



Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée

Sous le haut patronage



QUALITÉ DE L'AIR ET FERTILISATION : RÉDUIRE LES ÉMISSIONS D'AMMONIAC

14 MARS 2019 – APCA (PARIS)



Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée

Sous le haut patronage



LA VOLATILISATION D'AMMONIAC DANS LE CYCLE DE L'AZOTE : PROCESSUS, IMPORTANCE ET CONSÉQUENCES.

Pierre CELLIER, Sophie GENERMONT
INRA UMR Ecosys, Grignon



PLAN DE LA PRÉSENTATION

La volatilisation d'ammoniac, une « fuite » importante dans le cycle et la cascade de l'azote

L'ammoniac, des impacts diversifiés, de plus en plus pris en compte

Les processus conduisant à la volatilisation d'ammoniac. Conséquences pour l'action

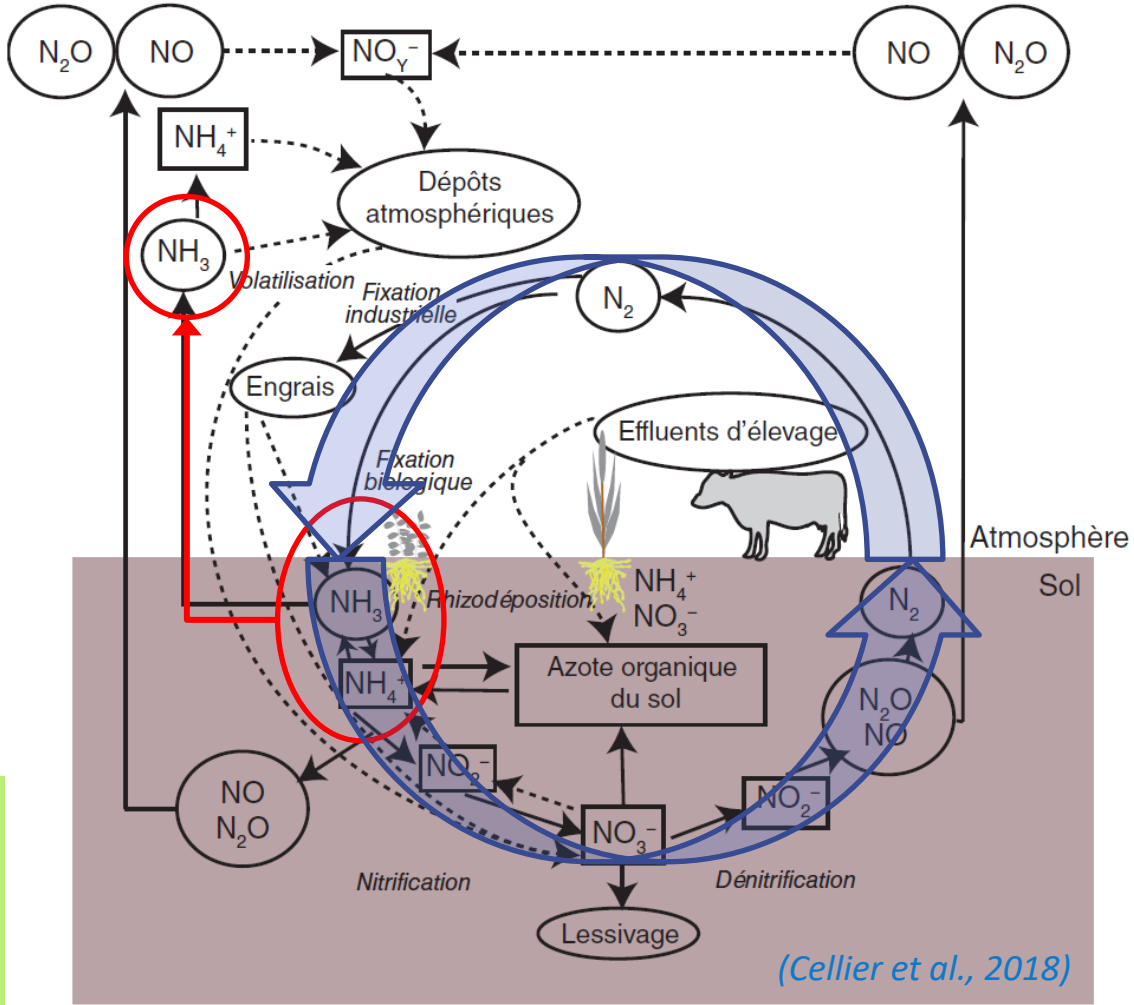
Modéliser pour mieux comprendre et agir plus efficacement

