

Les flux d'azote liés aux élevages

Réduire les pertes, rétablir les équilibres



Jeudi 19 janvier 2012

Demande d'expertise

Contexte et enjeux pour les politiques publiques

Christophe Chassande,

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire

Sous-directeur de la biomasse et de l'environnement

Claire Grisez,

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du logement, Sous-directrice de la protection et de la gestion des ressources en eau et minérales

Principes et méthodes de l'Expertise scientifique collective (ESCo)

Claire Sabbagh,

INRA, Directrice adjointe de la Délégation
à l'Expertise, à la Prospective et aux Etudes

L'expertise scientifique collective en appui aux politiques publiques

- Une mission pour la recherche
- Une charte nationale de l'expertise
- Des principes et une méthode
- Un état des connaissances publiées réalisé par un collectif pluridisciplinaire d'experts
- Pas d'avis ni recommandations

Présentation des conclusions

Pierre Cellier, INRA, responsable scientifique de l'ESCo

Jean-Louis Peyraud, INRA, responsable scientifique de l'ESCo

Philippe Rochette, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Alexandra Langlais, CNRS

Luc Delaby, INRA

Fabrice Béline, IRSTEA

Questions posées aux experts

Réaliser un état des lieux des connaissances sur les flux d'azote dans les élevages

- Intégrer l'ensemble du cycle de l'azote et quantifier les flux associés aux activités d'élevage
- Eclairer le contexte historique et les déterminants juridiques, économiques et sociaux
- Faire l'analyse comparée des flux d'azote pour différents systèmes d'élevage dans le contexte français
- Identifier les leviers d'action pour réduire les pertes d'azote et restaurer la qualité des milieux.

Liste des experts

Pilotes scientifiques

Pierre CELLIER (Inra Versailles) *Agriculture, pollution de l'air*

Jean-Louis PEYRAUD (Inra Rennes) *Systèmes d'élevage, bovins laitiers*

Experts

Frans AARTS (PRI, WUR, Pays-Bas) *Systèmes d'élevage modélisation*

Fabrice BELINE (IRSTEA Rennes) *Gestion des effluents*

Christian BOCKSTALLER (Inra Colmar) *Agronomie, évaluation, développement durable*

Luc DELABY (Inra Rennes) *Systèmes d'élevage, ruminants*

Jean-Yves DOURMAD (Inra Rennes) *Systèmes d'élevage, porcs*

Pierre DUPRAZ (Inra Rennes) *Economie de l'environnement*

Patrick DURAND (Inra Rennes) *Milieux, transferts de polluants, paysage*

Philippe FAVERDIN (Inra Rennes) *Systèmes d'élevage, exploitation, modélisation*

Jean Louis FIORELLI (Inra Nancy) *Systèmes d'élevage, agriculture biologique*

Carl GAGNE (Inra Rennes) *Economie industrielle*

Peter KUIKMAN (Alterra, WUR, Pays-Bas)

Environnement, émission de GES, climat

Alexandra LANGLAIS (CNRS Université Rennes I)

Droit, pollutions diffuses

Philippe LE GOFFE (Agrocampus Ouest) *Economie, pollutions diffuses*

Philippe LESCOAT (Inra Tours) *Systèmes d'élevage, volailles*

Christian NICOURT (Inra Ivry) *Sociologie, agriculture*

Philippe ROCHETTE (Agriculture et Agroalimentaire Canada) *Environnement, émissions gazeuses*

Françoise VERTES (Inra Rennes) *Agronomie, évaluation environnementale*

Patrick VEYSSET (Inra Clermont Ferrand) *Economie, systèmes d'élevage en agriculture biologique*

Experts étant intervenus

ponctuellement

Magalie BOURBLANC (CIRAD) *Science politique*

Thierry MORVAN (Inra Rennes) *Agronomie*

Virginie PARNAUDEAU (Inra Rennes) *Agronomie*

Corpus bibliographique

Corpus final : 1330 références

82% des références couvrent la période 1998-2011.

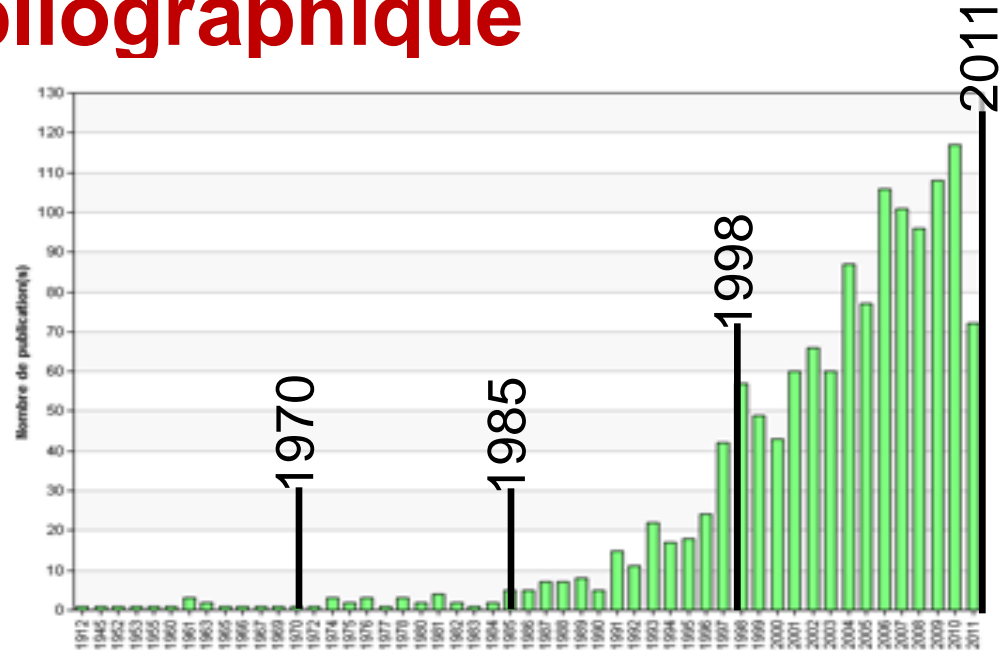
67% d'articles scientifiques primaires

75% sources scientifiques avec comité de lecture

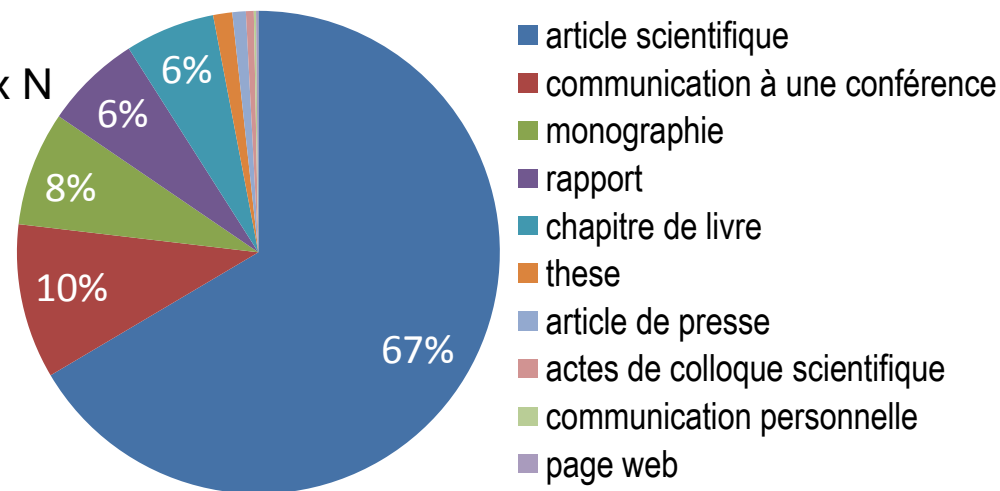
75% sur aspects biotechniques dont 1/2 description et quantification des flux N dans les systèmes de production animale.

21% sur indicateurs et méthodes

25% Sciences sociales, essentiellement volet nitrate en France



Répartition du corpus par source



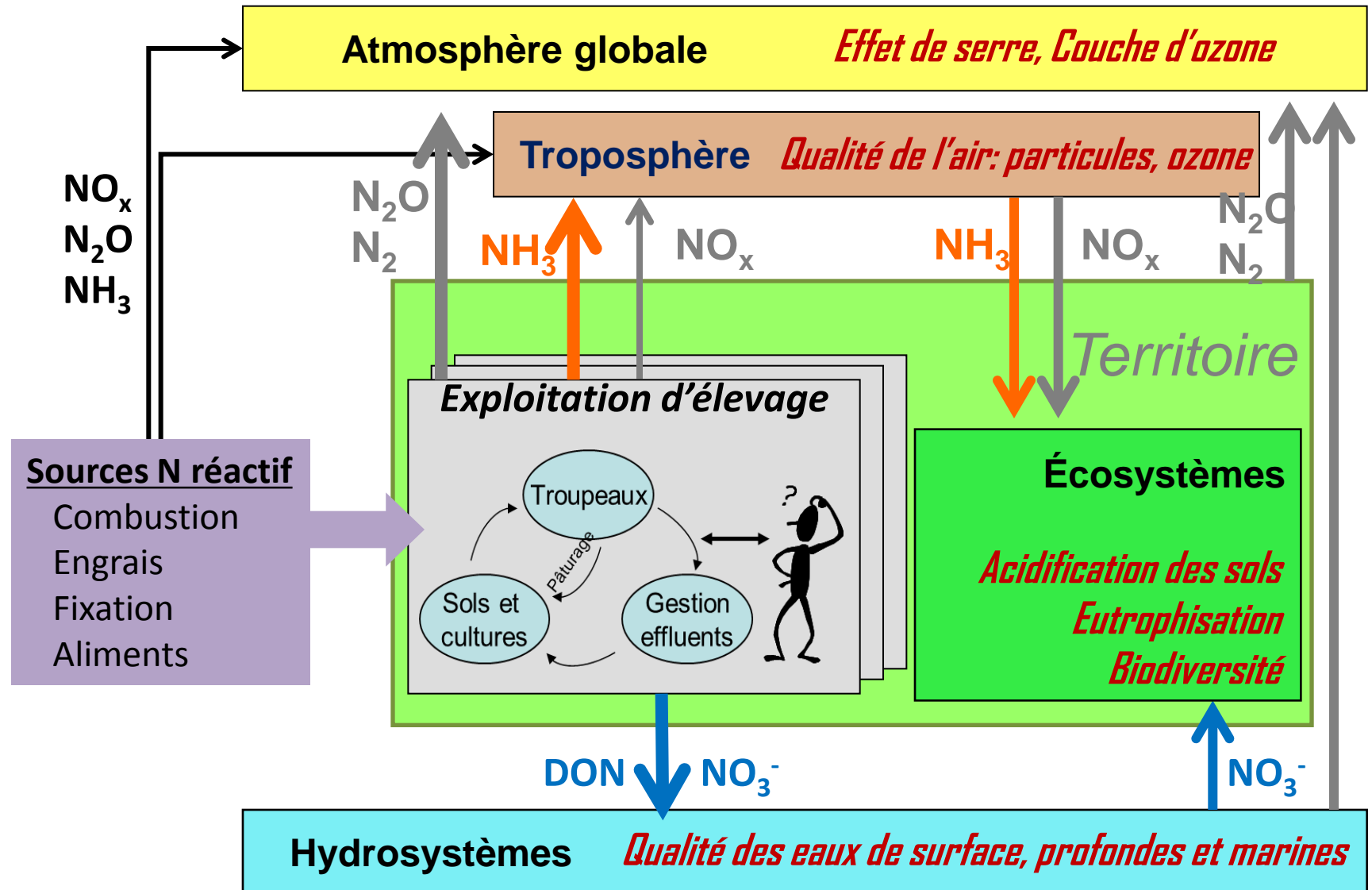
Plan de la présentation

- Transformations de l'azote dans la biosphère et contribution de l'élevage
- Pressions azotées au niveau des territoires
- Complexité des flux dans les systèmes de production animale
- Leviers d'action pour améliorer l'efficacité de l'azote et limiter les impacts
- Enseignements de l'ESCo

Plan de la présentation

- ***Transformations de l'azote dans la biosphère et contribution de l'élevage***
- Pressions azotées au niveau des territoires
- Complexité des flux dans les systèmes de production animale
- Leviers d'action pour améliorer l'efficacité de l'azote et limiter les impacts
- Enseignements de l'ESCo

