



Fruits *et* Abeilles



N° 12 décembre 2021



La revue "Fruits et Abeilles"
vous souhaite un Joyeux Noël !



Le cycle de l'azote



comme ... azote ou plutôt comme Nitrate ou Nitrite. Il y a beaucoup de raisons pour s'intéresser au cycle de l'azote. D'abord parce que cet atome constitue le premier facteur de la croissance des plantes, une découverte faite finalement assez tard par l'humanité, mais avec des conséquences extraordinaires, que nous analyserons. Ensuite, parce que le cycle de l'azote est un peu comme le cycle de l'eau : il est parfait, avec un recyclage à l'infini, du moins dans des conditions naturelles. Et pour finir, ce cycle doit tout à l'action des microbes du sol sans lesquels il n'existerait tout simplement pas.

Un élément très commun

De l'azote dans l'air

Les leçons de sciences naturelles nous l'ont appris, mais nous l'oublions bien souvent : l'air que nous respirons contient environ 78% d'azote.

C'est donc un gaz très commun, constitué de deux atomes d'azote (N_2) et que l'on a longtemps considéré comme un gaz neutre parce qu'il ne réagissait apparemment pas avec aucun autre élément.

En dehors de sa forme gazeuse, l'azote se retrouve dans le salpêtre¹, le fameux nitrate, avec lequel les chinois fabriquent la poudre noire dès le IX^e siècle.

L'azote existe également dans de nombreux composés plus ou moins stables comme les nitrites que l'on va retrouver dans le sol.



(dessin : <http://tpemunitons.weebly.com>)

« N » comme Napoléon

C'est pour fournir ses troupes en poudre à canon que Napoléon Bonaparte pousse ses scientifiques à perfectionner la production de nitrate qui s'obtient alors par grattage des murs de caves dans lesquelles est stocké du fumier.

Ce sont des bactéries² qui transforment dans ces caves l'azote disponible dans l'urine des bovins (sous forme d'urée) en ammonium, puis en nitrate.

Mais il faudra attendre 1913 pour qu'un chimiste allemand (M. Bosch) invente le procédé de fabrication du nitrate à partir de l'azote de l'air, procédé qui a permis de rendre le conflit de 1914-1918... beaucoup plus... efficace que les guerres précédentes.

Du canon au champ

La guerre finie, les stocks de nitrate restants sont utilisés dans les champs pour accélérer la croissance des végétaux et l'industrie du nitrate passe de l'armement à l'agriculture. Elle est aujourd'hui un des piliers de l'agro-industrie et une des sources majeures de pollution et de consommation d'énergie de la filière agricole³.

L'azote dans le végétal

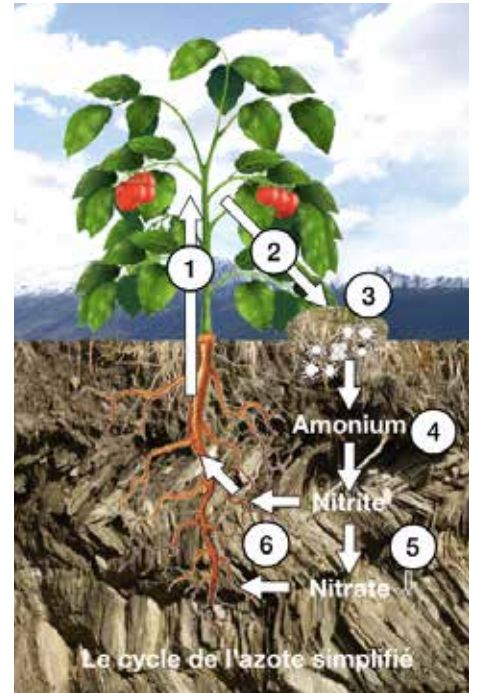
On comprend facilement la place importante de l'azote (apporté par les nitrates) en regardant le schéma de la molécule de chlorophylle (cf. illustration Wikipédia) : en plus du manganèse déjà cité le mois dernier, on y retrouve 4 atomes d'azote (N) en son centre.

La plante a donc besoin d'azote pour créer de nouvelles molécules de chlorophylle, c'est-à-dire pour croître.

