

Alimentation des animaux d'élevage

2A – UE ***Analyses des conduites d'élevage***

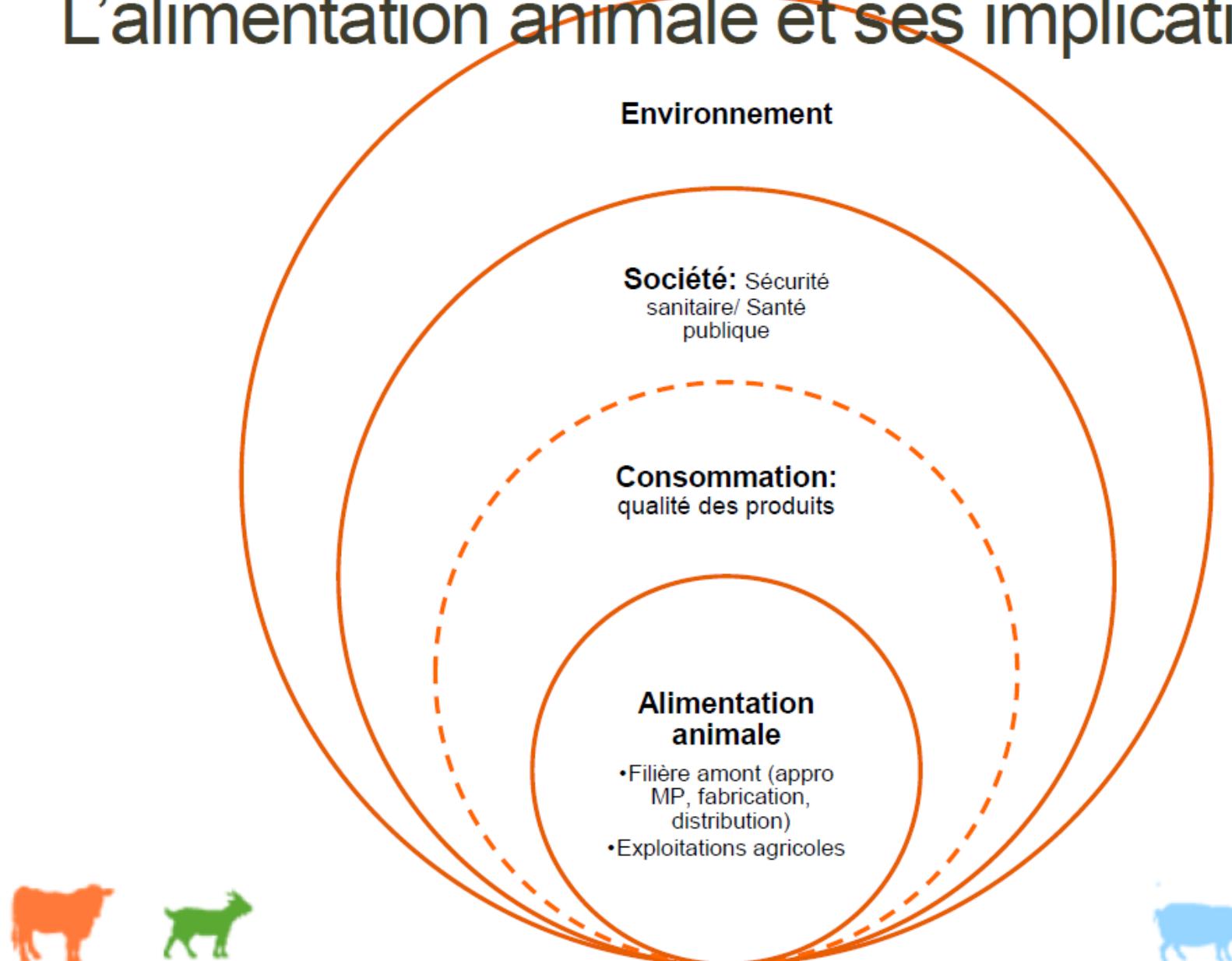
Cours 6(/6) en Amphi – 3 TD

Examen : vendredi 23/03/2018

Eric BERTRAND, eric.bertrand@eleveursdessavoie.fr



L'alimentation animale et ses implications



Plan du cours

Impacts environnementaux

- Pollution de l'air
- Pollution de l'eau et du sol
 - Rejets azotés
 - Rejets phosphorés

Quels leviers?

- Échelle animale: composition des rations, techniques d'alimentation
- Echelle aliment: digestibilité

Qualité des produits

Sources

- FAO (Global Livestock Environmental Assessment Model = GLEAM)
- ADEME: Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
- CETIPA: Centre interprofessionnel technique d'étude de la pollution atmosphérique
- Centre Wallon de Recherche Agronomique, L'alimentation de la vache laitière Physiologie et Besoins, CUVELIER et al., 2015,
- INRA: Comment réduire la production de méthane chez les ruminants ? C. Martin, et al., Fourrages (2006) 187, 283-300
- FP7 Rednex Project: Impact of Livestock on Environment, An overview by Cledwyn Thomas and Ad van Vuuren, 2013

