

Cascade de l'azote : enjeux pour la fertilisation

Pierre CELLIER
INRA, UMR EGC, Thiverval-Grignon

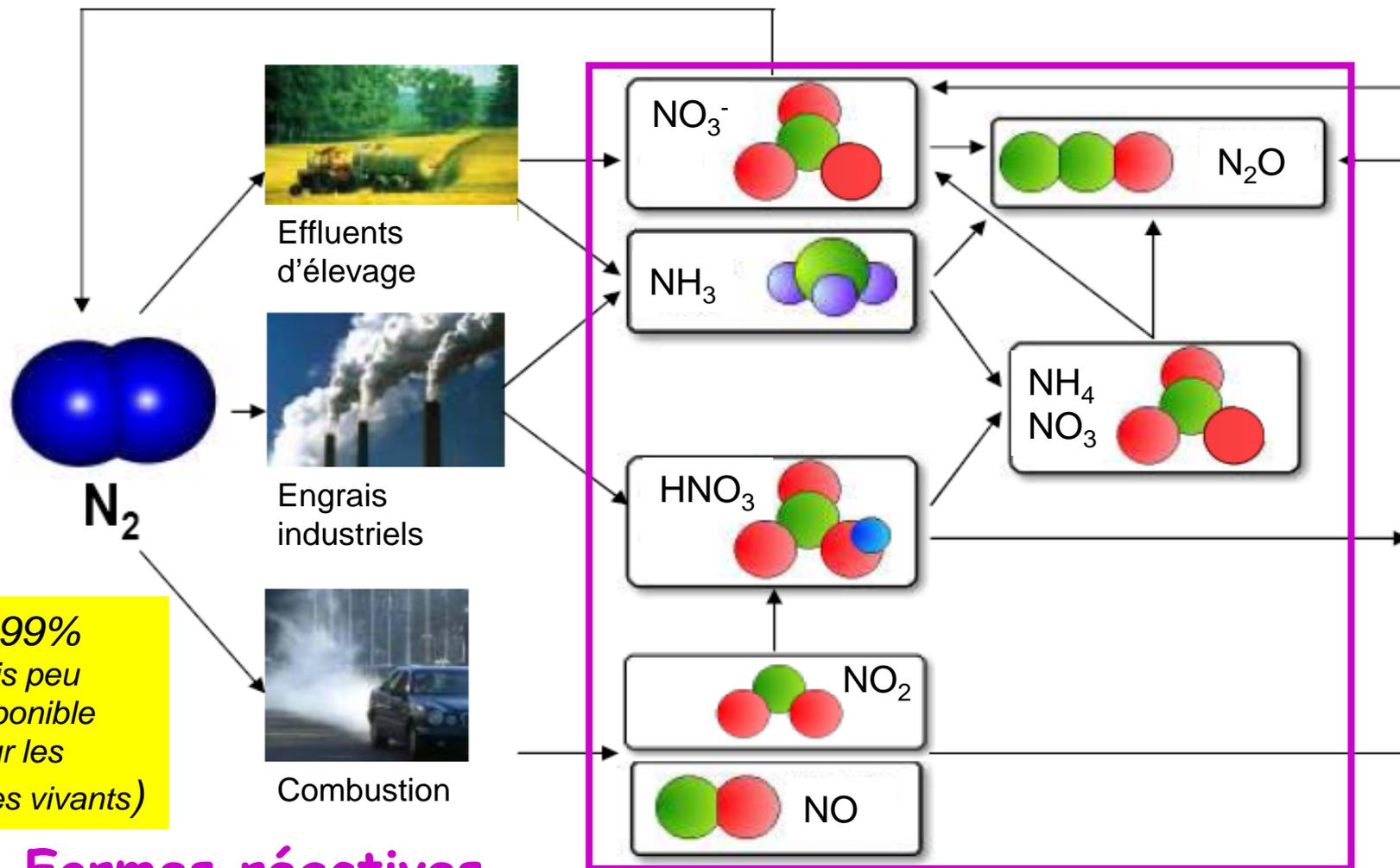




Plan de l'exposé

- 
- 
- **L'European Nitrogen Assessment (ENA)**
 - Cycle et/ou cascade de l'azote
 - De nouveaux enjeux pour l'agriculture et l'élevage
 - Recommandations de l'ENA
- 
- 
- 
- 
- 

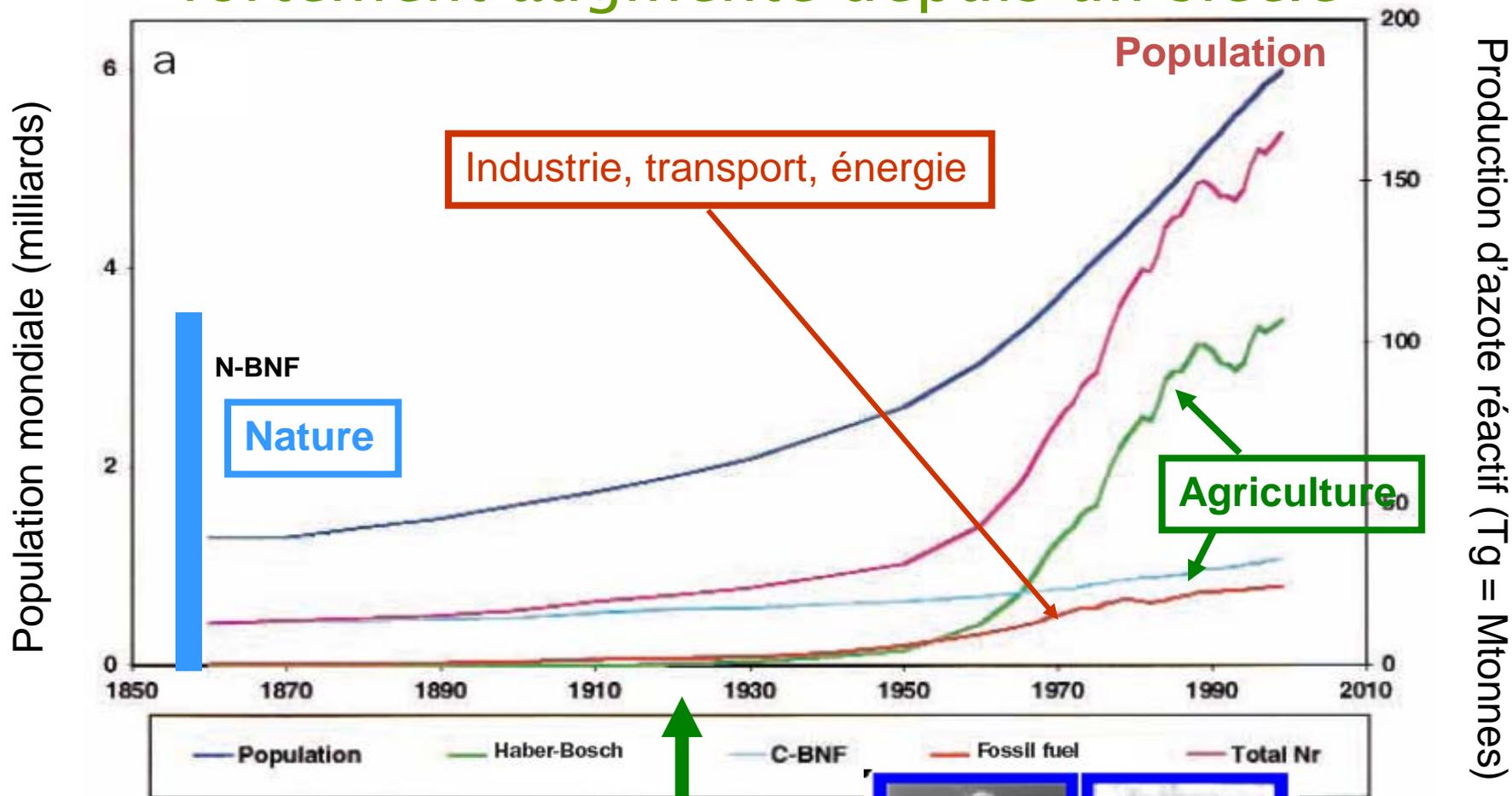
L'azote dit « réactif » recouvre différentes formes d'azote