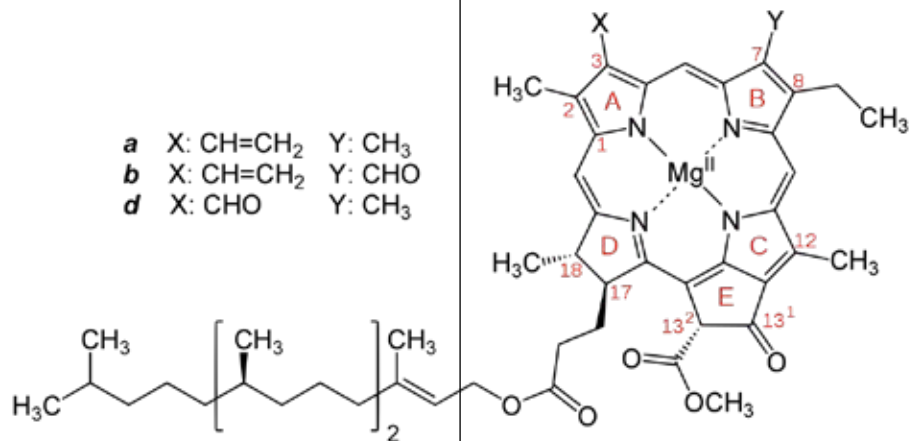
Le cycle de l'azote

Il ne s'agit pas ici de reproduire un cours de chimie, nous allons donc simplifier !⁴ Dans des conditions naturelles, c'est-à-dire sans l'intervention de l'homme ni de l'animal, le cycle de l'azote peut se résumer de la façon suivante :

- 1) Les plantes croissent en « consommant » de l'azote qu'elles vont chercher dans le sol (sous forme de nitrate).
- 2) En automne les feuilles des vivaces tombent (ou la plante complète pour les annuelles, les branches pour les arbres, les graines et les fruits).



- 3) Les insectes, les vers, les champignons et les bactéries décomposent cette matière (cellulose, lignine, chlorophylle, etc) en humus (la « litière »).
- 4) D'autres bactéries transforment ensuite l'humus en Ammonium.
- 5) Toujours par l'action des bactéries l'Ammonium se transforme en Nitrite, directement absorbable par les plantes, puis en Nitrate, leur nourriture préférée.
- 6) Les racines des plantes puisent dans les nitrates formés pour se développer à nouveau (au printemps principalement). La boucle est bouclée !



L'intervention humaine

Notre objectif étant évidemment de se nourrir, nous prélevons donc tout ou des parties des végétaux que nous cultivons (feuilles, fruits, graines, etc) : cette matière végétale extraite n'ira donc pas reconstituer la litière et donc le stock d'azote du sol. Pire encore, lorsque nous labourons profondément nous enfouissons le peu de restes végétaux sous une couche épaisse de terre, où ils ne pourront pas se décomposer, principalement par manque d'oxygène.

En conclusion, il convient de reconstituer le stock d'azote organique.

Reconstituer les réserves d'azote dans le sol

Il y a pour cela plusieurs façons de procéder : la fumure (d'origine animale), les engrais organiques, les engrais minéraux, le compost, les légumineuses, les paillis.

La fumure

Parmi les solutions les plus anciennes, la fumure consiste à utiliser les excréments issus d'animaux d'élevage, souvent mêlés de paille, pour combler le déficit causé par la récolte. Outre de la matière organique, cet épandage apporte de l'urée qui va lentement se transformer en nitrate. On préfère souvent des fumiers déjà décomposés afin d'éviter l'éventuelle « faim d'azote » (voir encadré). La fumure a également l'avantage, comme le paillis, de contribuer à la structuration du sol.

Le compost

Le compost fait partie des solutions « douces ». Il apporte de la matière organique prête à être « digérée ». Il a l'avantage de ne pas provoquer de « faim d'azote » et contribue à structurer le sol. Malheureusement il est rare de disposer de suffisamment de compost pour répondre au besoin, et ce couvert est peu efficace dans la lutte contre les « indésirables ». Mais cela reste une bonne solution pour le jardin amateur.

La faim d'azote

Lorsqu'elles sont pauvres en azote (5), comme la paille ou le BRF de branches ligneuses, les matières organiques utilisées comme litière provoquent un appel d'azote dans le sol. Les cultures n'ont alors pas suffisamment de nourriture, jaunissent, perdent leurs feuilles ou même meurent. Pour éviter ce problème on peut apporter de l'azote en complément (comme la poudre de corne) ou tout simplement éviter ce genre de paillis en début de culture.

Le paillis

Le paillis est la solution phare de la permaculture, bien que, comme pour le compost, on ne dispose pas toujours de suffisamment de matière.

On peut néanmoins se tourner vers des sous-produits d'autres activités agricoles pour alimenter son paillis (paille, foin, BRF, drèches de brasserie, etc).