La cascade de l'azote : transferts et impacts



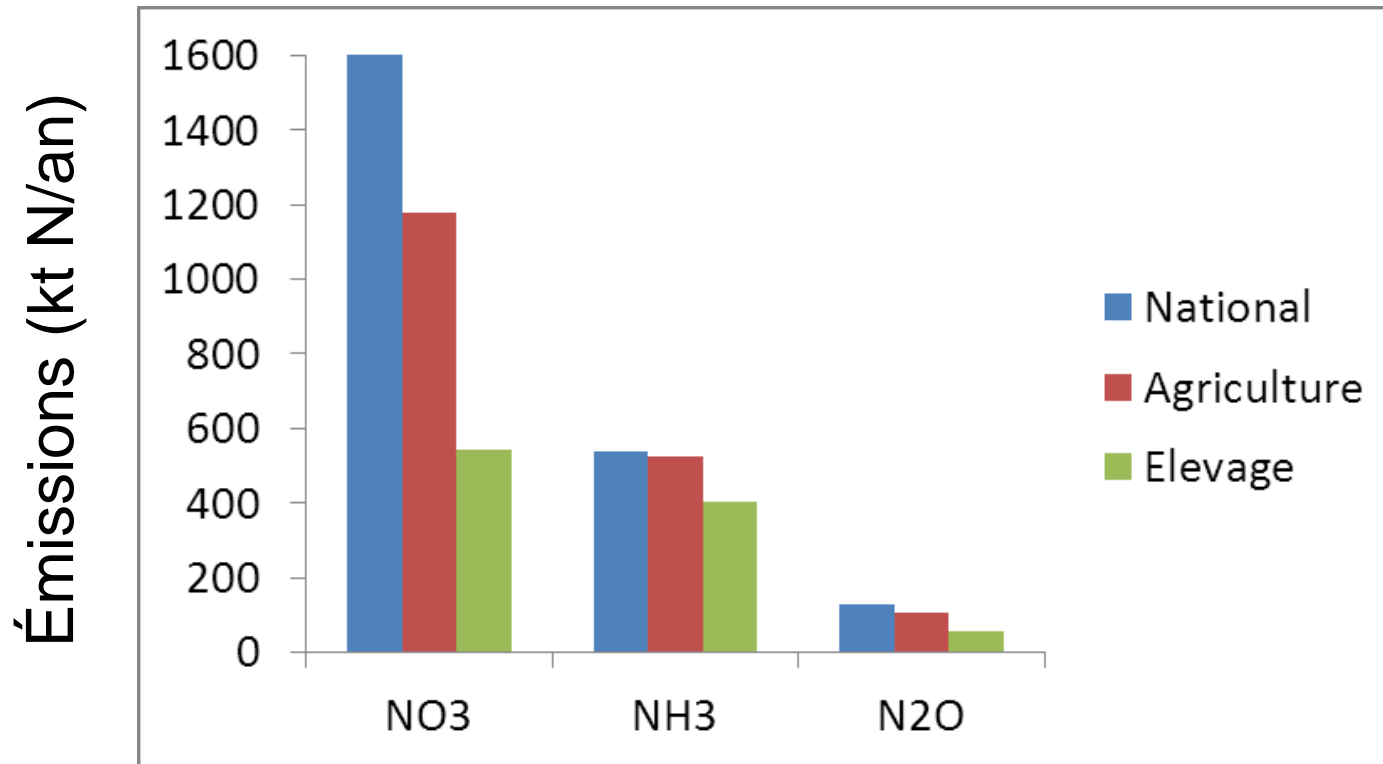
Importance des flux d'azote atmosphériques liés à l'élevage

Philippe Rochette

Agrométéorologue

Agriculture et Agroalimentaire CANADA

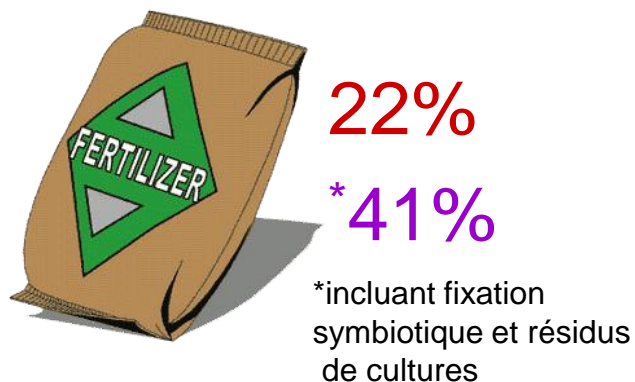
Contribution de l'élevage aux émissions nationales d'azote réactif



Contribution de l'agriculture aux émissions nationales de NH_3 et N_2O

Ammoniac - NH_3

Protoxyde d'azote – N_2O



Contribution de l'élevage aux émissions nationales d'azote réactif

2 à 2,5 millions de tonnes de N réactif (NO_3^- , NH_3 , N_2O , NO_x) émis/an
Élevage = 55 % des émissions agricoles

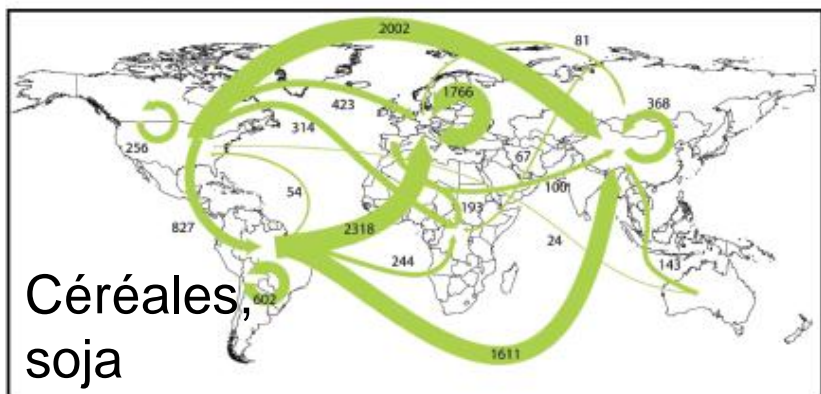
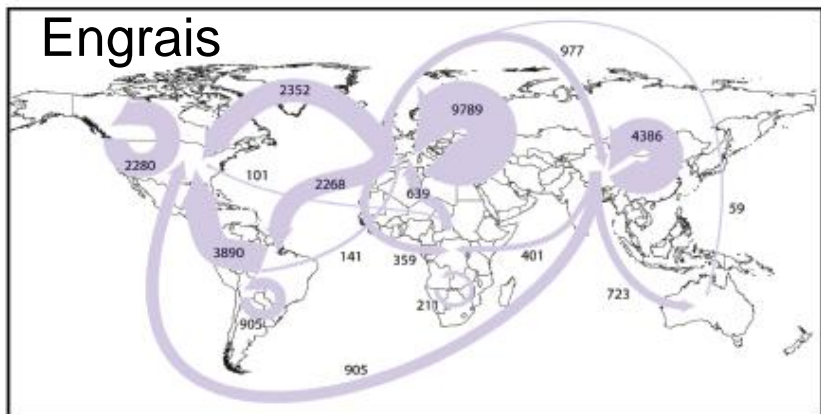
Pertes principales = NO_3^- et NH_3

Pertes gazeuses ($\text{NH}_3 + \text{N}_2\text{O} + \text{N}_2 + \text{NO}_x$) \approx pertes NO_3^-

Plan de la présentation

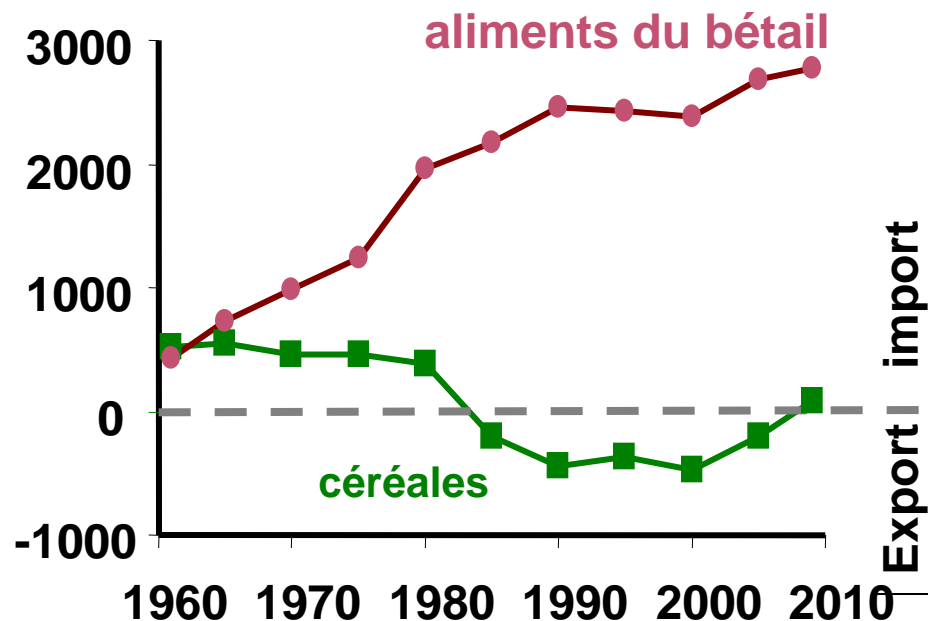
- Transformations de l'azote dans la biosphère et contribution de l'élevage
- ***Pressions azotées au niveau des territoires***
- Complexité des flux dans les systèmes de production animale
- Leviers d'action pour améliorer l'efficacité de l'azote et limiter les impacts
- Enseignements de l'ESCo

L'Europe est importatrice nette d'azote pour l'alimentation animale



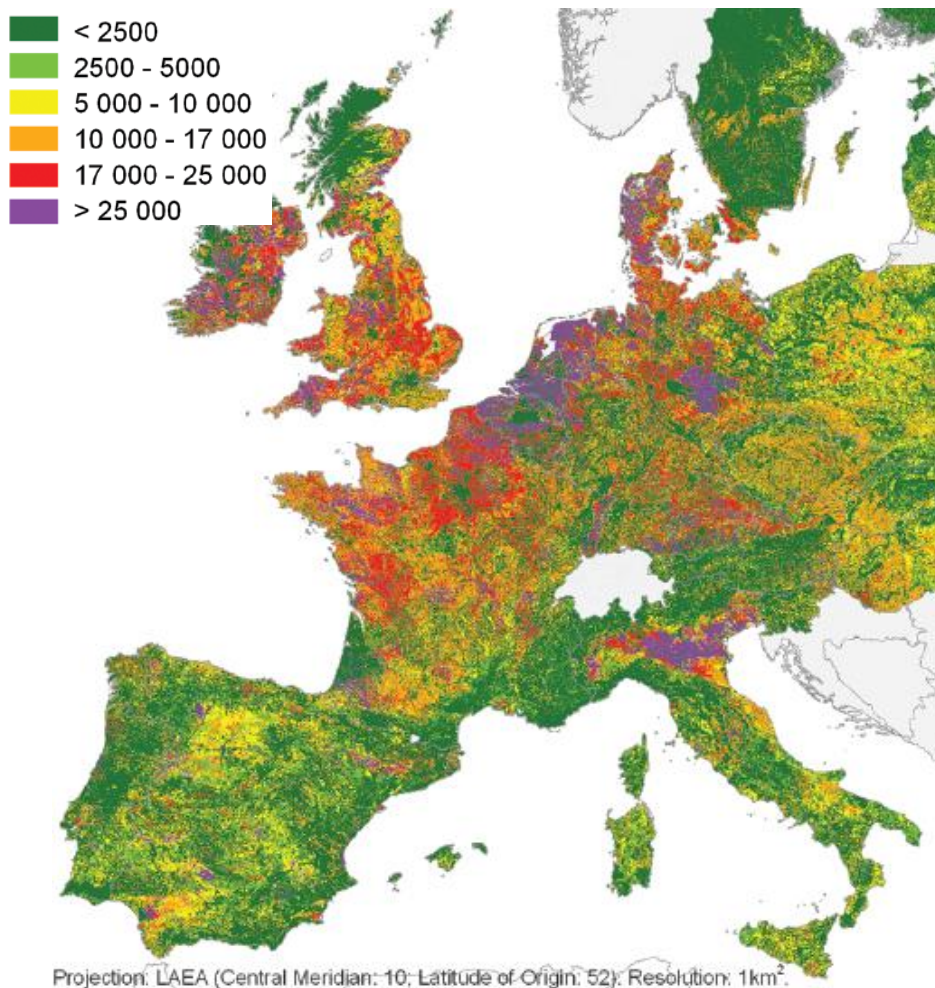
Galloway et al., 2008

Importations nettes de protéines (EU27, kt/an)

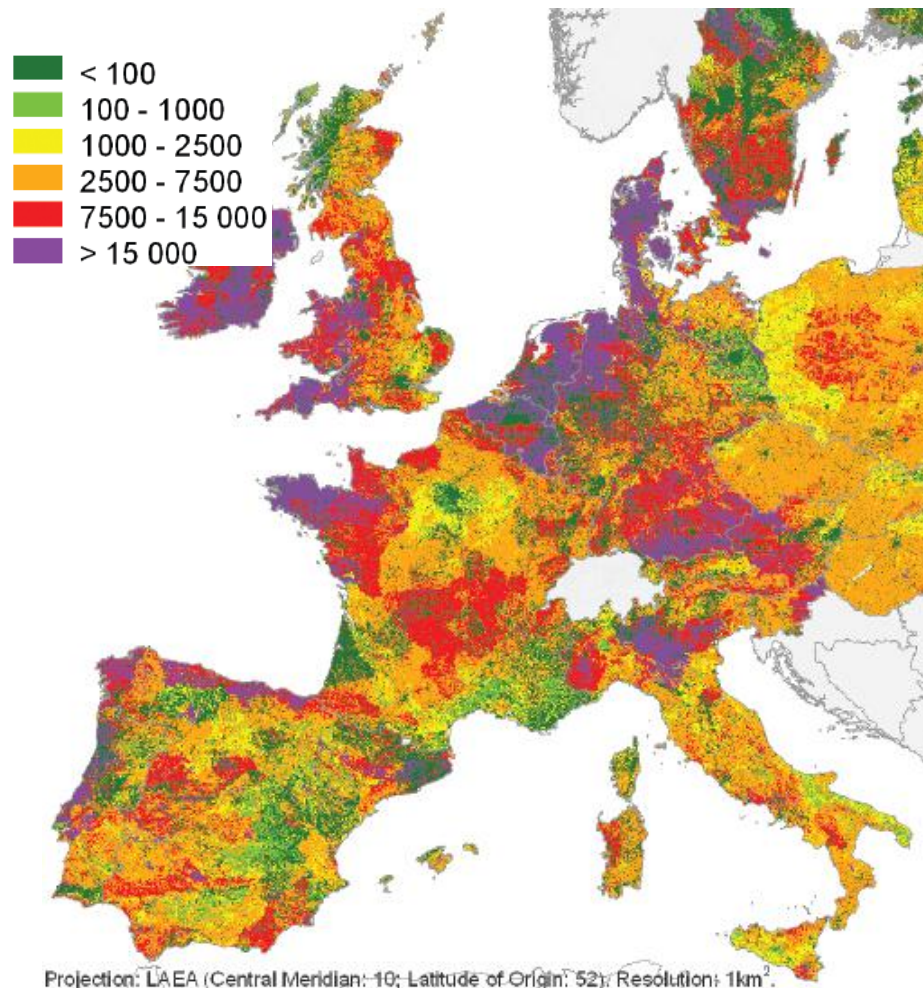


Une forte variabilité de la consommation d'azote en Europe (kg N/km²/an)

