

Émissions gazeuses (NH_3 & N_2O)

*Tristan Martin, Florent Levavasseur, Sophie Genermont,
Marco Carozzi, Fabien Esculier, Sabine Houot*

Collaboration Business Unit EnVisaGES (INRAE Transfert)

Émissions gazeuses (NH_3 & N_2O)

*Tristan Martin, Florent Levavasseur, Sophie Genermont,
Marco Carozzi, Fabien Esculier, Sabine Houot*

Collaboration Business Unit EnVisaGES (INRAE Transfert)

→ Des caractéristiques physico-chimiques variées (NH_4^+ , NO_3^- , pH)

Émissions gazeuses (NH_3 & N_2O)

*Tristan Martin, Florent Levavasseur, Sophie Genermont,
Marco Carozzi, Fabien Esculier, Sabine Houot*

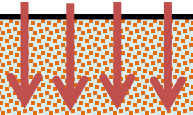
Collaboration Business Unit EnVisaGES (INRAE Transfert)

→ Des caractéristiques physico-chimiques variées (NH_4^+ , NO_3^- , pH)

**Quelles volatilisation ammoniacale (NH_3) et émissions de N_2O
pour les urino-fertilisants après apport ?**

Processus de volatilisation

2

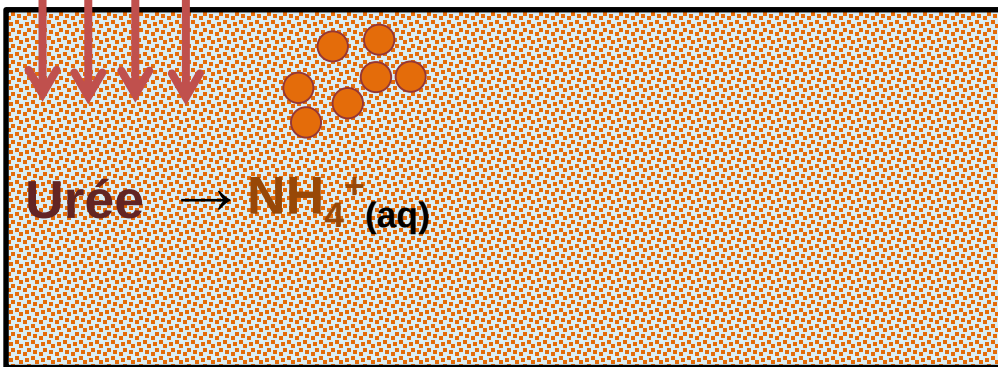


Urée

Processus de volatilisation

2

Volatilisation favorisée par :
→ **Urée** ou **N ammoniacal**



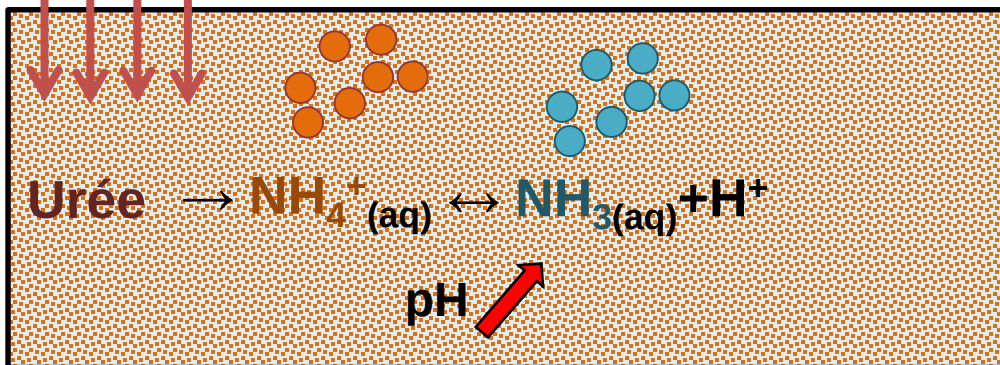
Processus de volatilisation

2

Volatilisation favorisée par :

→ Urée ou N ammoniacal

→ pH élevé



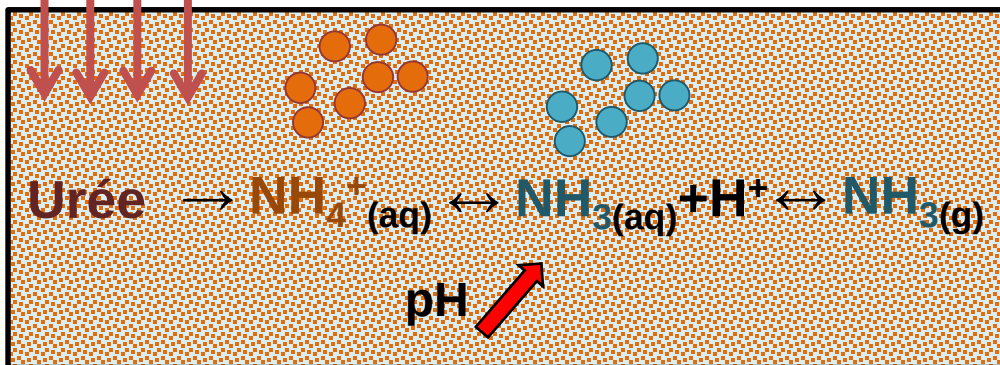
Processus de volatilisation

2

Volatilisation favorisée par :

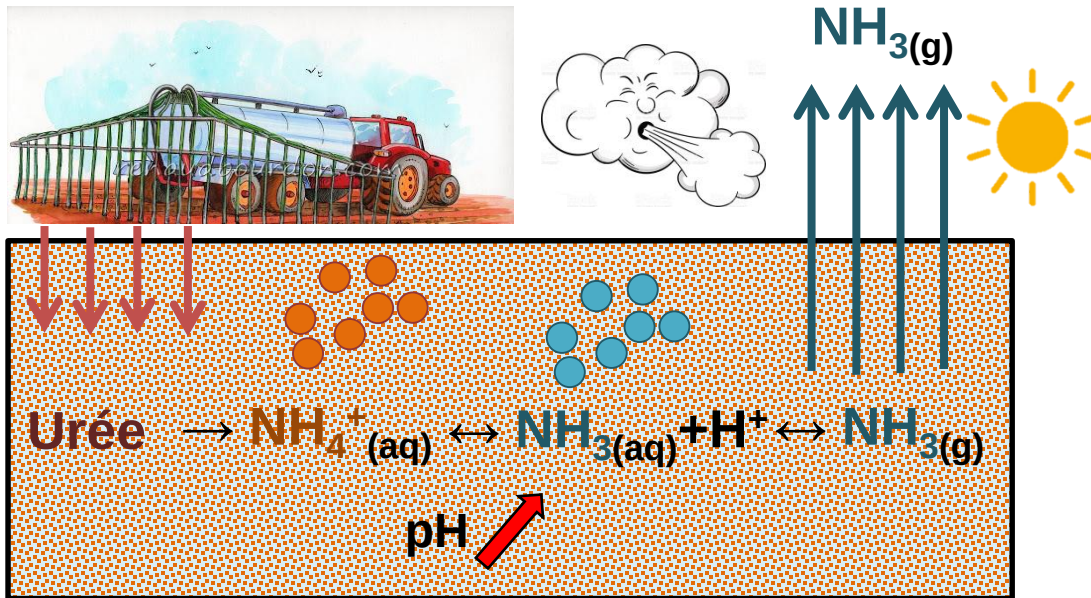
→ Urée ou N ammoniacal

→ pH élevé



Volatilisation favorisée par :

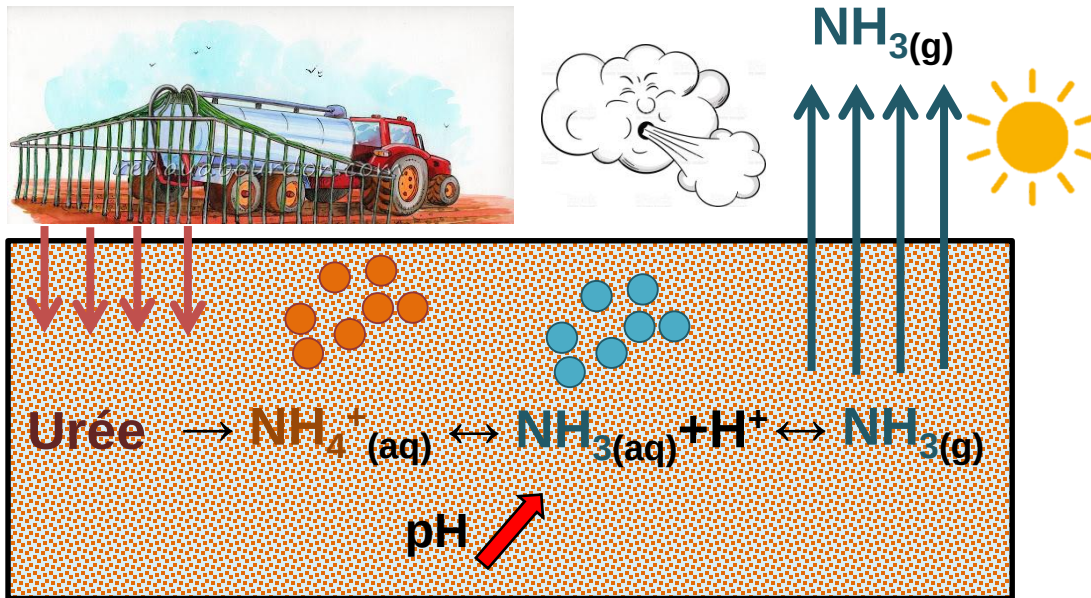
- Urée ou N ammoniacal
- pH élevé
- Température et vent



