



Témoignage



Informations



Données Techniques



Point Vigilance



Agenda



Le saviez-vous ?

## Azote : optimiser la gestion pour limiter les pertes dans son système



### Les différentes formes d'azote dans son cycle

L'azote est un des minéraux indispensables à la croissance des plantes. Et qui occupe d'ailleurs une place non négligeable dans les charges de l'exploitation. De plus, l'azote, en trop grande quantité dans les milieux (eau et air) en altère la qualité. Il est donc essentiel de limiter les pertes d'azote dans son système. Des solutions existent. Afin d'identifier les leviers pour limiter les pertes, il convient tout d'abord de s'intéresser au cycle de l'azote.

L'azote est présent dans la nature sous deux états :

- À l'état libre, sous forme  $N_2$ , où il constitue 78 % de l'air que nous respirons.
- À l'état combiné, sous forme minérale (ammoniaque, nitrite, nitrate) ou sous forme organique.

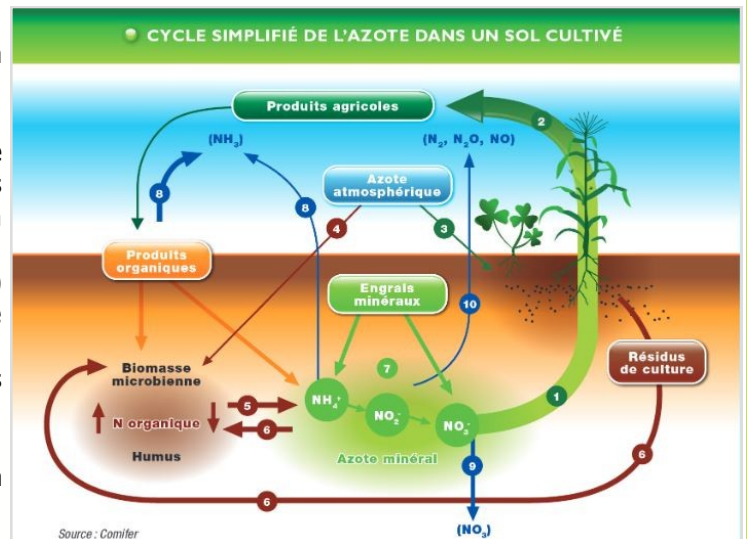
Différents processus sont en jeu sur une parcelle, produisant l'azote sous différentes formes, ce qui le rend mobilisable ou pas pour la plante.

#### Les principales voies d'augmentation de la quantité d'azote minéral dans le sol sont :

- La **minéralisation** transforme l'azote organique (apporté par les fertilisants organiques, les résidus de récolte ou l'humus du sol) en ammonium ( $NH_4^+$ ) sous l'effet de l'activité microbienne.
- La **fixation symbiotique** du diazote de l'air ( $N_2$ ) par les légumineuses et la fixation libre du diazote de l'air par des bactéries.
- Les **apports d'azote** minéral des engrais et des fertilisants organiques.

#### Les principales voies de diminution de la quantité d'azote minéral dans le sol sont :

- L'**exportation** par les récoltes
- L'**organisation** de l'azote minéral dans la biomasse microbienne. Il s'agit de l'absorption de l'ammonium par les bactéries du sol. L'azote fixé sera reminéralisé sur des temps + ou - longs.
- La **volatilisation**, perte de l'azote ammoniacal : le passage du  $NH_4^+$  vers sa forme gazeuse  $NH_3$  libérée dans l'atmosphère.
- La **dénitrification** est la transformation de l'azote nitrique en azote gazeux.
- La **nitrification** est la transformation de l'azote ammoniacal en azote nitrique.
- La **lixiviation** est l'entraînement des ions nitrates ( $NO_3^-$ ) par les eaux.