Apport total d'azote



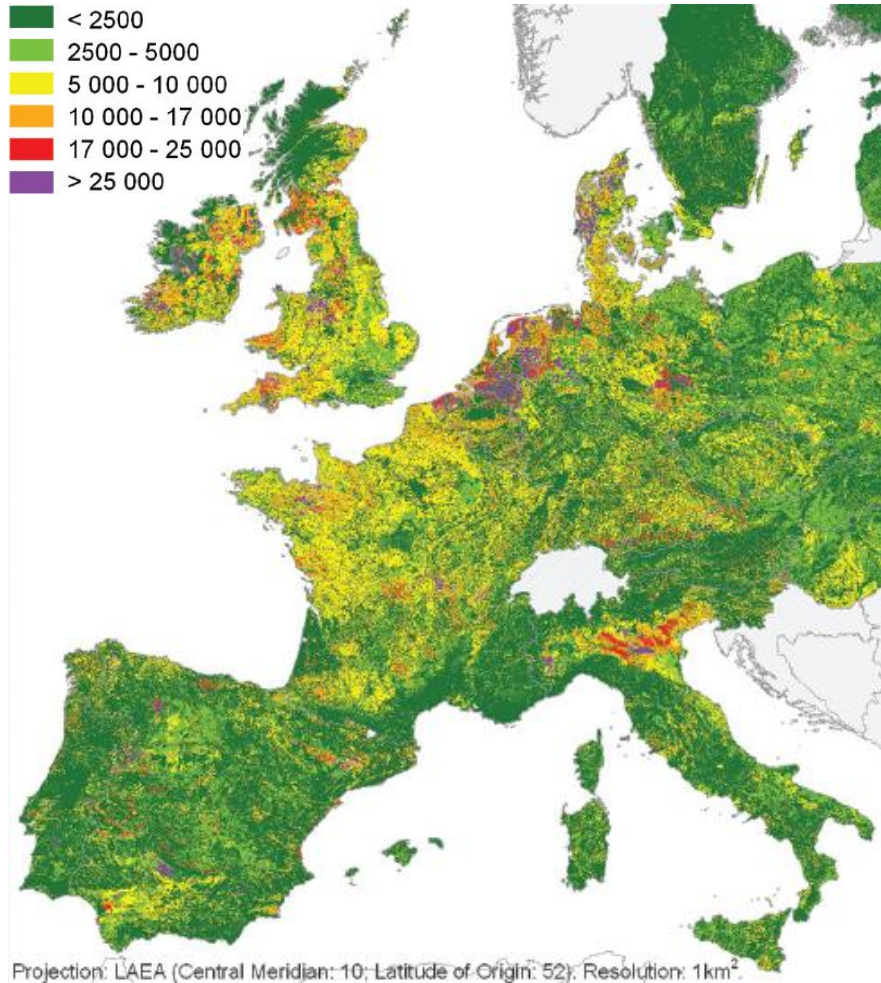
Consommation d'azote par les troupeaux



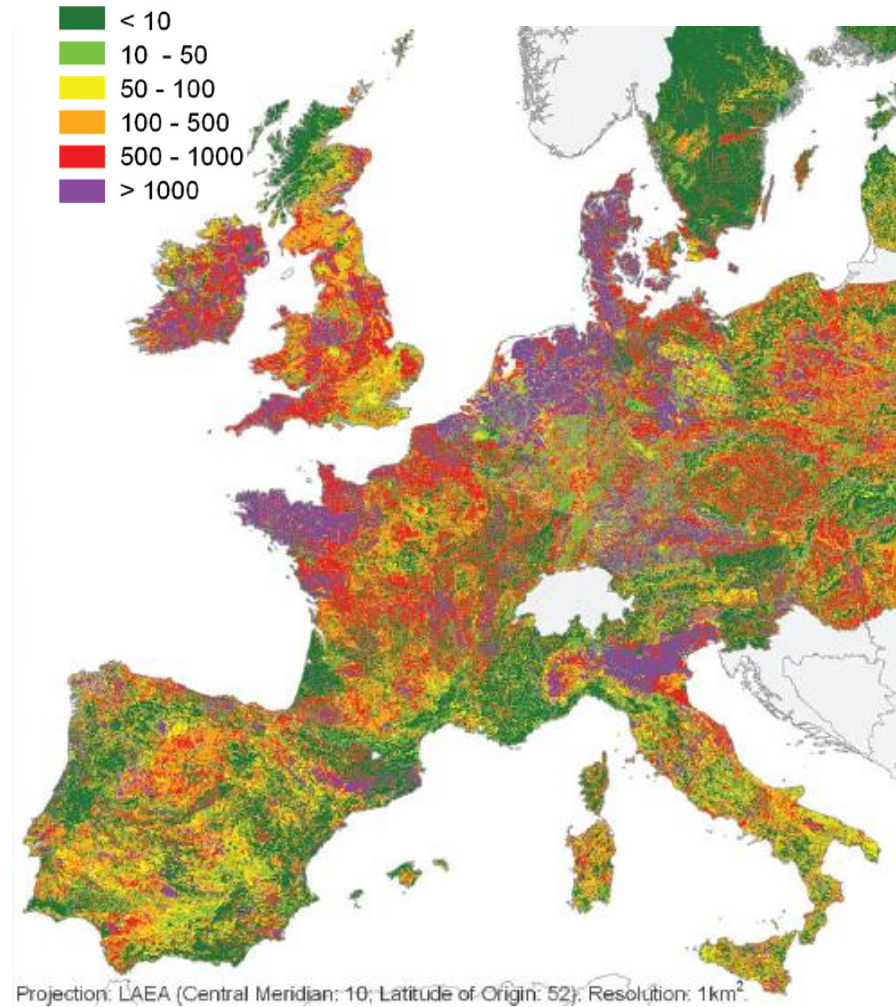
(source *European Nitrogen Assessment*, 2011)

Une forte variabilité des excédents d'azote en Europe (kg N/km²/an)

Bilan N

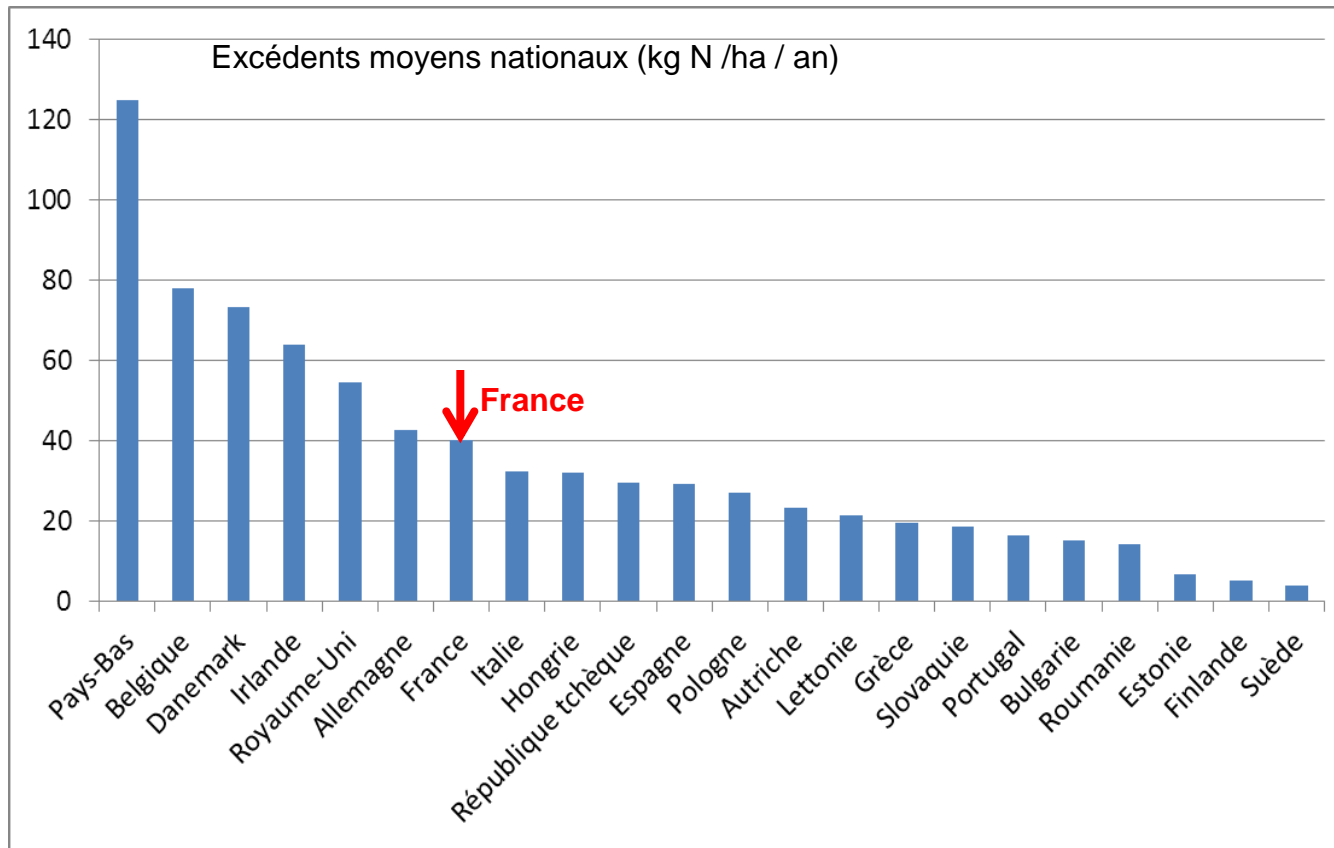


Emission NH3



(source *European Nitrogen Assessment*, 2011)

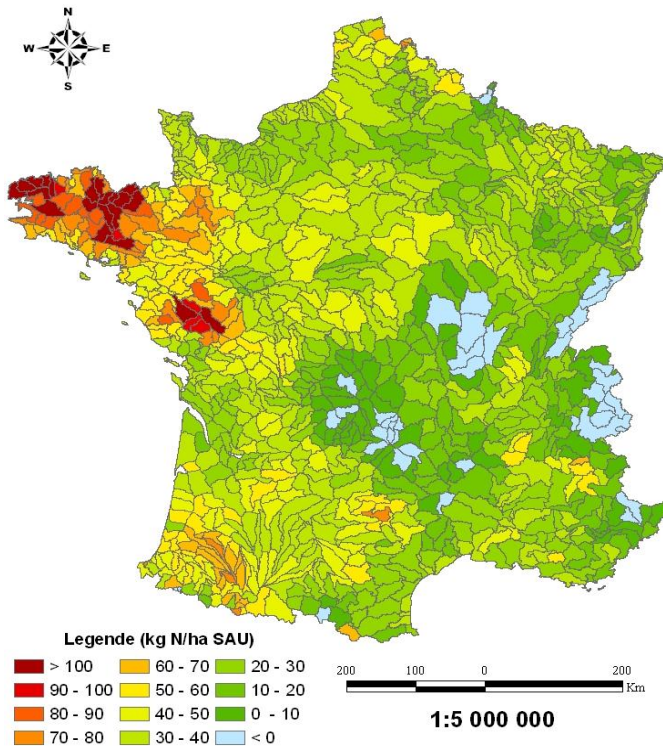
Une forte variabilité des excédents d'azote en Europe (kg N/km²/an)



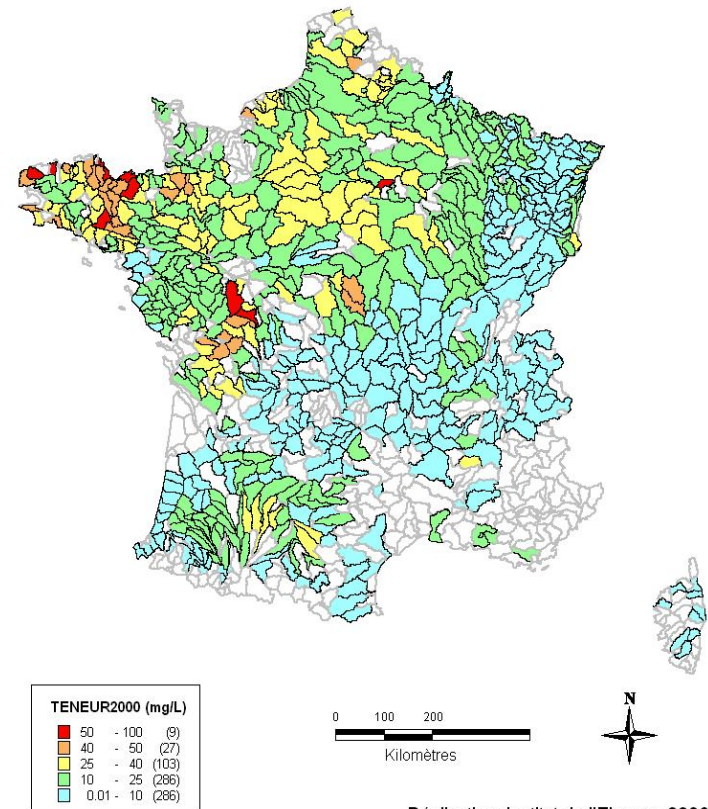
(source European Nitrogen Assessment, 2011)