**Volatilisation favorisée
par :**

- **Urée** ou **N ammoniacal**
- pH élevé
- Température et vent

→ Perte efficacité



Processus de volatilisation

2

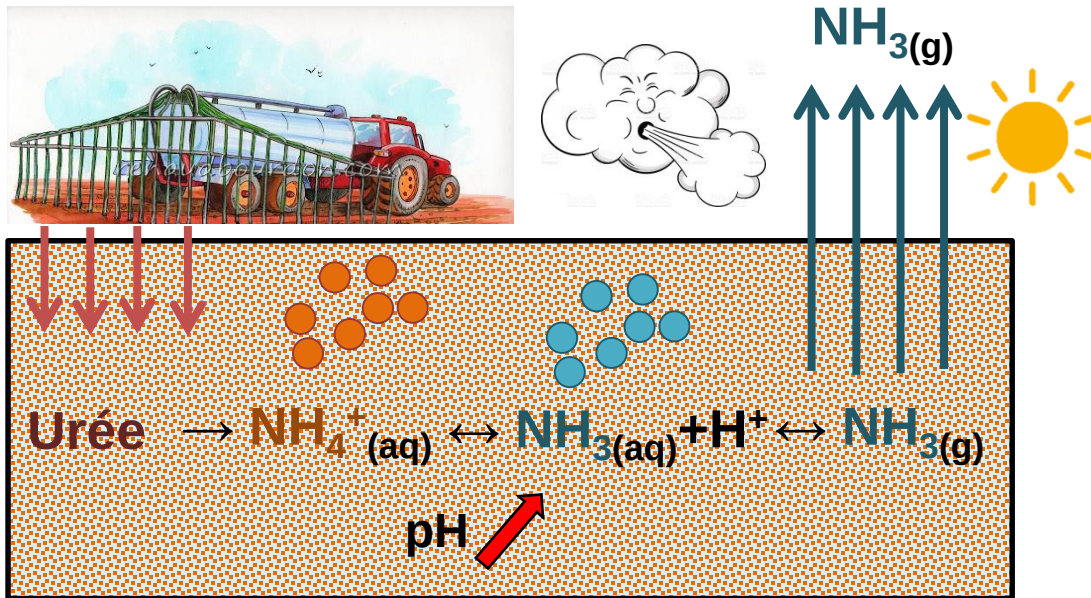
**Volatilisation favorisée
par :**

→ Perte efficacité

→ **Urée** ou **N ammoniacal**

→ pH élevé

→ Température et vent



Processus de volatilisation

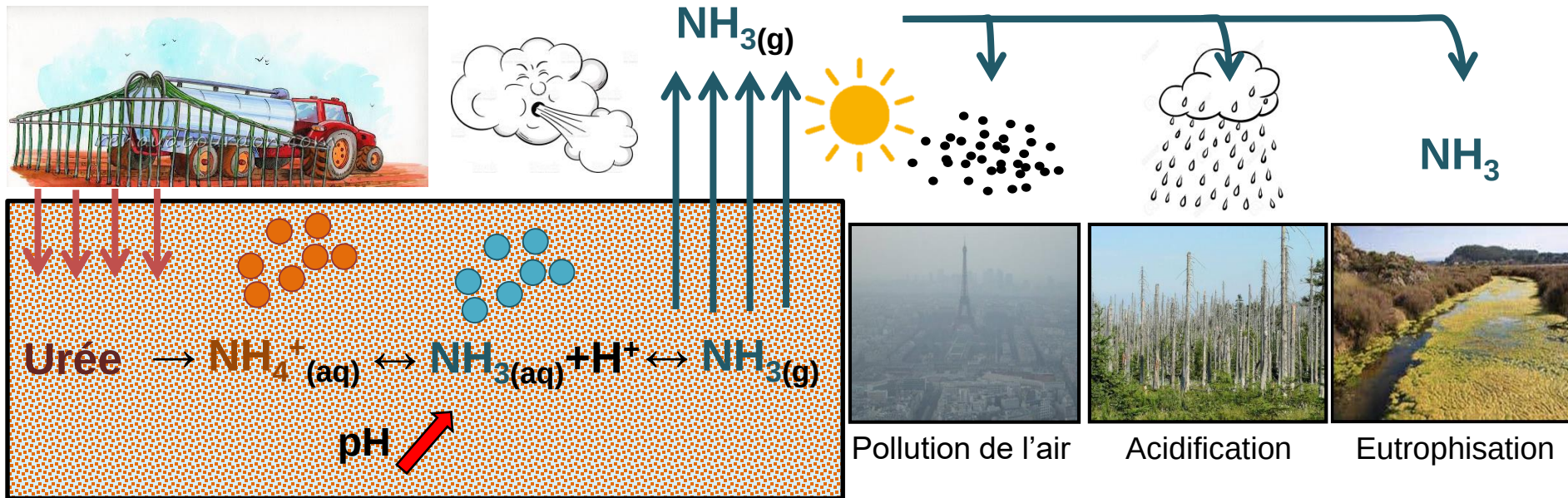
2

Volatilisation favorisée par :

- Urée ou N ammoniacal
- pH élevé
- Température et vent

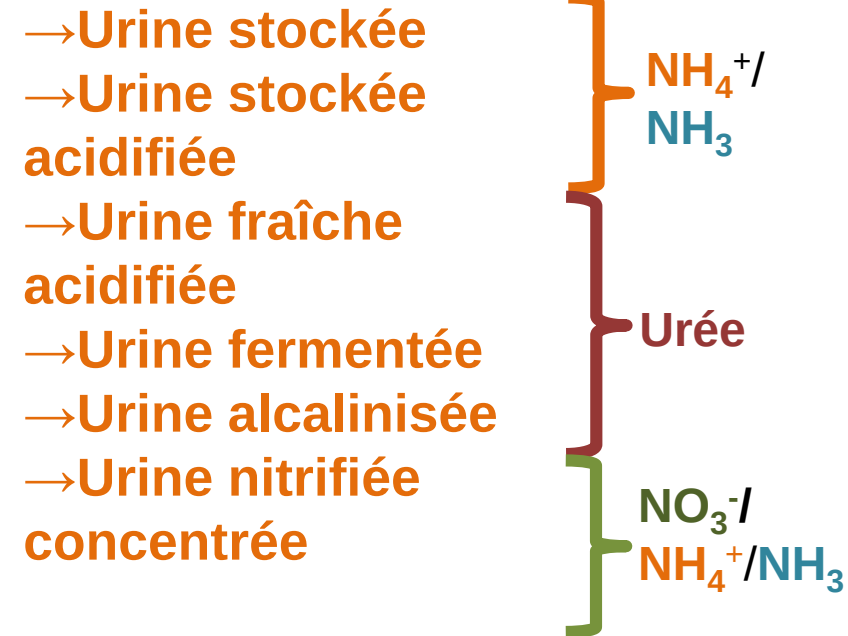
→ Perte efficacité

→ Impacts environnementaux

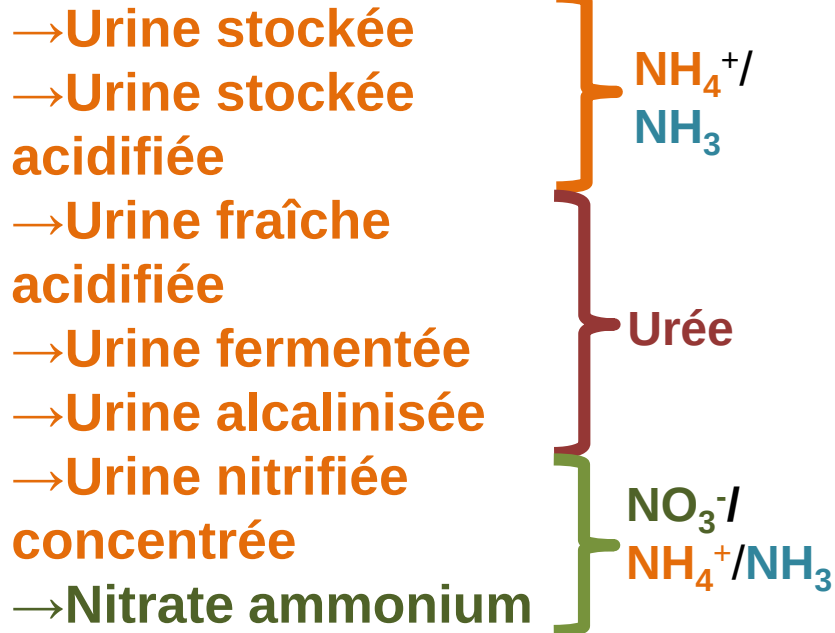


Conditions contrôlées :

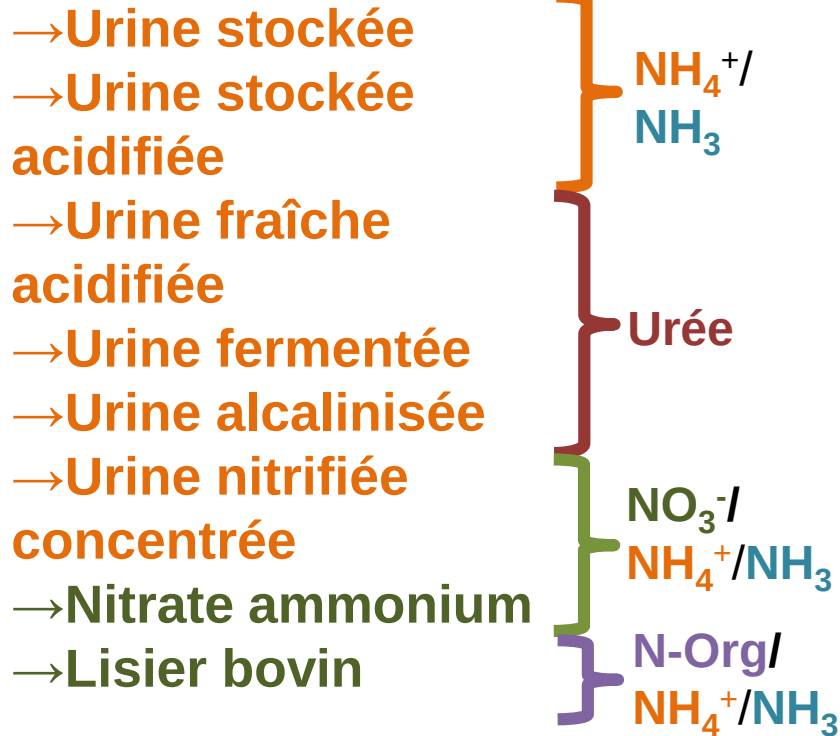
Conditions contrôlées :



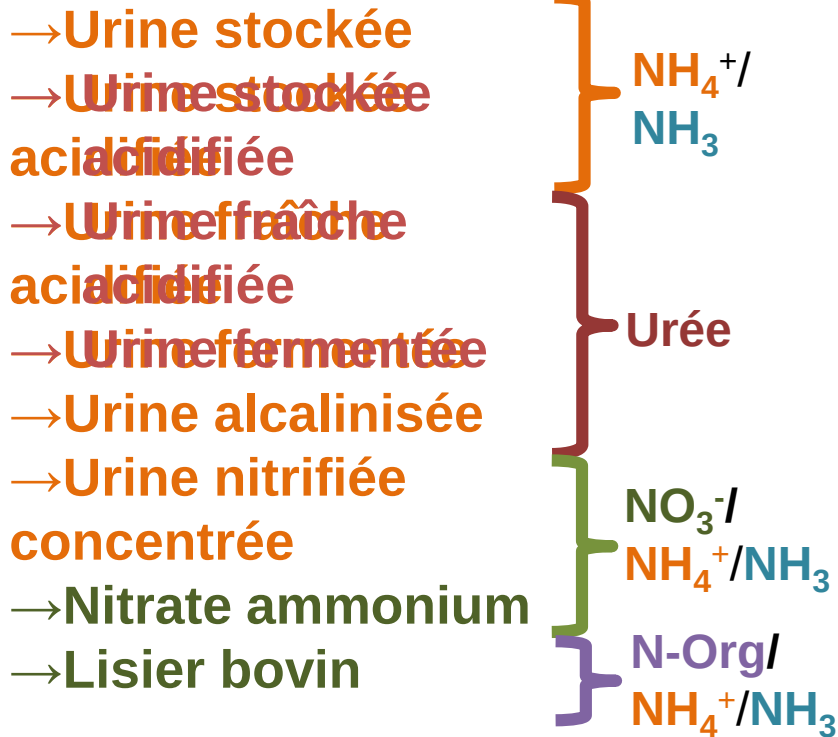
Conditions contrôlées :