Formes réactives
d'azote
(+ N organique)

d'après J.W. Erisman, ECN, NL

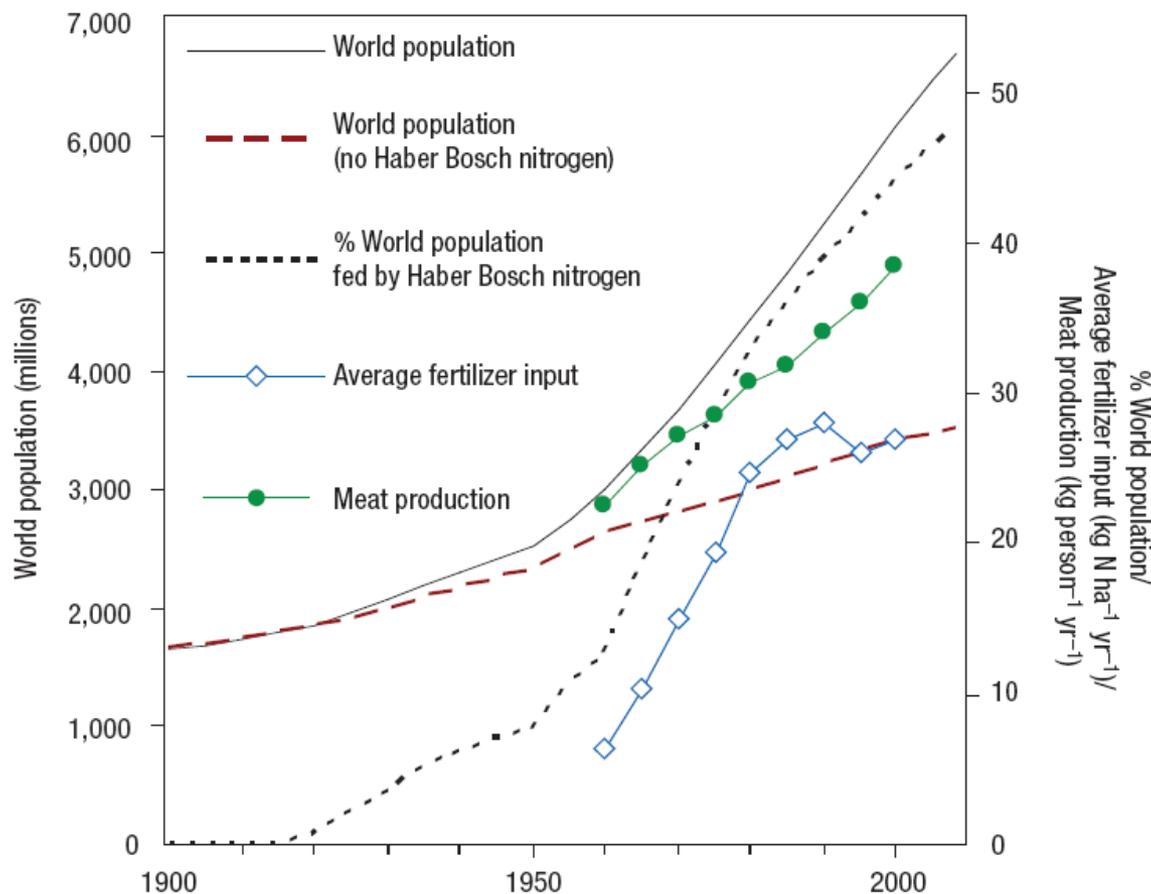
La production d'azote réactif a fortement augmenté depuis un siècle



d'après Galloway et al. (2003) et J.W. Erisman (2006)



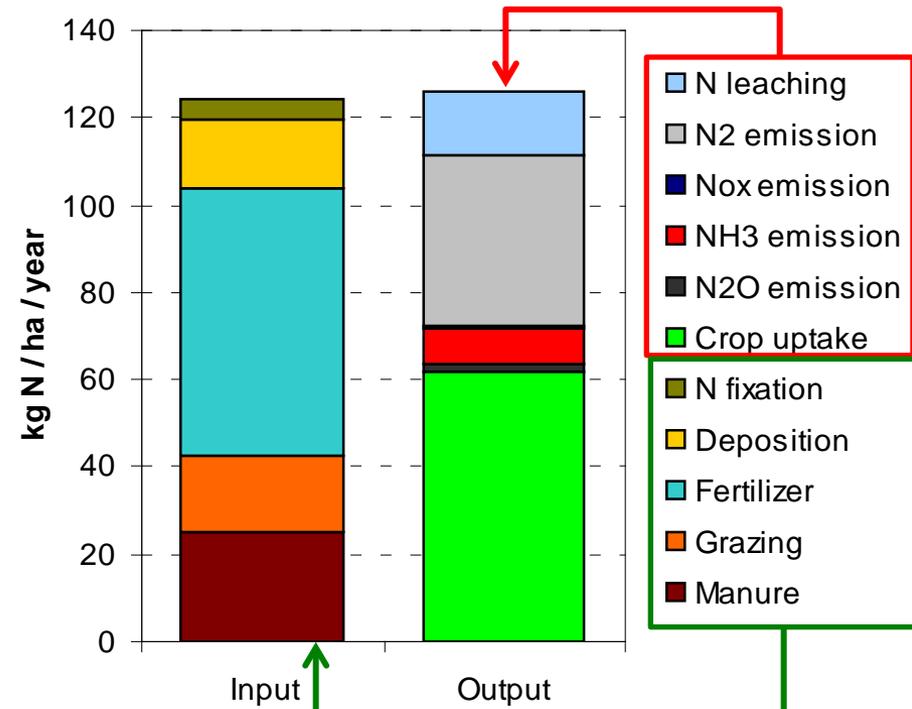
La "révolution" Haber–Bosch : des conséquences sur la démographie mondiale