Sous le haut patronage



CYCLE DE L'AZOTE AU SEIN D'UNE CULTURE

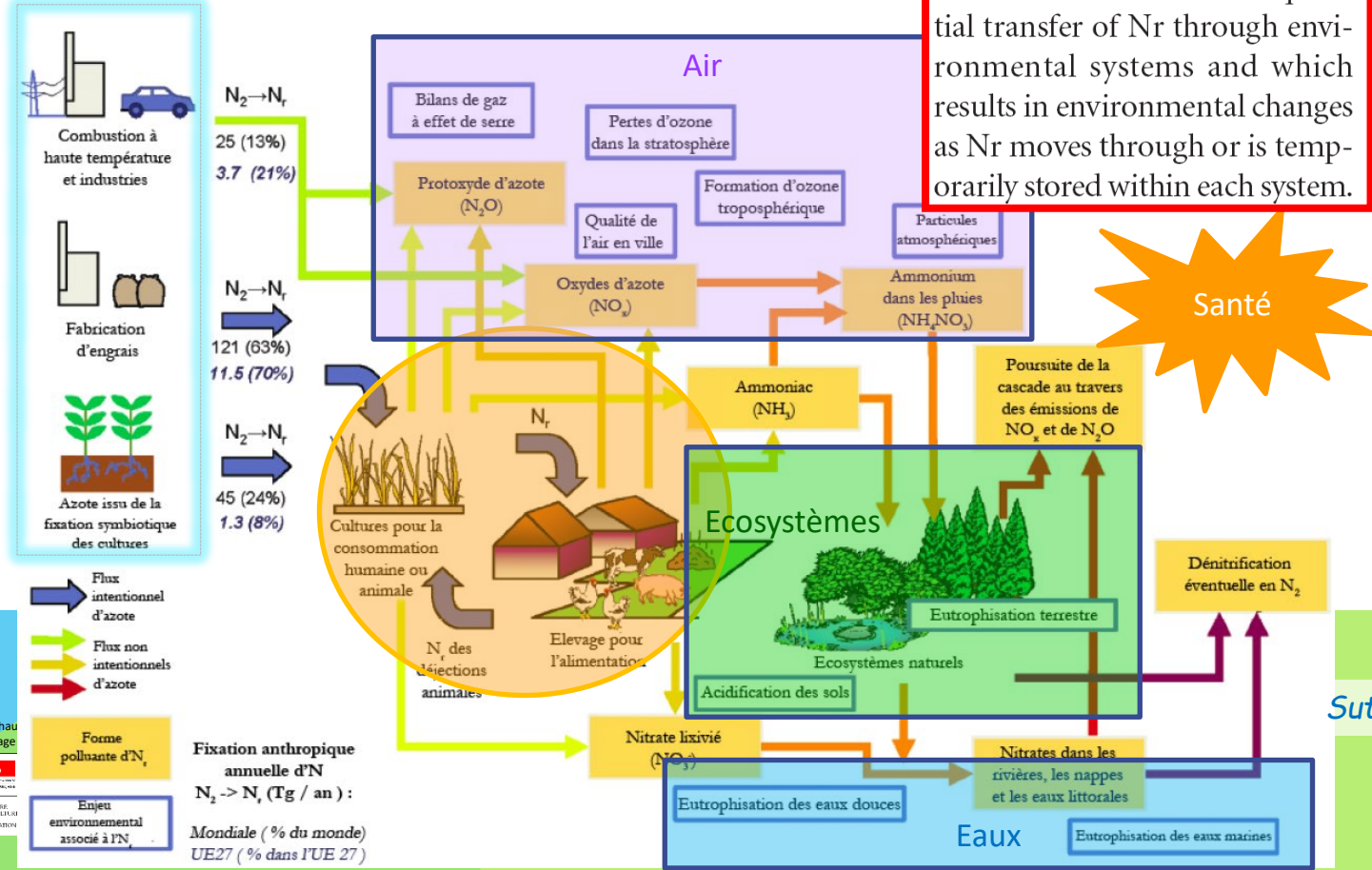
Place de la volatilisation ammoniacale: des émissions directement liées aux apports (sous différentes formes)



(Cellier et al., 2018)

LA CASCADE ET LES IMPACTS DE L'AZOTE

This phenomenon is called the N cascade (Galloway 1998), which we define as the sequential transfer of N_r through environmental systems and which results in environmental changes as N_r moves through or is temporarily stored within each system.



Sutton et al., 2011

NH₃, DES PERTES IMPORTANTES DANS LE CYCLE DE L'AZOTE

Flux d'azote issus de l'agriculture à l'échelle globale, en Europe, en France, au Canada et aux Etats-Unis.

Zone concernée	Source	Unité	N ₂	N ₂ O	NH ₃	NO _x	NO ₃ ⁻
Global	Galloway et al. (2004) ⁽¹⁾	Tg/an	115	11	48	16	48
Europe	Velthof et al. (2009) ⁽²⁾	Gg/an	10441	475	4034	475	3797
Europe	Leip et al. (2011) ⁽³⁾	Gg/an	4450	380	1640	80	5730
France	Velthof et al. (2009) ⁽²⁾	Gg/an	1873	71	672	106	601
France	De Vries et al. (2011) ⁽⁴⁾	Gg/an		71	573	32	
France	Citepa (2012) ⁽⁵⁾	Gg/an		106	518	31	
Canada	Janzen et al. (2003)	Gg/an		490			430
Etats-Unis	EPA (2011)	Gg/an		530	2600	300	4800

1 Tg = 10⁶t

1 Gg = 10³t

- (1) Evaluation pour l'ensemble des surfaces continentales
- (2) Modèle Miterra-Europe
- (3) Combinaison de bases de données et de modèles (en particulier Capri-DNDC)
- (4) Modèle Integrator
- (5) Evaluation selon les procédures officielles de l'UNECE et du GIEC

(Cellier et al., 2013)

