

Journée BASE-Châteaubourg (35)-Le 27/01/10

## EMISSIONS DE PROTOXYDE D'AZOTE ET D'AMMONIAC PAR LES SOLS AGRICOLES

**Intervenant : Philippe Rochette - [philippe.rochette@agr.gc.ca](mailto:philippe.rochette@agr.gc.ca)**

Chercheur au Ministère de l'Agriculture et l'Agroalimentaire du Canada

Travaille sur différentes thématiques et notamment sur :

- l'estimation des émissions nettes de gaz à effet de serre dans des exploitations agricoles
- l'efficacité de l'utilisation de l'azote et diminution des émissions d'oxyde nitreux dans le maïs fertilisé avec des engrais minéraux

P.Rochette a travaillé sur les flux d'azote en TCS et SD et sur les pertes par volatilisations

On peut s'intéresser aux pertes d'azote sous 2 angles principaux : environnementales ou économiques

### Les formes et le cycle de l'azote

- Le cycle de l'azote est en fait la succession des modifications de ses différentes formes (organiques, minérales...)

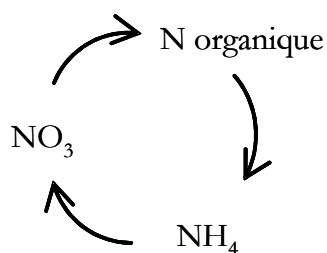
- Les différentes formes :

- inorganique :  $N_2$  (azote atmosphérique)
- organique : acides aminés de la Matière Organique...
- minérale :  $NH_4$  (ammoniaque),  $NO_3$  (nitrates)...

Remarque : on distingue l'ammoniaque ( $NH_4$ ) présent en solution (dans l'eau par exemple) de l'ammoniac ( $NH_3$ ) présent à l'état de gaz

- On estime à 40 M de tonnes/an l'azote ( $N_2$ ) fixé par les Légumineuses (dans le monde). En comparaison, l'industrie en fixe 120 M t/an par voie de synthèse

- Une partie du cycle de l'azote :



# Infos réseaux



Bretagne

- Les pertes se font :

- dans l'eau par les nitrates ( $\text{NO}_3$ )
- sous formes gazeuses : oxydes d'azote ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) et ammoniac ( $\text{NH}_3$ ). Pour l'ammoniac, les pertes ont lieu si l'azote est suffisamment proche de la surface du sol

- Azote "inerte" vs azote "réactif". L'azote inerte ( $\text{N}_2$ ) représente 99% de l'azote

- Evolution moyenne des rendements et de la fertilisation du riz

	1950	1970	1990
Fertilisation apportée (en kg N/ha)	60	200	400
Rendements/kg d'azote utilisé (en kg riz/kg N)	50	40	30

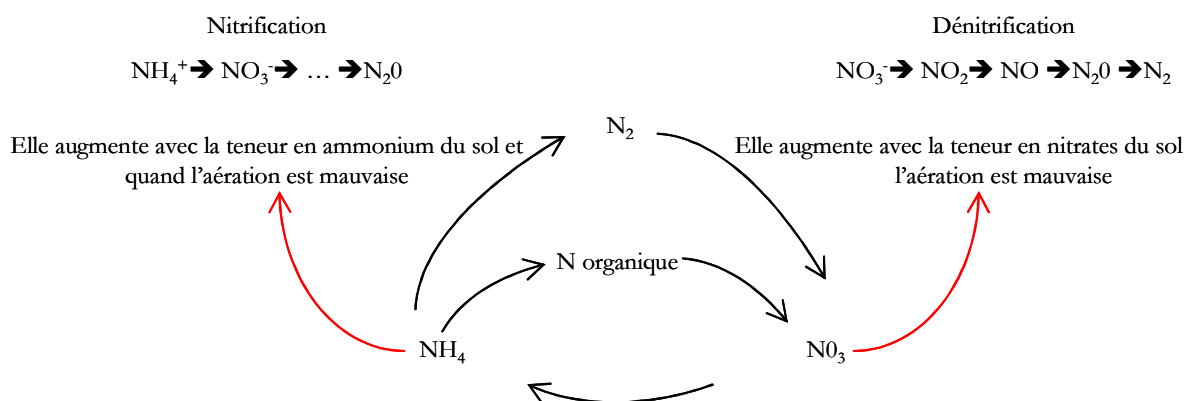
Ces chiffres décrivent bien la tendance générale : depuis la "révolution verte", les rendements baissent malgré une quantité d'azote apportée toujours plus importante. L'efficacité (quantité valorisée/quantité apportée) de l'utilisation de l'azote est donc très mauvaise

## Pourquoi $\text{N}_2\text{O}$ (protoxyde d'azote) ?

- Les pertes en  $\text{N}_2\text{O}$  représentent moins de 5 kg ha/an pour l'agriculture. L'impact est essentiellement environnemental et l'agriculture est responsable de 60% des émissions mondiales. Le  $\text{N}_2\text{O}$  émis représente environ 1% de l'azote appliqué (source GIEC)

- Le protoxyde d'azote est un Gaz à Effet de Serre 310 fois plus puissant que le  $\text{CO}_2$

- Mécanisme de formation du  $\text{N}_2\text{O}$  :



