l'air. Parallèlement, les protéines sont dégradées mais plus lentement et le rapport C/N diminue (environ 10).

Le rapport Carbone/Azote (C/N) : c'est un indice qui renseigne sur la richesse en azote de l'humus. Au cours de la décomposition, la matière organique perd plus de carbone (qui s'échappe sous forme de CO₂) que d'azote, dont une grande partie est incorporée dans les molécules de l'humus.

Le rapport C/N traduit la capacité minéralisatrice annuelle de l'azote. Plus C/N diminue rapidement plus la capacité minéralisatrice est importante. En outre, si le rapport C/N est élevé (>12), l'activité biologique est réduite et la minéralisation rencontre des difficultés. Cela traduit des conditions d'anaérobiose, d'acidité excessive...

Rapport C/N							
6	8	9	10	11	12	14	
Très faible	Faible	Normal			Légèrement élevé		élevé
Sol à décomposition rapide de la M.O.		Bonne décomposition de la M.O.				Sol d'activité biologique réduite ramenant à une décomposition lente de la M.O.	

Classement des sols en fonction de leur rapport C/N.

Coefficient isohumique « K_1 » :

Evolution de la matière organique (M.O.) dans le sol en fonction du temps.

Suivant la courbe ci-dessus, le montant des pertes diminue progressivement pour atteindre un minimum : l'humus stable au rapport C/N voisin de 10. La valeur relative de ce résidu stable est appelée le coefficient isohumique « K_1 » : c'est le rapport de la quantité d'humus formé sur la quantité de matière organique sèche introduite.

Le coefficient isohumique « K_1 » n'est pas mesuré en laboratoire mais il est déterminé expérimentalement en faisant un comparatif de bilans humiques d'un sol (parcelles ou pots) avec ou sans produits organiques sur une période minimum de 3 ans.

Si on ne tient pas compte de la minéralisation de l'humus, il convient donc de multiplier le poids de matière organique fraîche pour obtenir le poids d'humus stable formé. Ce coefficient varie avec la nature de la M.O, en particulier son rapport C/N.

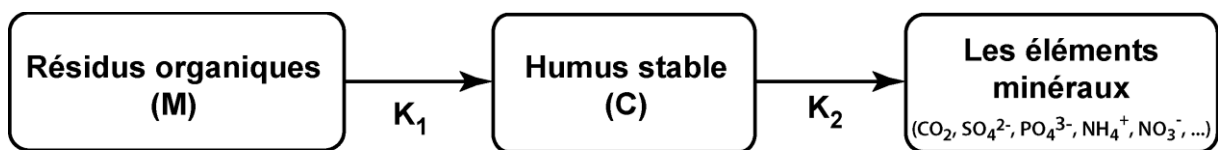
L'humus n'est pas le seul résidu de la décomposition de la matière organique il y a aussi les sels minéraux.

Lorsque le coefficient isohumique est atteint, la dégradation se poursuit. Ce stade de transformation est plus lent de l'ordre de 1 à 2% de la masse présente de l'humus. La durée dépend des facteurs climatiques notamment la température ambiante. Cette décomposition lente de l'humus est appelée « la minéralisation », on peut la quantifier grâce au coefficient de minéralisation K_2 .

Le rendement humus d'une matière organique peut être obtenu par :

$$\text{Rendement humus} = K_1 \times M \quad (M : \text{Matière organique sèche})$$

Bilan humique : c'est la prévision de l'évolution du taux de reconstitution et de destruction des stocks de matières organiques dans le sol. Le bilan humique met en relation les gains (humus) moins les pertes (minéralisation) en fonction du temps.



M : Quantité de matière organique sèche incorporée dans le sol

C : Quantité d'humus stable

K_1 : Coefficient de minéralisation primaire

K_2 : Coefficient de minéralisation secondaire

Bilan humique selon le modèle de Henin-Dupuis.

M exprime la matière organique sèche incorporée dans le sol, C représente l'humus du sol (Matière Organique du Sol MOS), le bilan humique exprime sa variation dC pendant le temps dt . Par ailleurs, pendant le même laps de temps (laps de temps annuel), les gains en matière organique du sol ont pour valeur $K_1 \times M$ et les pertes $K_2 \times C$. Ce bilan s'écrit alors :

$$\frac{dC}{dt} = K_1 m - K_2 C$$

Exercice N°01 : Les bilans humiques du sol sont établis à long terme en tenant compte des quantités et des coefficients isohumiques (K_1) de la matière organique sèche (résidu de culture ou amendement humifère), et des taux de minéralisation de l'humus stable du sol (K_2). Les taux de minéralisation (K_2) dépendent surtout de la texture du sol et des facteurs climatiques (Température et humidité) alors que le coefficient isohumique dépend essentiellement de la composition biochimique de la matière organique sèche.

Coefficient isohumique suivant le type de culture.

Type de culture	K_1 Racines	K_1 Tiges	Quantité de M.O.S en % de la MOF*
Blé	15%	15%	85%
Plantes fourragères	20%	12%	20%
Pomme de Terre	15%	05%	25%

* MOS : Matière organique sèche

MOF : Matière organique fraîche

1. Calculer le bilan humique partiel racines puis tiges en supposant que la proportion des racines est de 60% et des tiges 40%, d'une tonne de matière fraîche suivant les différents les types de texture du sol.
2. Calculer le bilan humique total (racines et tiges) d'une tonne de matière sèche suivant les différents les types de texture du sol.
3. Quelles conclusions pouvons-nous tirer des résultats ?

Coefficient de minéralisation suivant le type de texture du sol.

Type de texture	Coefficient de minéralisation (K_2)
Argile, Argile lourde	1%
Limon	1,2%
Sable	2%

Exercice N°02 : On suppose que dans un sol il y a 70 tonnes d'humus stable dont 1,5% est minéralisé chaque année. Combien estimez-vous la quantité de fumier pailleux frais qui doit être amendée pour rétablir cette perte d'humus stable ? ($K_1=25\%$ Proportion de la M.O.S par rapport à la M.O.F=25%).

Exercice N°03 : si l'on veut maintenir un taux de matière organique d'un sol à 2%, quelle est la quantité de fumier à apporter à l'ha tous les trois ans sachant qu'aucun résidu de récolte n'est enfoui ?

- K2 coefficient de minéralisation = 2%
- K1 coefficient isohumique du fumier = 50%
- Poids de la terre à l'ha = 4000t
- % M.O.S dans le fumier = 20%