Sous le haut patronage





Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée

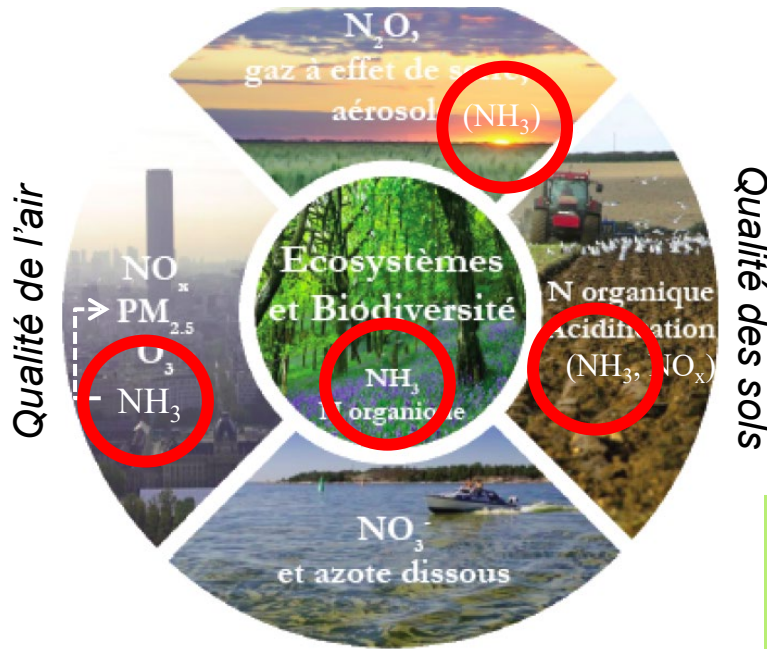
Sous le haut patronage



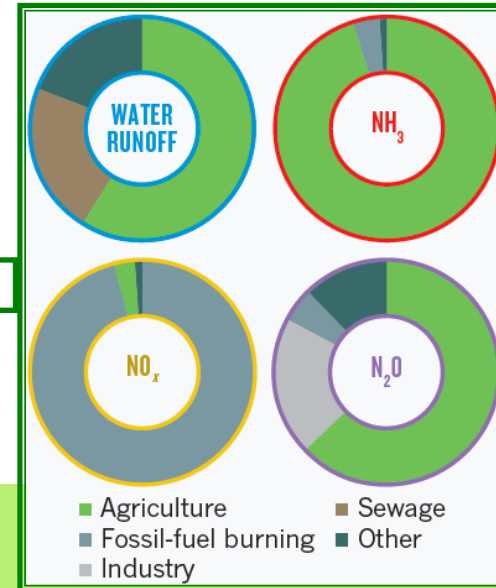
DES IMPACTS DIVERSIFIÉS ET MIEUX PRIS EN COMPTE PAR LES POLITIQUES PUBLIQUES

DES IMPACTS MULTIPLES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

Bilan des composés
à effet de serre



Importance de l'agriculture
dans les émissions



Sous le haut patronage

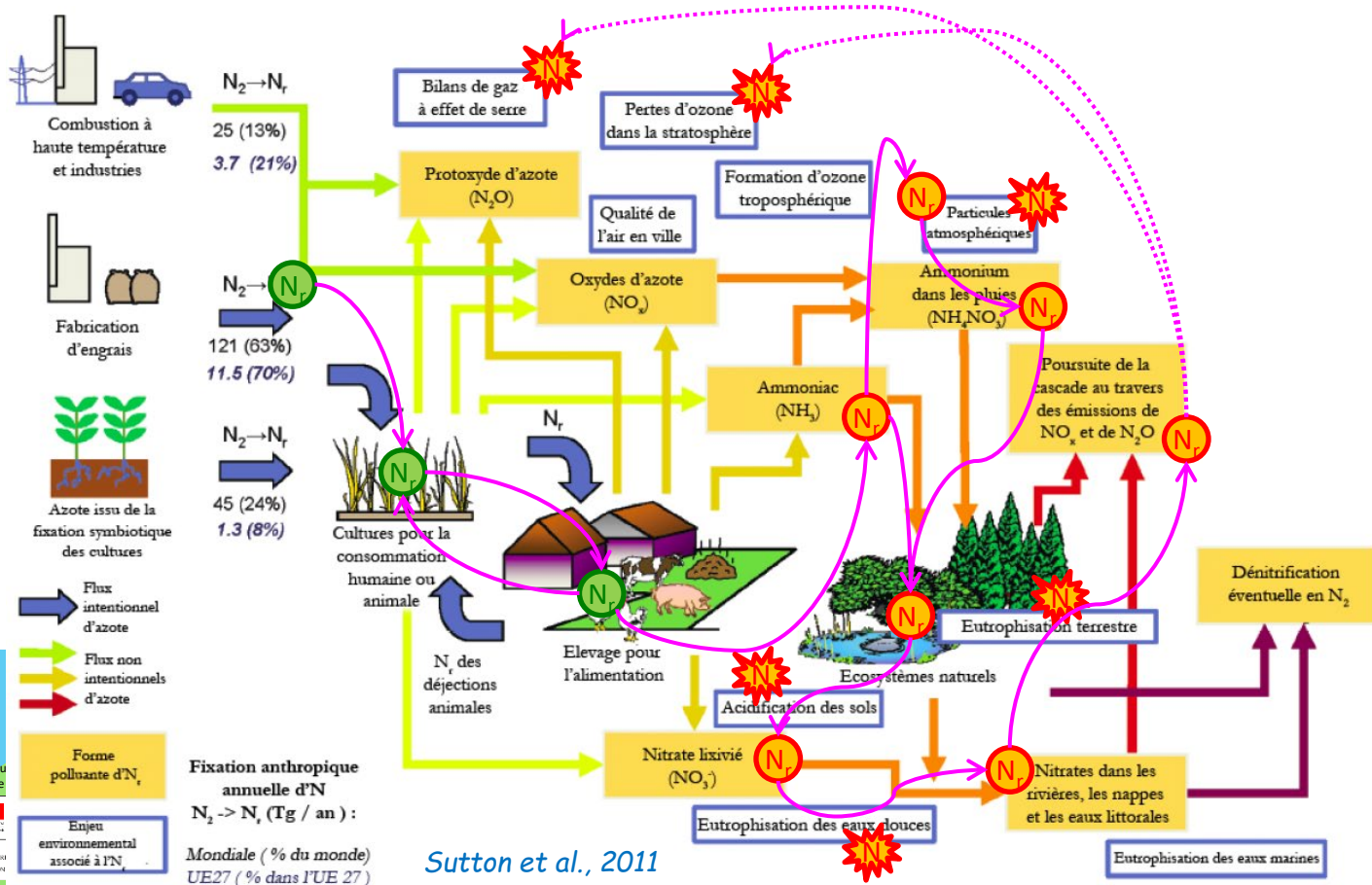


comifer
Centre de Compétences et d'Expertise en Développement
de la Filière Céréalière

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE, DE LA
PÊCHE ET DE LA
PÊCHERIE