Des territoires français également très contrastés

**Bilan Azote type CORPEN
Situation RGA 2000**



Teneur en nitrate de l'eau de surface en 2000 (en mg NO₃⁻/L)



Réseau National des Données sur l'eau - Traitement Institut de l'Elevage, 2006

La Bretagne: une région très concernée par les excédents d'azote

Une forte concentration animale

20% des vaches laitières, 56 % des porcs, 26% des volailles
6% de la SAU nationale

De forts excédents de bilans (kg N/ha/an)

Bretagne : de l'ordre de 70

Moyenne nationale : 30

Franche-Comté et Auvergne-Limousin : < 15

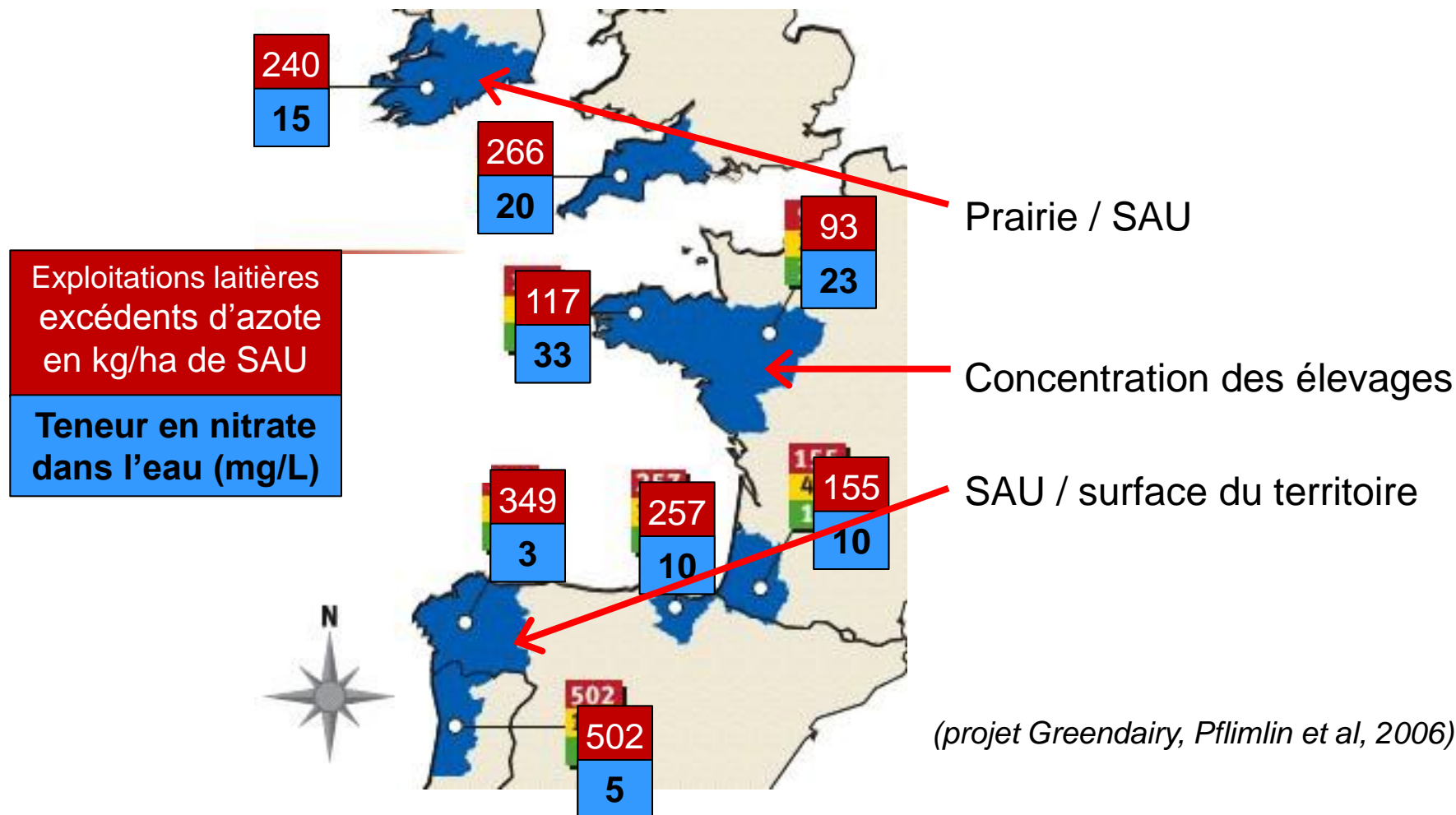
Conduisant à des émissions polluantes

75 000 t/an N-NO₃ déversées dans la mer

73 000 t/an N-NH₃ (18% des émissions nationales de l'élevage)

À partir de Institut de l'élevage (2007) ; CESR Bretagne (2011) ; CITEPA (2009)

Exemple de travaux soulignant les différences de vulnérabilité selon les territoires



Un contexte socioéconomique déterminant à l'échelle du territoire

Alexandra Langlais

Juriste

CNRS, Université Rennes 1

Convergence des composantes socioéconomiques et juridiques

L'évolution du système d'exploitation agricole

Efficacité économique de l'unité d'azote chimique :

Faible coût, praticité, sécurité

Spécialisation et surtout concentration économique de l'élevage :

Spécialisation : économie d'échelle

Concentration géographique : économie d'agglomération

Concordance socio-économique accompagnée par un dispositif juridique favorable (PAC notamment)

Elargissement des préoccupations liées à l'azote

Emergence de nouveaux conflits et acteurs sociaux

Voisins, associations et médiatisation du conflit

Corpus juridique très étendu : source de complexité et de difficultés d'application

Des mesures d'éloignement d'installations (décret de 1810)...

... aux mesures entremêlées visant les pollutions environnementales

Déséquilibre entre prévention et réparation.

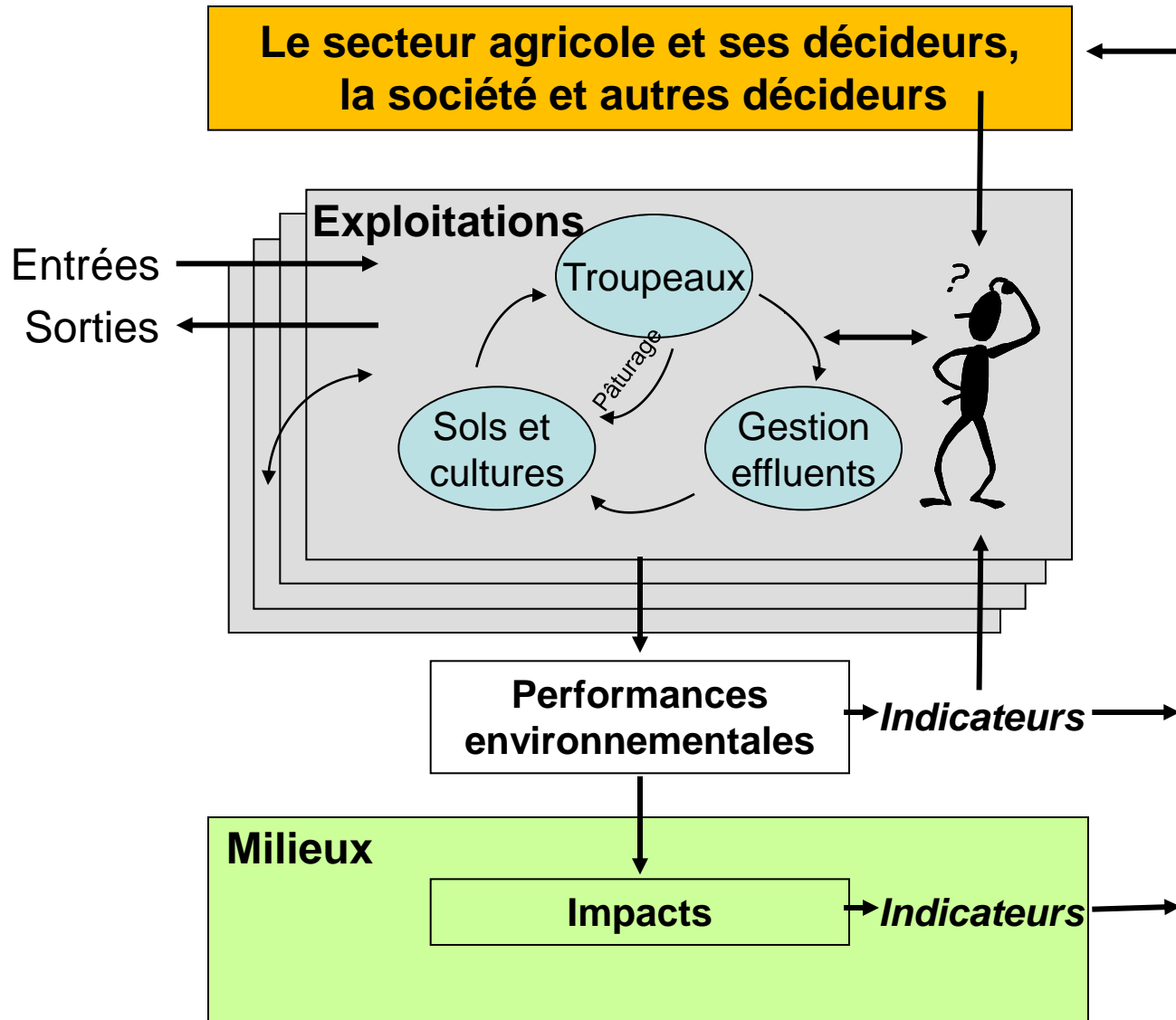
Caractère collectif et hors marché de l'environnement

Eau, air sol : biens publics

Plan de la présentation

- Transformations de l'azote dans la biosphère et contribution de l'élevage
- Pressions azotées au niveau des territoires
- ***Complexité des flux dans les systèmes de production animale***
- Leviers d'action pour améliorer l'efficacité de l'azote et limiter les impacts
- Enseignements de l'ESCo

