

LEVIERS MOBILISABLES POUR LA GESTION DE L'AZOTE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

L'azote joue un rôle déterminant sur le rendement des cultures et sur la qualité des productions. Les plantes puisent cet élément dans le sol sous forme minérale ou dans l'air pour le cas des légumineuses.

En Agriculture Biologique, l'enjeu est d'utiliser au mieux les processus naturels pour apporter de l'azote aux cultures : fixation de l'azote de l'air par les légumineuses, piégeage de l'azote en interculture par les couverts végétaux... Cet enjeu est prégnant dans les systèmes de grandes cultures biologiques sans élevage, où les possibilités d'apporter des produits organiques sont limitées. La connaissance du cycle de l'azote est ainsi essentielle afin d'identifier les leviers pour introduire de l'azote dans les parcelles et en limiter les pertes.

Cycle de l'azote

Les processus en jeu sur une parcelle, décrits ci-après, produisent de l'azote sous différentes formes et concourent à rendre cet élément mobilisable par la plante ou au contraire à le rendre indisponible.

La fixation libre et la déposition atmosphérique ①

Ces processus permettent de capter une partie de l'azote de l'air :

- par les bactéries du sol qui le fixent et permettent ainsi son incorporation dans des composés organiques
- par les pluies et les particules se déposant au sol.

La fixation symbiotique ②

Il s'agit de la fixation du diazote de l'air (N_2) par les légumineuses.

La minéralisation ③

La minéralisation transforme l'azote organique (apporté par les fertilisants, les résidus de cultures ou issu de l'humus du sol) en ammonium (NH_4^+) sous l'effet de l'activité microbienne. Cependant, l'ammonium est moins facilement assimilable par la

plante que le nitrate (NO_3^-) car il se fixe sur les minéraux du sol alors que le nitrate est très mobile dans l'eau. Le nitrate va être produit par la nitrification ④ de l'ammonium par les bactéries du sol.

En l'absence d'oxygène (compactage du sol ou eau stagnante), des phénomènes de dénitrification ⑤ ont lieu, produisant du protoxyde d'azote (N_2O), du monoxyde d'azote (NO) ou du diazote (N_2) à partir de l'ammonium.

Un tiers de la minéralisation de l'azote du sol se produit à l'automne lorsque le sol est peu couvert. Cela entraîne un risque de perte d'azote important sur cette période.

La lixiviation ⑥

L'eau du sol peut entraîner le nitrate en profondeur, surtout en hiver lorsque la pluviométrie est importante.

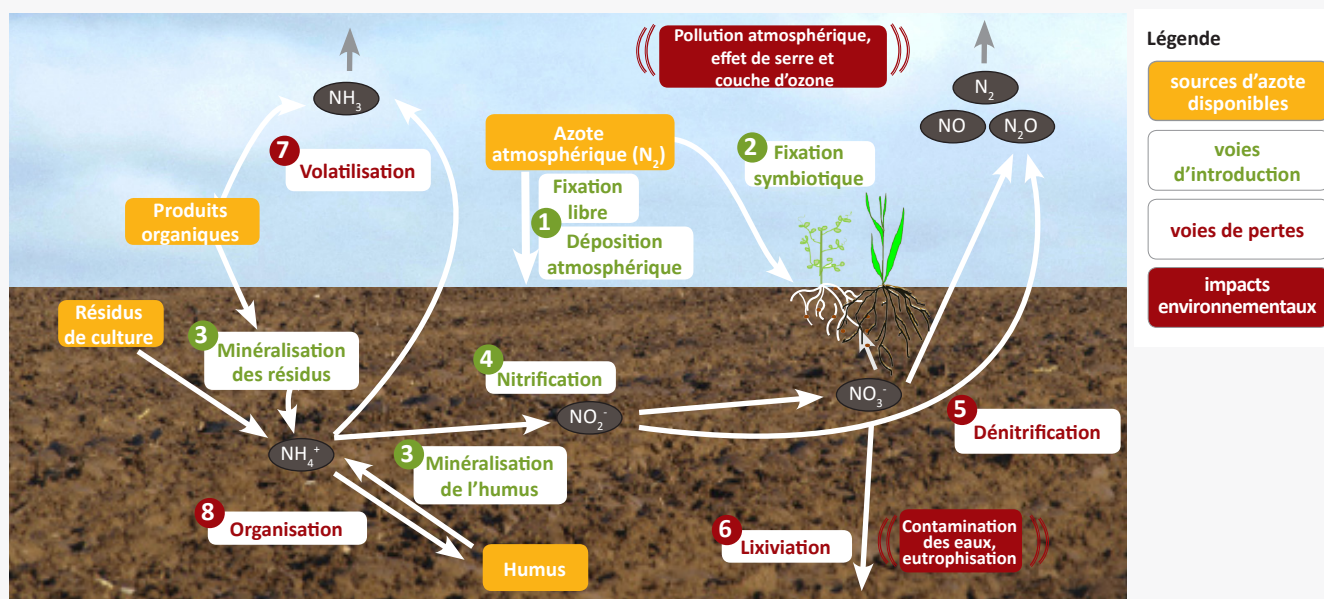
La volatilisation ⑦

Des pertes par voie gazeuse (NH_3) peuvent avoir lieu lors de l'application. Cela concerne en moyenne 20 % de l'azote ammoniacal des fumiers et des lisiers. Ce processus est favorisé par un pH du sol élevé et par un climat chaud.