Qualité des eaux

UN ATOME D'AZOTE DANS LA CASCADE

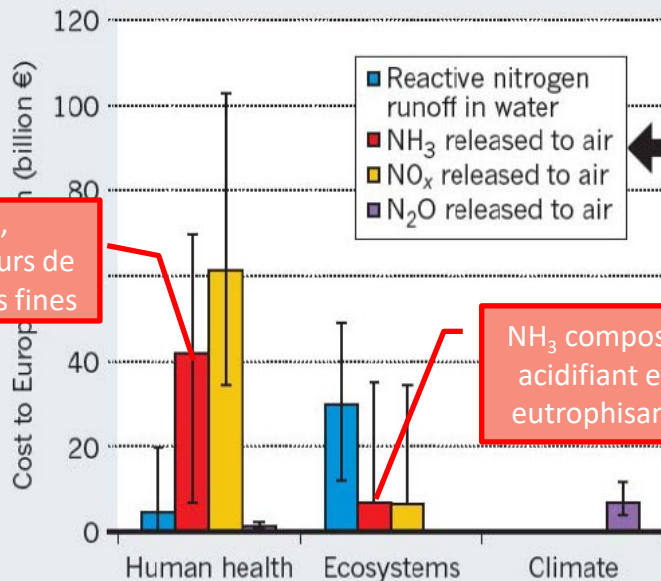


Sutton et al., 2011

L'AMMONIAC REPRÉSENTE UNE PART IMPORTANTE DES « COÛTS DE L'AZOTE » POUR LA SOCIÉTÉ

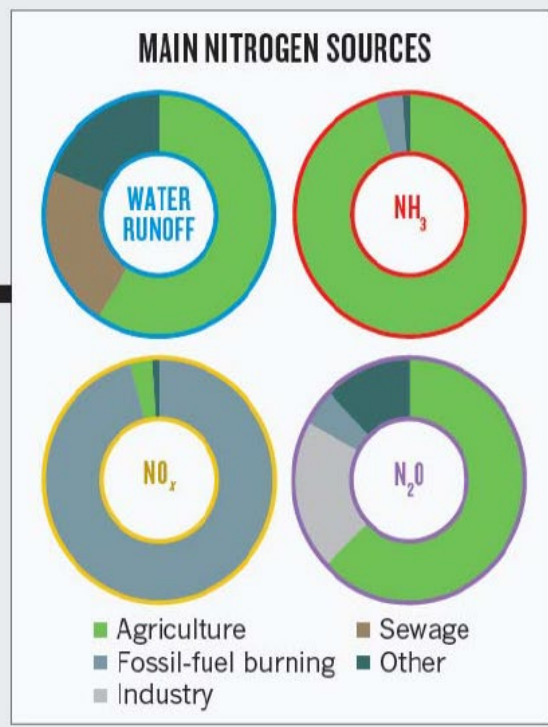
DAMAGE COSTS OF NITROGEN POLLUTION

Agriculture and fossil-fuel burning load the environment with reactive nitrogen, affecting water, soils and air.



NH₃, précurseurs de particules fines

NH₃ composé acidifiant et eutrophisant



Brink, van Grinsven et al. (2011), European N assessment

SYNTHÈSE

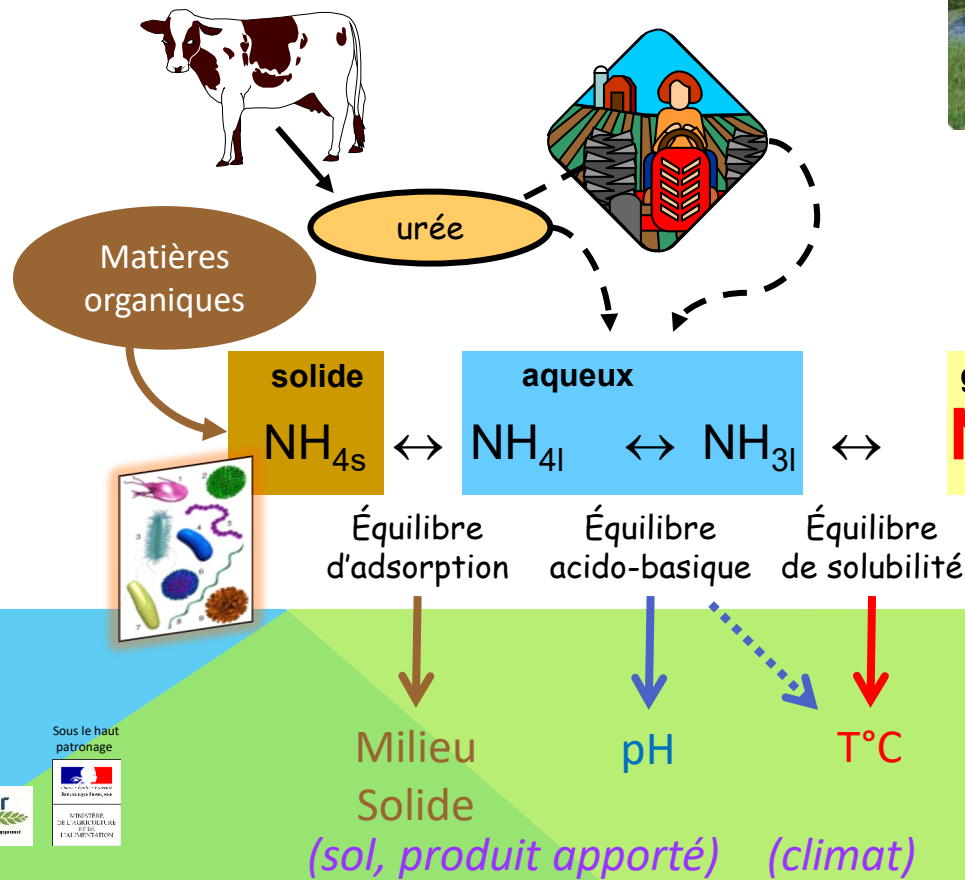
Des pertes significatives dans le cycle de l'azote

- Pertes de nutriments pour les cultures
- Contamination de l'atmosphère
- Transferts (suivis d'impacts) vers les autres écosystèmes
- L'agriculture est de plus en plus interrogée sur l'ammoniac (et plus généralement la pollution de l'air) aujourd'hui