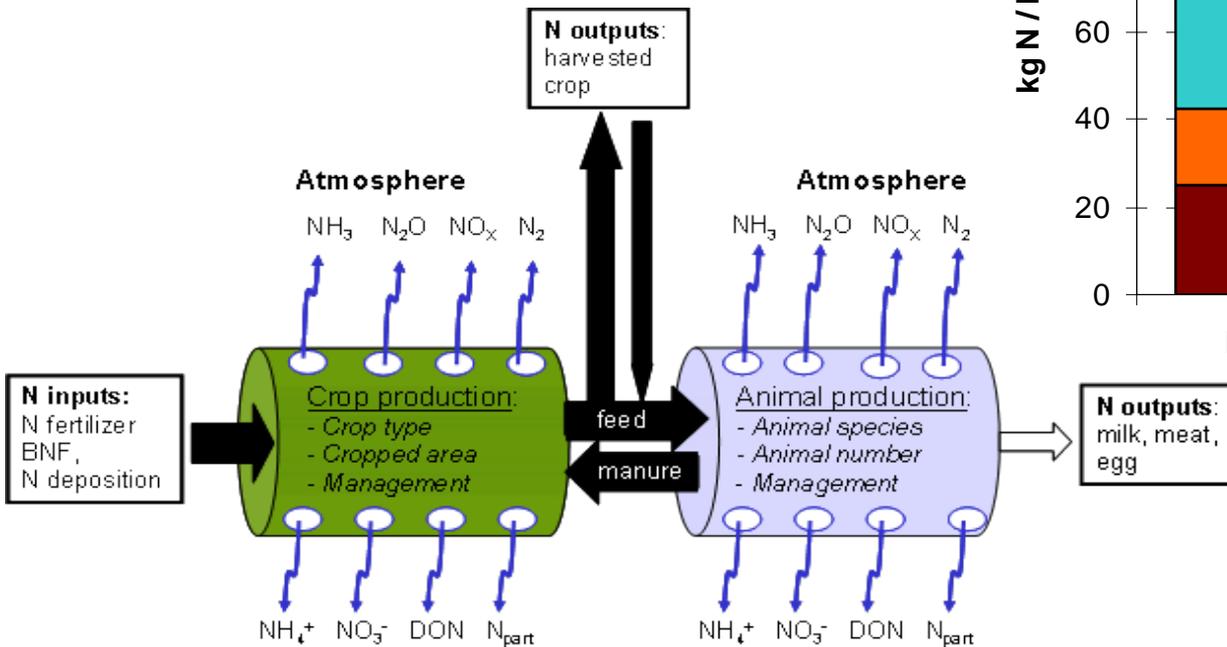
Erisman et al., 2008

Figure 1 Trends in human population and nitrogen use throughout the twentieth century. Of the total world population (solid line), an estimate is made of the number of people that could be sustained without reactive nitrogen from the Haber–Bosch process (long dashed line), also expressed as a percentage of the global population (short dashed line). The recorded increase in average fertilizer use per hectare of (blue symbols) and the increase in per capita meat production (green symbols) is also shown.

L'azote, un cycle avec des fuites importantes vers l'environnement



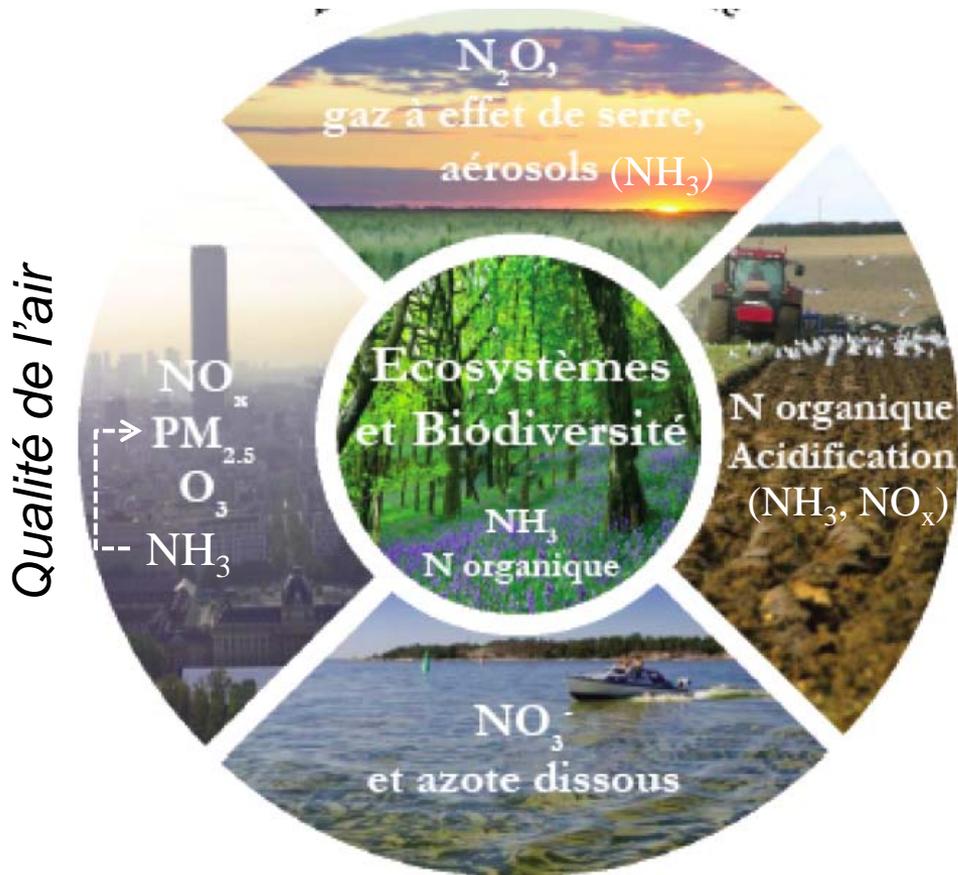
Velthof et al. (2009)



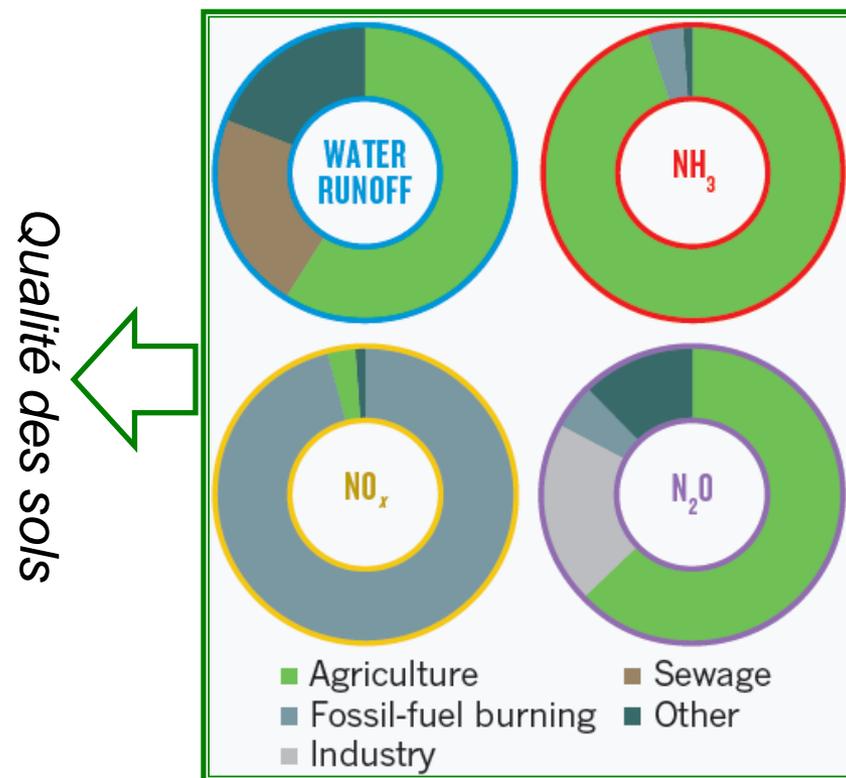
Oenema et al. (2003)

Des impacts multiples sur l'environnement et la santé

Bilan des gaz à effet de serre



Importance de l'agriculture dans les émissions



Qualité des eaux

Donc ...

*Comment concilier
une nécessaire
augmentation de
l'utilisation de l'azote
et la maîtrise des
impacts
environnementaux ?*



Applying liquid manure more precisely than this would be cleaner, reduce odour and emit less ammonia.