Cadre de réflexion : le système de production animale



Diversité et interdépendance des flux d'azote au sein des élevages

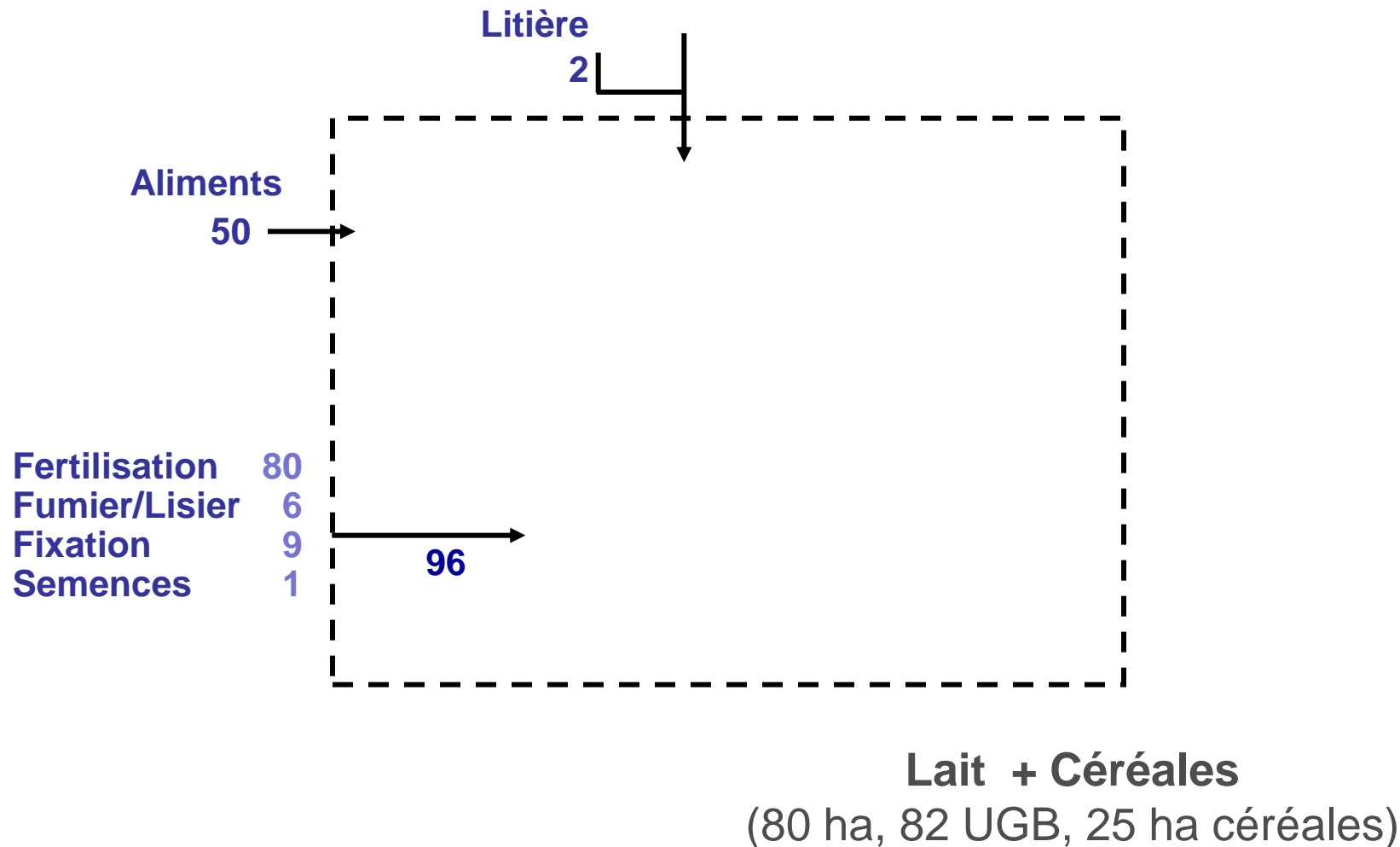
Luc Delaby

zootechnicien

INRA, Rennes

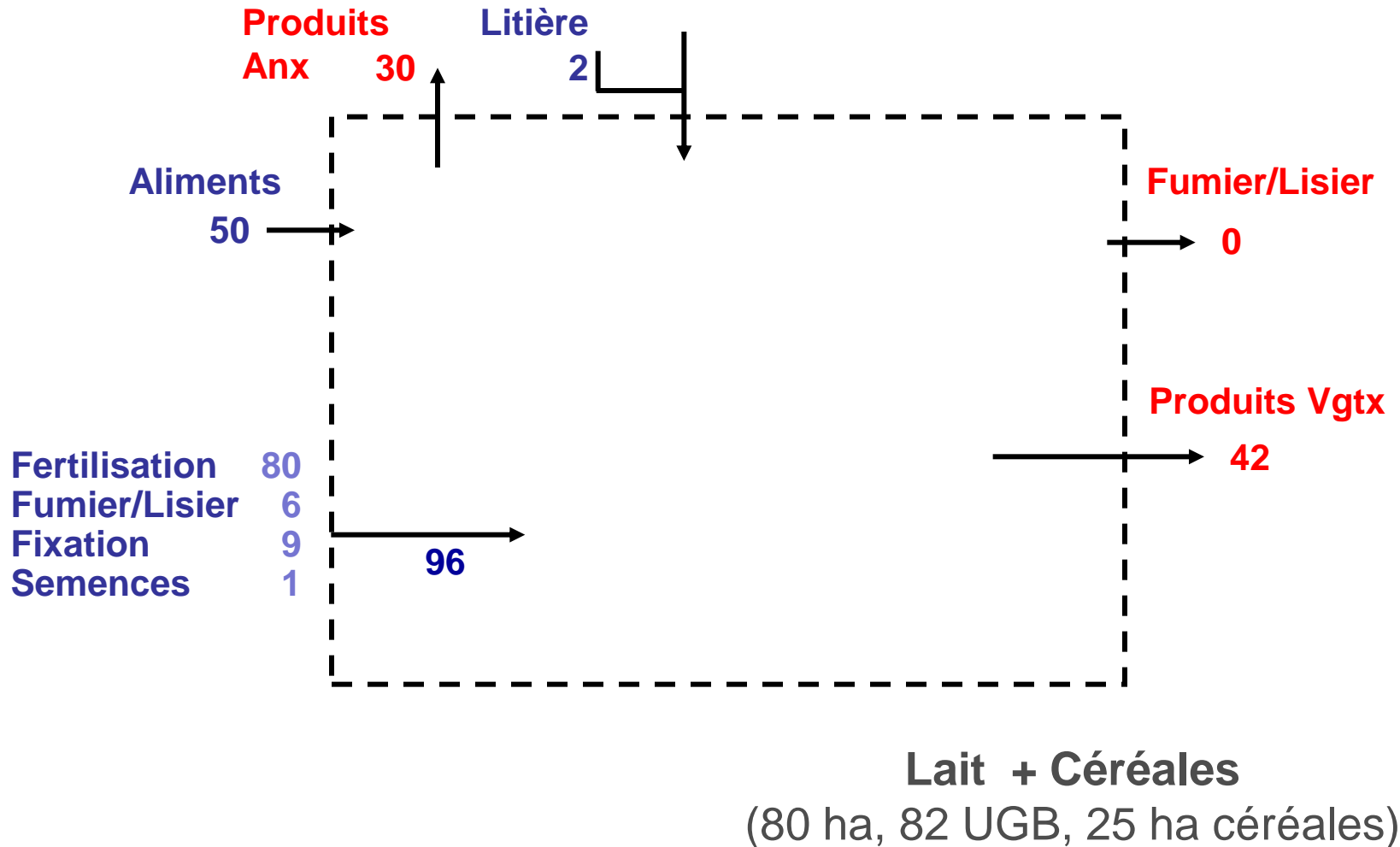
Des flux nombreux et dépendants

Adapté de Jarvis et al (2011) avec données d'exploitations agricoles françaises



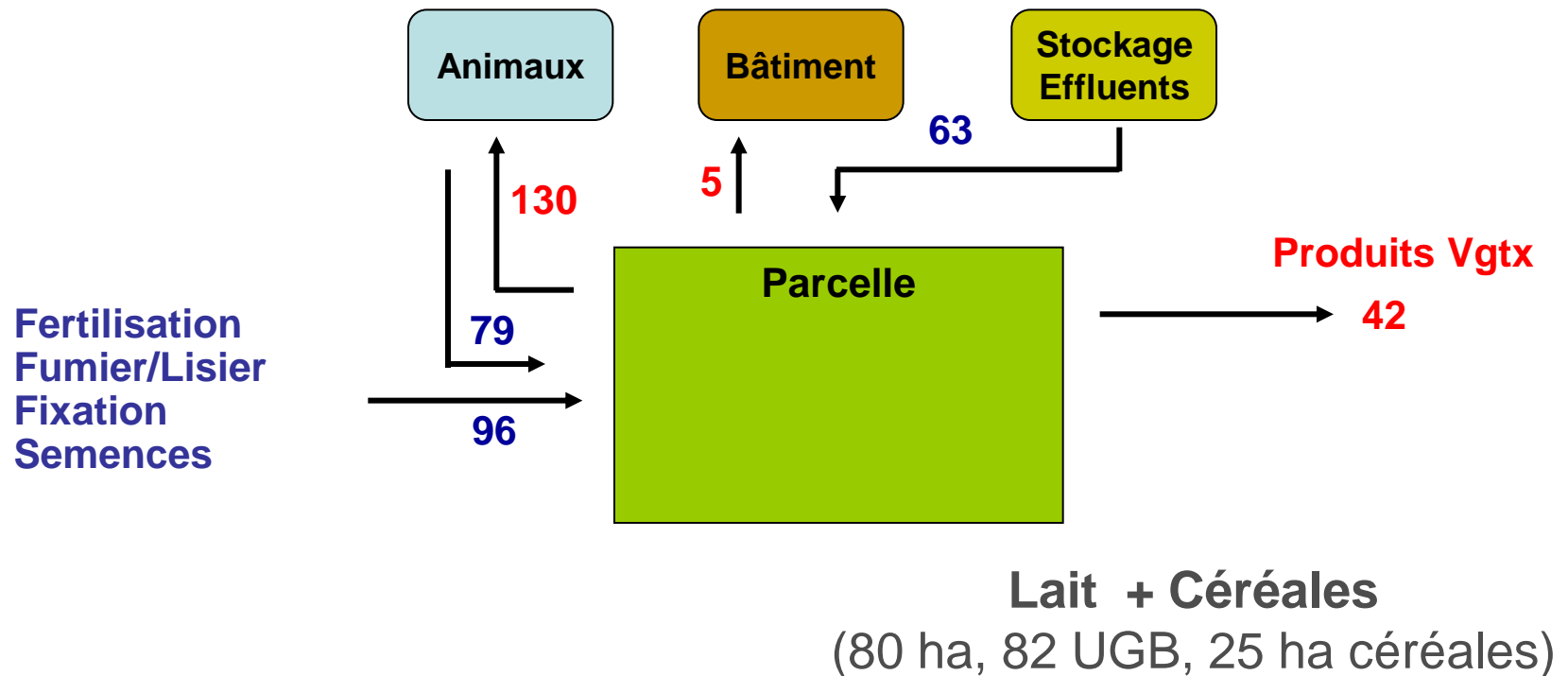
Des flux nombreux et dépendants

Adapté de Jarvis et al (2011) avec données d'exploitations agricoles françaises



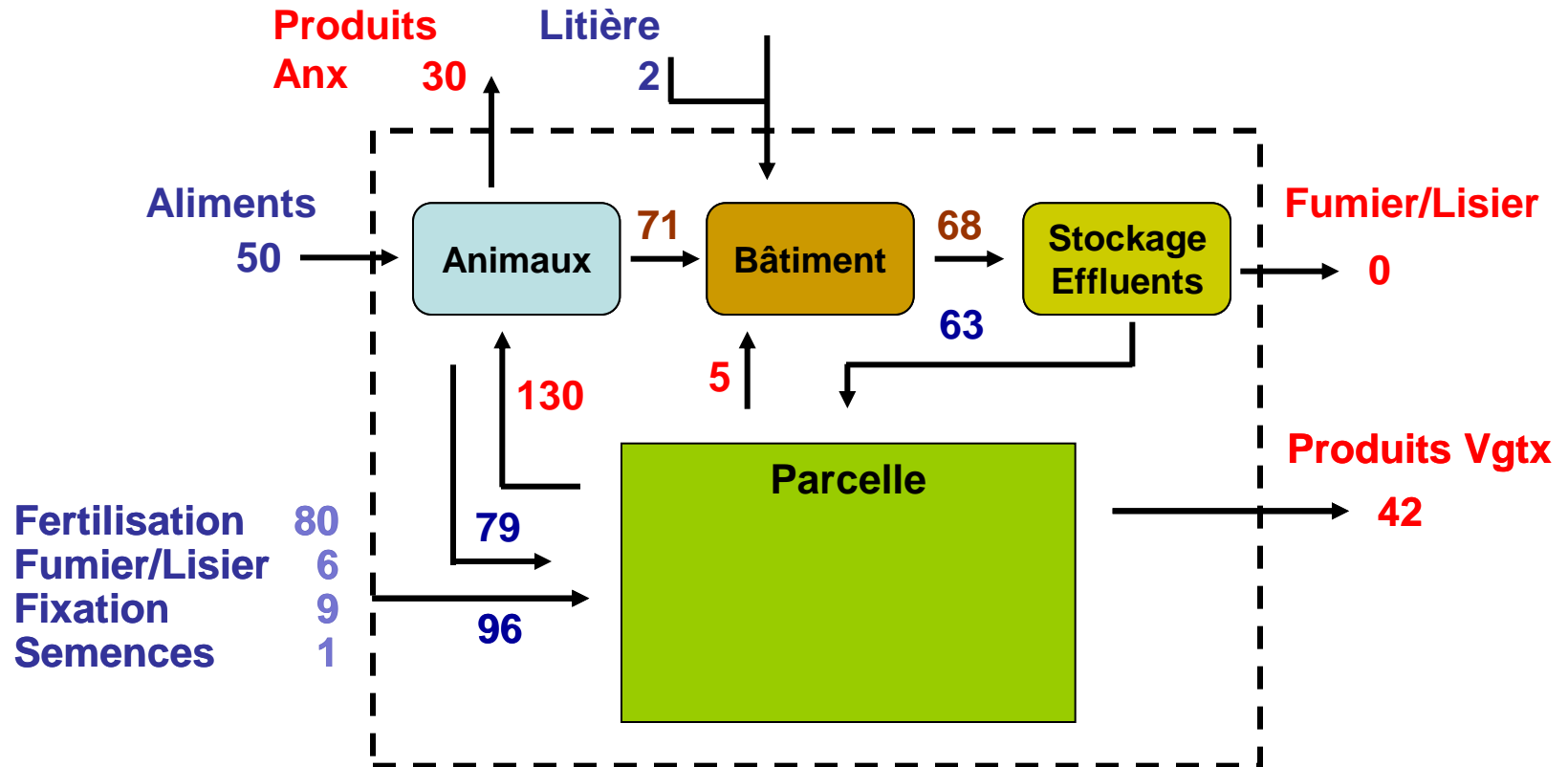
Des flux nombreux et dépendants

Adapté de Jarvis et al (2011) avec données d'exploitations agricoles françaises



Des flux nombreux et dépendants

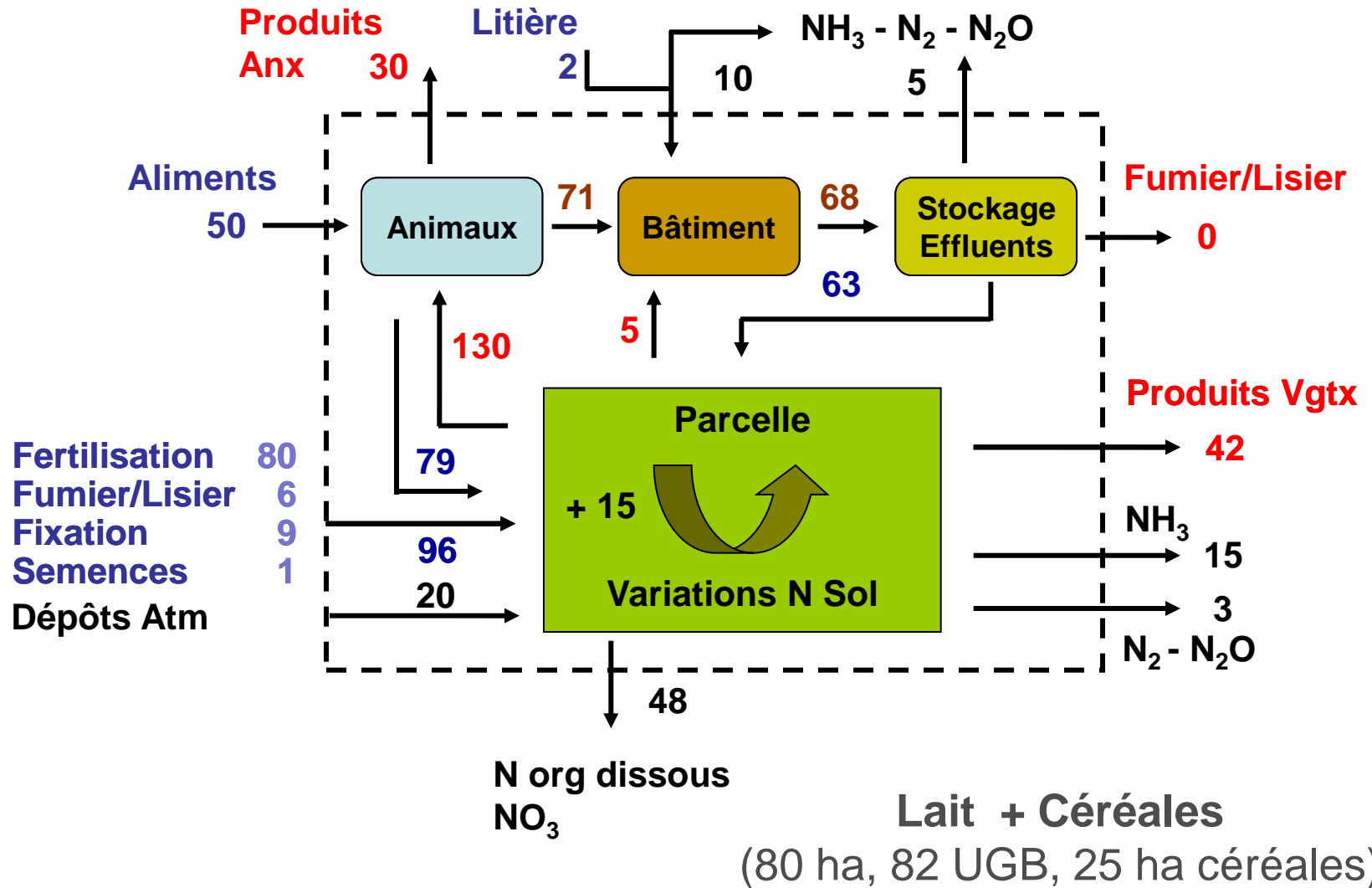
Adapté de Jarvis et al (2011) avec données d'exploitations agricoles françaises



Lait + Céréales
(80 ha, 82 UGB, 25 ha céréales)

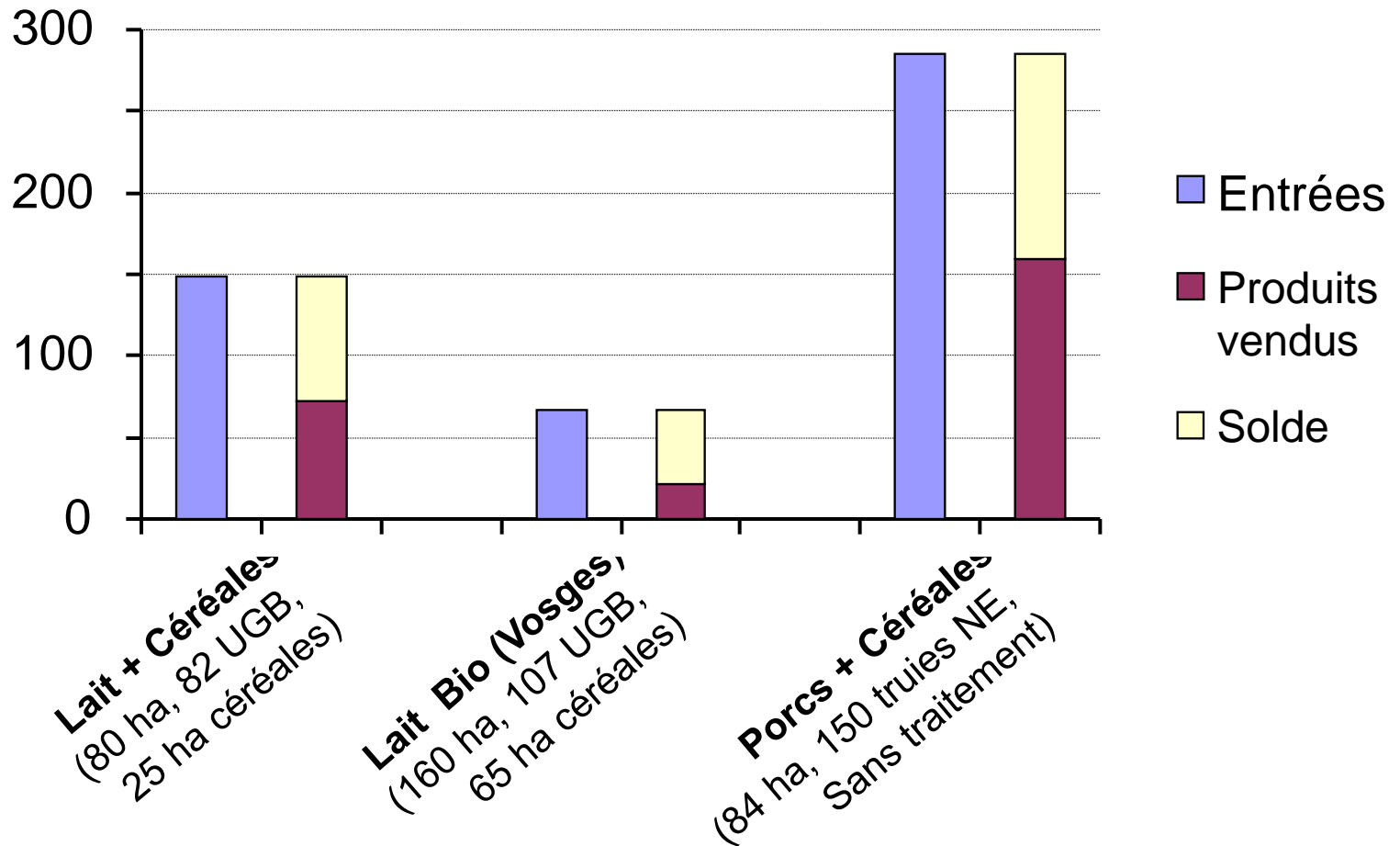
Des flux nombreux et dépendants

Adapté de Jarvis et al (2011) avec données d'exploitations agricoles françaises



Exemples de bilans azotés (kg N/ha/an)

Solde = différence entre les entrées et les sorties de produits
Le solde = émissions (NH₃, N₂O, NO_x, NO₃) et stockage

