

La Nutrition azotée

La nutrition azotée

Les végétaux terrestres tirent généralement leur N du sol, sous forme de *nitrates* NO_3^- ou de *sels d'ammonium*, NH_4^+ produit de décomposition des matières organiques par des microorganismes. Toutefois, les légumineuses par l'intermédiaire des *rhizobiums* vivant en symbiose avec la plante, peuvent fixer de l'azote de l'air du sol, les autres plantes doivent s'alimenter à partir de l'azote minéral existant dans le sol, produit par décomposition de la matière organique d'une part, ou apporté par les engrais d'autre part.

Formes de l'azote dans le sol

L'azote est sous *trois* formes dans le sol : élémentaire, minérale et organique (96 à 98 % de l'azote total). Le sol contient 2 à 3 % d'azote total, soit 5 à 7,5 t/ha.

L'azote organique

L'azote organique comprend :

- l'azote organique des **résidus de culture** : il constitue pour les micro-organismes hétérotrophes une source d'énergie et de nutriments ;
- l'azote organique de la **biomasse microbienne** (5 à 6 % de l'azote total) ;
- l'azote des **substances humiques** : il constitue la masse azotée la plus importante (2,5 à 5 tonnes d'azote organique/ha/an) et dépend des apports en amendements humiques et des conditions pédoclimatiques.

L'azote minéral

L'azote minéral est présent dans la solution du sol, il comprend :

- des ions **ammonium** NH_4^+ libres dans la solution ou retenus sur le complexe argilo-humique ;
- des ions **nitrates** NO_3^- libres dans la solution. Ils peuvent être facilement lessivés ;
- des ions **dioxyde d'azote** NO^2- très rares.

La quantité d'azote minéral est variable, elle dépend du stock de matière organique et des conditions pédoclimatiques (30 à 300 kg d'azote minéral sont libérés /ha/an). L'azote minéral (NH_4^+ et NO_3^-) est la seule forme intéressante pour la nutrition minérale de la plante.

L'azote minéral a plusieurs origines : la minéralisation, la nitrification, les apports d'engrais minéraux azotés et les déplacements dans la solution du sol.

La minéralisation de l'azote

La minéralisation de l'azote est le passage de l'azote de la forme organique à celle minérale. Ce processus est effectué par les micro-organismes du sol.

La minéralisation est influencée par :

- *les conditions physico-chimiques et pédoclimatiques des sols*, qui influent sur l'activité microbienne et donc sur la minéralisation ;

- *la constitution du sol* : les propriétés physiques du sol, humidité, aération, chaleur, porosité...ont une influence sur l'activité biologique et donc sur la minéralisation.

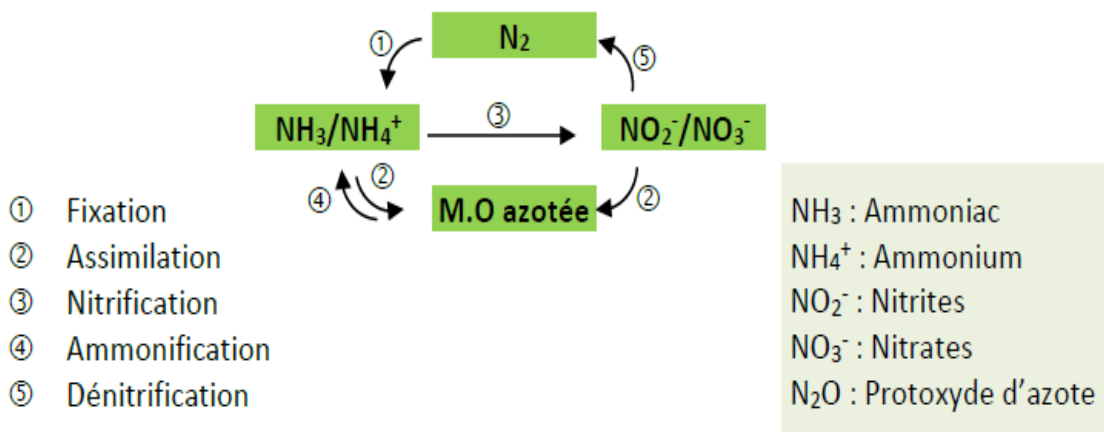
- *la présence d'azote minéral* : un niveau élevé d'azote minéral stimule la décomposition initiale, en assurant les besoins azotés des micro-organismes.