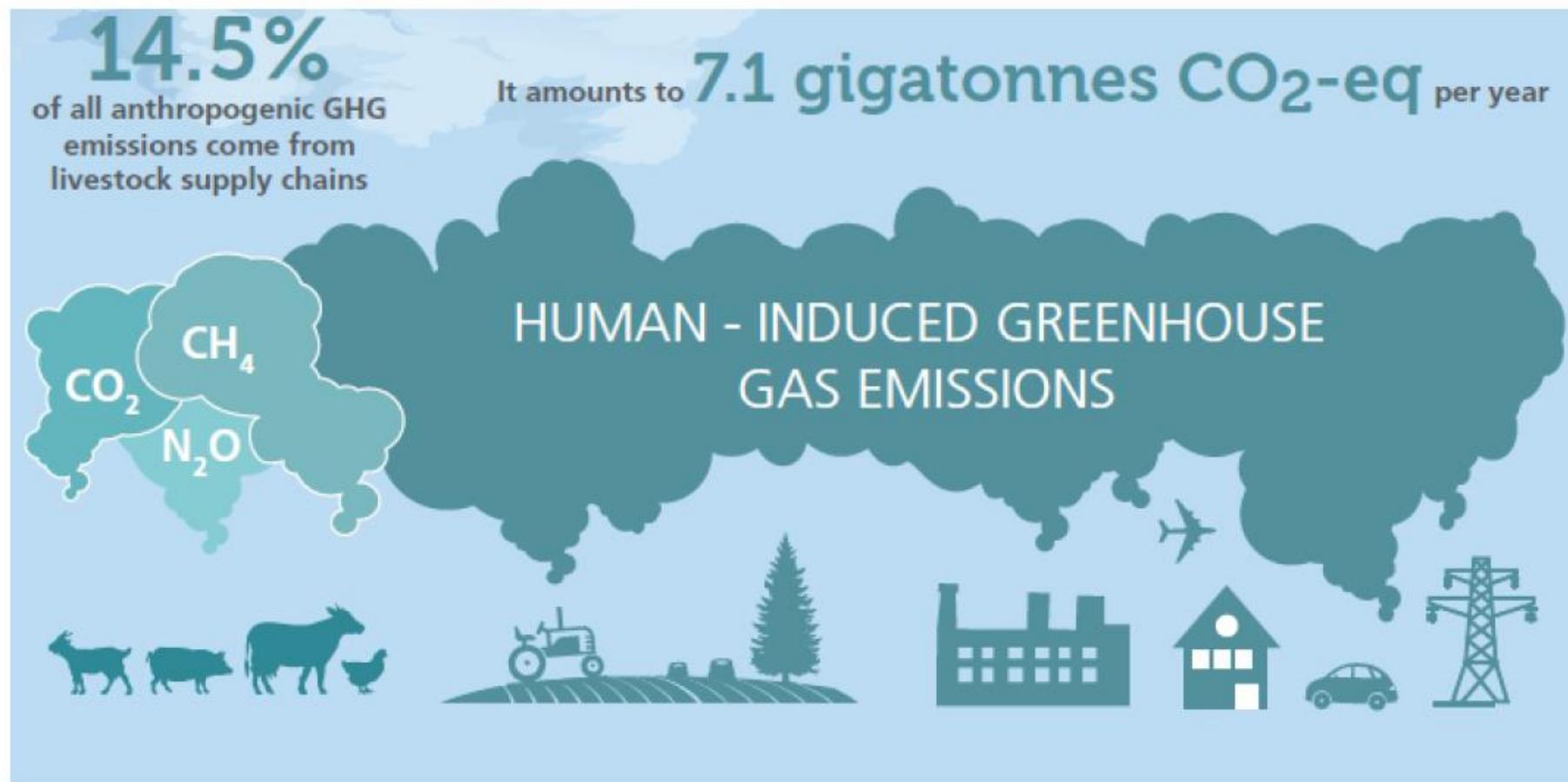
Pollution de l'air

Emissions de GES

Particules atmosphériques



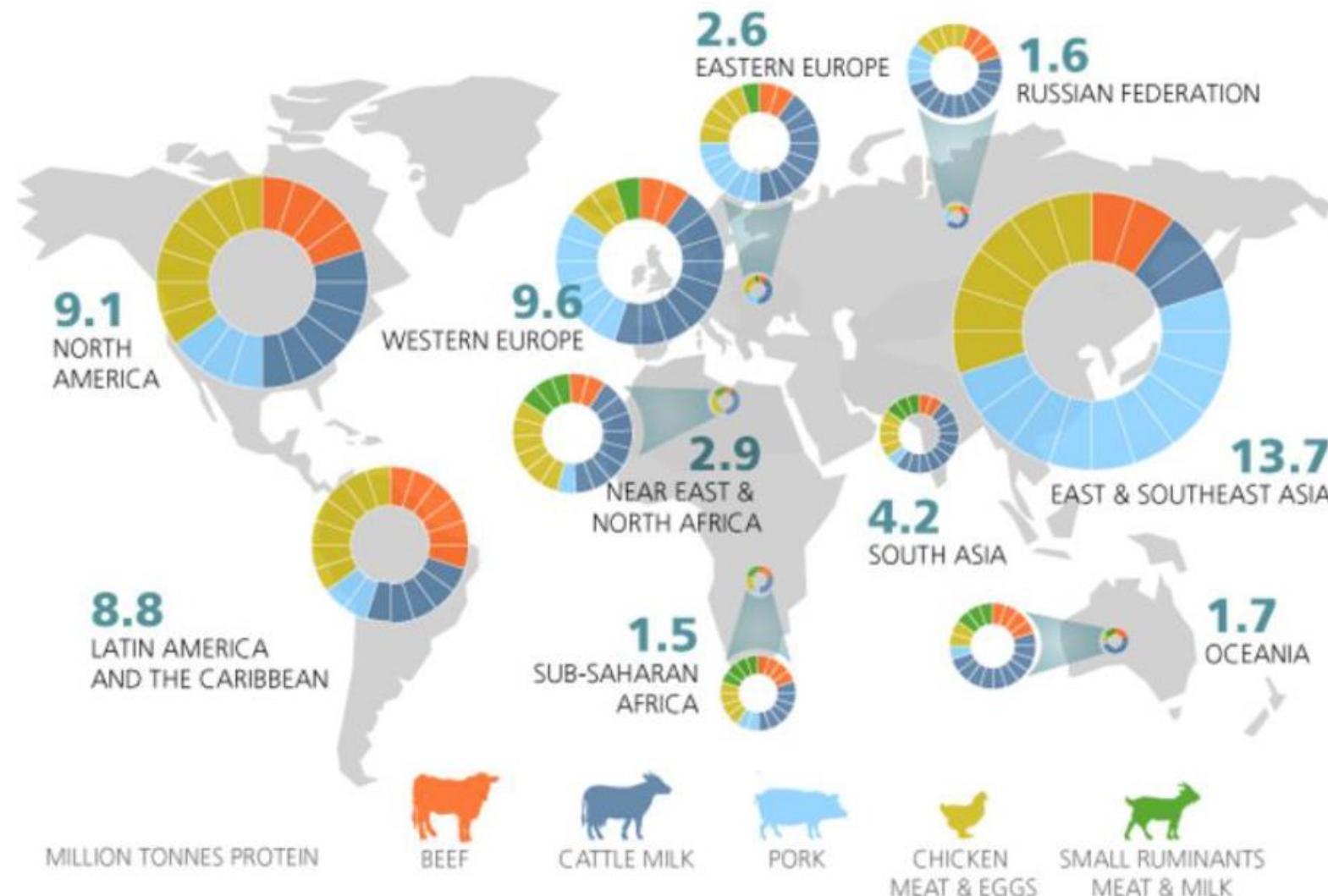
Elevage: Contribution aux émissions de GES