- On retrouve très peu de  $N_2O$  dans les écosystèmes naturels puisqu'il y a prélèvement d'azote tout au long des différentes saisons et donc ce prélèvement laisse peu d'azote minéral dans le sol (donc peu de "précurseur" à la formation de  $N_2O$ )
- Les émissions sont les plus fortes pour les sols agricoles après apports importants d'azote
- Le compostage à grande échelle augmente par 5 les émissions de  $N_2O$ . Un fumier composté perd environ 5% de son azote sous forme de  $N_2O$  et selon une estimation de P.Rochette 20 à 30% sous forme de  $NH_3$
- Le lisier permet la meilleure gestion de l'azote au stockage notamment. Il n'y a pas de nitrification dans les fosses car peu d'oxygène et l'azote reste donc sous forme de  $NH_4$
- Résultats d'essai : mesure des émissions de  $N_2O$

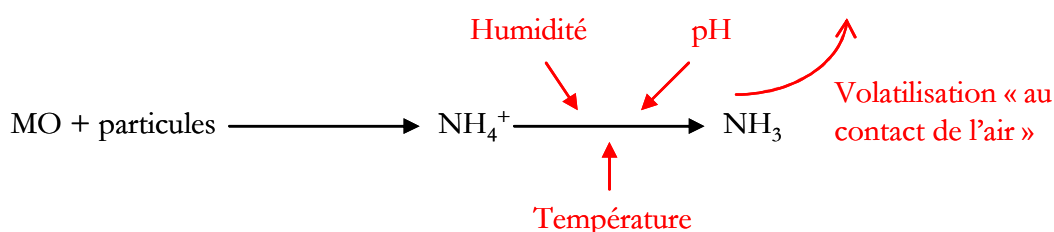
## Monoculture d'orge-3 ans-Comparaison labour/SD

	Limon sableux	Argileux
Semis Direct	0 à 5 kg $N_2O$ /ha/an	30 à 35 kg $N_2O$ /ha/an
Labour		10 à 15 kg $N_2O$ /ha/an

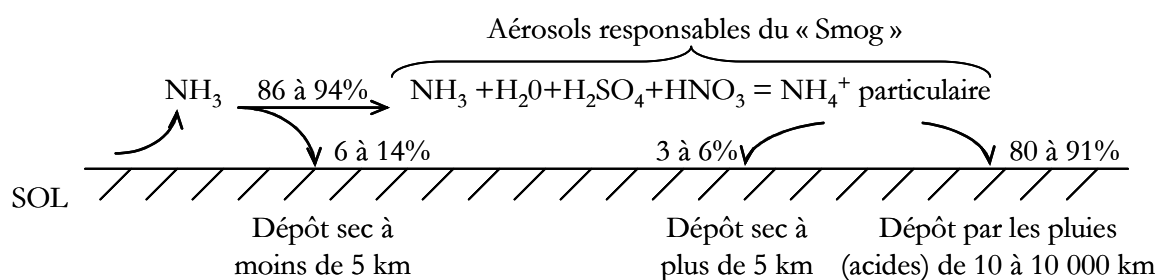
La MO permet de séquestrer de l'azote et le SD permettrait de stocker 10 M t de  $CO_2$ /an (grâce à l'augmentation des teneurs en MO). Cependant, les émissions de  $N_2O$  augmentent avec la teneur en eau et la densité apparente des sols, ce qui expliquerait les émissions constatées en SD sur sol Argileux (plus humide et densité plus élevée). Une aération correcte des sols est idéale dans les 30 premiers cm où se concentre 90% de l'activité biologique

## Pourquoi $NH_3$ (ammoniac) ?

- L'agriculture est responsable de 80 à 95% des émissions d'ammoniac
- Formation et volatilisation de  $NH_3$  (pertes d'azote = impacts économiques) :



- $\text{NH}_3$  se forme quand il y a présence de  $\text{NH}_4$  dans la solution du sol et le rapport  $\text{NH}_3/ \text{NH}_4$  augmente pour des  $\text{pH} \geq 8-9$
- **Point très important, la volatilisation de  $\text{NH}_3$  se fait lorsqu'il est exposé à l'air**
- Impacts des émissions d'ammoniac :



## Gestion de l'azote des engrais et effluents

- 70 à 80% de l'azote des lisiers est sous forme de  $\text{NH}_4$ . L'objectif est de ne pas volatiliser cet azote. Un bon moyen de réduire ces émissions est l'incorporation au sol qui crée une "barrière physique" et réduit la volatilisation (réduit l'exposition de  $\text{NH}_3$  à l'air)
- 50 à 60% de la volatilisation se fait dans les 24h après épandage. L'incorporation est idéal moins de 4h après épandage pour les lisiers, et moins de 2 jours pour l'urée
- Quelques points concernant l'urée :
  - activité plus importante de l'uréase (enzyme de dégradation de l'urée présente dans les débris végétaux) en SD. L'uréase "transforme" l'urée en  $\text{NH}_4^+$  et participe à une augmentation de pH
  - l'application d'urée est préférable sous les résidus ou avant une pluie (permet la descente de l'amendement et limite son exposition à l'air). Une pluie de 12 mm réduit de 75% les émissions
- Comparaison de différentes méthodes d'application :

	Palette	Pendillards	Pâtins
<b>Emissions de <math>\text{NH}_3</math> (en % de N total)</b>	30-35%	15-20%	20%

- Les couverts Végétaux VIVANTS limitent la volatilisation :
  - en diminuant la température à la surface du sol
  - en créant un "microclimat" et limitant les impacts du vent et de l'air
  - en récupérant une partie de la volatilisation par leurs stomates