Le paillis a par ailleurs d'autres atouts : il protège le sol de l'érosion, limite les adventices, limite l'évaporation et la chaleur, apporte de la matière organique qui aide à la structuration du sol.

Les paillis sont qualifiés par leur rapport C/N (carbone sur azote) qui définit leur aptitude à se dégrader avec ou sans apport d'azote extérieur⁵.

Les engrais organiques

S'ils ne créent pas trop de problèmes d'un point de vue écologique, les engrais organiques n'apportent rien à la structuration du sol. L'énergie grise nécessaire pour les produire à partir de sous-produits, d'origine animale ou végétale, déshydratés les destine à une utilisation sur de petites surfaces.

Les engrais minéraux

Étant donné le coût écologique de leur fabrication (voir plus haut) et leurs effets néfastes sur la vie microbienne des sols, sur les eaux, sur la faune aquatique, etc, les engrais minéraux sont *persona non grata* en permaculture ; nous ne nous étendrons pas sur le sujet dans ces pages.

Les légumineuses ou fabacées

Ce sont : le pois, la luzerne, le trèfle, le haricot, le lupin, etc. En tout près de 20 000 espèces.

Ces plantes ont développé une association étonnante avec des bactéries logées dans des nodosités situées sur leurs racines. Ces bactéries ont la faculté de piéger l'azote de l'air pour le mettre à disposition de la plante en échange de sucres nourriciers.

La technique consiste à cultiver ces légumineuses puis, une fois les réserves faites dans leur racines, de broyer la plante sur place avant de semer la culture cible (blé...). Les racines et la partie aérienne vont se décomposer et libérer ainsi progressivement l'azote qu'elles contenaient.

Cette très vieille technique a été réhabilitée par la PAC⁶ sous le nom de CIPAN⁷ et a été rendue obligatoire. Elle permet d'éviter l'érosion des sols et facilite la structuration du sol.

Les autres flux du cycle de l'azote

Le modèle présenté plus haut est évidemment très simplifié. Pour le compléter il faut donc mentionner :

- La « fuite » d'azote dans les eaux lorsque les nitrates des engrais minéraux ne sont pas entièrement utilisés par les cultures (= pollution).
- La fixation naturelle de l'azote de l'air dans le sol (éclaircies, pluies acides).
- La captation de l'azote par les nodosités des légumineuses.
- La re-transformation des nitrates du sol en azote gazeux par des bactéries (dénitrification).
- L'apport des fèces animales (urée principalement).

Il faut aussi noter que d'autres oligo-éléments contribuent au déroulement du cycle et ne sont pas cités ici pour des questions de simplification.

Le hache-paille : la fausse bonne idée ou « le mieux est l'ennemi du bien »

La paille est souvent utilisée en couverture de sol, c'est d'ailleurs elle qui a donné le mot « paillis ». Mazanobu Fukuoka, qui préconise le retour de 100% de la paille dans les champs précise cependant qu'il ne faut surtout pas la couper en petits fétus. En effet, la paille est essentiellement composée de carbone et le fait de la conserver entière ralentit son absorption par le sol, évitant ainsi la fameuse « faim d'azote » pour les cultures.

Application aux paillis / mes conclusions

Paillis épais dès l'automne

J'installe mon paillis tôt en automne dès que les carrés se libèrent. Le paillis réfléchit la lumière du soleil plus facilement que le sol et empêche son réchauffement au printemps. Pour palier ce défaut, trois options sont possibles :

- je ne mets pas de paillis sur les zones destinées aux semis ;
- je le retire après les dernières gelées ;
- je le remplace par du compost bien mûr. (La décomposition du paillis a en plus un effet inhibiteur sur la germination).

Se rappeler aussi que le semis de CIPAN est possible dès les récoltes faites et que radis, navets, mâche, etc peuvent très bien constituer un excellent couvert pour l'hiver et peuvent se semer jusque tard dans la saison (choisir les variétés idoines).

.../...

.../...

Conclusion

Pour peu qu'on ne soit pas un adepte du sol 100% propre et tamisé et que l'on ne le retourne pas, il y a la plupart du temps suffisamment de matière organique dans le sol de nos vergers et jardins pour alimenter le cycle. Ce mécanisme naturel qui permet la transformation des déchets organiques en engrais (le cycle de l'azote) nécessite peu de choses : un milieu microbien riche (qui n'a reçu ni traitement ni engrais minéraux), de l'humidité et de la chaleur. Il est également idéal pour les plantes puisqu'il s'active avec l'arrivée de la chaleur et se ralentit quand vient le froid. Il produit donc cet engrais au moment où la plante en a le plus besoin et tout cela gratuitement. C'est magique !