- Source : Comifer
- |                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| 1. absorption racinaire         | 6. Organisation     |
| 2. exportation par les récoltes | 7. Nitrification    |
| 3. fixation symbiotique         | 8. Volatilisation   |
| 4. fixation libre               | 9. Lixiviation      |
| 5. Minéralisation               | 10. dénitrification |

Cycle simplifié de l'azote en agriculture (source : COMIFER)



## Perte d'azote dans le système : quels sont ces phénomènes ?

**Le cycle de l'azote ne s'arrête pas à l'échelle de la parcelle.** Les flux de composés azotés s'opèrent entre les 3 compartiments que sont le sol, l'air et l'eau. Cependant, si certains transferts sont trop importants, ils peuvent avoir des conséquences sur l'équilibre des écosystèmes. Les flux les plus impactants pour un écosystème sont : la lixiviation des nitrates, avec un risque pour l'eau, et la volatilisation de l'ammoniac, avec un risque pour l'air.

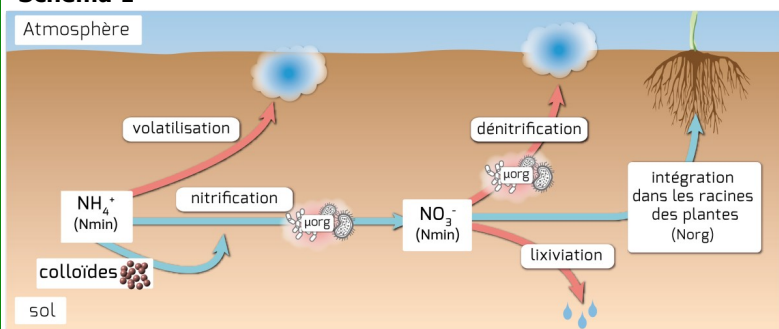
### Lixiviation

Sous l'effet de plusieurs types de bactéries, l'ion **ammonium**  $\text{NH}_4^+$  subit un processus appelé nitrification : il est oxydé en **ion nitrate**  $\text{NO}_3^-$ , **forme principale d'intégration de l'azote par les plantes**. Selon les conditions du sol, ce processus sera plus ou moins rapide. Les sols n'ont aucun pouvoir de fixation de l'ion nitrate, c'est pourquoi, si le système racinaire des végétaux n'est pas en capacité de l'absorber rapidement, il y a **risque de lixiviation** en cas de forte pluviométrie si la capacité au champ est atteinte (**schéma 1**). Ce phénomène peut être évalué selon le volume des précipitations, la capacité de rétention du sol, la texture et la porosité des différents horizons, de la quantité des nitrates dans le sol en début de période de lixiviation, des prélèvements éventuels de la culture intermédiaire.

### Volatilisation

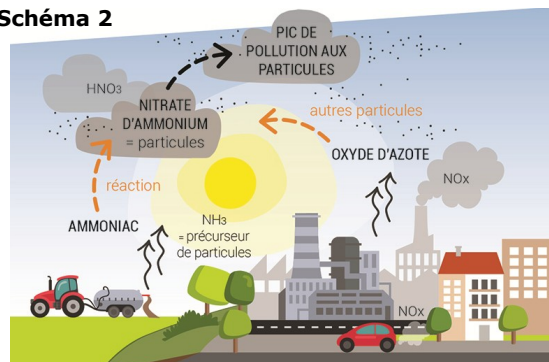
La **volatilisation** est le passage de l'azote sous forme ammoniacal, vers sa forme gazeuse  $\text{NH}_3$  libérée dans l'atmosphère (**schéma 1**). De plus, certaines activités agricoles (épandage et stockage d'engrais) sont à l'origine **d'émissions d'ammoniac** ( $\text{NH}_3$ ). Il arrive que celui-ci réagisse avec d'autres polluants de l'air émis par d'autres sources d'activités pour former des particules. Ce phénomène peut, sous certaines conditions météorologiques, former un **pic de pollution** principalement au printemps (**schéma 2**). Plus l'engrais épandu a une part d'ammoniac importante, dans sa composition, plus le risque de perte par volatilisation est élevé. Ce sont donc des pertes d'azote qui ont un **impact environnemental et économique** pour votre exploitation.