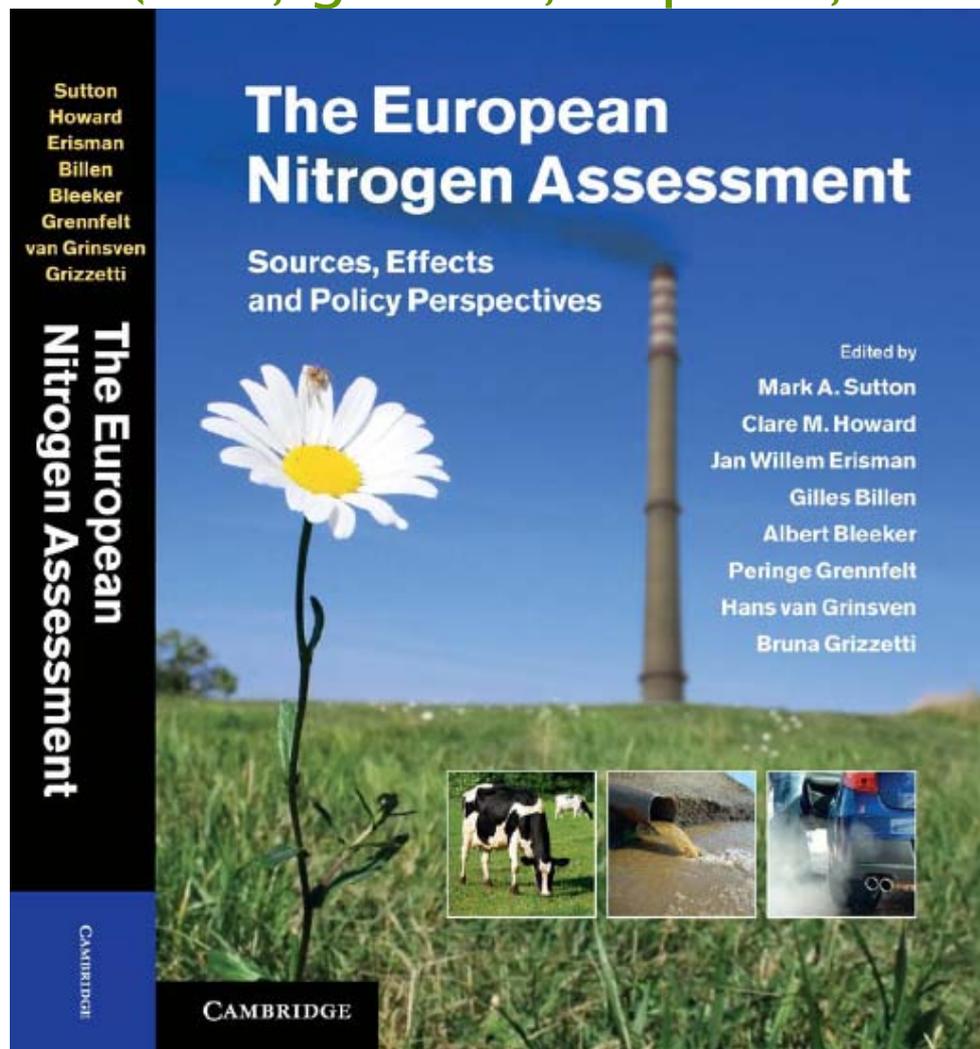
Too much of a good thing

Curbing nitrogen emissions is a central environmental challenge for the twenty-first century, argue **Mark Sutton** and his colleagues.

L'European Nitrogen Assessment : une synthèse récente sur l'azote (flux, gestion, impacts, économie)



Nitrogen in Europe
Science network (ESF)



*200 auteurs
de 21 pays
et
89 organismes*

*Paru en avril 2011
Cambridge
Academic Press*

*ou
[http://www.nine-
esf.org/ENA-Book](http://www.nine-esf.org/ENA-Book)*



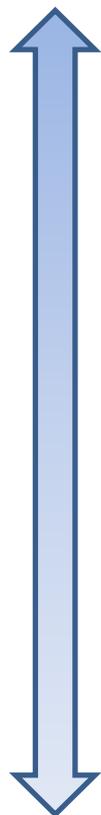


Objectifs de l'European Nitrogen Assessment

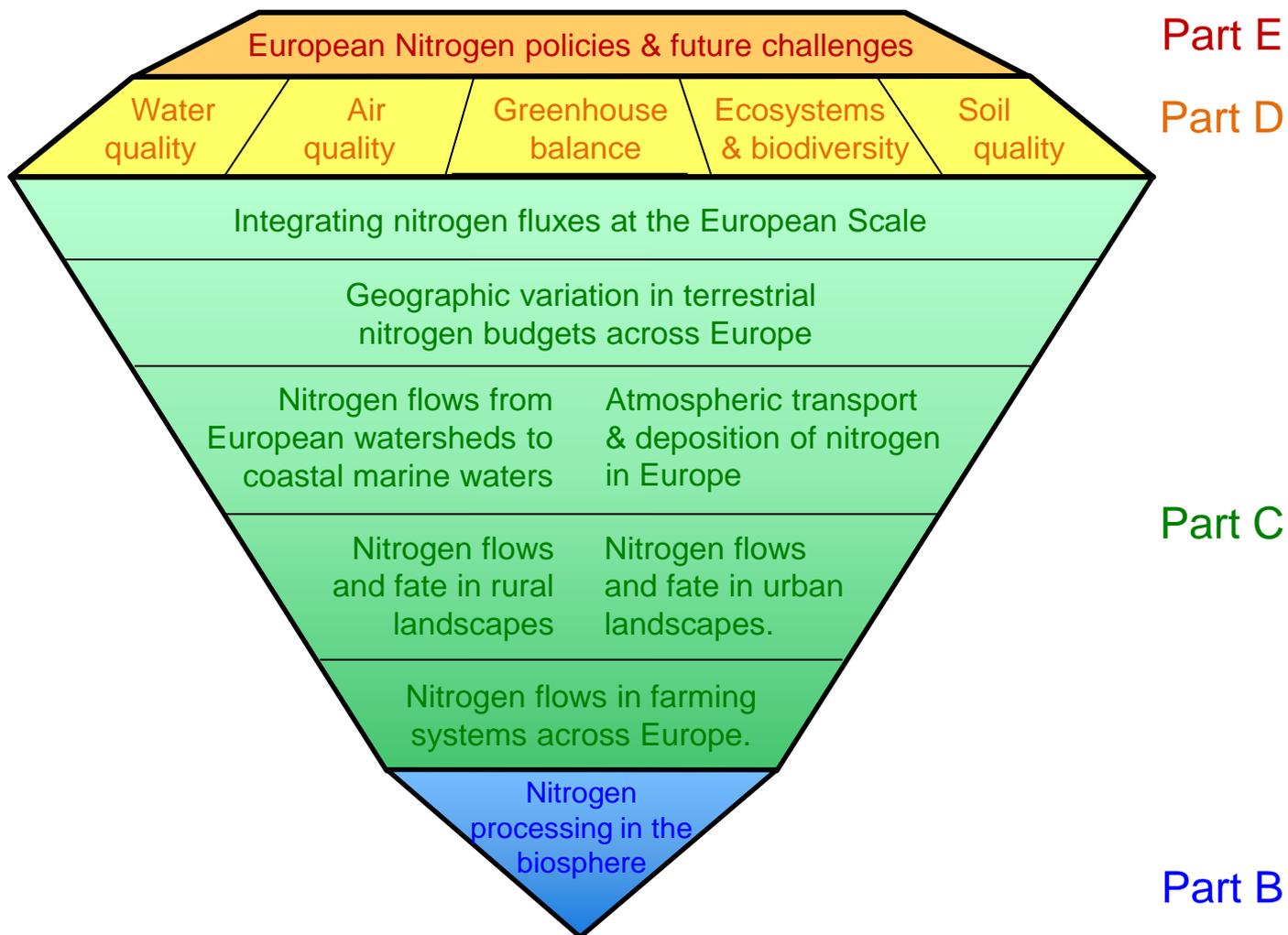
- Faire une synthèse des connaissances scientifiques sur les sources d'azote, les impacts et les interactions au niveau de l'Europe,
- Prendre en compte les politiques actuelles, les coûts et les bénéfices comme base pour ...
- Soutenir le développement de futures politiques de l'échelle locale à l'échelle globale.