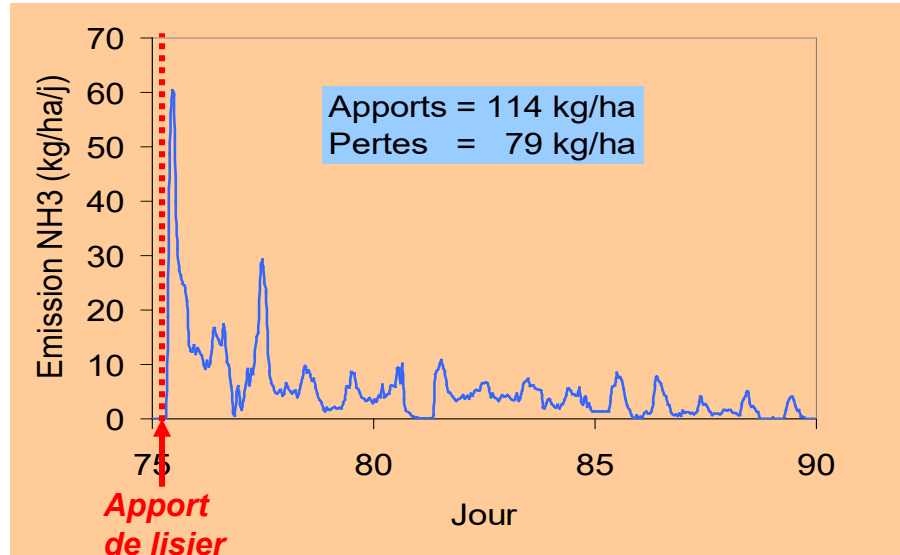
Sous le haut
patronage



LA VOLATILISATION D'AMMONIAC : UN PROCESSUS PHYSICO-CHEMIQUE



UN ÉPISODE DE VOLATILISATION D'AMMONIAC APRÈS UN ÉPANDAGE DE LISIER BOVIN EN BRETAGNE AU PRINTEMPS 1994



Des émissions importantes ($\sim \frac{3}{4}$ de l'apport d'azote minéral)

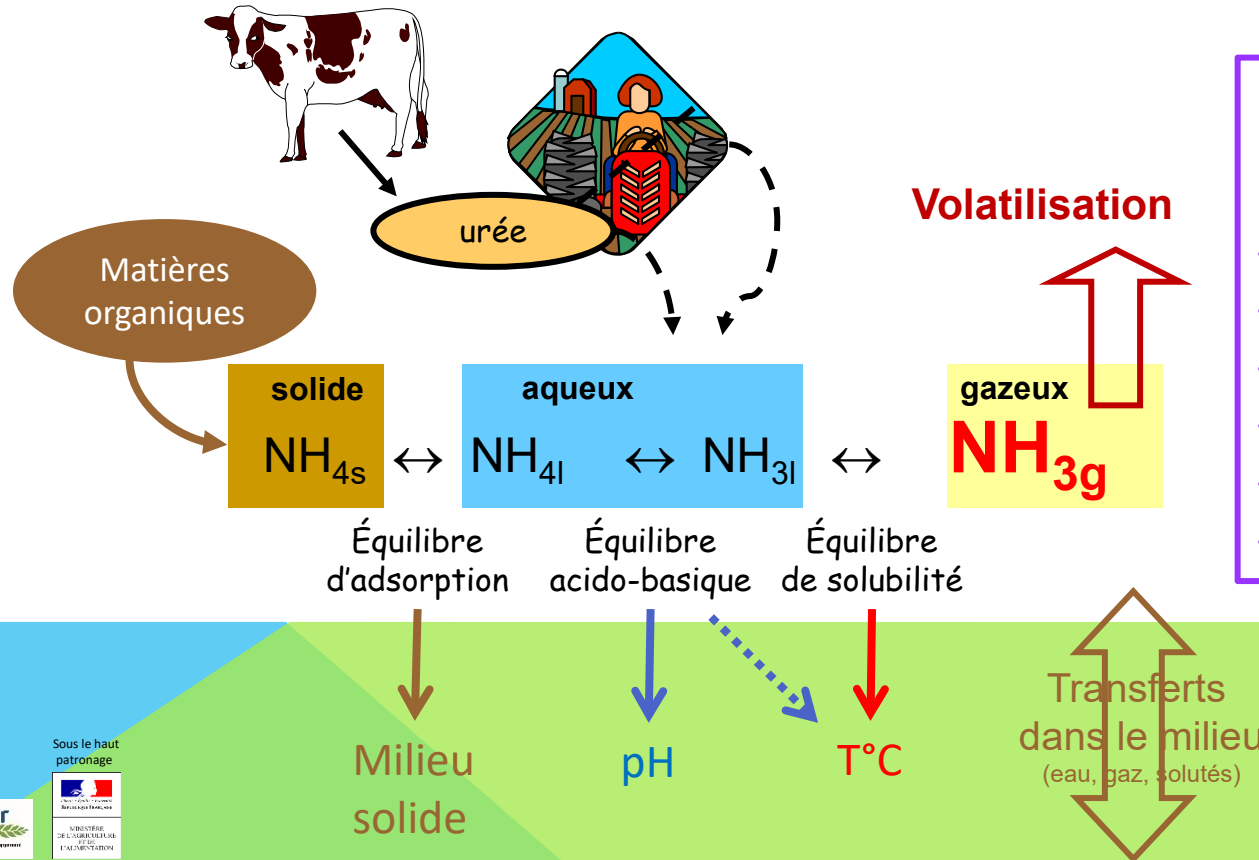
Des émissions très fortes juste après l'application, qui décroissent rapidement