L'organisation ⑧

Il s'agit de l'absorption de l'ammonium par les bactéries du sol. L'azote fixé sera reminéralisé sur des temps plus ou moins longs.

Le cycle de l'azote : voies d'introduction, de transformation et de pertes en Agriculture Biologique d'après le COMIFER, 2013



Avec le soutien financier en 2016 :



Projet coordonné par Agro-Transfert Ressources et Territoires en partenariat avec :



En association avec :



Quelques ordres de grandeur (kg N/ha/an)

Fixation libre : 10 à 30 kg	Volatilisation : quelques kg en fonction des conditions d'application
Dépôts atmosphériques : 5 à 15 kg	Dénitrification : 0 à 20 kg (sols bien drainés)
Fixation symbiotique : des dizaines voire des centaines de kg	
Minéralisation nette (minéralisation - organisation) : une centaine de kg	Minéralisation des produits organiques : des dizaines de kg
	Lixiviation : quelques dizaines de kg en fonction de la gestion de l'interculture

Impacts environnementaux

Les fuites d'azote vers l'environnement peuvent avoir des conséquences importantes sur les milieux.

- L'ammoniac (NH_3) joue un rôle dans l'**eutrophisation** et l'**acidification des milieux** et dans la formation de particules atmosphériques responsables de la **pollution de l'air**. 95 % des émissions d'ammoniac seraient d'origine agricole.
- Le protoxyde d'azote (N_2O) est un puissant **gaz à effet de serre**. 80 % de ces émissions seraient dues à l'agriculture.
- Le monoxyde d'azote (NO) participe à la **pollution de l'air**.
- Le nitrate (NO_3^-) contribue à l'**eutrophisation des eaux** et à l'émission de N_2O .

Leviers mobilisables

En Agriculture Biologique, l'objectif est de maintenir un bon niveau de fertilité azotée des sols en introduisant de l'azote dans le système et en minimisant les pertes aux différents moments du cycle.

Introduire de l'azote

- **Légumineuses** en cultures pluriannuelles (luzerne, trèfles...) ou annuelles (pois, féverole...) / en interculture (trèfles, vesce...) pour favoriser la fixation de l'azote de l'air (fiches « *légumineuses* »)



Luzerne

- **Apport de produits organiques** (compost, fumier, fientes, vinasses...) pour augmenter la teneur en matière organique du sol et donc le pool d'azote potentiellement minéralisable (fiches « *engrais organiques* » et « *long terme* »)



Compost

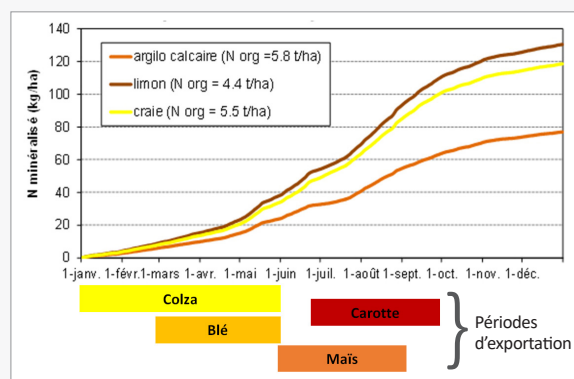
- **Gestion des résidus de cultures** et de **cultures intermédiaires** pour augmenter la teneur en matière organique du sol (fiches « *légumineuses* », « *long terme* »)

Limiter les pertes

- **Enfouissement des engrais organiques** (fumiers, fientes...) rapidement après épandage ou **fertilisation localisée** pour limiter les pertes par voie gazeuse (fiche « *engrais organiques* »)
- Gestion adaptée de l'interculture pour **limiter les pertes par lixiviation** (fiche « *pertes* »).

Ces leviers sont à combiner judicieusement à l'échelle du système de culture pour faire concorder besoins des cultures et disponibilité de l'azote, minimiser les pertes et ainsi favoriser l'autonomie en azote des systèmes de grande culture biologiques (fiches « *systèmes* »).

Périodes d'exportation des cultures rapportées à la minéralisation nette de l'azote organique du sol



D'après SAS Laboratoire, données issues de modélisation à partir des paramètres d'AZOFERT® pour un climat moyen Centre France.

Du fait de la dynamique de minéralisation de l'azote organique, les cultures implantées au printemps valorisent mieux l'azote du sol que les cultures d'automne.

© Agro-Transfert Ressources et Territoires

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

J. A. Bertholon ; 2015. Agriculture biologique et qualité des ressources en eau dans le bassin de la Seine : caractérisation des pratiques et applications territorialisées. Sciences de la Terre. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI.
COMIFER ; 2013. Calcul de la fertilisation azotée - Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales - Cultures annuelles et prairies.

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer ; 2015. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Impacts-sante-et-environnement,41865.html>
J.-L. Peyraud, P. Cellier, C. Donnars, O. Réchauchère (éd.) ; 2012. Les flux d'azote liés aux élevages - réduire les pertes, rétablir les équilibres. Expertise scientifique collective, Synthèse du rapport, INRA.