Conditions contrôlées :

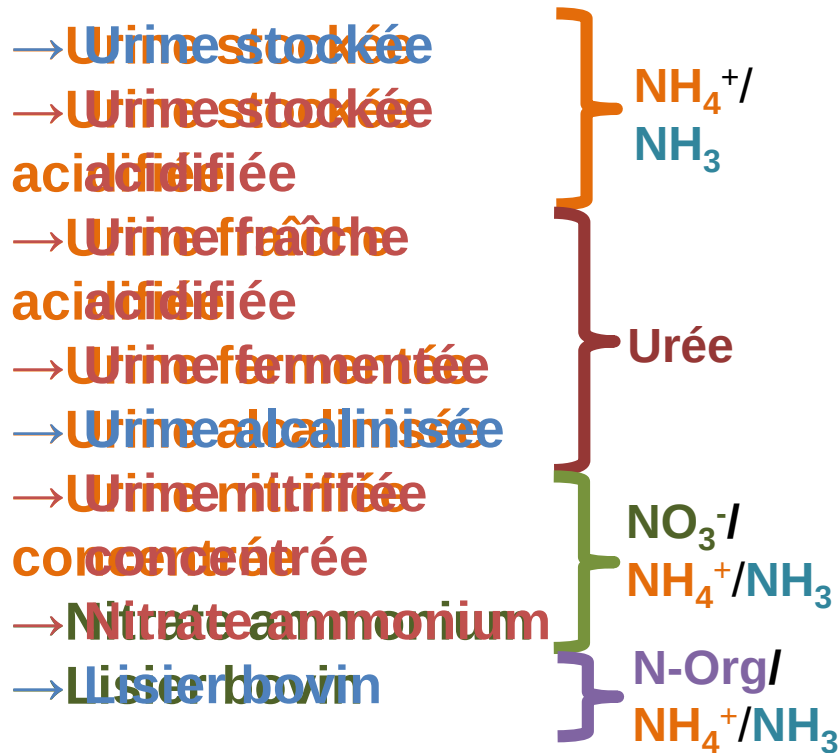


Conditions contrôlées :



Acide

Conditions contrôlées :



Acide

Alcalin

Conditions contrôlées :

→ Urine stockée

→ Urine stockée

acidifiée

→ Urine fraîche

acidifiée

→ Urine fermentée

→ Urine alcalinisée

→ Urine nitrifiée

concentrée

→ Nitrate ammonium

→ Litière bovin

$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Urée

$\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

N-Org/
 $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

3 répétitions
par produit



Cylindre de sol

(Génermont et al., 2013)

Acide

Alcalin

Conditions contrôlées :

→ Urine stockée

→ Urine stockée

acidifiée

→ Urine fraîche

acidifiée

→ Urine fermentée

→ Urine alcalinisée

→ Urine nitrifiée

concentrée

→ Nitrate ammonium

→ Litière bovin

$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Urée

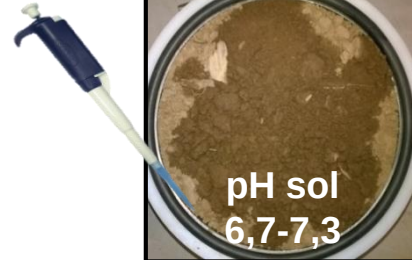
$\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

N-Org/
 $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

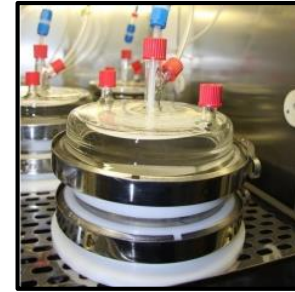
Acide

Alcalin

3 répétitions
par produit



Cylindre de sol



Fermeture

(Générmont et al., 2013)

Méthodologie

3

Conditions contrôlées :

→ Urine stockée

→ Urine stockée

acidifiée

→ Urine fraîche

acidifiée

→ Urine fermentée

→ Urine alcalinisée

→ Urine nitrifiée

concentrée

→ Nitrate ammonium

→ Litière bovin

$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Urée

$\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

N-Org/
 $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

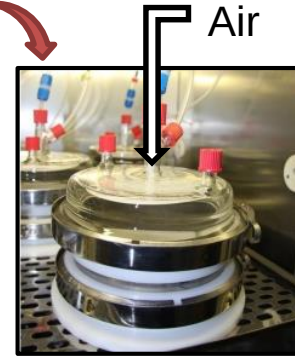
Acide

Alcalin

3 répétitions
par produit



Cylindre de sol



Fermeture

(Générmont et al., 2013)

Conditions contrôlées :

→ Urine stockée

→ Urine stockée

acidifiée

→ Urine fraîche

acidifiée

→ Urine fermentée

→ Urine alcalinisée

→ Urine nitrifiée

concentrée

→ Nitrate ammonium

→ Litière bovin

$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Urée

$\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

N-Org / $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Acide

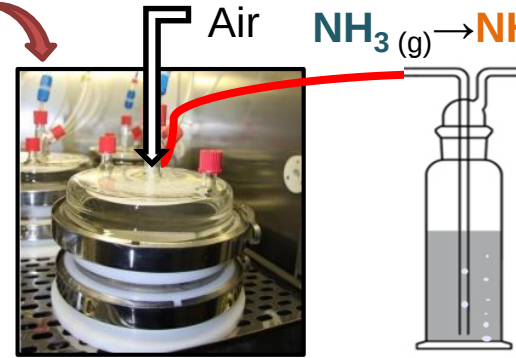
Alcalin

3 répétitions
par produit



Cylindre de sol

pH sol
6,7-7,3



Fermeture

Barbotage acide

(Génarmont et al., 2013)

Conditions contrôlées :

→ Urines stockées

→ Urines stockées

acidifiée

→ Urine fraîche

acidifiée

→ Urine fermentée

→ Urine alcalinisée

→ Urine nitrifiée

concentrée

→ Nitrate ammonium

→ Litière bovin

$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Urée

$\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

N-Org / $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

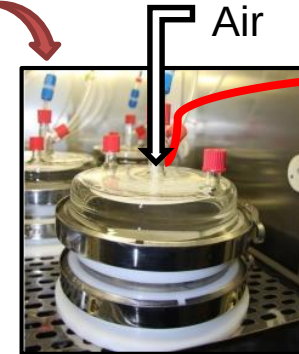
Acide

Alcalin

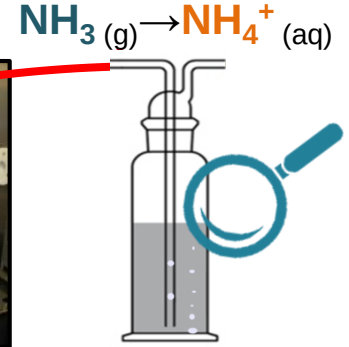
3 répétitions
par produit



Cylindre de sol



Fermeture



Barbotage acide
(Générmont et al., 2013)



- Teneur en NH_4^+
- Intégration dans le temps

Conditions contrôlées :

→ Urine stockée

→ Urine stockée

acidifiée

→ Urine fraîche

acidifiée

→ Urine fermentée

→ Urine alcalinisée

→ Urine nitrifiée

concentrée

→ Nitrate ammonium

→ Lisier bovin

$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Urée

$\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

N-Org / $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Acide

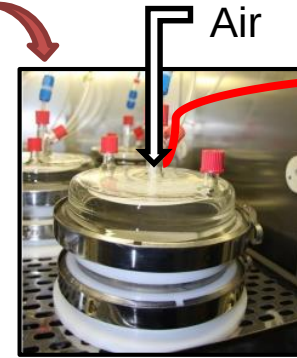
Alcalin

Champ

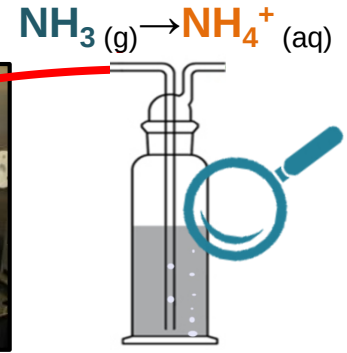
3 répétitions
par produit



Cylindre de sol



Fermeture



Barbotage acide
(Génarmont et al., 2013)

- Teneur en NH_4^+
- Intégration dans le temps

Conditions contrôlées :

→ Urine stockée

→ Urine stockée

acidifiée

→ Urine fraîche

acidifiée

→ Urine fermentée

→ Urine alcalinisée

→ Urine nitrifiée

concentrée

→ Nitrate ammonium

→ Lisier bovin

$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Urée

$\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

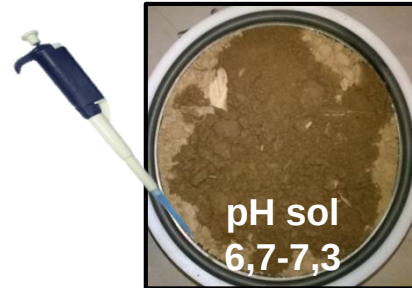
N-Org / $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

Acide

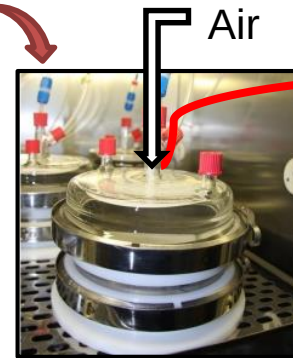
Alcalin

Champ

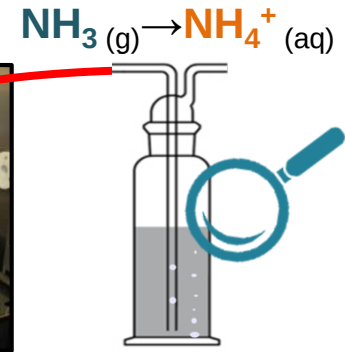
3 répétitions
par produit



Cylindre de sol

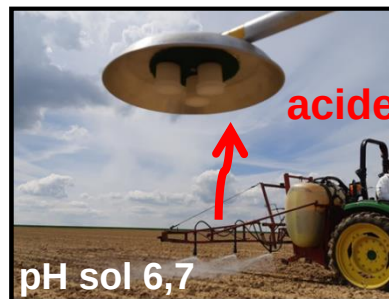


Fermeture



Barbotage acide
(Génarmont et al., 2013)