Une variation dans la journée, liée surtout à la température

Sous le haut patronage

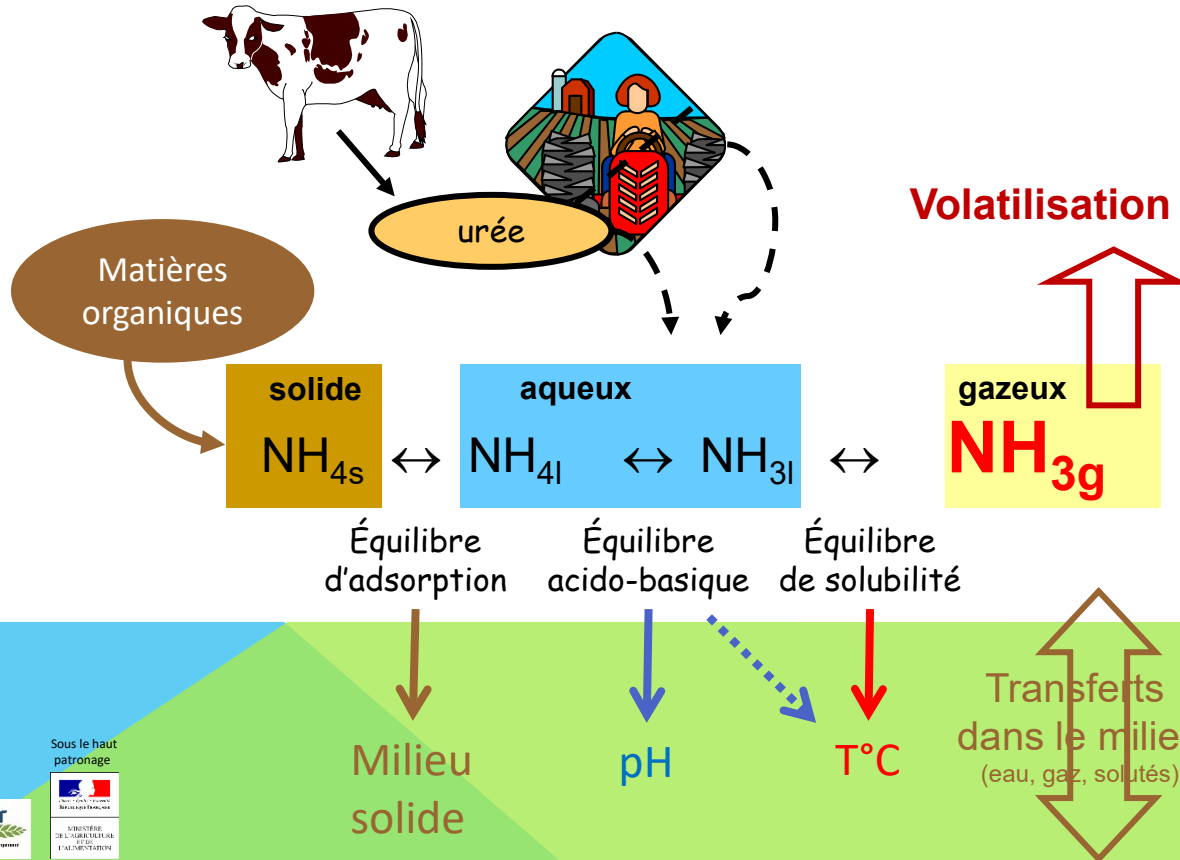


LA VOLATILISATION D'AMMONIAC : FACTEURS D'INFLUENCE



- Effet**
- « concentration »**
- Dose d'apport
 - Fractionnement
 - Libération lente
 - Dilution
 - Pluie, irrigation
 - Teneur en eau du sol