L'European Nitrogen Assessment

Changement
d'échelle
&
Intégration



Processus &
Mécanismes

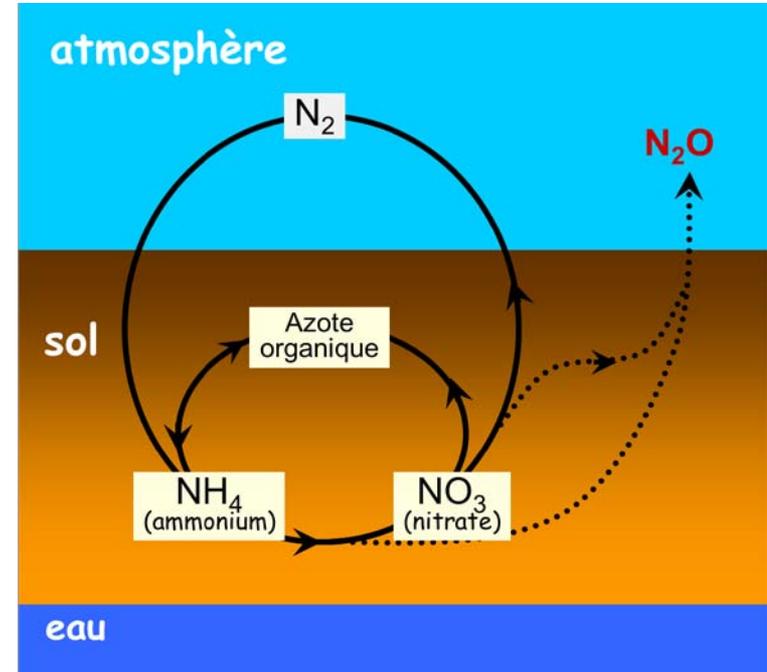
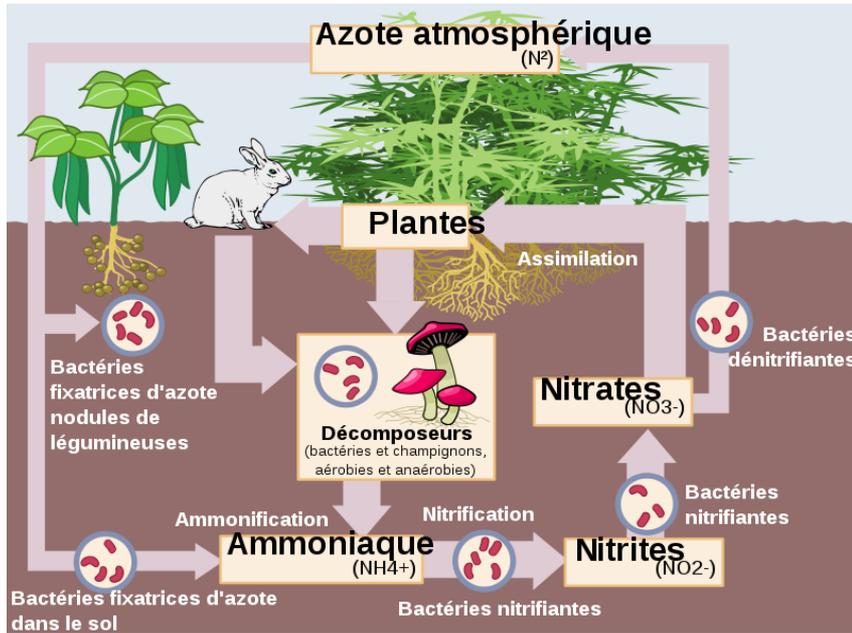




Plan de l'exposé

- 
- 
- L'European Nitrogen Assessment (ENA)
 - **Cycle et/ou cascade de l'azote**
 - De nouveaux enjeux pour l'agriculture et l'élevage
 - Recommandations de l'ENA
- 
- 
- 
- 
- 