Schéma 1



Schématization de la dégradation de l'azote ( $\text{NH}_4^+$ ) pouvant induire des pertes par volatilisation et/ou par lixiviation (source : éducaagri)

Schéma 2



Schématization de la formation d'un épisode de pollution lié à la volatilisation d'ammoniac. (source : prosp'air)



## Rappel réglementation directive nitrates

**Rappel des périodes d'interdiction d'épandage :** Il existe des périodes pour lesquelles l'épandage d'engrais azotés **organiques et minéraux** sont interdits. Pour cela, en Zone Vulnérable, vous devez vous référer à la directive nitrates. Vous y accédez via le lien suivant : <https://meurthe-et-moselle.chambre-agriculture.fr/environnement/qualite-de-leau/directive-nitrates/>

Pour rappel, il est également interdit d'épandre des engrais azotés organiques et minéraux sur sol gelé en surface ou pris en masse, sur sol inondé, enneigé ou détrempé. (sauf pour le fumier compact non susceptible d'écoulement, possible sur sol gelé).

### Rappel des distances d'épandages :

**Par rapport aux berges des cours d'eau,** je n'épands pas à moins de 5 m pour les engrais minéraux et à moins de 35 m pour les effluents organiques (distance réduite à 10 m si couverture végétale permanente de 10 m). Je n'épands pas sur la bande enherbée.

**Pensez à avoir vos documents d'enregistrements à jour  
et votre Prévisionnel de Fumure est à réaliser avant le 15 avril.**



## Différentes pistes pour optimiser ses apports

L'optimisation des apports d'azote passe en premier lieu par l'adaptation de la fertilisation au plus proche des besoins de la plante et ainsi éviter la surfertilisation. Des pratiques permettent, en complément de l'adaptation des apports en fonction des besoins, de limiter les pertes d'azote par lixiviation ou volatilisation.

### Les besoins de la culture

Chaque culture a ses besoins propres à divers stades de développement.

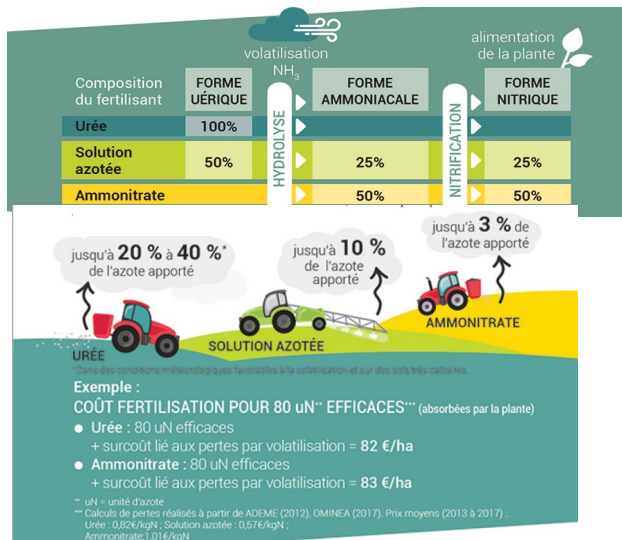
Cultures	Besoin en N par unité de production
<b>Blé tendre d'hiver</b>	3 Kg N/quintal
<b>Orge d'hiver/printemps</b>	2.5 kg d'N/quintal
<b>Maïs grain</b>	2.3 Kg d'N/quintal
<b>Maïs fourrage</b>	14 Kg d'N/tms
<b>Colza</b>	6.5 Kg d'N/quintal

### Exemple de Fractionnement sur blé :

- 1er apport : reprise de végétation (40 uN)
- 2ème apport : Epi 1 cm (80 uN)
- 3ème apport : Dernière feuille (40 uN)

**Il convient d'adapter sa dose aux besoins et en fonction de l'état des cultures, aux conditions pédo et agro-climatique, et surtout de fractionner** pour positionner l'engrais au plus près des besoins des plantes.

Les 3 engrais azotés que sont l'urée, l'ammonitrate ou encore la solution azotée, ont une part d'azote sous forme uréique différente. L'urée ayant l'azote 100 % sous forme uréique a un risque potentiel de volatilisation plus élevé que la solution azotée ou l'ammonitrate. En outre, le % de volatilisation potentielle évoluera également en fonction des conditions d'épandage.