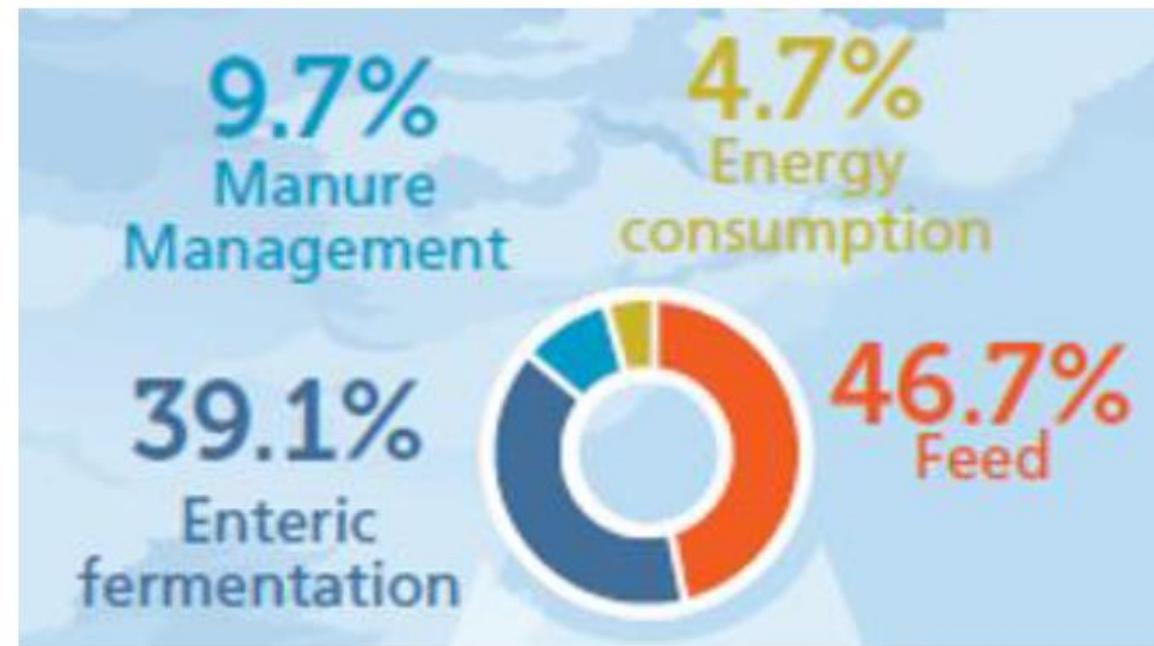
Source: FAO, GLEAM

Eric BERTRAND

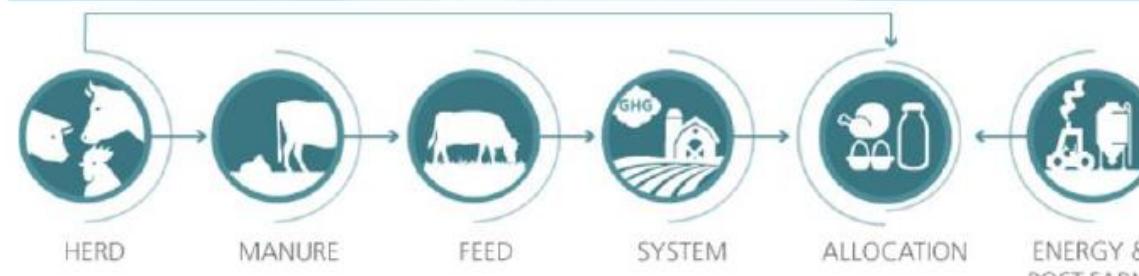
Sources d'émissions de GES: répartition par régions et types de production