Azote : un cycle qui peut se voir de différentes manières

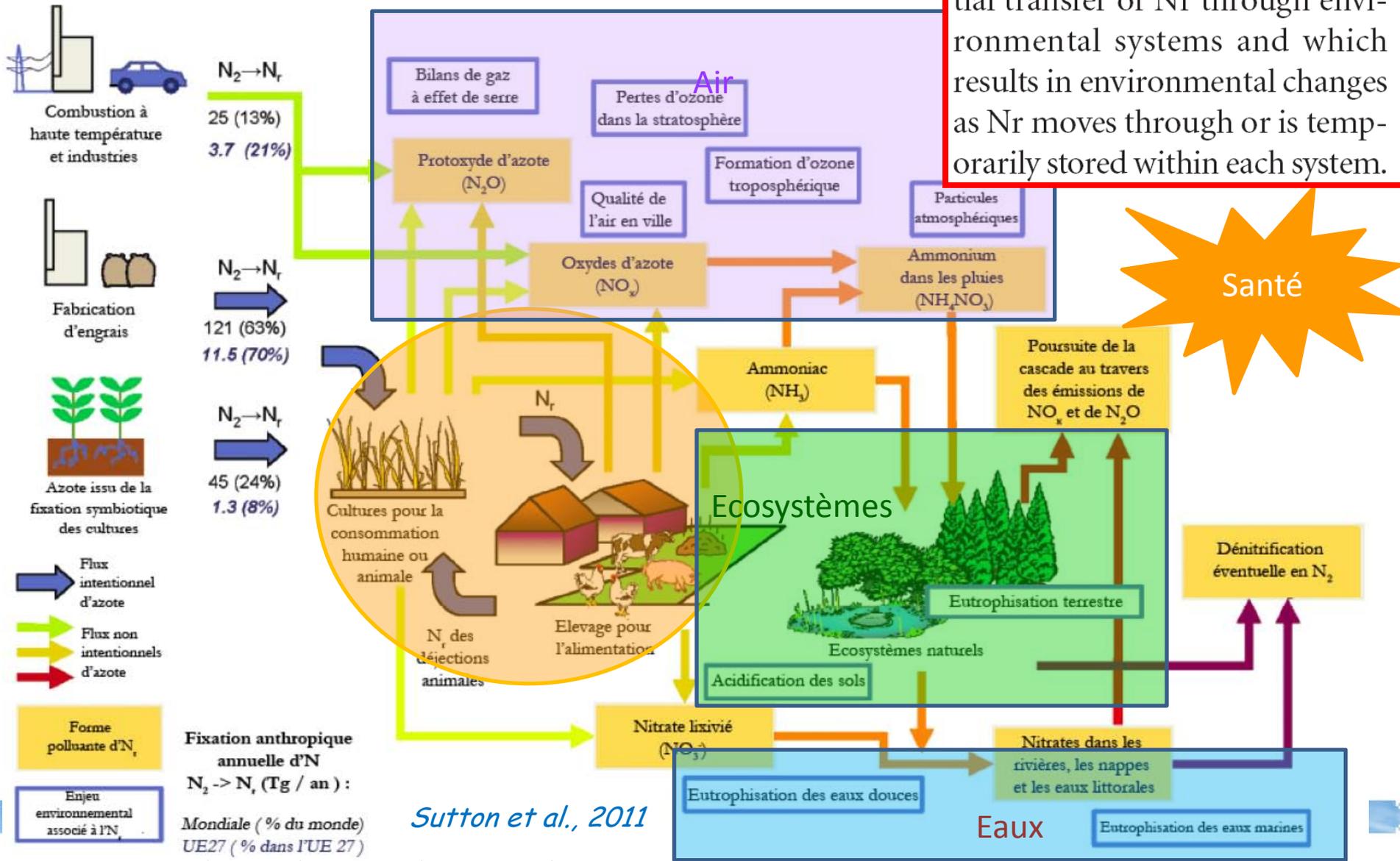


Rochette, 2011

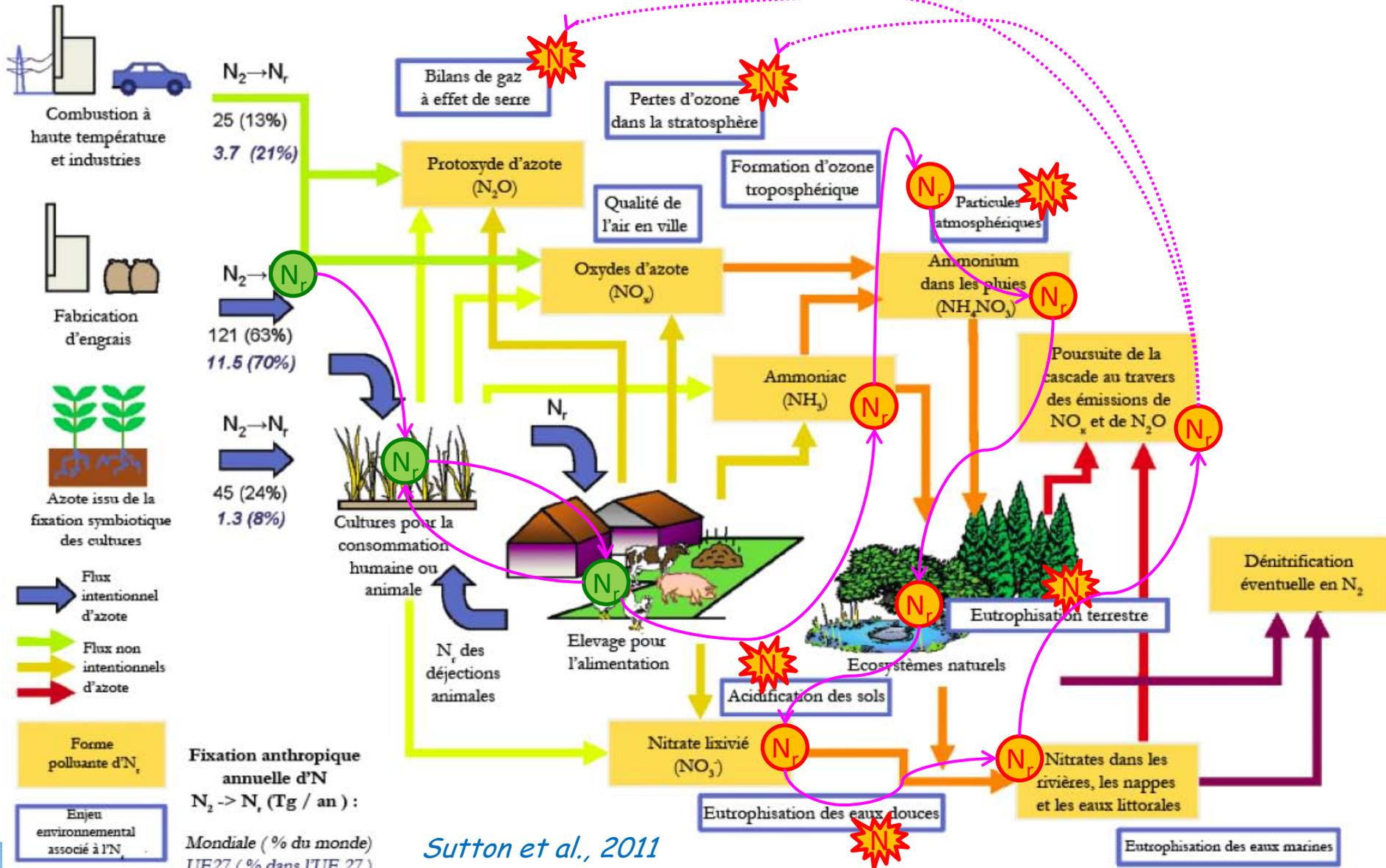
Cadre local : parcelle

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 Nr through environmental systems and which results in environmental changes as Nr moves through or is temporarily stored within each system.



Un atome d'azote dans la cascade





Plan de l'exposé

- 
- 
- L'European Nitrogen Assessment (ENA)
 - Cycle et/ou cascade de l'azote
 - **De nouveaux enjeux pour l'agriculture et l'élevage**
 - Recommandations de l'ENA
- 
- 
- 
- 
- 



Azote: de nouveaux enjeux pour l'agriculture

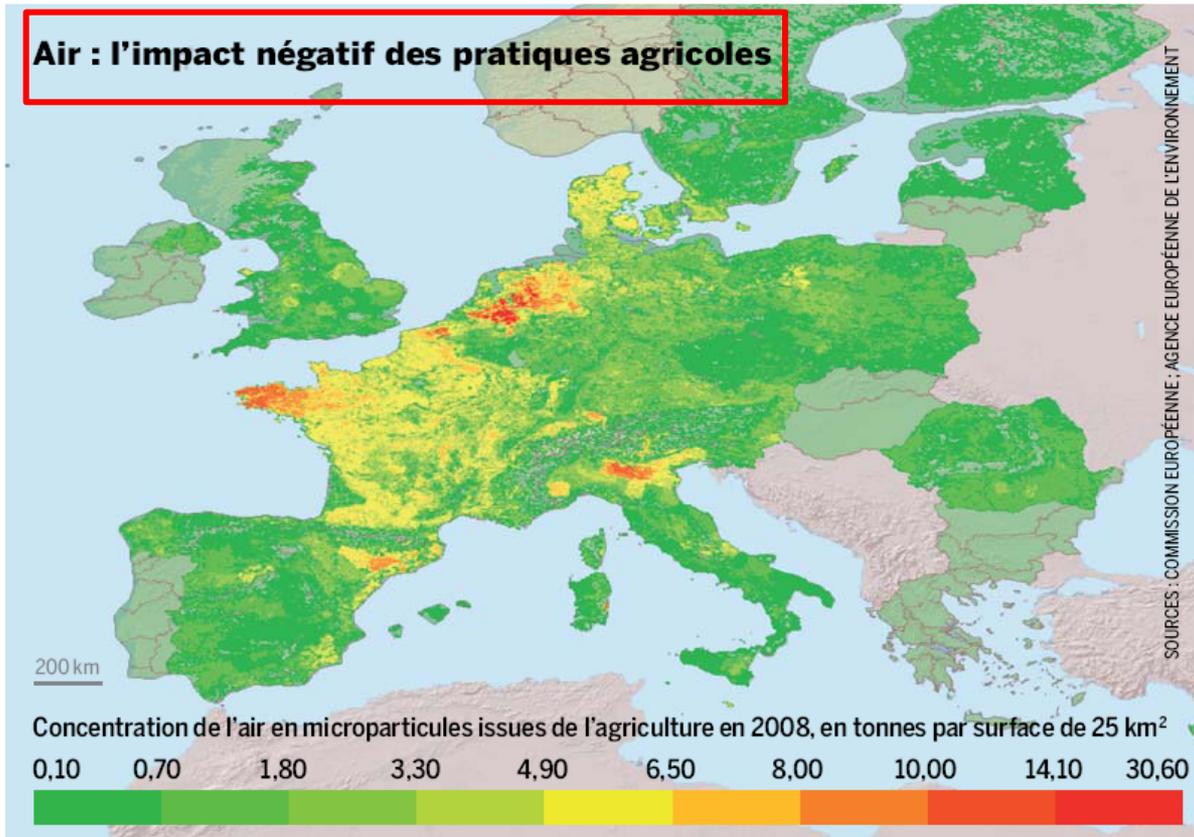
Un enjeu ancien, mais essentiel: garder à l'esprit que l'azote est toujours un facteur essentiel de la production alimentaire

Mais aussi ... des enjeux environnementaux multiples

- Bien connus:
 - Nitrate: pollution des eaux, , Directive nitrates
- En cours d'assimilation:
 - Changement climatique: émissions de N_2O ... mais pas seulement (particules, ozone, dépôts atmosphériques azotés)
 - Azote et bilan énergétique
- Plus émergent:
 - Pollution de l'air (ammoniac, particules)
 - Impacts de proximité : protection de zones sensibles, installations classées
 - Des coûts importants pour la société
- Les cultures mais aussi l'élevage

L'agriculture (et la fertilisation) de plus en plus questionnée sur la qualité de l'air

Air : l'impact négatif des pratiques agricoles



Gros plan sur les pollueurs d'atmosphère

AU MOMENT où la Commission européenne poursuit la France pour ses émissions excessives de microparticules, un polluant atmosphérique très nocif pour la santé, une carte publiée par l'Agence européenne de l'environnement rappelle que l'agriculture porte une large responsabilité dans ces émissions, souvent attribuées aux transports. En France, les pratiques agricoles génèrent 30 % de ces particules fines, notamment en raison des fosses à lisier ouvertes et de l'épandage d'engrais minéraux et organiques. Cette carte et trente

et une autres, mises en ligne jeudi 26 mai, identifient les sources diffuses de différents polluants atmosphériques (oxydes d'azote et de soufre, ammoniac, CO₂), détaillés par secteur d'origine (industrie, route, aviation, agriculture, feux de particuliers...). Autre originalité : une lecture à très petite échelle. Les pollutions sont répertoriées selon un maillage de 5 à 25 km. Une façon d'identifier sur quoi agir dans son quartier. ■ G. A.