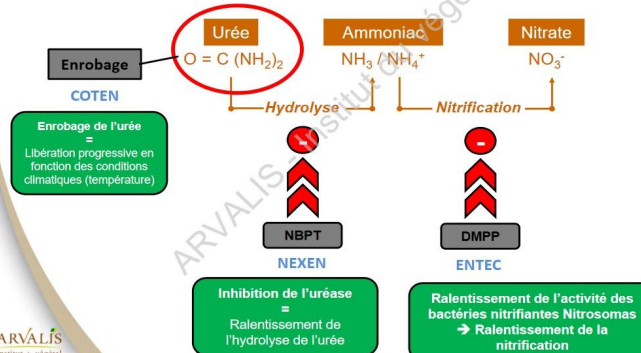


**Composition des 3 engrais minéraux principalement utilisés et risque potentiel de pertes d'N par volatilisation en fonction de la composition de l'engrais** (Source prosp'air).

### Qu'en est-il des engrais à effets « retardateurs » ?

Il s'agit d'engrais « classiques modifiés » qui doivent limiter les pertes d'N dans le milieu.

**3 types** de technologies sont schématisés ci-dessous :



Pour Arvalis, des résultats d'expérimentation sont encore à valider sur ces engrais mais il constate à priori une **efficacité similaire** aux engrais classiques et potentiellement des **pertes moindres** en terme de volatilisation ou de lixiviation, à reconfrmer.

### Les conditions pédo-climatiques

Les **reliquats azotés** en entrée d'hiver, résultants de la fertilisation organique, de la minéralisation des résidus de cultures et la minéralisation de l'azote organique du sol, sont une **source potentielle des pertes de nitrates par lixiviation**.

Le **type de sol** joue également un rôle majeur dans ses pertes. Les quantités d'azote lixiviées en sols superficiels et sableux sont ainsi 2 à 3 fois supérieures à celles des sols limoneux profonds pour un même reliquat entrée d'hiver. → **La couverture du sol, notamment en interculture durant la période hivernale, permet de limiter ses pertes.**

### Le choix des engrais minéraux

### L'apport de matière organique

La part d'azote directement assimilable est variable d'un engrais organique à l'autre. L'analyse d'effluent est le seul outil permettant d'en évaluer la teneur réelle en éléments fertilisants.

La **part d'azote ammoniacal**, potentiellement volatilisable d'un effluent se situe autour de :

- 47 % de l'N contenu dans du lisier
- 35 % de l'N contenu dans du digestat liquide
- 14 % de l'N contenu dans du fumier frais

**Enfouir** le plus rapidement possible permet de diminuer fortement les pertes par volatilisation.

### Les conditions agro-climatiques

### Les conditions d'épandages adaptées :

- Avoir un sol portant et ressuyé
- Eviter les conditions sèches, chaudes et venteuses
- Positionner l'apport d'engrais minéral avant une pluie, cumul de 10-15 mm dans les 15 jours pour une bonne valorisation de l'engrais