Au champ :



pH sol 6,7

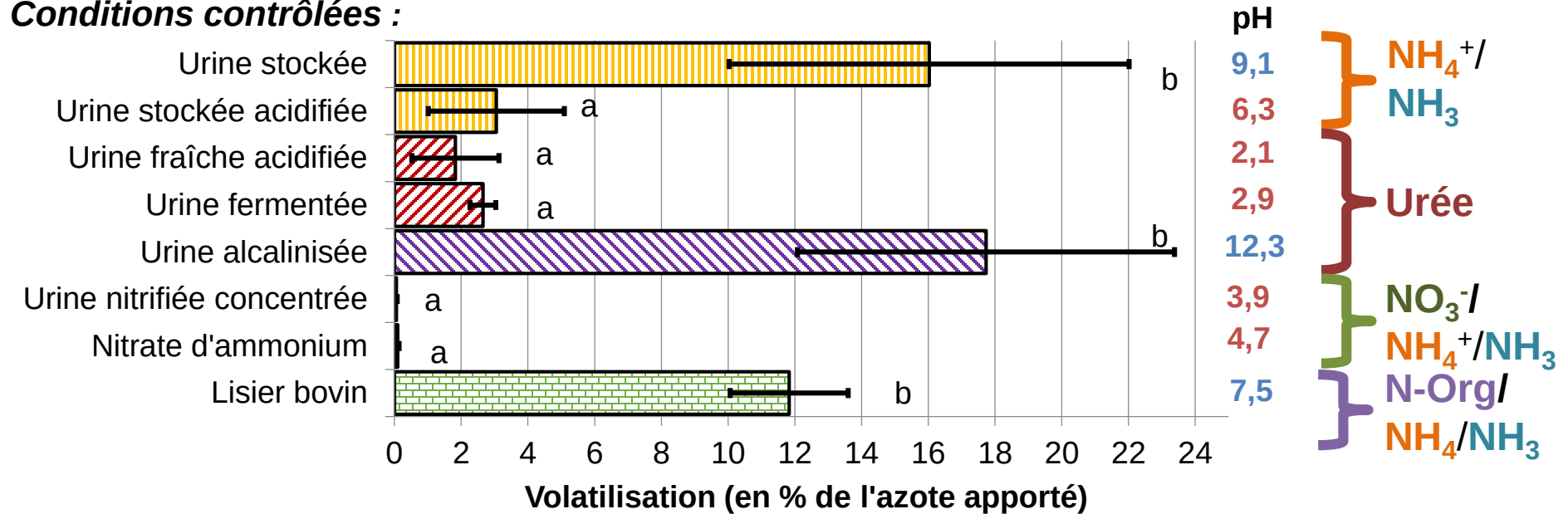
- Teneur en NH_4^+
- Intégration dans le temps
- Modélisation inverse FIDES
(Loubet et al., 2018)

Badges ALPHA
(Tang et al., 2011)

Volatilisation (en % N apporté)

25

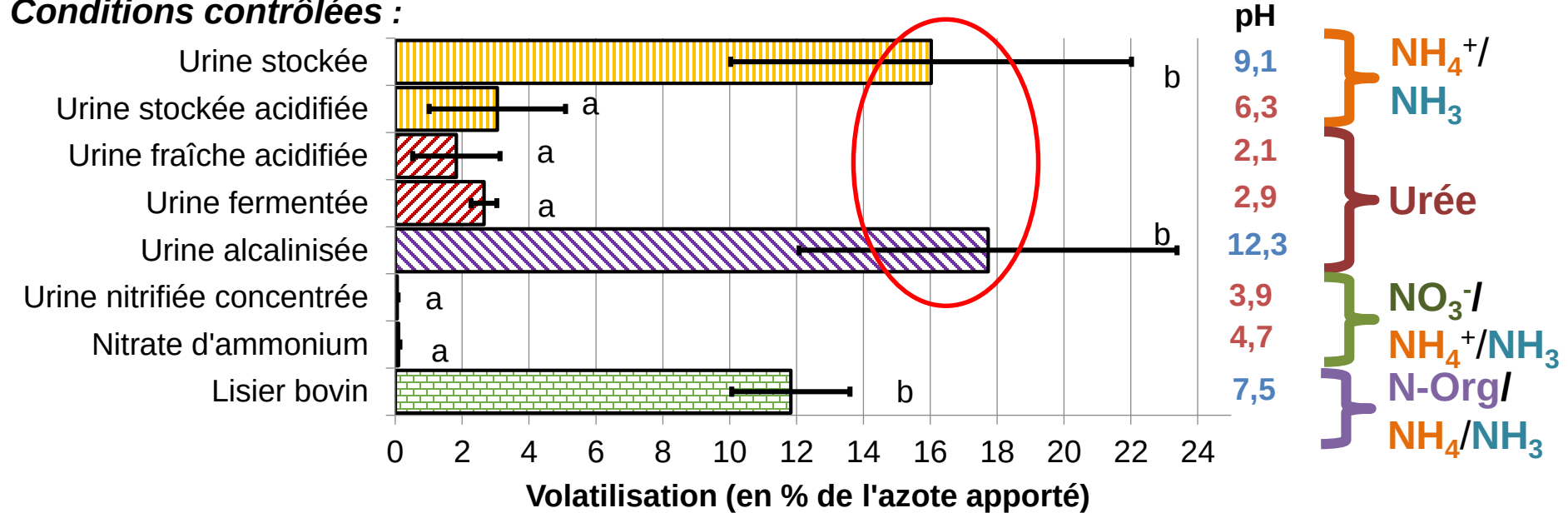
Conditions contrôlées :



Volatilisation (en % N apporté)

26

Conditions contrôlées :

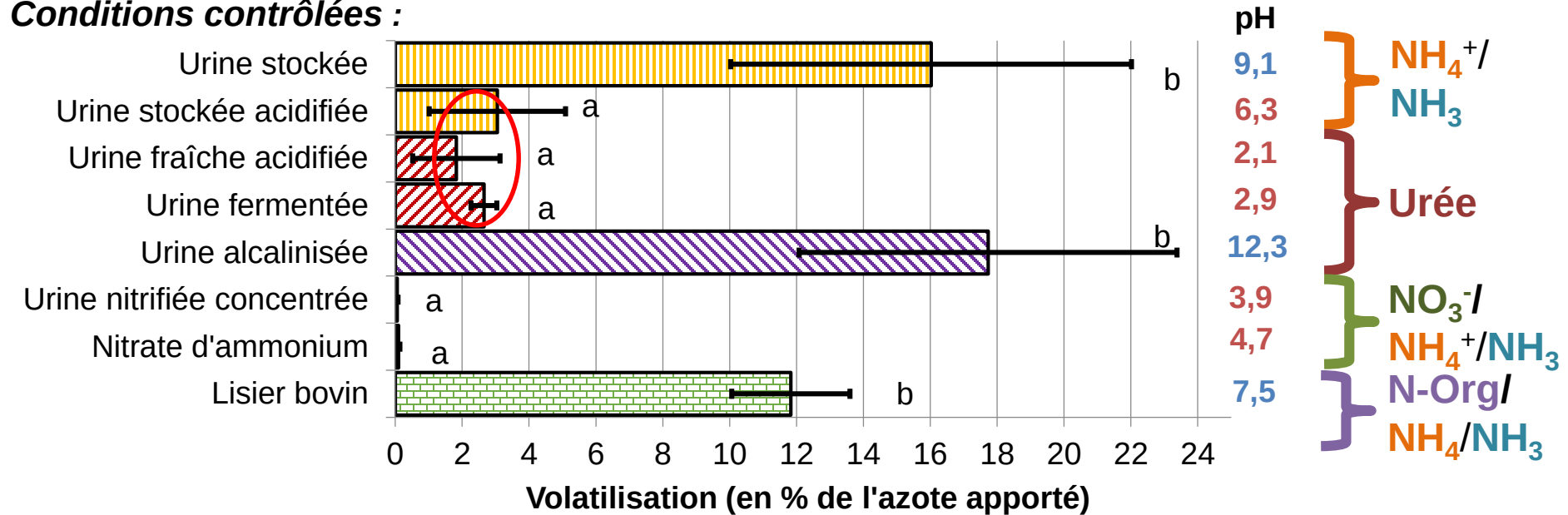


→ Fertilisants alcalins ont une forte volatilisation

Volatilisation (en % N apporté)

27

Conditions contrôlées :



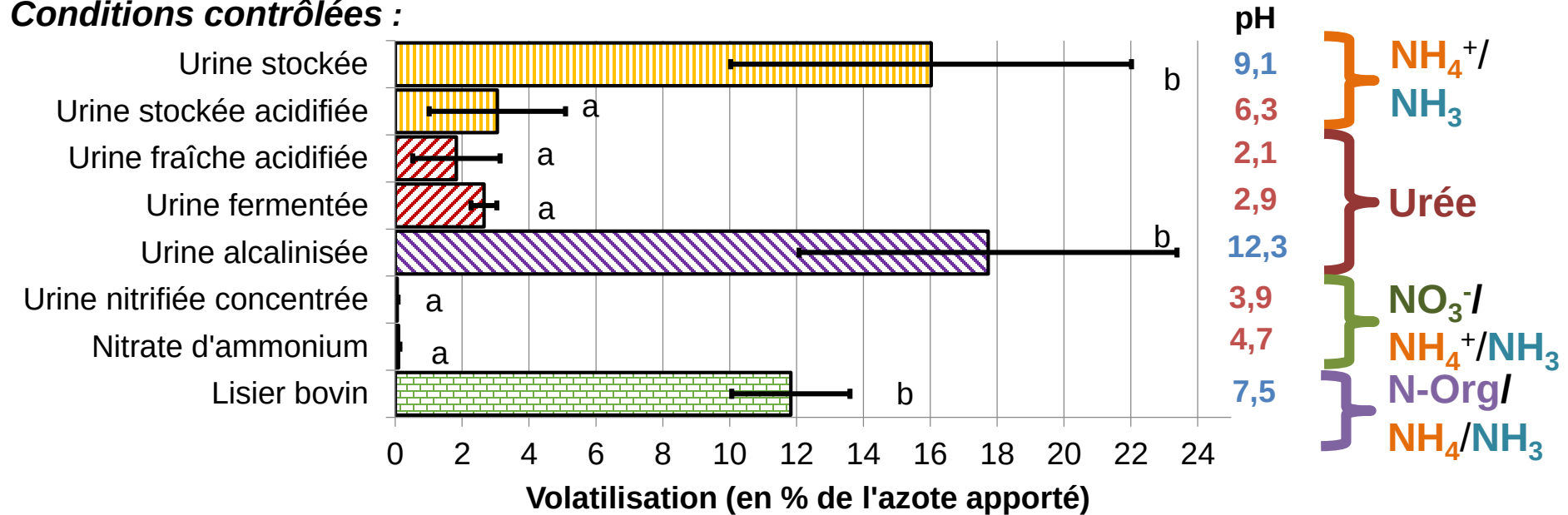
→ Fertilisants alcalins ont une forte volatilisation