Sur le Web

<http://prtr.ec.europa.eu/DiffuseSourcesAir.aspx>

→ Ammoniac
→ Particules



Prochaine

diminution probable des plafonds d'émission d'ammoniac de 20-30% (en cours de négociation dans la cadre de la révision du Protocole de Göteborg)

Le Monde

du 28 mai 2011



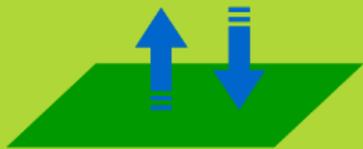
INRA

NOVEMBRE 2011 - COMIFER - GEMAS

La fertilisation, un terme essentiel du bilan énergétique de l'agriculture

Emissions directes

CO₂ N₂O CH₄



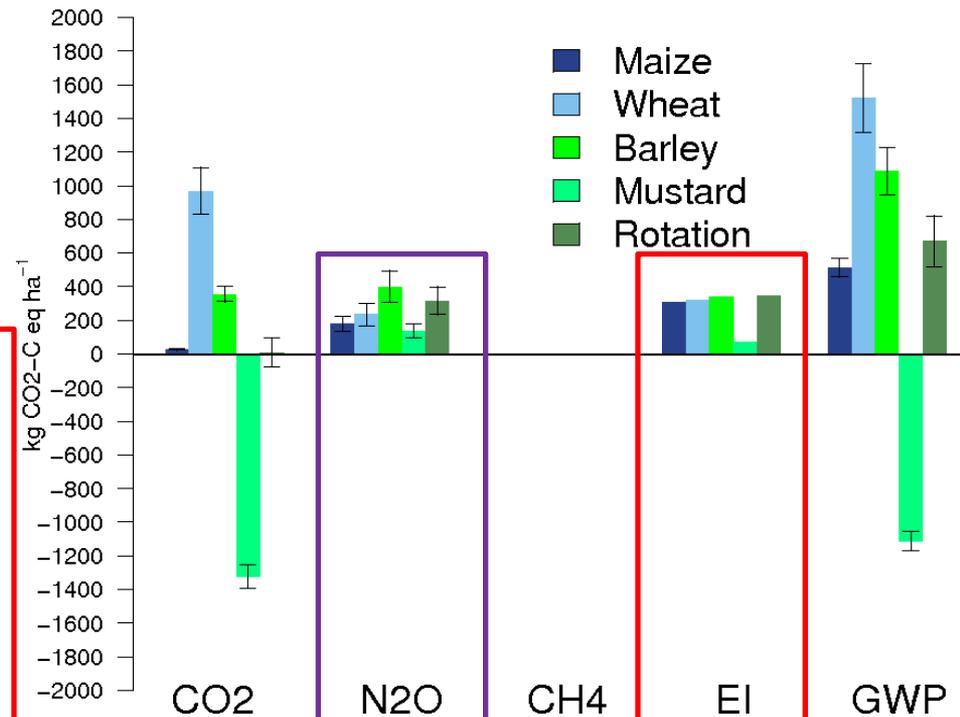
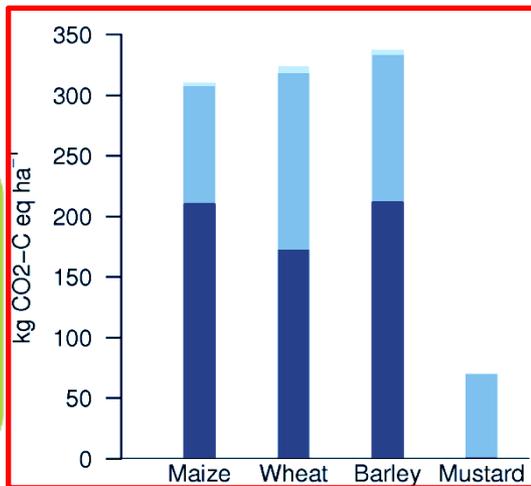
• CO₂ and N₂O: simulations sur ~30 ans, modèle CERES-EGC.

$$NBP = NEP - \text{Exported biomass} + \text{Imported biomass}$$

Site de Grignon

+670 kg CO₂-C eq ha⁻¹ an⁻¹

Emissions indirectes (amont)



(Lehuger et al., 2009)

■ Inputs
■ Operation
■ Transport



Azote et changement climatique : un bilan complexe, des interactions avec d'autres problématiques environnementales