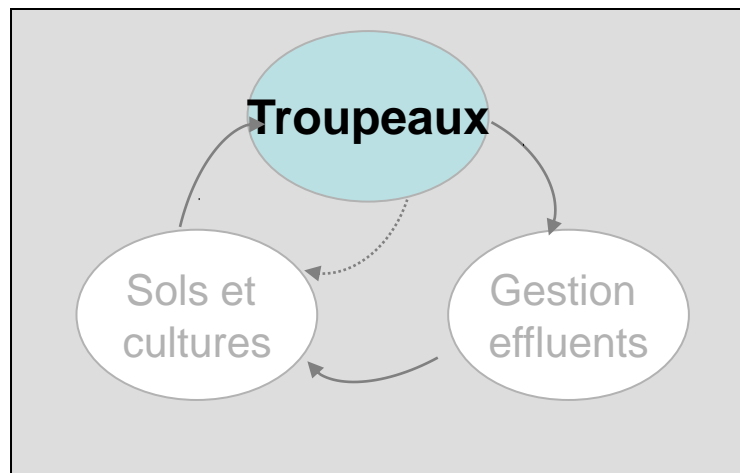


Plan de la présentation

- Transformations de l'azote dans la biosphère et contribution de l'élevage
- Pressions azotées au niveau des territoires
- Complexité des flux dans les systèmes de production animale
- ***Leviers d'action pour améliorer l'efficacité de l'azote et limiter les impacts***
- Enseignements de l'ESCo

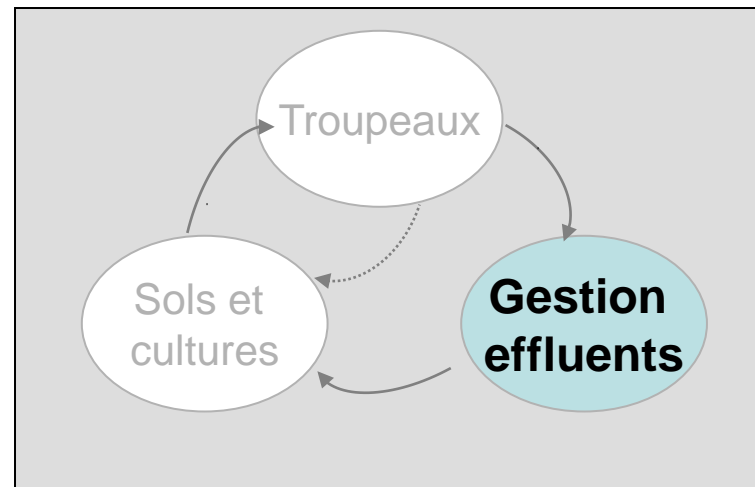
Amélioration des pratiques à l'échelle de l'exploitation : *conduite du troupeau*

Efficienc	Grands facteurs de variation	Etat des connaissances
<10 à 40%	Niv. Production (↑ eff) Alimentation	++



L'amélioration des pratiques à l'échelle de l'exploitation : *gestion des effluents*

Efficiencce	Grands facteurs de variation	Etat des connaissances
<10 à 40%	Niv. Production (↑ eff) Alimentation	++
Très variable 20 à 80 % de pertes dont NH ₃ = 25 à 55 %	Pertes bâtiment > pâturage Bât > Epend > Stockage Traitements	- Incertitude sur les émissions



Gestion des effluents

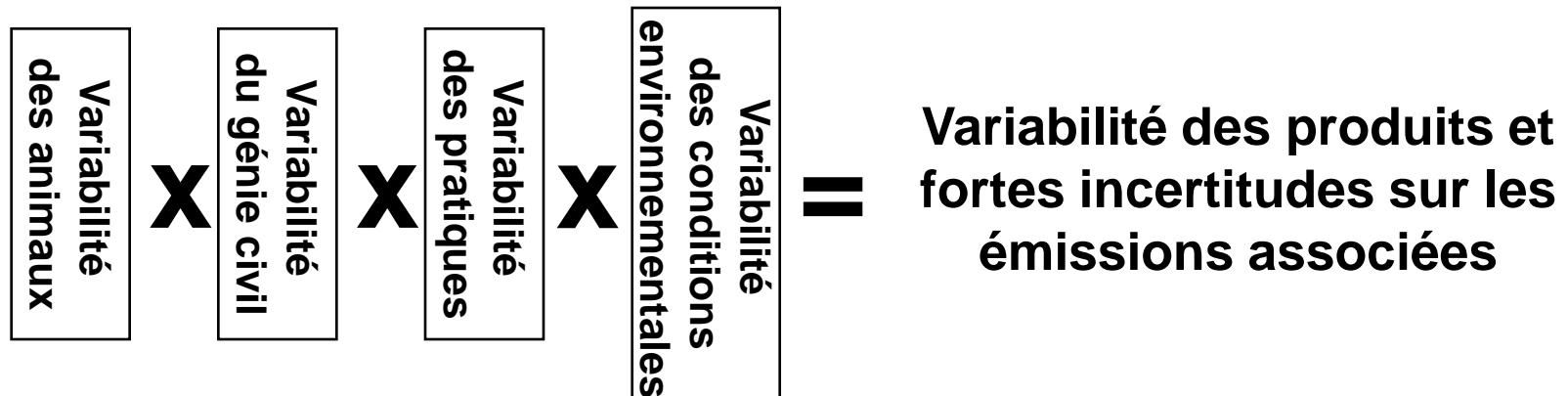
Fabrice Béline

Gestion environnementale
et traitement biologique des déchets
IRSTEA, Rennes

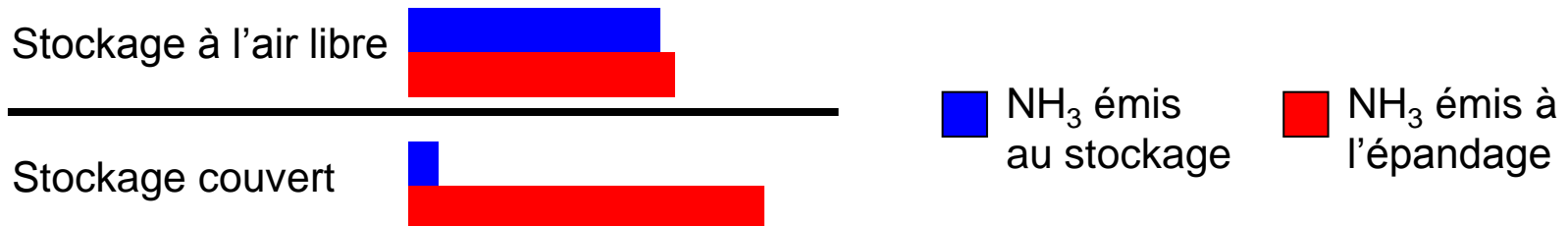
Rôle des déjections animales dans les flux d'azote en élevage