LA VOLATILISATION D'AMMONIAC : FACTEURS D'INFLUENCE



Transferts vers l'atmosphère

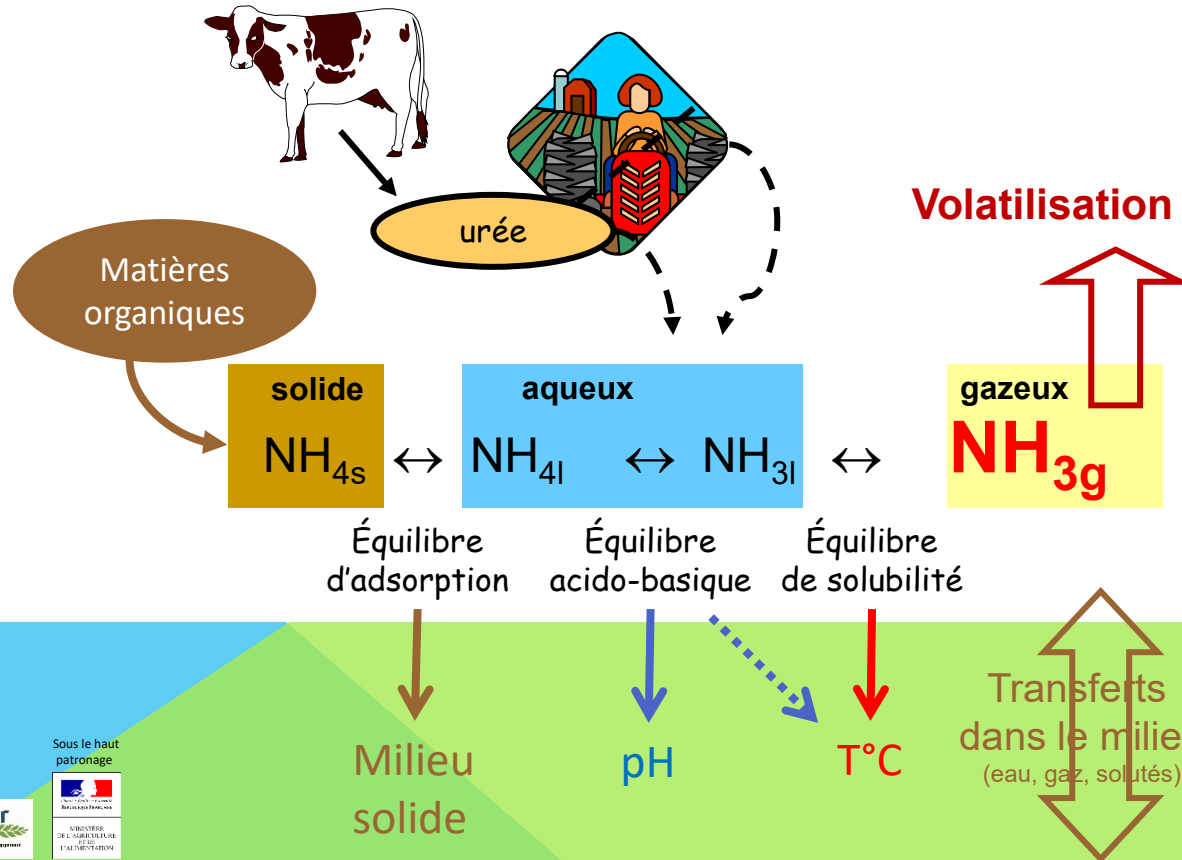
Dispersion

- Vitesse du vent
- Renouvellement d'air en bâtiment

Effets du couvert végétal

- Microclimat
- Effet « protecteur »
- Réabsorption NH_3

LA VOLATILISATION D'AMMONIAC : FACTEURS D'INFLUENCE



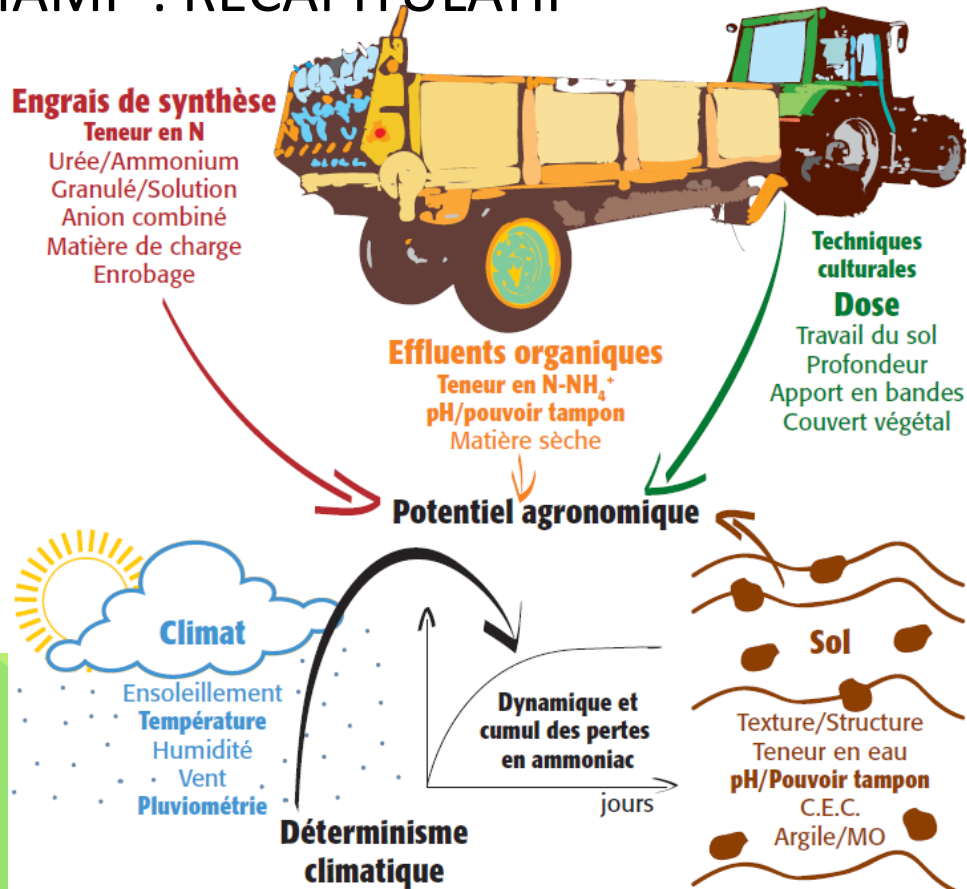
Transferts vers l'atmosphère

Surfaces exposées à l'air et temps de contact

- enfouissement, injection, apports en bande
- « élimination » des déjections en bâtiment

...

DÉTERMINISME DE LA VOLATILISATION D'AMMONIAC AU CHAMP : RÉCAPITULATIF

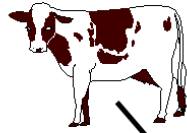


Sous le haut patronage



CONSÉQUENCES EN TERMES DE LEVIERS

Choix des engrais ou produits organiques



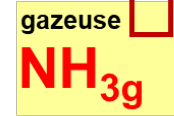
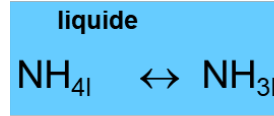
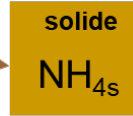
Matières organiques

Nettoyage, raclage

Filtration de l'air

Volatilisation

Adéquation aux besoins des plantes



Équilibre d'adsorption

Équilibre acido-basique

Équilibre de solubilité

Injection, enfouissement, application en bande

Produits d'adsorption

Milieu solide

pH

T°C

Transferts dans le milieu (eau, gaz, solutés)