# La gestion de l'azote à l'échelle du système

## La gestion de l'azote dans la rotation

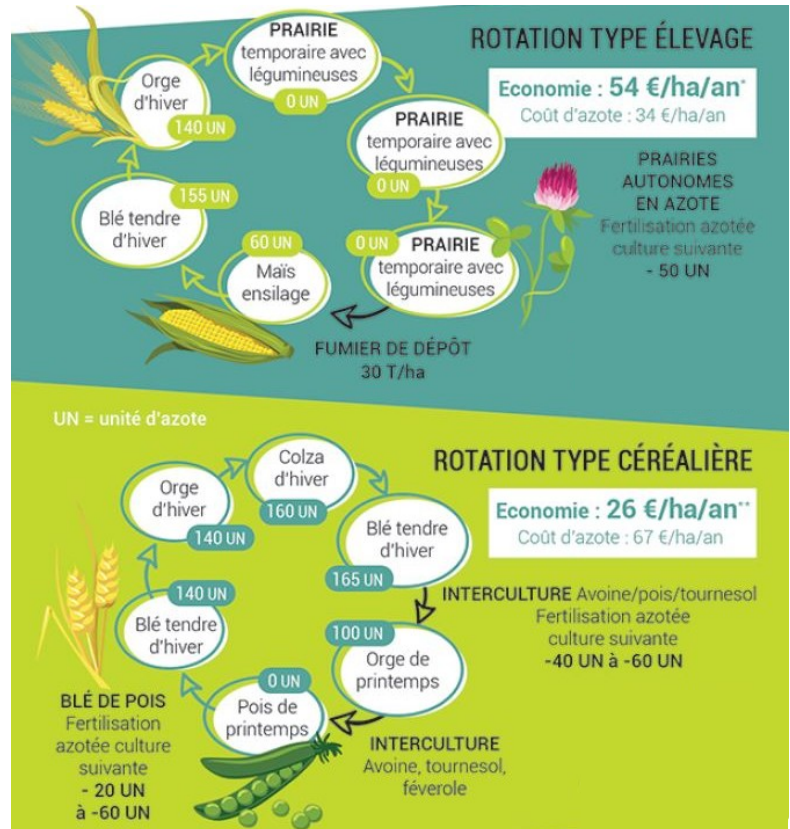
La gestion de l'azote doit se réfléchir à hauteur du système notamment en **optimisant sa rotation** pour limiter la consommation d'azote dans le système. Les rotations types suivantes sont également optimisées vis-à-vis des maladies et ravageurs.

**2 exemples** ont été créés avec une rotation type élevage et une rotation type céréalière.

Dans ces 2 rotations types, on notera que l'intégration de légumineuses apporte sa contribution pour limiter l'azote dans le système.

## Les légumineuses

Parmi les légumineuses on compte une grande diversité d'espèces, permettant une adaptation à une large gamme de conditions environnementales et de systèmes de cultures. Pois, trèfle, féverole, lupin, lentille, vesces, luzerne. Les légumineuses ont la capacité de créer des symbioses « plantes-micro-organismes » au sein de nodosités. Grâce à ce mécanisme, la plante a la capacité de fixer de l'azote de l'air et notamment de **réduire les émissions de N<sub>2</sub>O dans un système.**



Document provenant de ProsP'air (réalisé en 2018).

\*Coût d'azote calculé sur la base d'un prix moyen d'engrais à 0.57 kg/N.

\*\*Economie estimée par rapport au coût d'azote d'une rotation colza/blé/orge d'hiver estimée à 93 €/ha (et 87€/ha pour le type élevage)



- 0 fertilisation azotée minérale sur les légumineuses
- Diminution de la fertilisation sur les cultures suivantes
- Bénéfique en mélange avec d'autres espèces pour les intercultures longues
- Fixation de l'azote de l'air



- Faisabilité technique pour certaines légumineuses
- Réussite du couvert dépend énormément des conditions climatiques



## Projet PEI, PARTAGE

**PARTAGE** pour « Programme Agronomique Régional pour la Transition Agroécologique en Grand Est » est un projet de **3 ans** réunissant les acteurs agricoles que sont les Chambres d'agriculture, les Instituts techniques, les Coopératives, la recherche et l'enseignement.

L'objectif étant de **concevoir, tester et évaluer** à travers une soixantaine d'agriculteurs, **des systèmes de culture plus autonomes en azote** limitant les pertes dans l'environnement.

**3 thématiques prioritaires** ont été identifiées :

- Les solutions innovantes pour limiter les pertes
- La production d'azote au champ grâce aux légumineuses
- La gestion de la matière organique à l'échelle territoriale.



Ce projet a pour but de partager les connaissances, expériences et enjeux autour de l'azote.

**Partenaires Techniques :**  
**Chambre d'Agriculture :**

**Camille CRESPE :** 06.82.82.84.93 - **Julien BASUYAUX :** 06.82.69.83.34

**EMC2 :** Lorraine BRIARD - 06.33.95.88.94

**Coopérative Agricole Lorraine :** Jean-Luc LEFEVRE - 03.83.81.03.59

**Action cofinancée par :**