→ Acidification limite la volatilisation

Volatilisation (en % N apporté)

28

Conditions contrôlées :

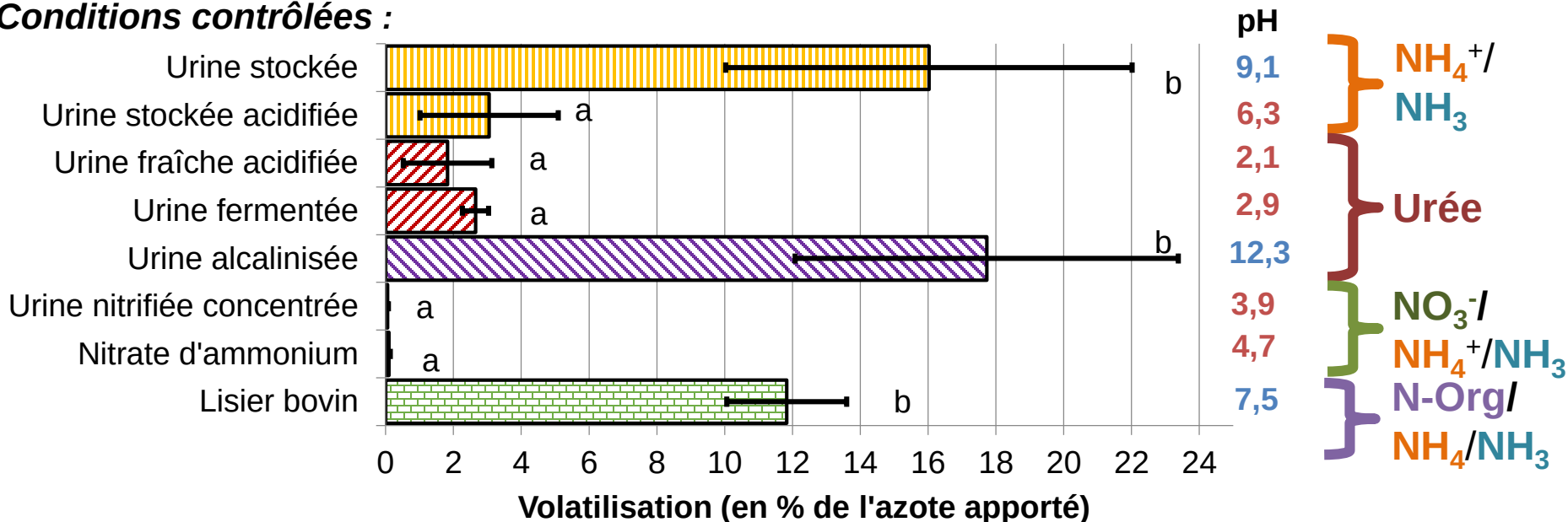


- Fertilisants alcalins ont une forte volatilisation
- Acidification limite la volatilisation
- Nitrification limite la volatilisation

Volatilisation (en % N apporté)

29

Conditions contrôlées :



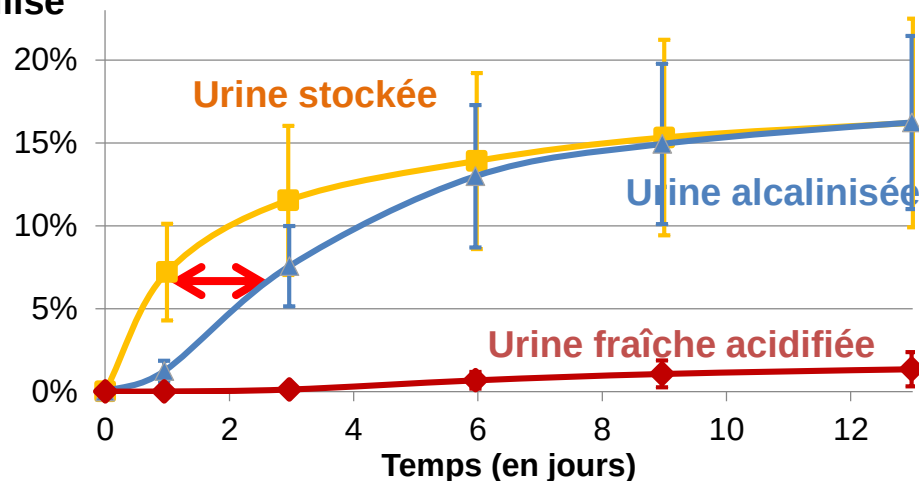
→ Fertilisants alcalins ont une forte volatilisation

→ Acidification limite la volatilisation

→ Nitrification limite la volatilisation

% de l'azote volatilisé

Dynamique de volatilisation:

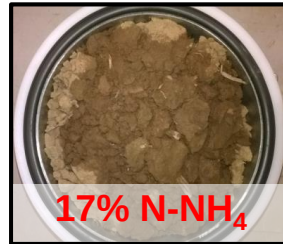


Volatilisation

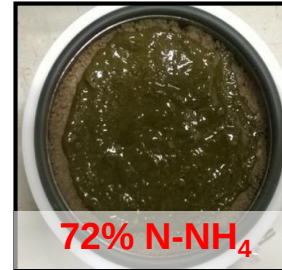
5

***Impact de la
matière sèche:***

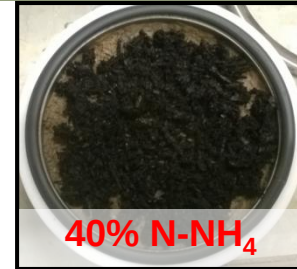
Urine
stockée



Lisier



Urine +
compost

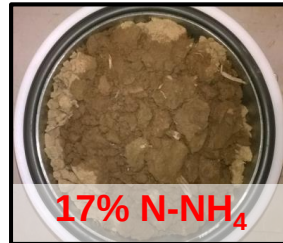


Volatilisation

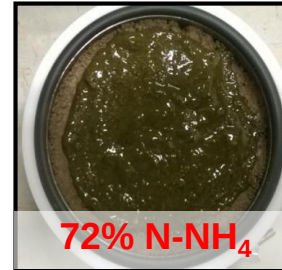
5

Impact de la matière sèche:

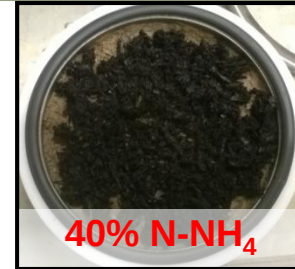
Urine stockée



Lisier



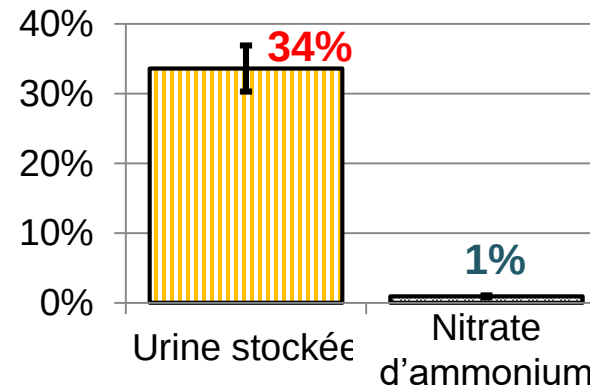
Urine + compost



Au champ :

- Forte volatilisation
- Conditions favorables (température max 22°C, fort rayonnement)
- Épandage par buses à lisier

Volatilisation (en % de l'azote apporté)

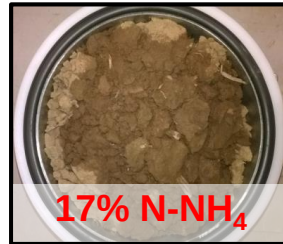


Volatilisation

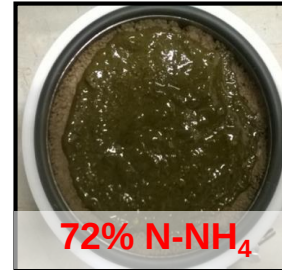
5

Impact de la matière sèche:

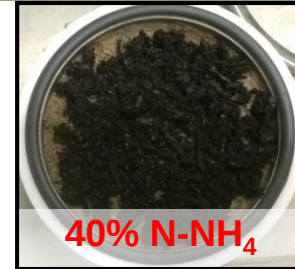
Urine stockée



Lisier



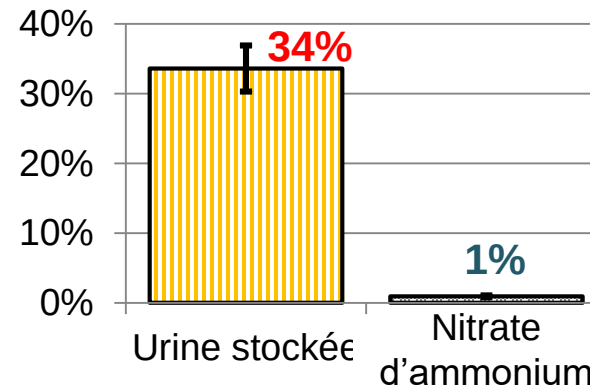
Urine + compost



Au champ :

- Forte volatilisation
- Conditions favorables (température max 22°C, fort rayonnement)
- Épandage par buses à lisier

Volatilisation (en % de l'azote apporté)



Méthode apport:

- - 25 à - 35% si utilisation d'un pendillard



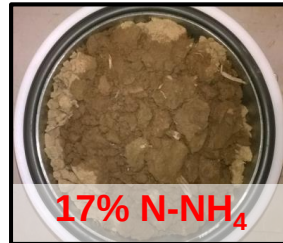
Pendillard

Volatilisation

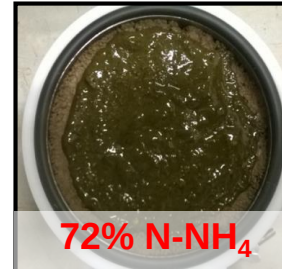
5

Impact de la matière sèche:

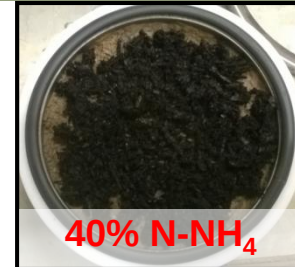
Urine stockée



Lisier



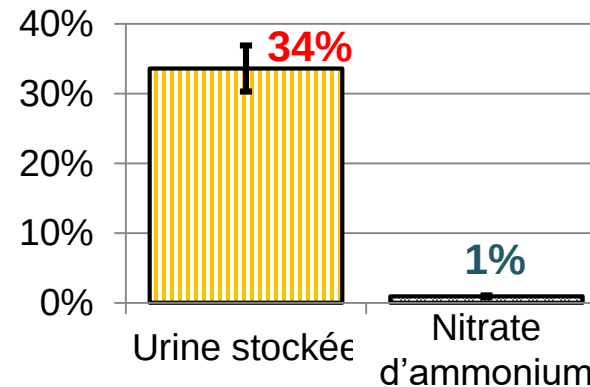
Urine + compost



Au champ :

- Forte volatilisation
- Conditions favorables (température max 22°C, fort rayonnement)
- Épandage par buses à lisier

Volatilisation (en % de l'azote apporté)



Méthode apport:

- - 25 à - 35% si utilisation d'un pendillard
- - 70 à - 90% de NH₃ si injection ou enfouissement (Webb et al. 2010)



Pendillard



Injection

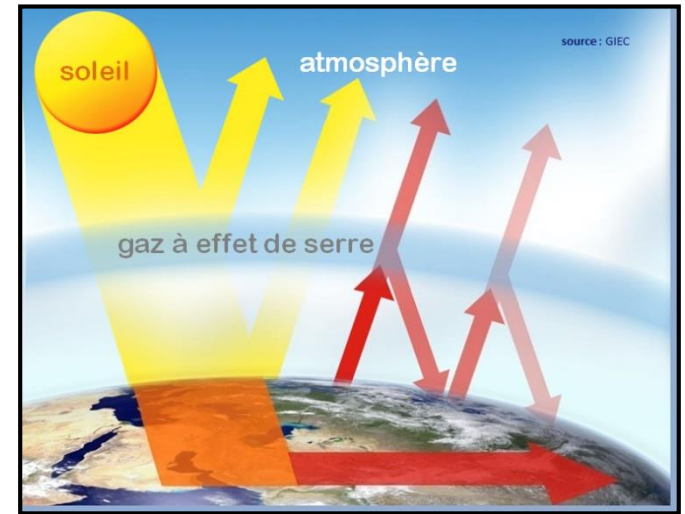


Enfouissement

Emissions de N₂O

6

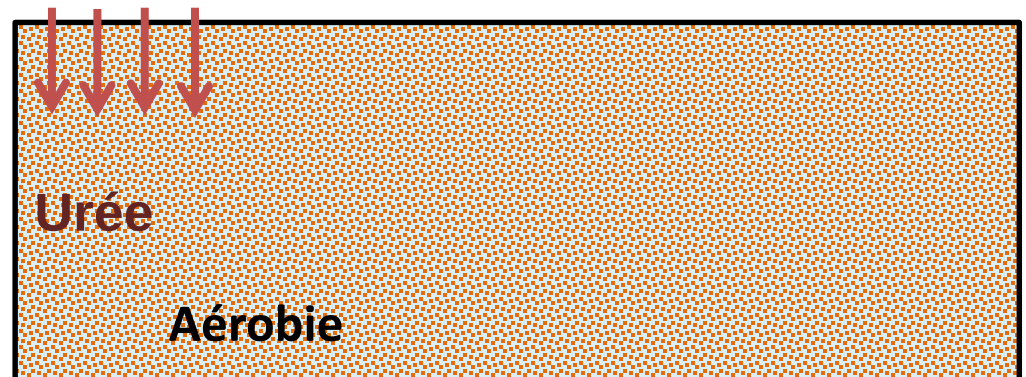
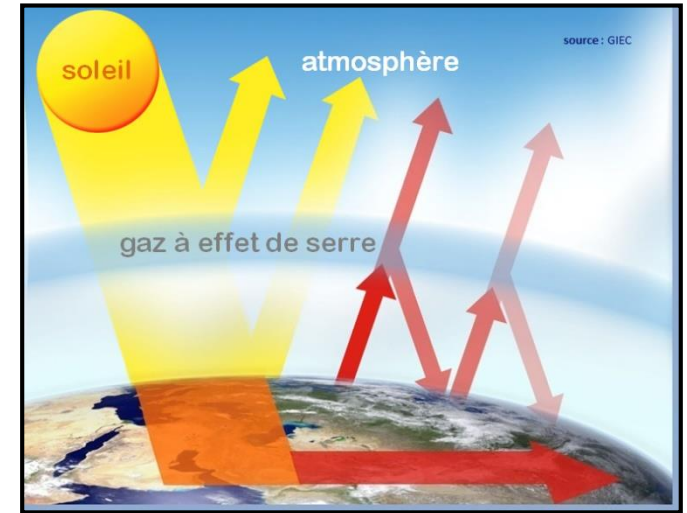
- Gaz à effet de serre
- 90% des émissions proviennent de l'agriculture



Emissions de N₂O

6

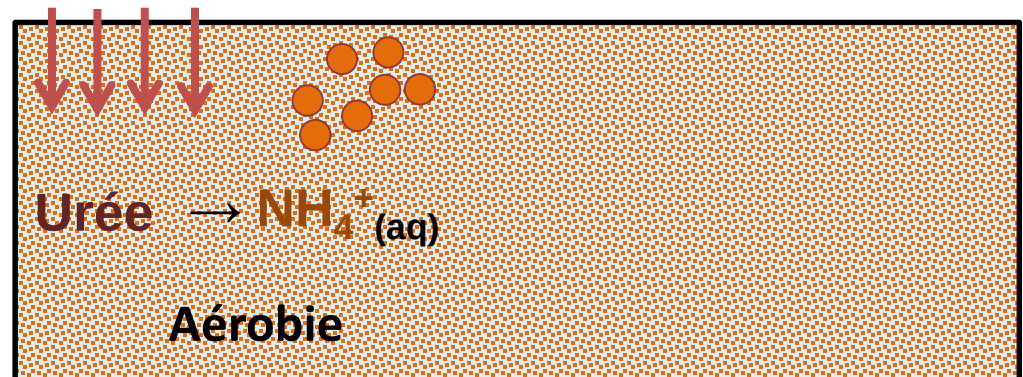
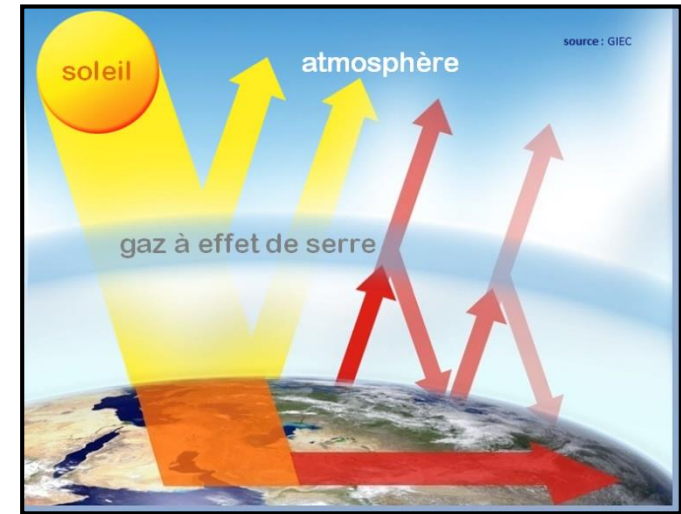
- Gaz à effet de serre
- 90% des émissions proviennent de l'agriculture



Emissions de N₂O

6

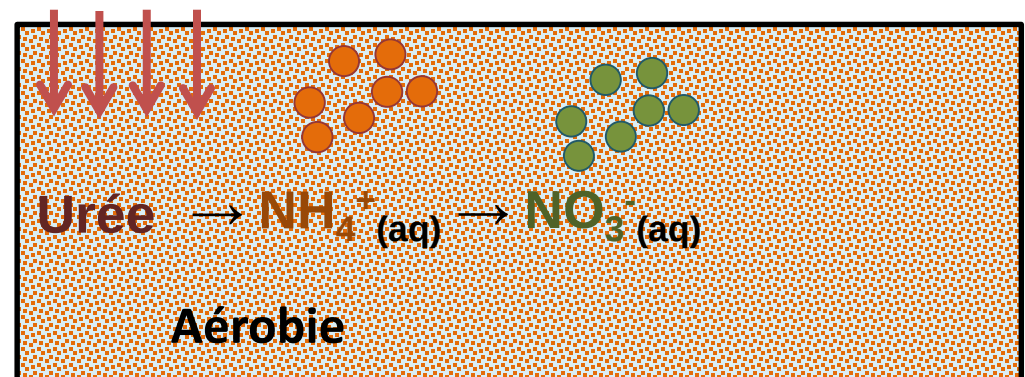
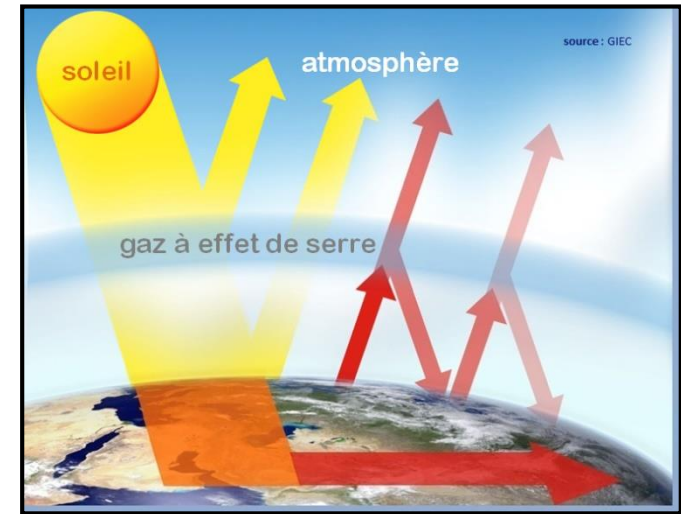
- Gaz à effet de serre
- 90% des émissions proviennent de l'agriculture