Sources d'émissions de GES dans la chaîne d'approvisionnement de l'élevage

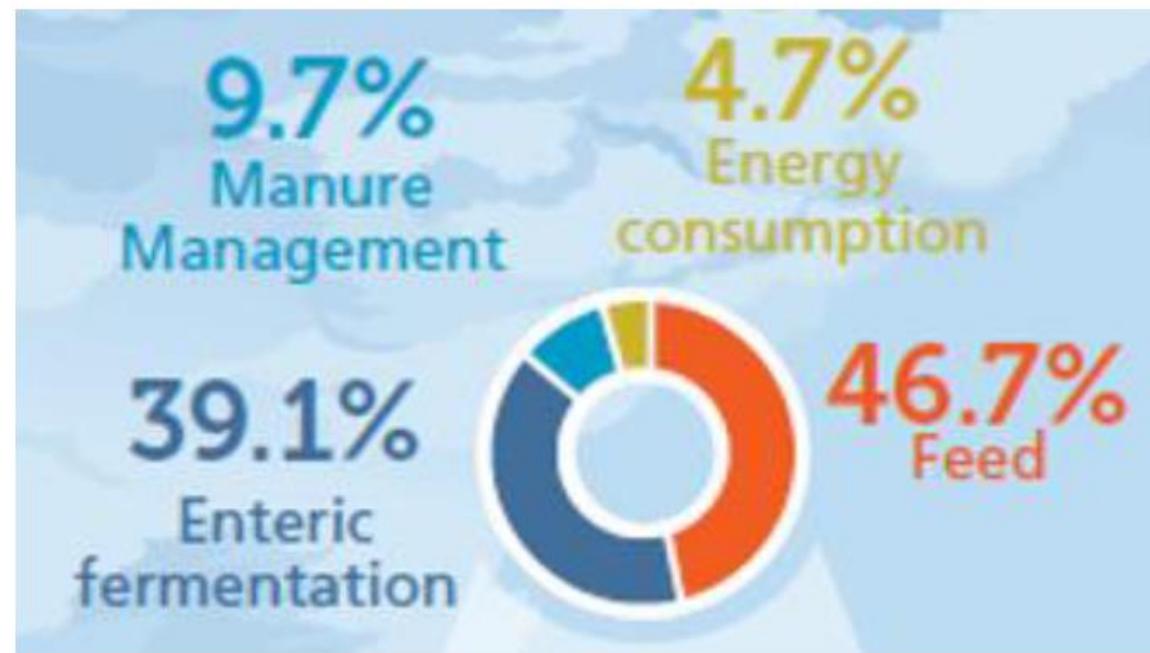


AMONT
E.A.
AVAL



Source: FAO, GLEAM

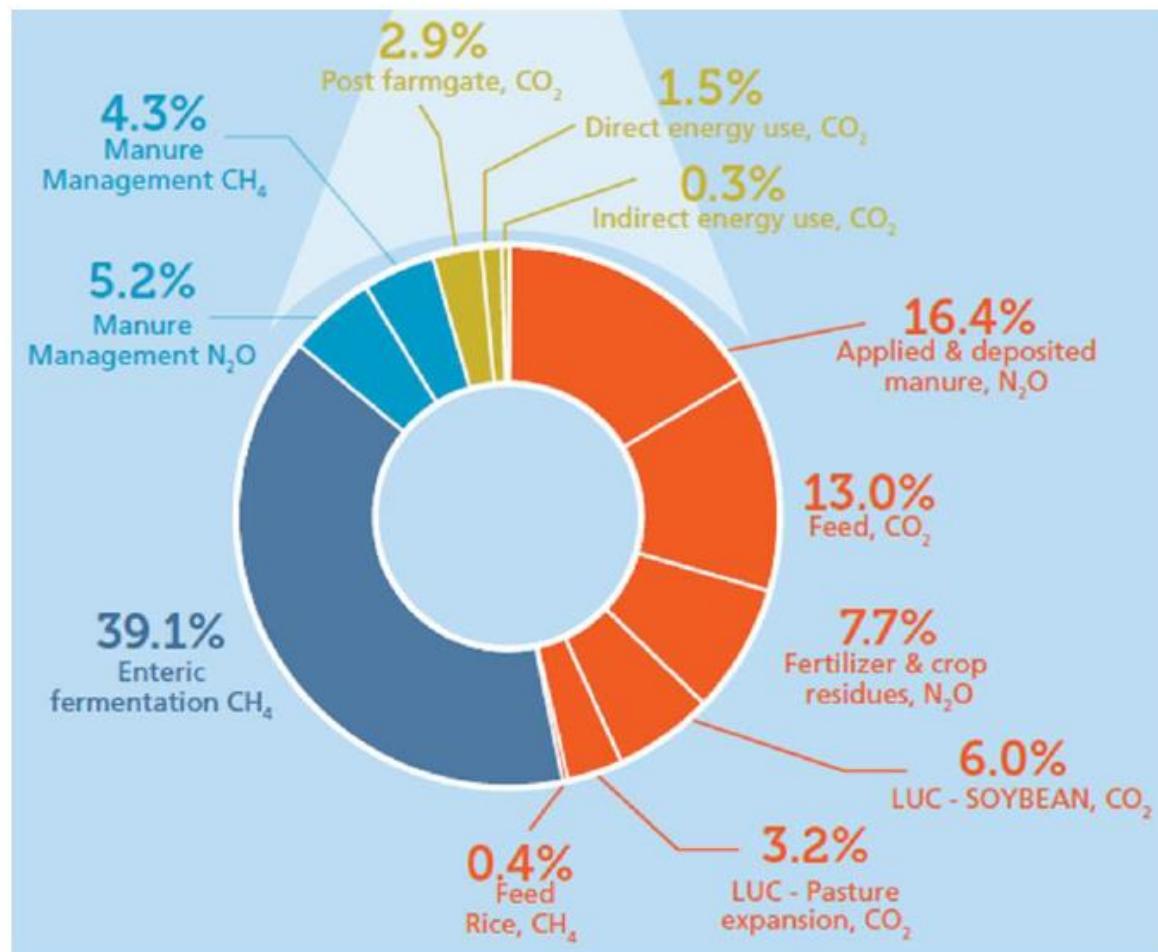
Sources d'émissions de GES dans la chaîne d'approvisionnement de l'élevage



2 principaux leviers:

- Gestion des effluents
- Alimentation animale

Sources d'émissions de GES dans la chaîne d'approvisionnement de l'élevage



LUC = land use changes: changement d'utilisation des sols pour l'expansion de la culture de soja ou de la surface en pâture et impactant la séquestration du Carbone

Dioxyde de Carbone
CO₂:
26,9% des émissions totales de GES par l'élevage

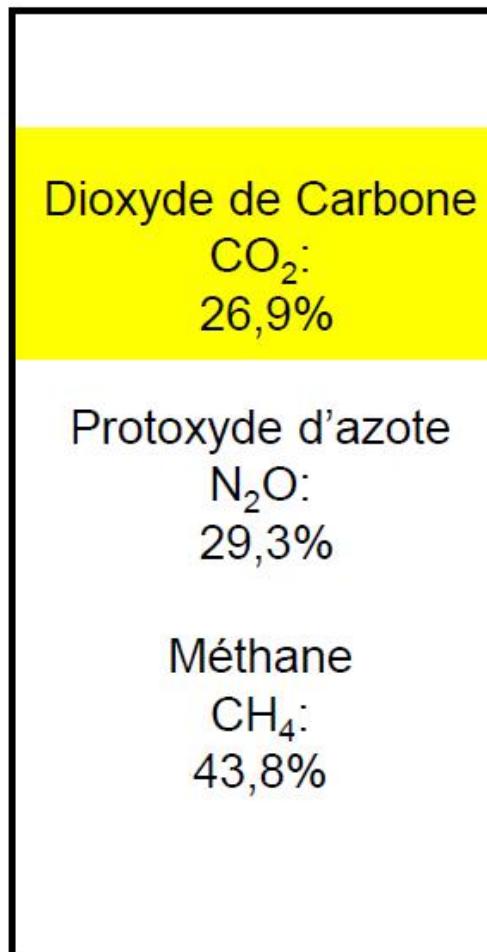
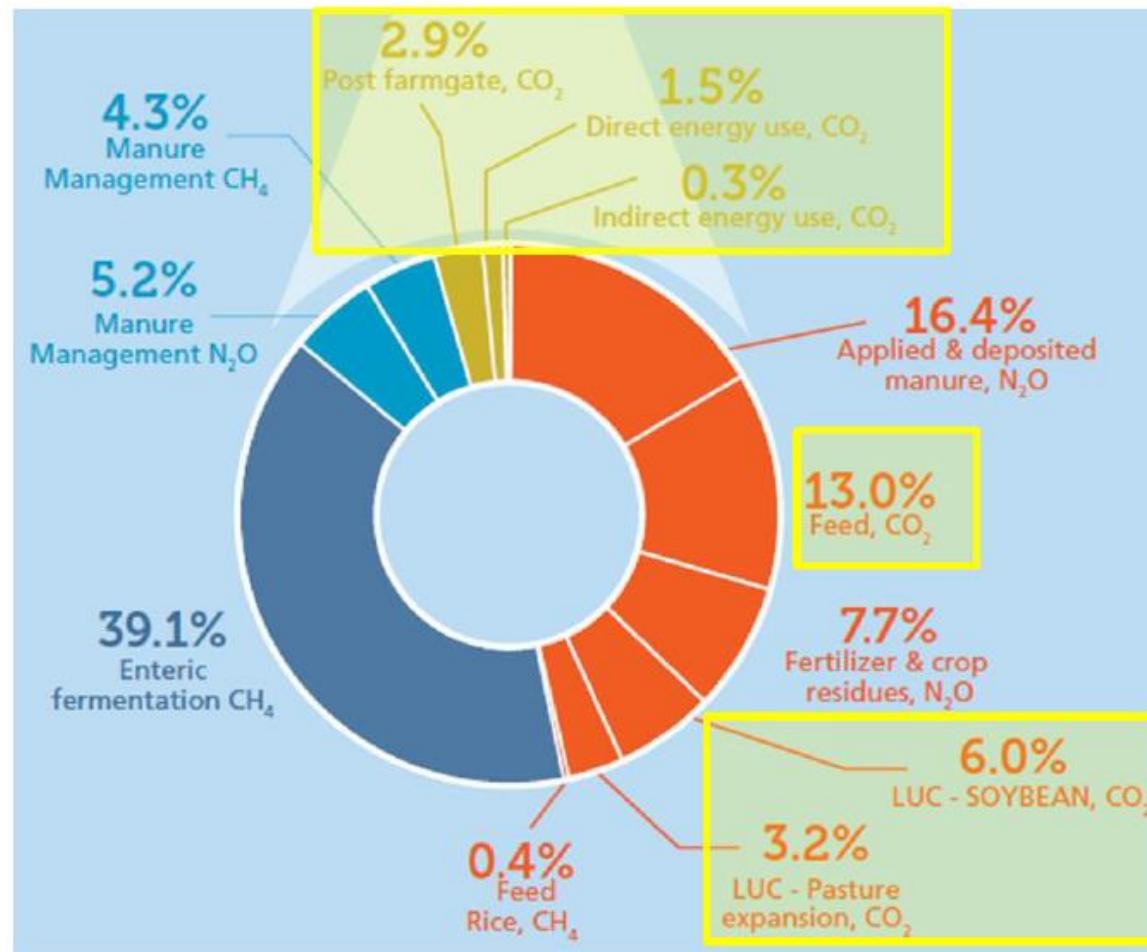
Protoxyde d'azote N₂O:
29,3% des émissions totales de GES par l'élevage