Climate balance for EU27: -16 [-47 to +16] mW m⁻²

N₂O
Warming 17 mWm⁻²
Climate cost: €7 billion

Tropos O₃
Warming 7 mW m⁻²
Health cost: €30 billion

N deposition
Cooling: 19 mWm⁻²
Health & Biodiversity
cost: €12 billion

Particulate matter
Cooling: 17 mWm⁻²
Health cost: €70 billion

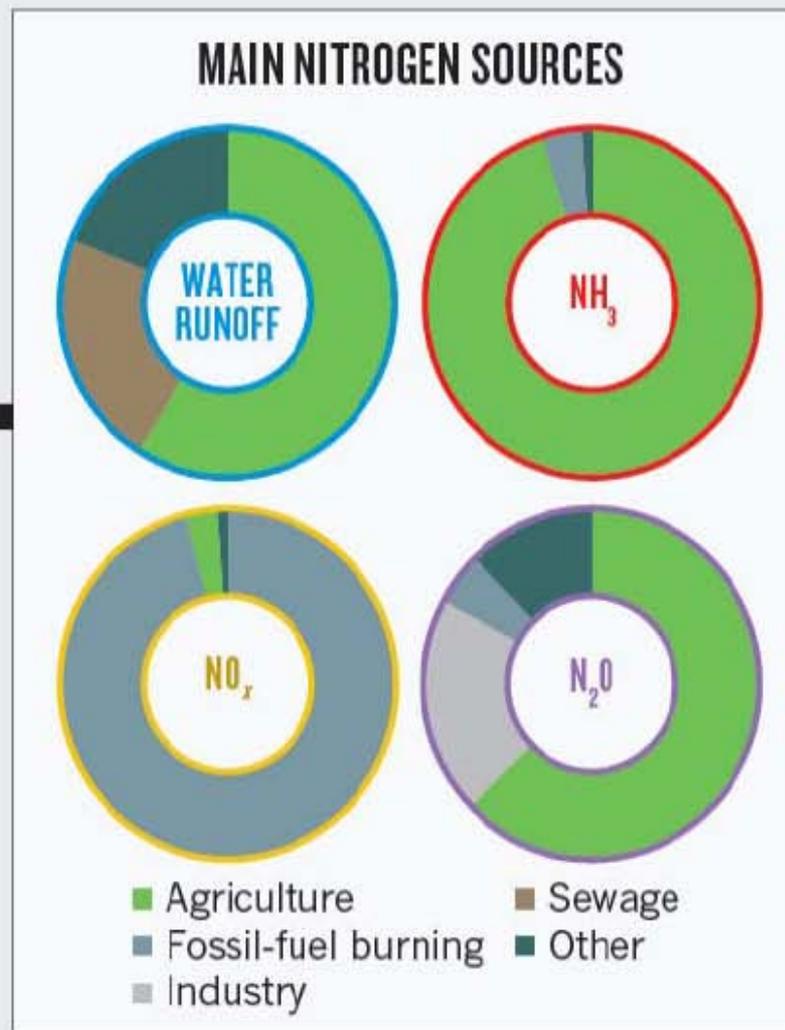
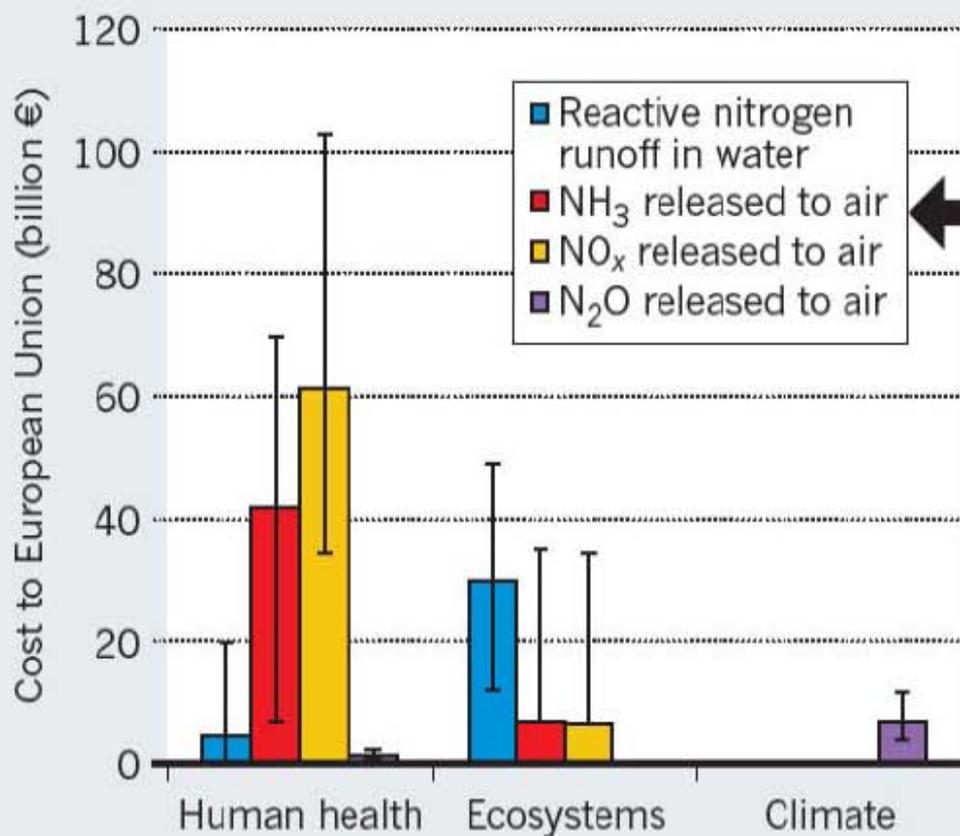
*Sutton et Oenema (2011)
European N assessment*

Les effets de l'azote sur le climat s'équilibrent plus ou moins, mais on ne peut pas compter sur les effets refroidissants des aérosols et des dépôts atmosphériques, qui ont des coûts sociétaux très importants pour la santé et les écosystèmes.

Ces impacts ont des coûts importants pour la société

DAMAGE COSTS OF NITROGEN POLLUTION

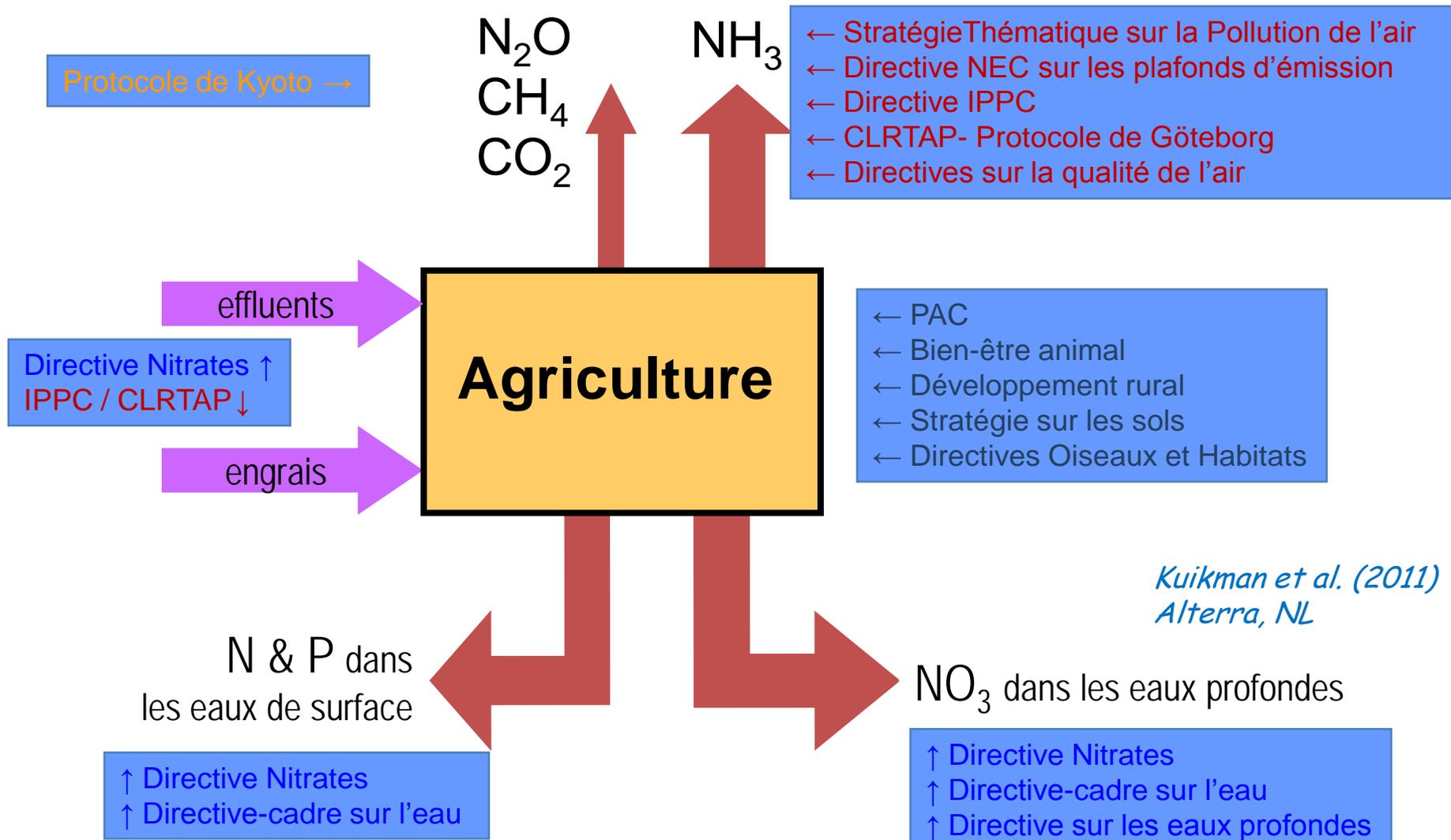
Agriculture and fossil-fuel burning load the environment with reactive nitrogen, affecting water, soils and air.



Sutton et al. (2011), European N assessment



L'agriculture et la fertilisation sont concernées par de nombreuses politiques publiques (qualité des eaux, qualité de l'air, changement climatique)





ENA : sept actions-clefs pour mieux gérer l'azote et ses impacts

Agriculture

- Améliorer l'**efficience** de l'azote en productions végétales
- Améliorer l'**efficience** de l'azote en productions animales
- Améliorer l'utilisation des effluents d'élevage → **recyclage**

Transport et industrie

- Combustion à **faible émission** et systèmes plus efficaces

Traitement des eaux usées

- Augmenter le **recyclage** de l'azote (et du phosphore)

Choix sociétaux : schémas de consommations

- **Économie** dans les domaines de l'énergie et du transport
- Diminuer la **consommation de protéines animales**

+ approche intégrée de l'azote et coordination des politiques publiques