Emissions de N₂O

6

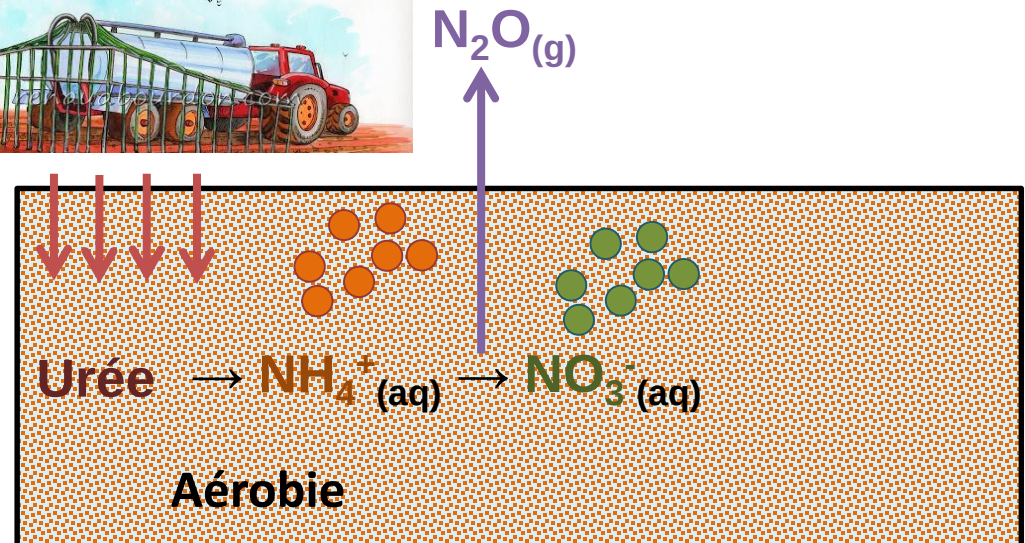
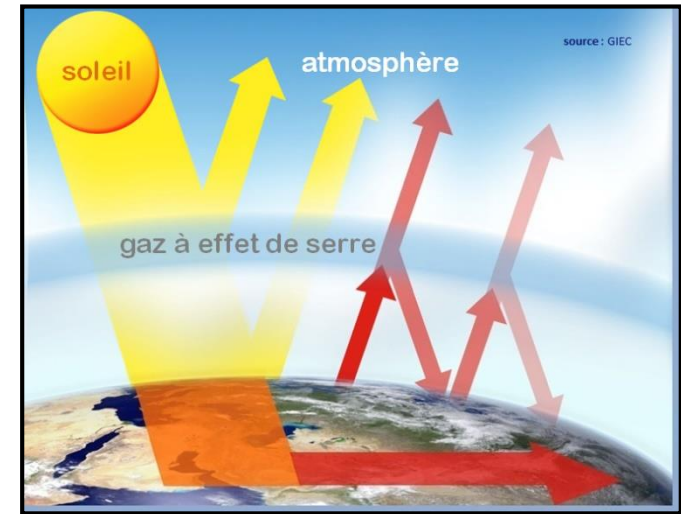
- Gaz à effet de serre
- 90% des émissions proviennent de l'agriculture



Emissions de N_2O

6

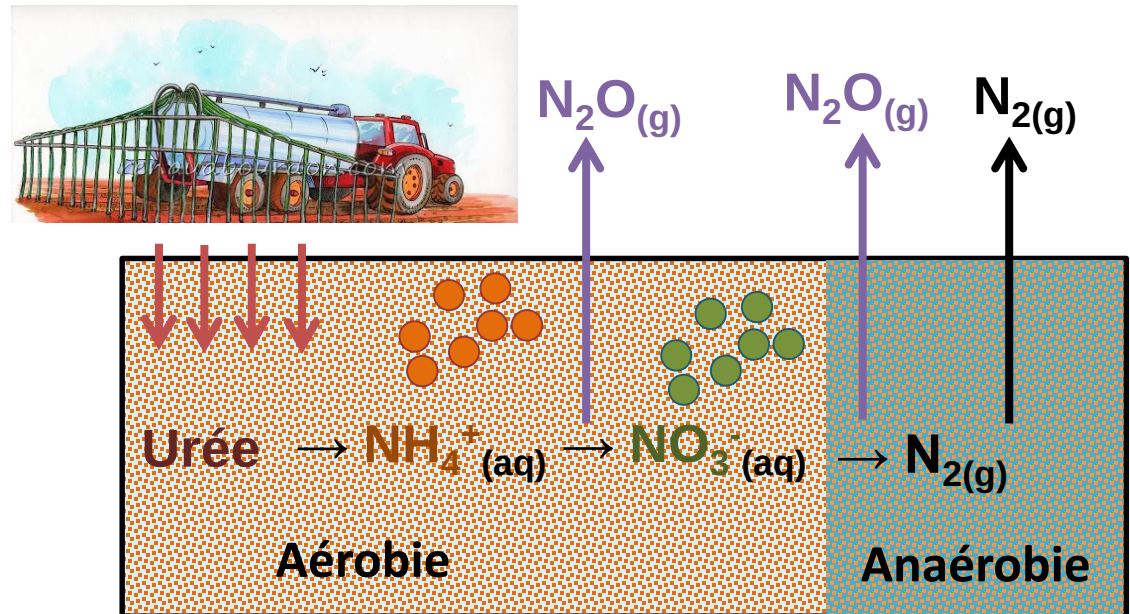
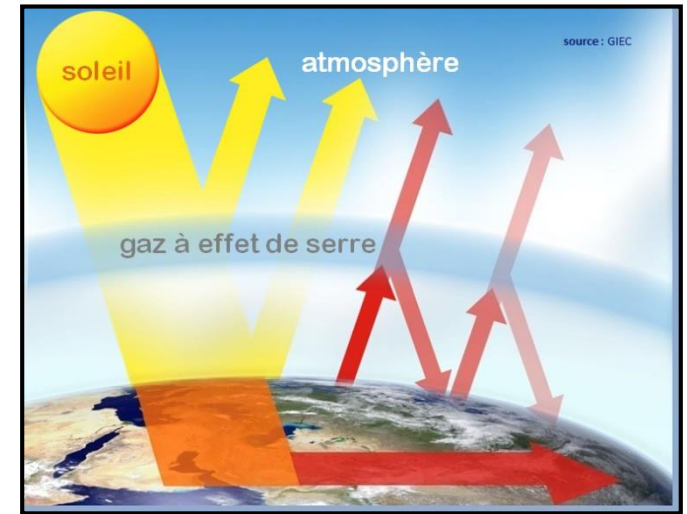
- Gaz à effet de serre
- 90% des émissions proviennent de l'agriculture
- Produit lors de la nitrification



Emissions de N_2O

6

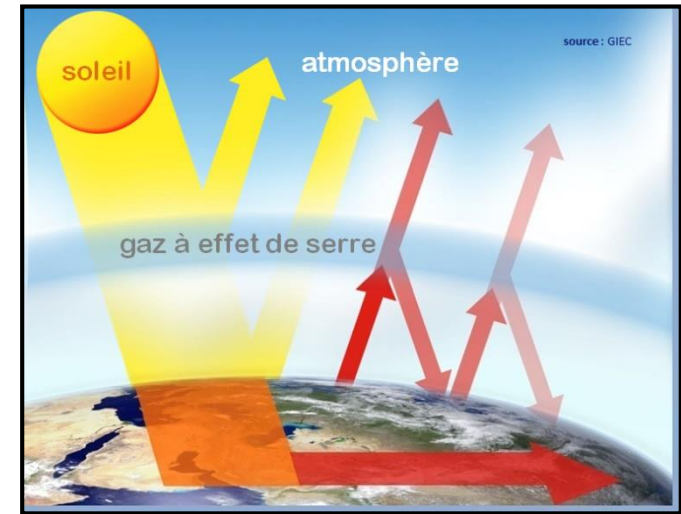
- Gaz à effet de serre
- 90% des émissions proviennent de l'agriculture
- Produit lors de la nitrification
- Et dénitrification



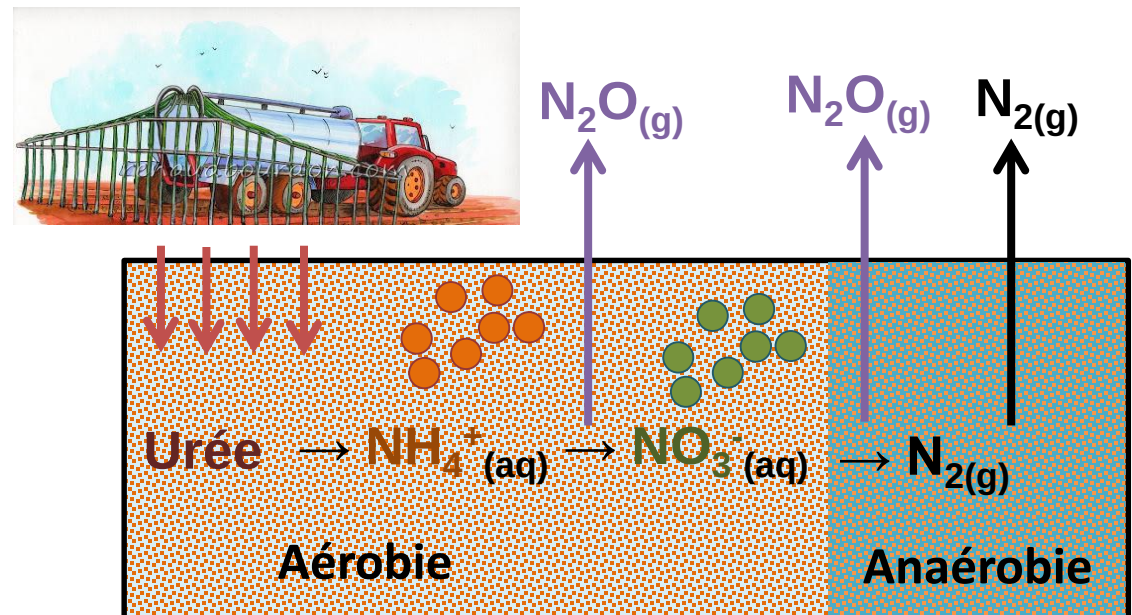
Emissions de N_2O

6

- Gaz à effet de serre
- 90% des émissions proviennent de l'agriculture
- Produit lors de la nitrification
- Et dénitrification