Méthane CH₄:
43,8% des émissions totales de GES par l'élevage

Source: FAO, GLEAM

Eric BERTRAND

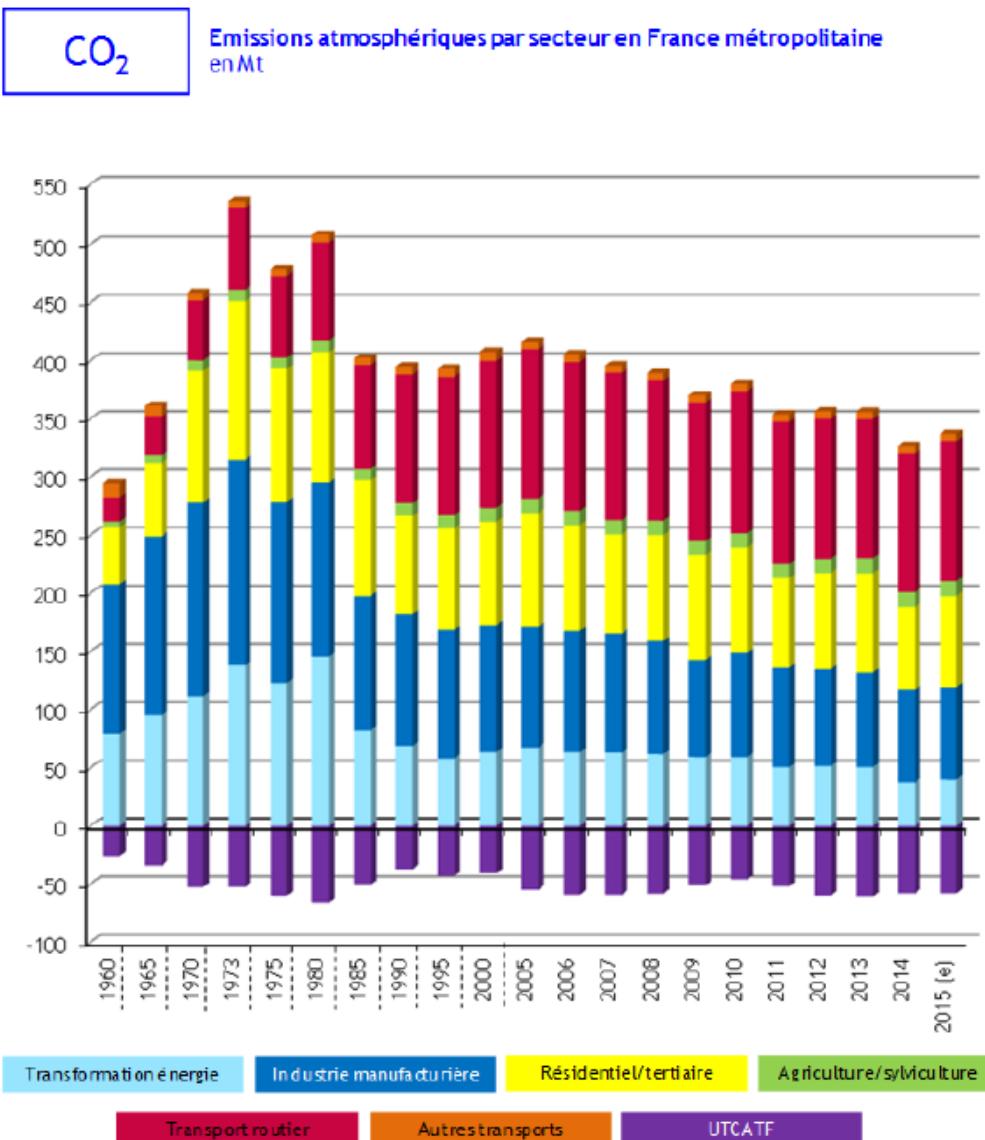
Sources d'émissions de GES dans la chaîne d'approvisionnement de l'élevage