- *la nature des substances*. Les substances sont plus ou moins facilement minéralisables par les micro-organismes. On utilise le rapport C/N (carbone/azote) pour caractériser la biodégradabilité d'une substance.

La valeur du rapport C/N :Carbone organique/azote total est très importante car elle renseigne sur l'état de dégradation de la matière organique, elle permet de connaître l'activité biochimique d'un sol ; plus C/N est faible plus la décomposition est rapide. (Dans les sols de culture C/N = 9 à 10).

Le cycle de l'azote

L'azote atmosphérique n'est pas assimilable directement par les plantes, il doit subir des processus de transformation biologique préalablement à son incorporation à la matière organique



Fixation : [biologique et chimique (éclaires, rayon UV et industriel)] conversion de l'azote atmosphérique en azote utilisable par les plantes et les animaux.

Seuls quelques groupes de procaryotes (bactéries et Cyanobactéries) sont capables de fixer le N_2 . Ils jouent par ailleurs un rôle considérable dans l'alimentation en azote des végétaux supérieurs dans les associations et les symbioses.



Fixation de l'azote = Transformation de l'azote gazeux N₂ en azote assimilable par les plantes par des processus naturels biologique et chimique.

Assimilation : Processus biologique par lequel l'ammonium (NH₄⁺) et le nitrate NO₃⁻ sont assimilés par la plante pour former sa matière organique.

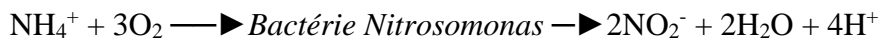
L'assimilation désigne en biologie le processus par lequel des substances et des matériaux extérieurs au corps sont transformés en substances et matériaux intérieurs au corps.

L'ammonium NH₄⁺ est la forme préférentiellement assimilée par les micro-organismes (bactéries et champignons)

Le nitrate NO₃⁻ est la forme préférentiellement assimilée par les végétaux (plantes et algues supérieures)

Nitrification : Oxydation de l'azote ammoniacal NH₄⁺ en nitrite NO₂⁻ puis en nitrate NO₃⁻. Celle-ci se fait en deux étapes distinctes, chacune sous l'action de micro-organismes différents.

Étape 1 : l'ammoniac est oxydé en nitrite, c'est la nitrification, (nitrosation)

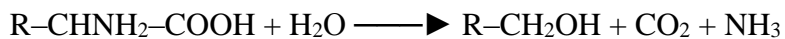


Étape 2 : le nitrite est oxydé en nitrate, c'est la nitrification :



Ammonification (L'ammonisation) : décomposition de la MO et libération d'ions d'ammonium NH₃ /NH₄⁺ grâce à des bactéries ammonifiantes de type *micrococcus ureae*

Exemple, à partir des Aminoacides :



5- Dénitrification : la dénitrification c'est la réduction d'une partie des nitrates en azote gazeux N₂ qui retourne à l'atmosphère par l'intermédiaire de bactéries anaérobies dénitrifiantes.