Acidification

Période d'épandage

Dilution Irrigation

Sous le haut patronage



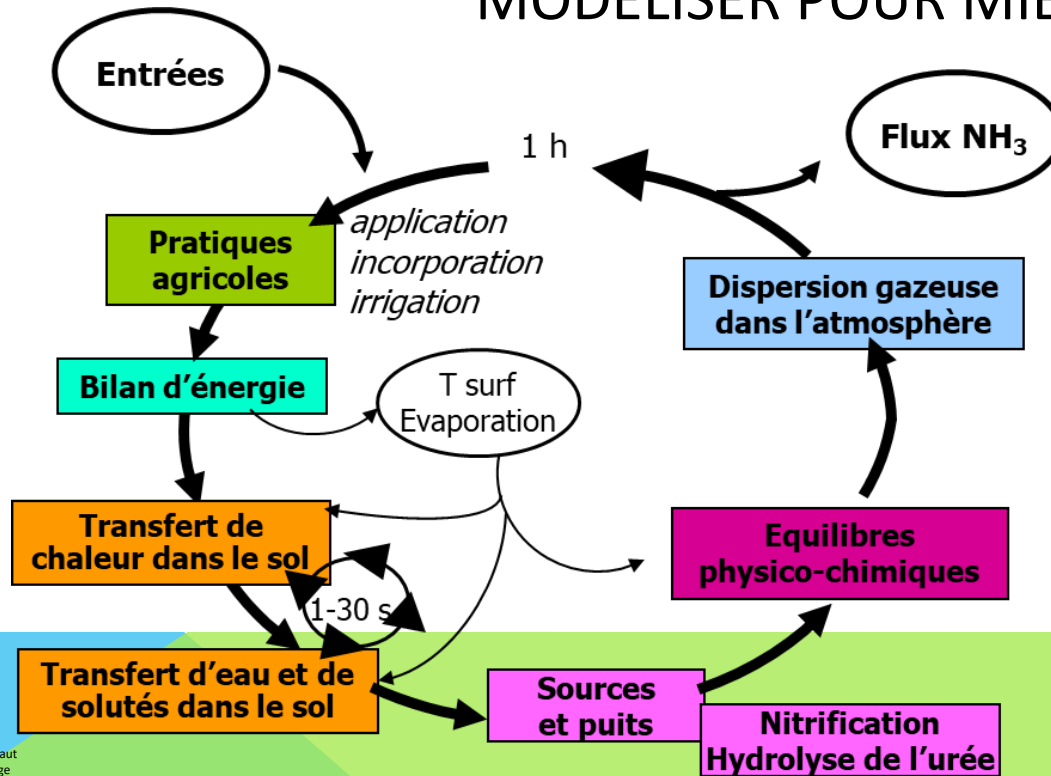
Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée

Sous le haut patronage



MODÉLISER POUR MIEUX COMPRENDRE LES INTERACTIONS COMPLEXES ET PRENDRE EN COMPTE LES FACTEURS D'INFLUENCE

DE NOMBREUX FACTEURS D'INFLUENCE ET D'INTERACTIONS : MODÉLISER POUR MIEUX COMPRENDRE



Modèle Volt'Air
(Génermont et Cellier, 1997 ;
Le Cadre, 2004; Bedos et al.,
2009; Garcia et al, 2012)

Sous le haut patronage

UTILISATION DU MODÈLE VOLT'AIR POUR ÉVALUER L'EFFET DE LA MISE EN ŒUVRE DE PRATIQUES DE RÉDUCTION : RÉSULTATS DE L'OUTIL CADASTRE_NH₃



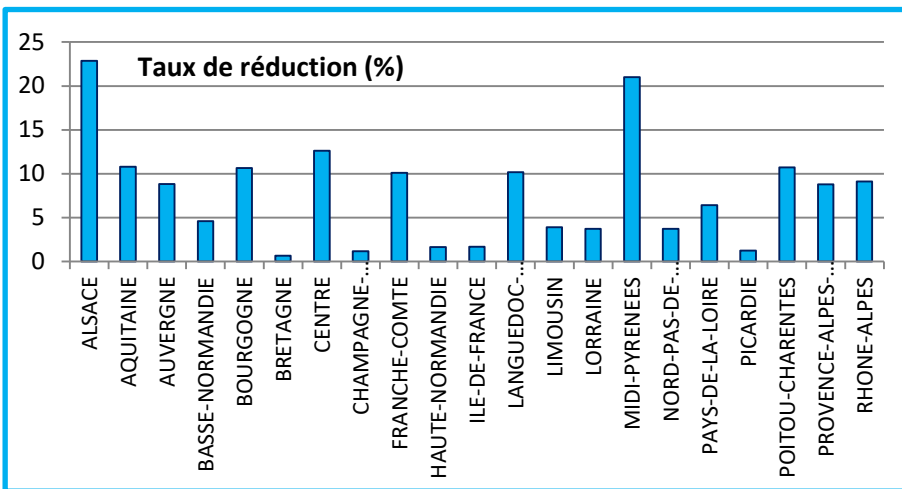
(Dufossé et al., 2018 ;
Génermont et al., 2018)

Ex : choix de l'engrais
Substitution de l'urée
à 60% par de l'ammonitrate
(année culturale 2010-11)



Réduction à l'échelle
de la France :
- 7,2 % de N-NH₃ lié à
la fertilisation des
cultures et prairies

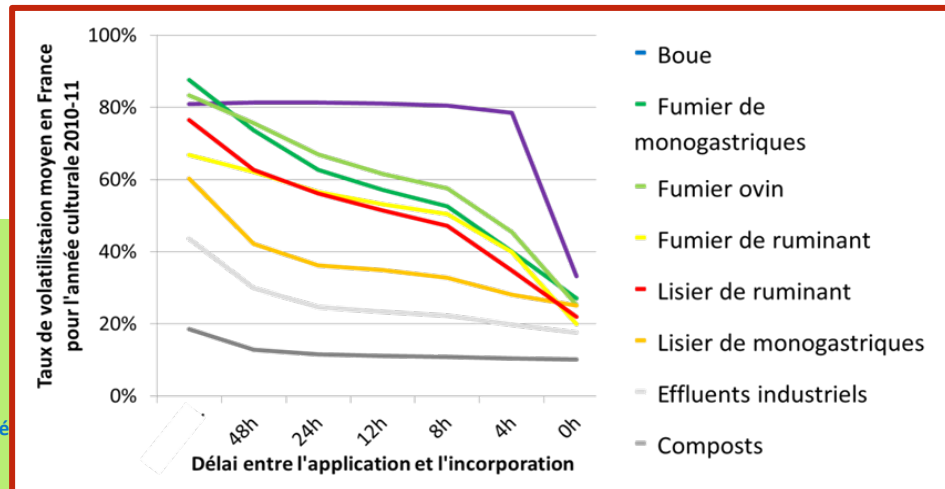
...qui cache une grande variabilité régionale



Ex : Incorporation des PRO

Une efficacité qui dépend :

- du type de PRO
- du délai entre l'apport et l'incorporation
- de l'outil (non représenté)
- de la profondeur (non représenté)



MERCI DE VOTRE ATTENTION

À paraître à l'automne 2019