Source: FAO, GLEAM

Eric BERTRAND

Dioxyde de carbone

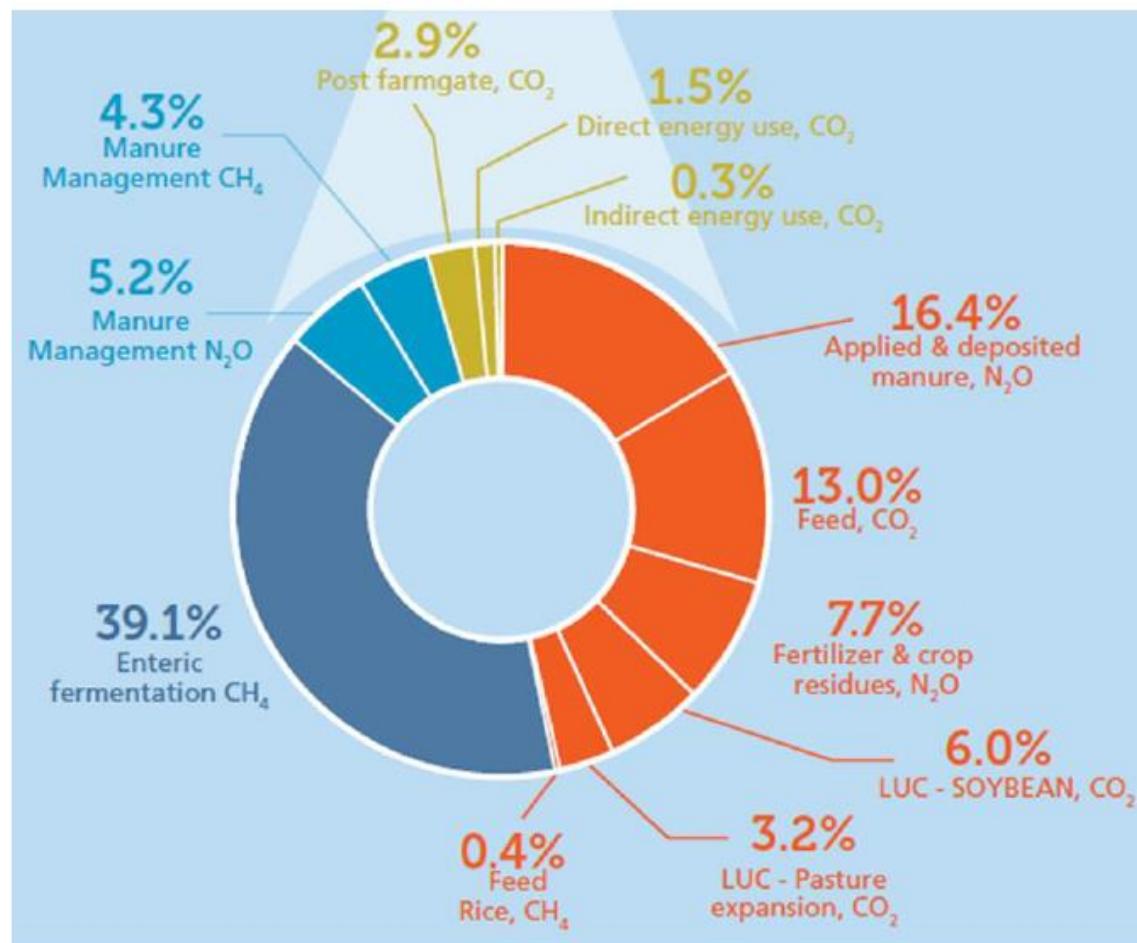


Emissions de CO₂ issues de
l'agriculture: limitées par
rapport aux autres sources

Source: CETIPA

Eric BERTRAND

Sources d'émissions de GES dans la chaîne d'approvisionnement de l'élevage



Source: FAO, GLEAM

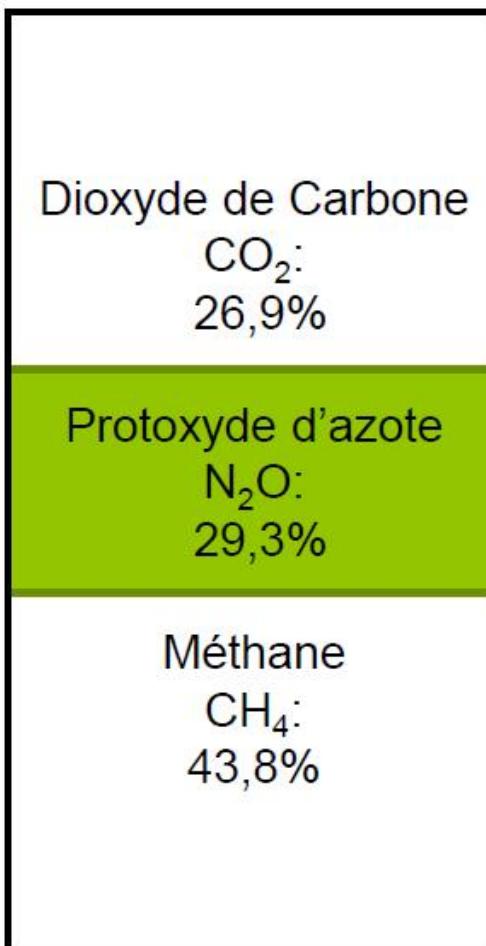
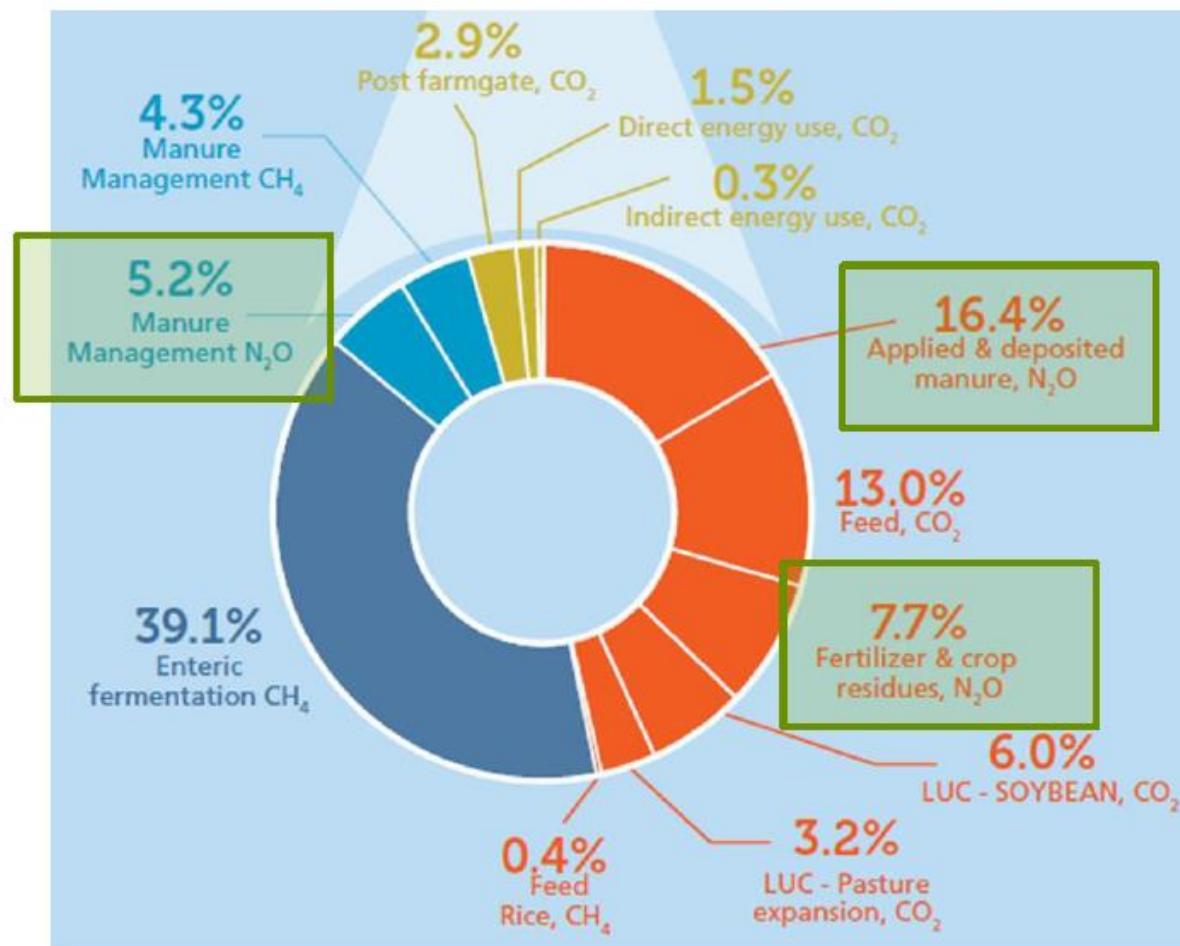
CO₂ émis par l'élevage: 5% des émissions (anthropiques) totales