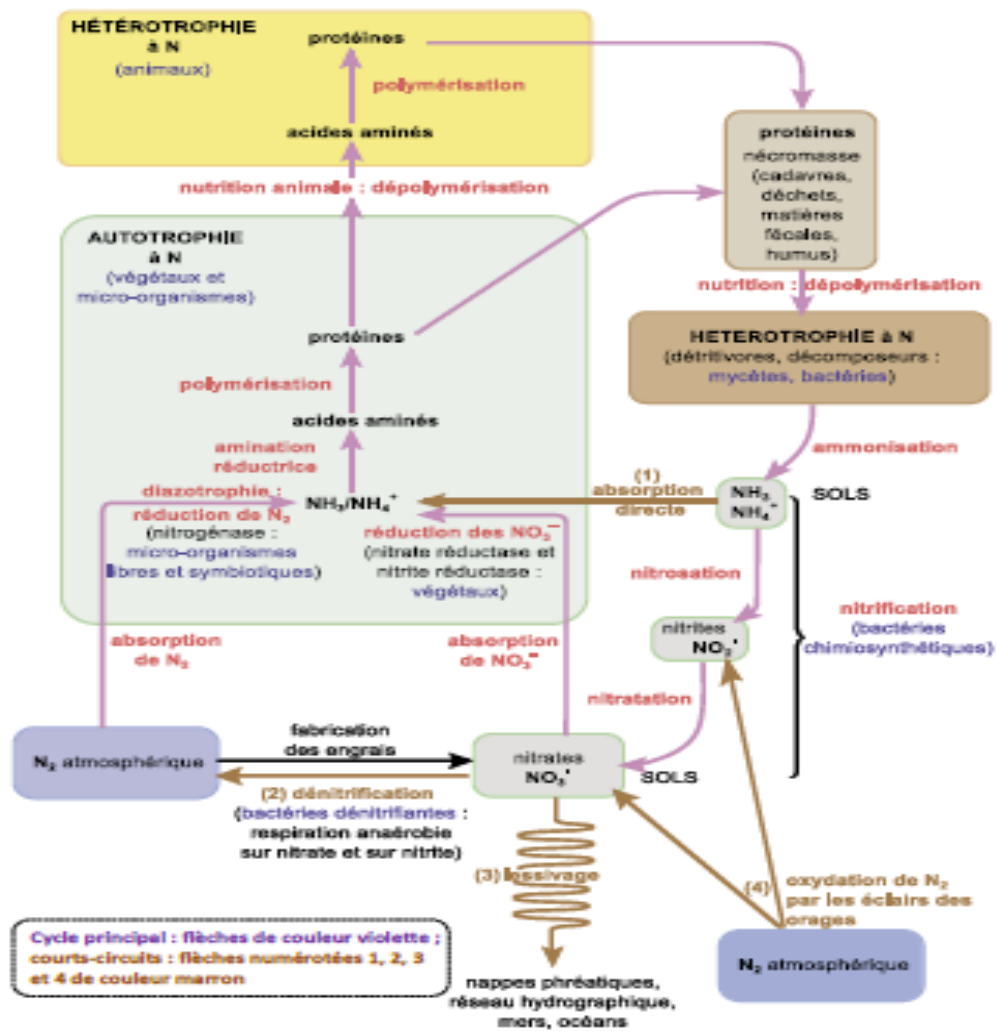


Figure 19 : le cycle de l'azote (détaillé).

Absorption de l'azote

On constate que principalement deux types d'ions azotés sont absorbés : NH_4^+ (ammonium), NO_3^- (Nitrate)

Le transport des composés azotés se fait du milieu à la plante par deux mécanismes :

Symbole chimique	Nom	
NH_3	Ammoniac	non assimilables par les plantes
NH_4^+	Ammonium	assimilable par les plantes
NO_2^-	Nitrites	
NO_3^-	Nitrates	assimilables par les plantes

Transport passif : (diffusion) : l'entrée des ions NH_4^+ est passive, et se fait par un canal transmembranaire, sous l'effet de la différence de potentiel, créée par l'efflux de protons (pompe H^+ -ATPase).

Transport actif : l'absorption des ions NO_3^- se fait contre le gradient électrochimique. Elle tire son énergie de l'hydrolyse de l'ATP. Le transporteur est une ATPase spécifique inductible par le nitrate lui-même. Il n'est donc actif qu'en présence de NO_3^-

Pertes d'azote minéral du sol

Le cycle de l'azote dans le sol reste complexe et diverses pertes d'azote minéral formé restent inévitables ; elles sont essentiellement constituées par :

- le lessivage hivernal des nitrates excédentaires de l'automne ; Elles sont liées principalement aux conditions climatiques, au régime hydrique du type de sol et aux précédents culturaux.
- la réorganisation biochimique de l'azote minéral ; Cette réorganisation existe pendant toute l'année, la biomasse utilisant pour la constitution de ses protéines une partie de l'azote minéral du sol.
- la dénitrification d'une partie de l'azote nitrique formé. Le phénomène concerne la réduction biochimique des nitrates qui peuvent ainsi repasser aux formes nitrite et ammoniacale, ou encore jusqu'à l'azote moléculaire.