Enjeu majeur vue la contribution de l'élevage aux pertes

De fortes incertitudes à l'échelle de l'exploitation

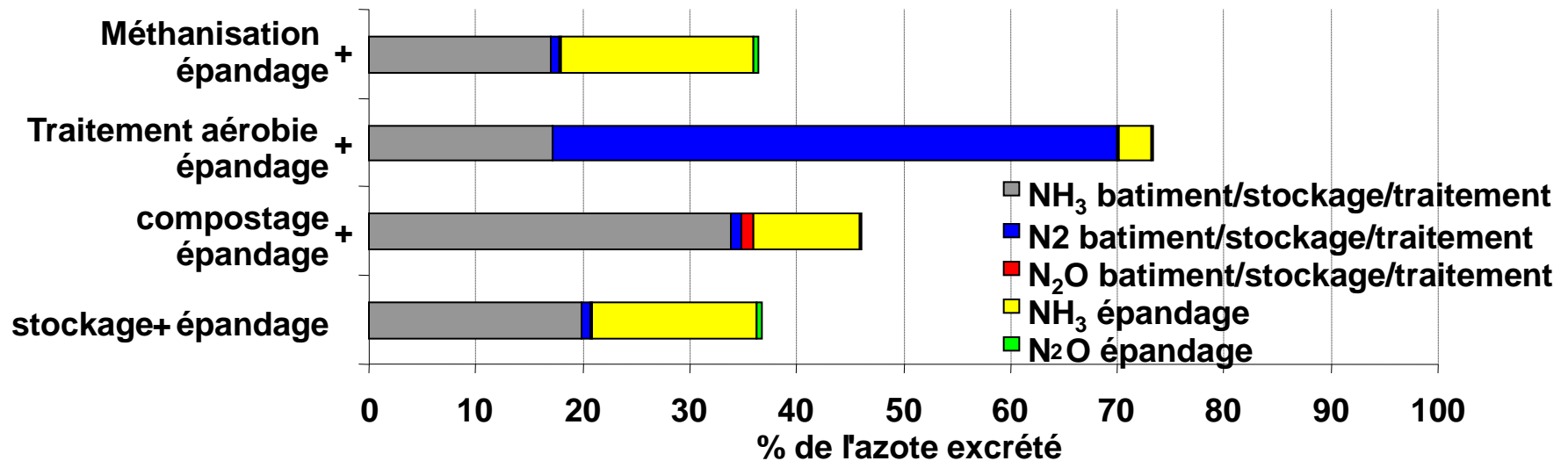


Des interactions entre postes et formes d'azote (et CH₄)



Impact de la gestion des déjections animales dans les flux d'azote

Un impact important de la gestion des effluents sur les flux d'azote

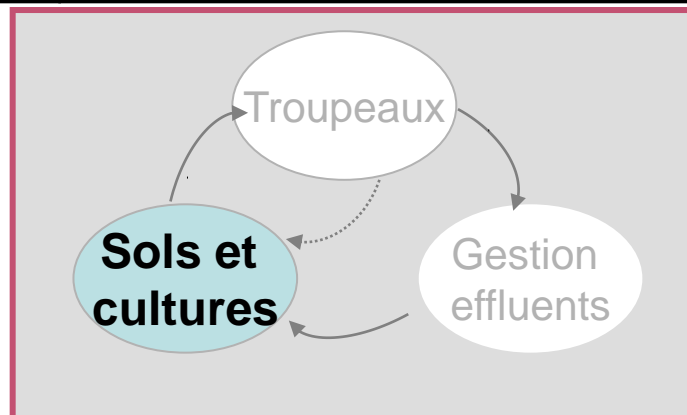


Une gestion déterminée également par d'autres facteurs

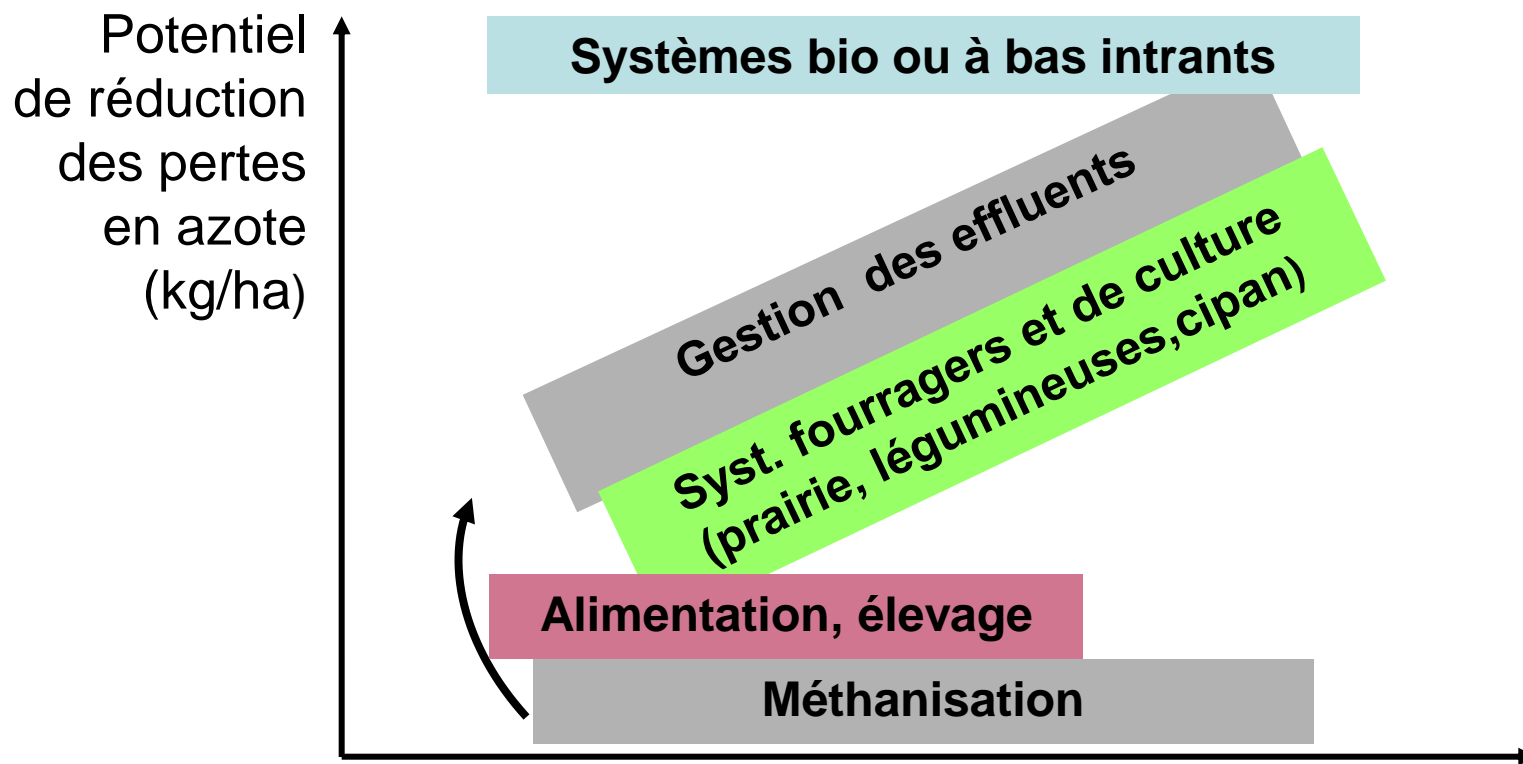
- Contraintes d'élevage
- Odeurs, méthane, ...
- Production d'énergie (méthanisation)

Amélioration des pratiques à l'échelle de l'exploitation : *cultures*

Efficienc	Grands facteurs de variation	Etat des connaissances
<10 à 40%	Niv. Production (↑ eff) Alimentation	++
Très variable 20 à 80 % de pertes dont NH ₃ = 25 à 55 %	Pertes bâtiment > pâturage Bât > Epanch > Stockage Traitements	- Incertitude sur les émissions
45% (> animal)	Niv. intrants N (↓ eff) Prairies, Légumineuses, Cipan, rotations	+/- Méthodes d'évaluation

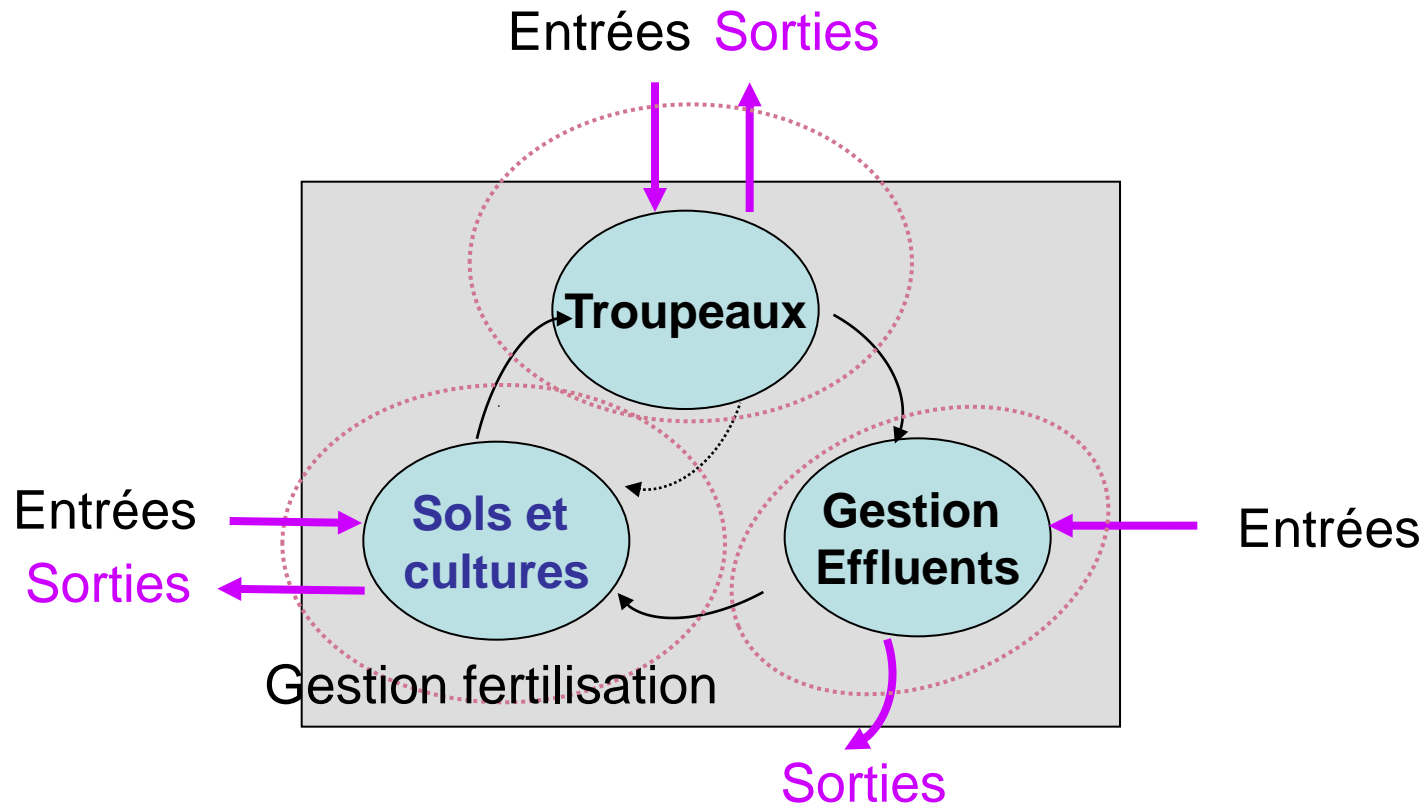


Gradient d'efficacité / difficulté de mise en œuvre des mesures



Difficulté de la mise en oeuvre
(coût, revenu, productivité, besoin de recherche, engagement des acteurs)