Protoxyde d'azote N₂O: 29,3% des émissions totales de GES par l'élevage

Méthane CH₄: 43,8% des émissions totales de GES par l'élevage

Source: IPCC, 2007

Sources d'émissions de GES dans la chaîne d'approvisionnement de l'élevage



Protoxyde d'azote (NO₂)

Pouvoir de réchauffement global (PRG) du protoxyde d'azote sur 100 ans
= 310 x PRG du CO₂

Répartition des émissions de N₂O en 1990 et 2010 en France

Secteurs	1990		2010	
	Émissions en kt	Émissions en t équivalent CO ₂	Émissions en kt	Émissions en t équivalent CO ₂
Transformation de l'énergie	2,0	620	2,2	682
Industrie manufacturière	87	26 970	14	4 340
Résidentiel/tertiaire	4,2	1 302	4,8	1 488
Agriculture	194	60 140	165	51 150
Transport routier	2,9	899	4	1 240
Autres transports	0,2	62	0,2	62

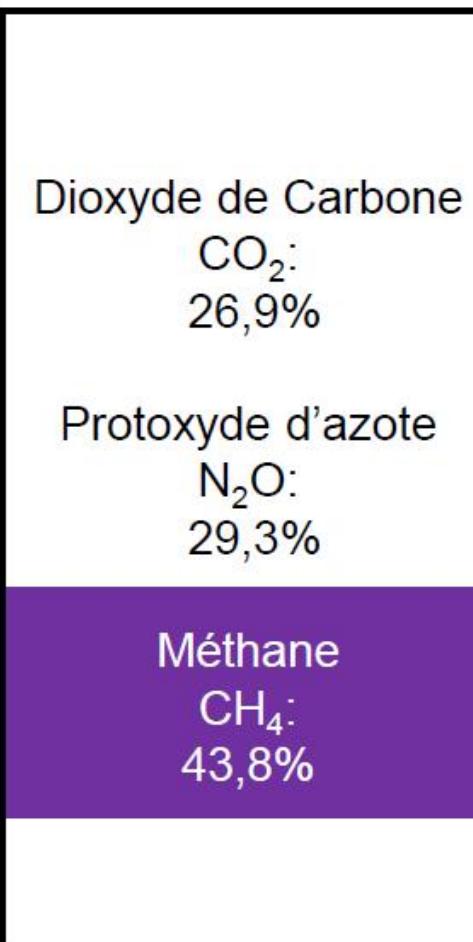
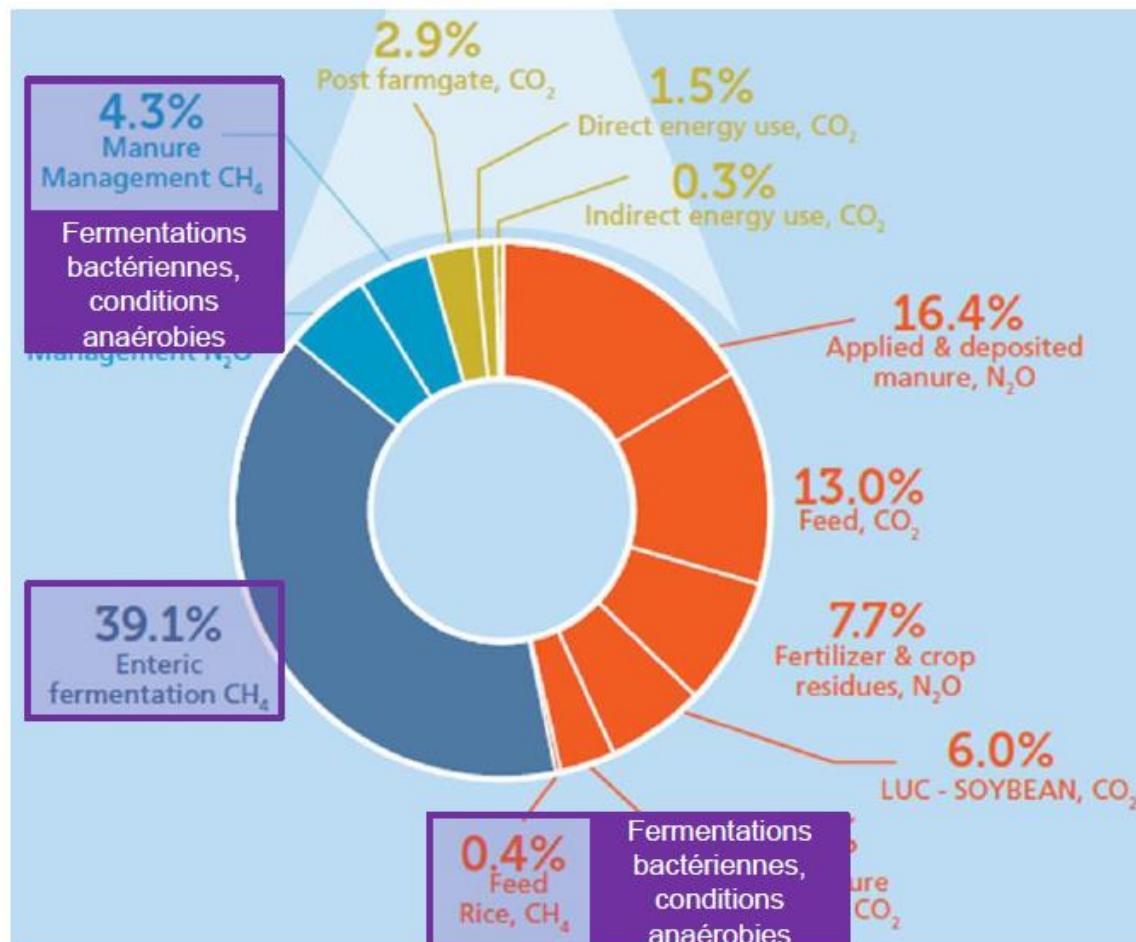