La nutrition azotée chez les plantes carnivores :

Les plantes carnivores, elles, sont adaptées à la vie dans des régions pauvres en azote assimilable. Leur moyen de survie : l'azote organique, venu d'une proie. Le plus souvent, il s'agit d'un insecte de petite taille, qui sera soit noyé dans une urne, soit retenu prisonnier entre deux parties de feuille.

Evolution de la matière organique dans le sol

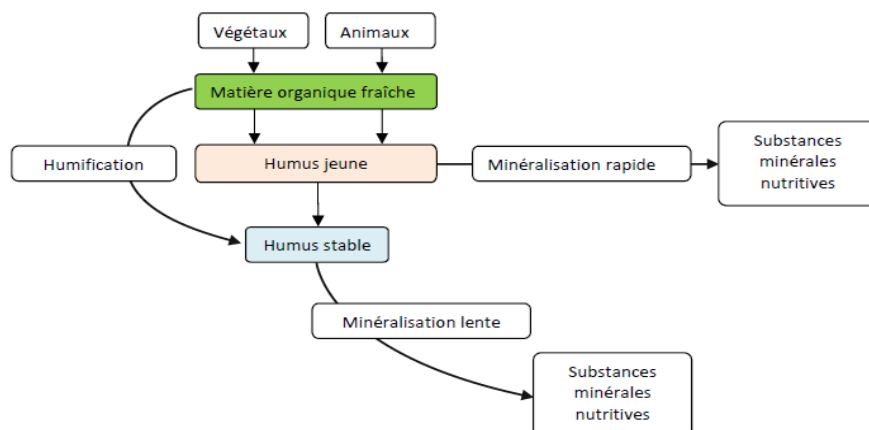


Figure 20 : évolution de la matière organique dans le sol

Dans un premier temps, les matières organiques arrivant au sol (« matières organiques fraîches » provenant d'apports de fumier par exemple et de débris végétaux ou animaux) subissent, au contact du sol, une série de transformations rapides : minéralisation primaire et humification.

Dans un deuxième temps, commence très lentement la minéralisation secondaire (de l'ordre de 1,5 à 2% par an selon le type de sol). Celle-ci concerne l'humus formé lors de l'étape précédente.

Bilan humique

Le bilan humique traduit les pertes et les gains en humus et permet d'apprécier l'évolution du taux d'humus dans le sol. L'humus intervient dans toutes les propriétés du sol et est un facteur de la fertilité du sol ; son bilan est donc nécessaire au diagnostic de la fertilité.

Le coefficient **K₁** ou coefficient isohumique d'une matière organique correspond à la proportion d'humus obtenue dans le sol à partir de cette matière organique.

Le coefficient **K₂** ou coefficient de minéralisation correspond à la proportion d'humus qui disparaît chaque année.

Pertes d'azote minéral du sol : le cycle de l'azote dans le sol reste complexe et diverses pertes d'azote minéral formé restent inévitables ; elles sont essentiellement constituées par :

- le lessivage hivernal des nitrates excédentaires de l'automne ; Elles sont liées principalement aux conditions climatiques, au régime hydrique du type de sol et aux précédents culturels.
- la réorganisation biochimique de l'azote minéral ; Cette réorganisation existe pendant toute l'année, la biomasse utilisant pour la constitution de ses protéines une partie de l'azote minéral du sol.
- la dénitrification d'une partie de l'azote nitrique formé. Le phénomène concerne la réduction biochimique des nitrates qui peuvent ainsi repasser aux formes nitrite et ammoniacale, ou encore jusqu'à l'azote moléculaire.