

Dynamique de l'Azote dans le sol

1. MINÉRALISATION ET ORGANISATION DE L'AZOTE DANS LES SOLS

On peut considérer que dans un sol, l'azote est présent dans l'humus (plus ou moins stable suivant sa nature ou la nature du sol) pour 90 à 95 %, et pour 5 à 10 % constituée par les êtres vivants du sol : Bactéries, champignons, que l'on regroupe sous le terme de « biomasse microbienne ».

Dans le sol, l'azote minéral peut être présent sous trois formes : l'ion ammonium (NH_4^+) ou azote ammoniacal, l'ion nitrite (NO_2^-) ou azote nitreux et l'ion nitrate (NO_3^-) ou azote nitrique. En dehors des périodes consécutives aux apports d'azote par les engrais et amendements, l'azote minéral ne représente généralement que quelques dizaines de Kg/ha.

L'AZOTE SE TRANSFORME DONC
CONSTAMMENT DANS LE SOL, PASSANT DES
FORMES ORGANIQUES (non utilisable par les plantes)
AUX FORMES MINÉRALES (en partie utilisable par les
plantes) OU VICE VERSA. CES TRANSFORMATIONS
PEUVENT ÊTRE REPRÉSENTÉES SUR LE CYCLE
DE L'AZOTE;

1.1. *La minéralisation de l'azote organique.*

Elle résulte de la dégradation des M.O. riches en azote (HUMUS + M O F + Biomasse microbienne) par les micro-organismes du sol. Elle aboutit à la formation d'azote ammoniacal. Cette minéralisation est d'autant plus importante que :

- le sol est riche en M.O.
- les teneurs en argile et en calcaire sont importantes (ils protègent la M.O. de la dégradation)
- les apports organiques ont été importants dans le passé de la parcelle.

1.2. *L'organisation microbienne de l'azote.*

Processus parallèle, opposé à la minéralisation, l'organisation correspond à l'assimilation d'azote par des micro-organismes très diversifiés et hétérotrophes. Les sources d'azote pour la biomasse microbienne peuvent être le résidu végétal lui-même, l'azote minéral présent dans le sol et l'azote microbien disponible par le recyclage de la microflore du sol.

Ces deux processus inverses, l'un construisant le stock d'azote organique, l'autre le dégradant, constituent le cycle interne de l'azote dans le sol. Si la minéralisation est plus importante que l'organisation, on observe une production d'azote minéral (ou minéralisation nette). C'est le cas le plus fréquent.

Dans le cas contraire, on observe une disparition d'azote minéral (ou organisation nette).

2. LES RELATIONS ENTRE CYCLES DE L'AZOTE ET DU CARBONE DANS LE SOL:

2.1. Les mécanismes.

Les cycles de l'azote et du carbone dans le sol sont très étroitement liés.

Le carbone des matières organiques décomposées est en partie utilisé par les micro-organismes pour constituer leurs cellules et métabolites ; une grande partie est oxydée et donc transformée en gaz carbonique (CO₂) une petite partie, enfin, contribue directement à la formation de l'humus.

Le rapport des quantités de carbone (C) et d'azote (N) contenues dans les substrats à décomposer et dans la biomasse microbienne du sol ou « rapport C/N » est un des facteurs essentiel de la dynamique du carbone et de l'azote, Sachant que le C/N de la biomasse bactérienne est de 8. Le C/N est très variable pour les résidus végétaux : il va de 10 à 30 pour des résidus riches et jusqu'à plus de 100 pour des résidus pauvres.

	MS Totale (t/ha)	C restitué (Kg/ha)	N restitué (Kg/ha)	C/N
Blé	9,5	4000	35	115
Maïs	13,5	6000	120	50
Betteraves	4,5	2000	105	19
Pois	5,4	2400	96	25
Seigle	3,0	1300	55	23

2.2. Les facteurs contrôlant la décomposition

2.2.1. **La nature des résidus**

C'est le facteur essentiel de variation de la décomposition. En fonction des organes et de leur degré de maturité, la composition des végétaux évolue (cf cours sur l'humus)

D'une manière générale, on peut dire que plus les végétaux sont âgés, plus la décomposition est lente. Ceci est lié principalement à la teneur en lignine qui augmente avec l'âge.

Étudions différents cas :

- 1) Dans le cas de la dégradation de la matière organique du sol (humus) qui a un rapport C/N bas, les quantités d'azote libérées sont supérieures aux besoins en azote de la microflore. Il y a donc minéralisation nette d'azote et accumulation dans le sol.
- 2) Dans le cas de la dégradation d'un résidu végétal pauvre en azote, l'azote libéré par le résidu ne sera généralement pas en quantité suffisante pour assurer les besoins en azote des décomposeurs. L'azote du sol (minéral)

sera utilisé et on observe une diminution de la quantité d'azote minéral : organisation nette. C'est le cas pour les pailles de céréales par exemple.

- 3) S'il n'y a pas suffisamment d'azote dans le sol, la croissance microbienne sera ralentie et donc la décomposition également.
- 4) Dans le cas d'un résidu riche en azote, une partie de l'N libéré sera assimilée par les micro-organismes et l'autre partie s'accumulera dans le sol sous forme minérale. On observe alors une minéralisation nette plus ou moins importante suivant les fournitures du sol. C'est les cas par exemple des résidus de betteraves (C/N = 19)

2.2.2. Le climat

La décomposition varie en fonction de la température et de l'humidité :

- ➔ la température optimale d'activité se situe dans l'intervalle 30°C – 35°C. Si elle descend de 10°C, elle est divisée par 2 ou 3
- ➔ En sol sec, l'activité microbienne est réduite, les bactéries sont en vie ralentie. En cas d'excès d'eau, le manque d'oxygène tue une partie des bactéries, d'autres survivent en réalisant des fermentation ce qui conduit à une décomposition incomplète et à la création de composés tels que du méthane (CH₄) ou du sulfure d'hydrogène (H₂S) reconnaissable à sa mauvaise odeur.

2.3. Les quantités mises en jeu

L'organisation nette peut, dans certains cas, atteindre des proportions importantes. Ainsi, potentiellement, les pailles de blé nécessitent 15 Kg d'azote par tonne pour être décomposées. Ceci signifie que l'incorporation de 8 t de paille / ha met en jeu, au cours de la décomposition 120 kg N/ha, la paille elle-même apportant 30 à 40 kg d'N/ha, les micro-organismes peuvent puiser jusqu'à 90 kg d'N/ha.

Organisation nette maximale d'N minéral du sol et assimilation microbienne totale d'N durant la décomposition de divers végétaux en incubation contrôlée à 25°C

Matériel végétal	Rapport C/N du résidu	Org.nette mg N/g C
Racines de maïs	14	19
Racines de seigle	28	23
Racines de blé	34	27
Racines de R.G.	51	24
Mucilage racines	64	72
Paille de blé	100	28
Canne de maïs	130	27

3. LA REMINÉRALISATION.

A la mort des micro-organismes, l'azote microbien est soit réutilisé, soit minéralisé et s'accumule sous forme ammoniacale, soit enfin stabilisé dans l'humus. Lorsque les débris végétaux s'épuisent, la mortalité des micro-organismes augmente et l'azote ainsi libéré s'accumule dans le sol. C'est la phase de minéralisation nette que l'on peut observer sur le diagramme suivant.