**Quelles émissions
après apport
d'urinofertilisants ?**



→ 3 fertilisants:
urine stockée,
urine nitrifiée,
ammonitrate

Méthodologie

7

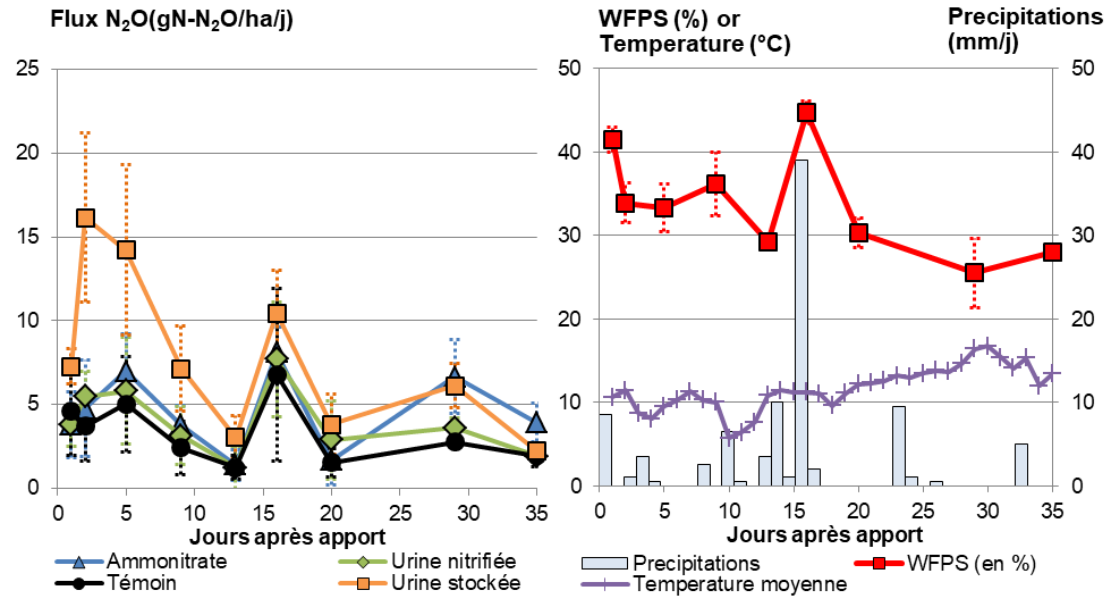
- 3 fertilisants:
urine stockée,
urine nitrifiée,
ammonitrate
- Chambres
manuelles



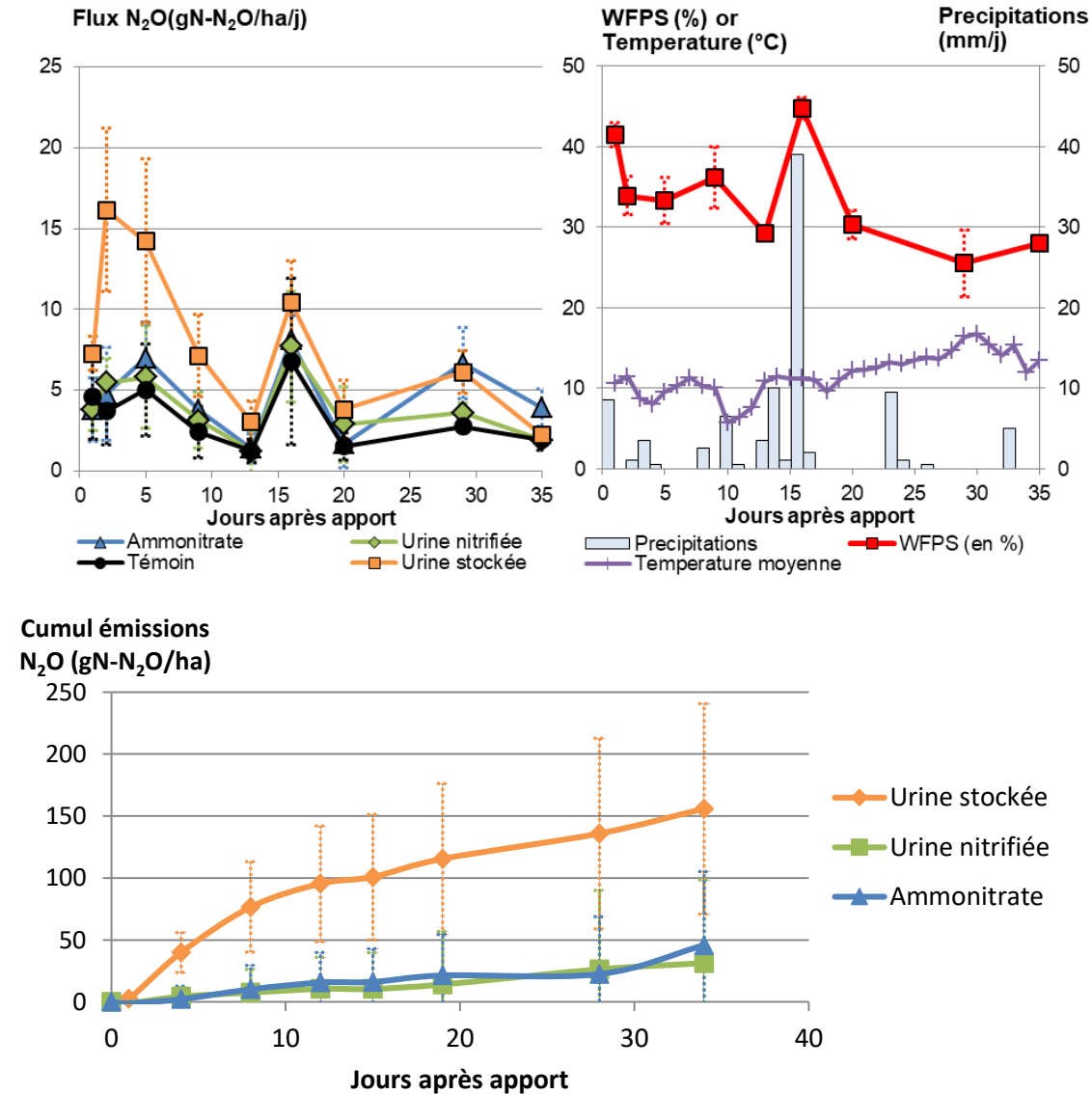
- 3 fertilisants:
urine stockée,
urine nitrifiée,
ammonitrate
- Chambres
manuelles
- Fermeture et
mesure de
l'accumulation
de N_2O
- Suivi sur 1 mois
après apport



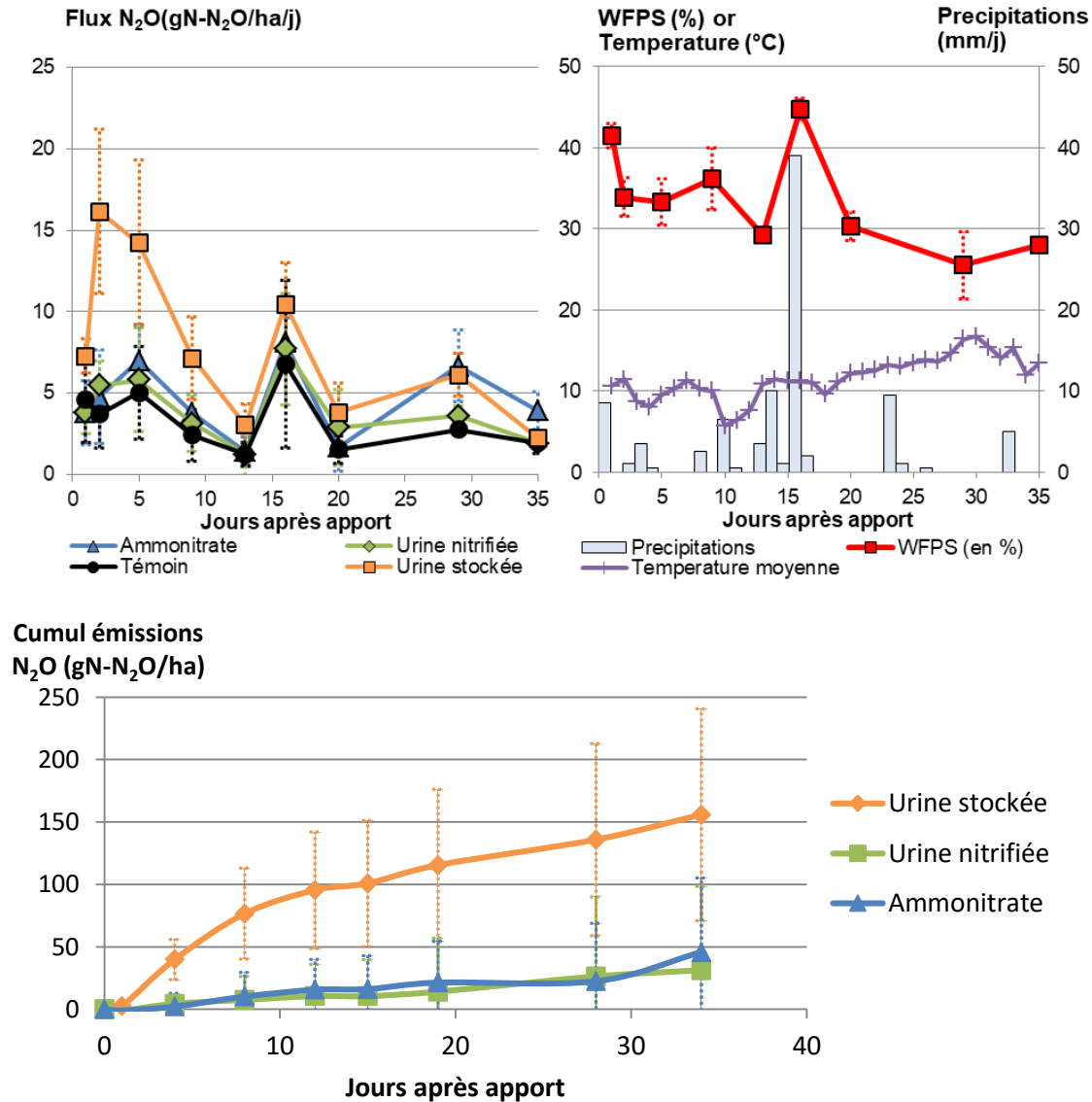
- Un pic après épandage
- Un pic après pluie
- Conditions favorables à la nitrification



- Un pic après épandage
- Un pic après pluie
- Conditions favorables à la nitrification
- Cumul plus important pour l'urine stockée



- Un pic après épandage
- Un pic après pluie
- Conditions favorables à la nitrification
- Cumul plus important pour l'urine stockée
- Différences en conditions humides ?





Des pertes potentiellement importantes, **jusqu'à $\frac{1}{3}$ de l'azote perdu**

- ➔ Des pertes potentiellement importantes, **jusqu'à $\frac{1}{3}$ de l'azote perdu**
- ➔ Augmentent avec le **pH** de l'urinofertilisant

- ➔ Des pertes potentiellement importantes, **jusqu'à $\frac{1}{3}$ de l'azote perdu**
- ➔ Augmentent avec le **pH** de l'urinofertilisant
- ➔ L'**acidification** et la **nitrification** limitent la volatilisation

- ➔ Des pertes potentiellement importantes, **jusqu'à $\frac{1}{3}$ de l'azote perdu**
- ➔ Augmentent avec le **pH** de l'urinofertilisant
- ➔ L'**acidification** et la **nitrification** limitent la volatilisation
- ➔ Émissions de N_2O plus fortes pour urine stockée sur maïs

Merci pour votre attention
et à toutes les personnes
ayant participé à ces essais