Denis GADOT
egavar.alsace@gmail.com

1. Nitrate de potassium
2. Nitrosomonas et Nitrobacter
3. il faut 3 tonnes de pétrole pour fabriquer une tonne d'engrais azoté. C'est aussi une des grandes sources de pollution des nappes et rivières
4. en espérant que les chimistes, pédologues et autres agronomes me pardonneront
5. <http://www.guidescomposteurs.com/UserFiles/medias/fichiers/tableau%20des%20rapports%20C%20sur%20N.pdf> inférieur à 10 : bon accélérateur, 10 à 20 normal, >20 nécessite un apport d'azote faute de quoi le paillis va monopoliser l'azote du sol et provoquer la faim d'azote
6. Politique (Européenne) Agricole Commune
7. Culture Intermédiaire Piège à Nitrate

Erratum

Dans l'article du mois de novembre, le manganèse est en vert sur le dessin de la molécule de chlorophylle (et non pas en bleu)

La septième merveille

(poème)

Près d'une grande ferme
Avec une basse-cour,
Vivait une poule
Qui pondait chaque jour
Un bel œuf
Tout beau
Et chaque fois
Et chaque jour
Admirant sa propre bravoure
Elle laissait éclater sa joie ;
Elle caquetait,
Elle jubilait,
Elle claironnait
Tout à la ronde :
"J'ai pondu la septième merveille
Du monde !"

Marc Boos

Le renard roux

(1^{ère} partie)



Jeune renard (© Jessica Joachim)

Encore et toujours exterminé sur une grande partie du territoire français, le renard subit un acharnement digne d'une autre époque. Il a très mauvaise réputation alors qu'en réalité il est un précieux allié des agriculteurs et des arboriculteurs dans la lutte contre les mulots et les campagnols. De plus, des études récentes montrent que le renard participe activement à la lutte contre la maladie de Lyme. Se débarrasser d'une mauvaise réputation n'est pas chose aisée mais les connaissances acquises sur la faune sauvage et la prise de conscience du rôle de chaque espèce dans l'écosystème ont contribué à améliorer l'image du renard au fil du temps.

Cousin du loup et du chien

Le renard, tout comme le loup et le chien, est un carnivore de la famille des Canidés, dont il est le représentant le plus fin et le plus agile. Il existe quatre grands types de renards qui correspondent à quatre genres. Le genre *Vulpes* regroupe onze espèces dont le sujet de cet article qui est l'espèce la plus répandue : le renard roux (*Vulpes vulpes*).

Tout le monde a déjà vu un renard au détour d'un chemin ou dans le faisceau des phares de sa voiture. Aucune confusion avec un autre canidé n'est possible. Sa coloration à dominance rousse, son museau allongé, ses grandes oreilles pointues avec des extrémités noires, son allure élancée et sa longue queue touffue souvent terminée d'un pinceau blanc, sont autant de traits typiques. Cependant, tous les individus ne sont pas

roux, contrairement à ce que le nom de l'espèce pourrait laisser penser. Il existe des variations, la couleur grise peut être dominante sur une partie ou sur l'ensemble de certains individus. On trouve également des renards relativement foncés, voire noirs, appelés les renards charbonniers.

Aussi étonnant que cela puisse paraître, on peut noter certaines ressemblances du renard avec la famille des Félidés, un autre groupe de carnivores qui comprend notamment le chat. Cette ressemblance s'exprime non seulement par la morphologie, pupille fendue verticalement et vibrisses développées mais aussi par le comportement avec une meilleure capacité à grimper que les autres canidés, la même posture de menace et le même comportement de chasse. On a observé certains individus grimper dans les arbres, mais cela reste exceptionnel. Même en ce qui concerne la taille et le poids, le renard est plus proche d'un gros chat que de ses cousins canidés. Pour comparer, le chat des bois norvégiens pèse à l'âge adulte entre 5 et 6 kg pour les femelles et entre 7 et 8 kg pour le mâle. Les valeurs moyennes de poids et de dimensions corporels d'un renard adulte, qui sont en général surestimées, sont de 5,2 kg (longueur tête et corps 63 cm, queue 37 cm) pour les femelles et de 6,2 kg (tête et corps 66 cm, queue 40 cm) pour les mâles. On relève néanmoins des différences géographiques. Les renards roux d'Amérique du Nord sont plus petits. Ceux de Grande-Bretagne et d'Australie sont les plus grands. Les renards d'Europe continentale se