Les bilans azotés : évaluer les pratiques

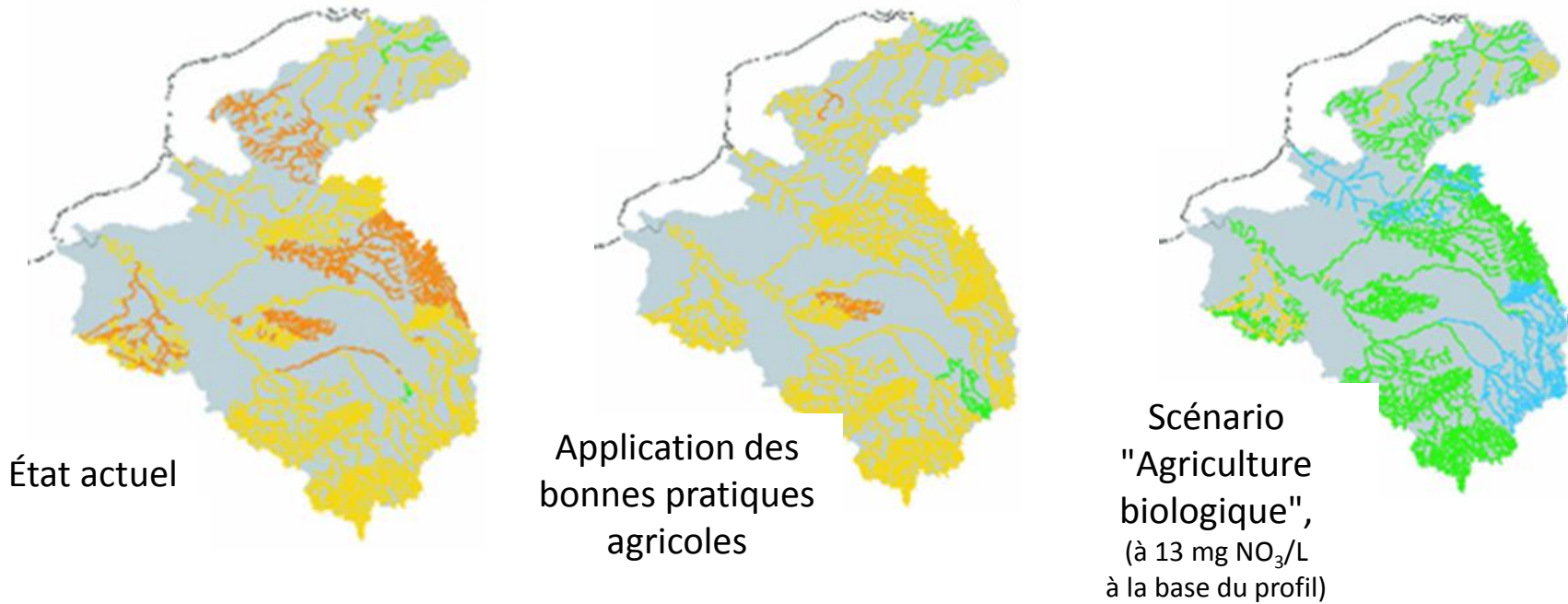


Bilan à l'exploitation + bilan des ateliers
+ simulation du devenir des surplus de bilan

Adapté de F Aarts (communication)

L'optimisation à l'échelle de l'exploitation ne sera pas suffisante

Bassins de la Seine, de la Somme et de l'Escaut

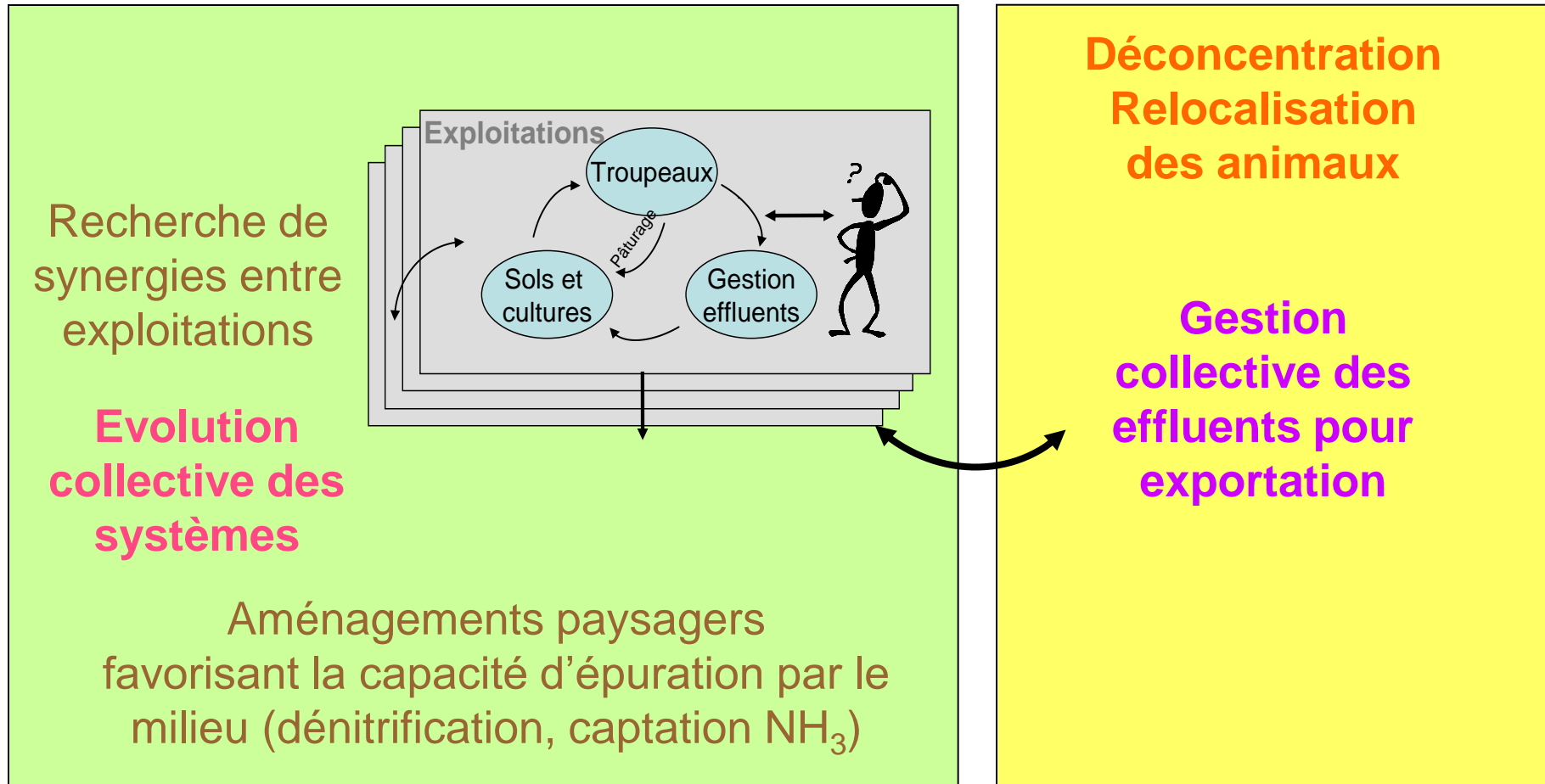


Concentrations en nitrate (mg NO₃/L) dans l'eau

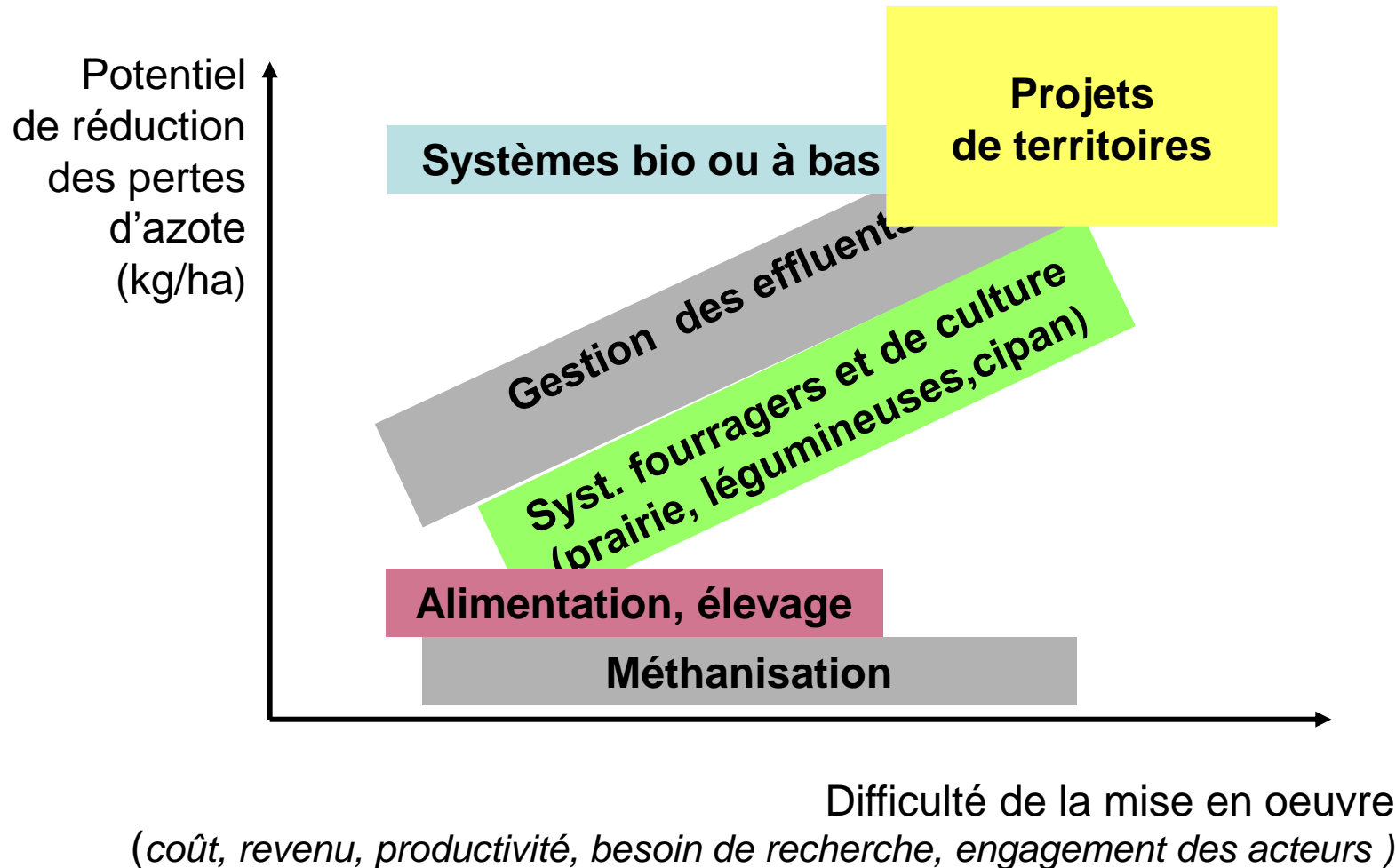


Thieu, Billen et al (2011)

Leviers identifiés à l'échelle des territoires



Gradient d'efficacité / difficulté de mise en œuvre des mesures



Effets associés aux mesures prises pour limiter les pertes en azote vers l'environnement

	Transfert pollution (eau/air)	Épargne de P	Abattement GES	Gains conso Energie	Revenu par UTA	Productivité (/ha)
Alimentation	0 ou +					
Gestion Effluents	0 ou +	+			+ ou -	
S. Fourrager S. Culture	0	+			variable (besoin innovation)	
Aménagements paysage	+ ou -	+	+ ou -	0		
Evolutions collectives	0	+	?	+	0 ou +	--

Les instruments économiques et réglementaires

Inefficacité globale des démarches volontaires

Incitations financières ou réglementation (quotas) ?

Subventions : innovations, ~~dépollution~~

Taxes sur les intrants (NH₃ GES)

Associer quotas et pénalités financières sur les surplus

Instruments qui tendent à se généraliser en Europe du Nord

Marché de droits associés à la terre (marchés d'épandage)

Mobilité de gestion des effluents sans intervention de l'Etat (offre/demande)

mais marché de proximité, zones déjà saturées, vécu comme une exportation des nuisances

Réglementation environnementale appliquée au niveau filière ?

Différenciation géographique des politiques

Gain d'efficacité en différenciant les politiques dans l'espace

Localisation des impacts dépend de celle des émissions (NO_3 , NH_3)
Focaliser les efforts là où les bénéfices seront les plus grands

Notion de charge critique : moduler normes/territoires

Quantité maximale d'azote que le SPA peut recevoir tout en limitant les impacts à des niveaux définis

Echelle : petite région agricole, bassin de production ?
Besoin de construire une méthode partagée, généralisable

Mise en œuvre : zonage écologique

Plan de la présentation

- Transformations de l'azote dans la biosphère et contribution de l'élevage
- Pressions azotées au niveau des territoires
- Complexité des flux dans les systèmes de production animale
- Leviers d'action pour améliorer l'efficacité de l'azote et limiter les impacts
- ***Enseignements de l'ESCo***

Des connaissances nouvelles

Exploitations

Efficiences de l'azote faible, variable en fonction de l'échelle considérée et résulte d'interactions complexes

Importance des émissions de NH_3 : l'azote ne se réduira pas au nitrate, arbitrages entre qualité de l'eau et de l'air

Territoires

Concentration des élevages déterminante pour les impacts

Risques et impacts dépendent des caractéristiques des territoires

Instruments économiques et juridiques

Encadrement complexe n'ayant pas permis d'atteindre les objectifs

Limites des instruments non territorialisés et monofactoriels

La gestion des différentes facettes de l'azote nécessite des approches systémiques et territoriales

Des pistes de progrès identifiées

Exploitations

Une démarche d'optimisation des pratiques pour utiliser moins et mieux l'azote : Inefficacités / performances économiques (prix énergie) mais... *marges de progrès pouvant être insuffisantes*

Territoires

Des gains en théorie très significatifs sur les impacts sont possibles
Prendre en compte la vulnérabilité des territoires
mais ... *nécessite un engagement collectif fort des acteurs*

Acteurs

Choix et mise en œuvre des moyens d'accompagnement sont décisifs
Implication des acteurs des filières dans la gestion de l'azote

Plusieurs de ces pistes peuvent être actionnées simultanément

Besoins de recherche

Développement d'Outils (indicateurs) d'Aide à la Décision

Vision intégrée de la gestion de l'azote : exploitation et territoires
Observatoire des pratiques et réseaux de références

Dynamique de l'azote au sein des SPA

Acquisition de connaissance sur les processus mal connus ou mal quantifiés
Innovations (techniques et organisationnelles) dans la conduite des systèmes fourragers et culturaux
Scénarios de redistribution de l'élevage à l'échelle des territoires,

Efficacité des politiques environnementales

Coût de transaction des politiques (dont coûts d'information)
Concept de la charge critique
Prise en compte juridique des problèmes environnementaux

Mise en discussion des conclusions de l'ESCo