Sources d'émissions: gestion du cycle de l'azote
- **Fertilisants** (de type engrais azotés minéraux)
- **Effluents d'élevage**

Agriculture: 87% des émissions de NO₂

Source: ADEME

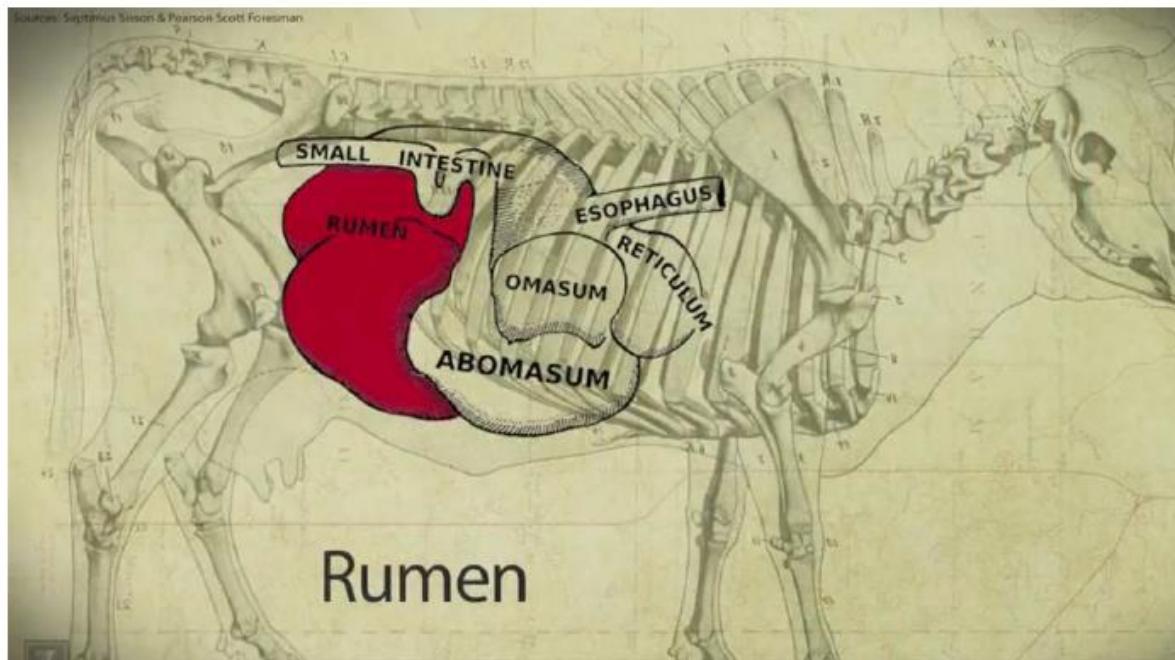
Sources d'émissions de GES dans la chaîne d'approvisionnement de l'élevage



Source: FAO, GLEAM

Eric BERTRAND

La production de méthane par les ruminants



<https://www.coursera.org/learn/livestock-farming/lecture/HBUI2/2-1-the-inside-science-of-nutrition>

Rumen:
Ecosystème en anaérobiose strict
(faibles apports d'oxygène) peuplés par des microorganismes de type fermentaire

Bactéries

Protozoaires

Champignons

Archea

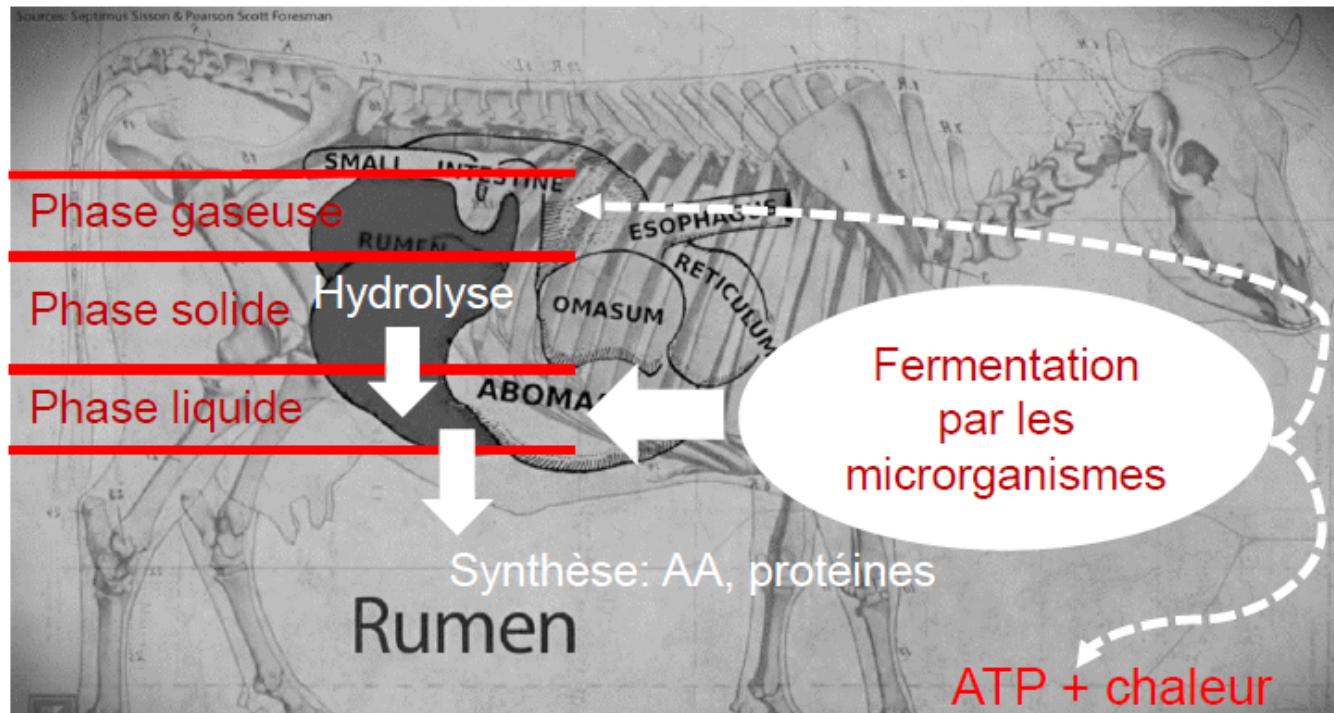
Bactériophages (virus)

pH compris entre 5.5 et 7.3 – température comprise entre 39,5 et 40°C

Source: Podova, 2011 (thèse)

Eric BERTRAND

La production de méthane par les ruminants



Produits de la fermentation

Gaz:

CO₂, NH₃, CH₄

AGV:

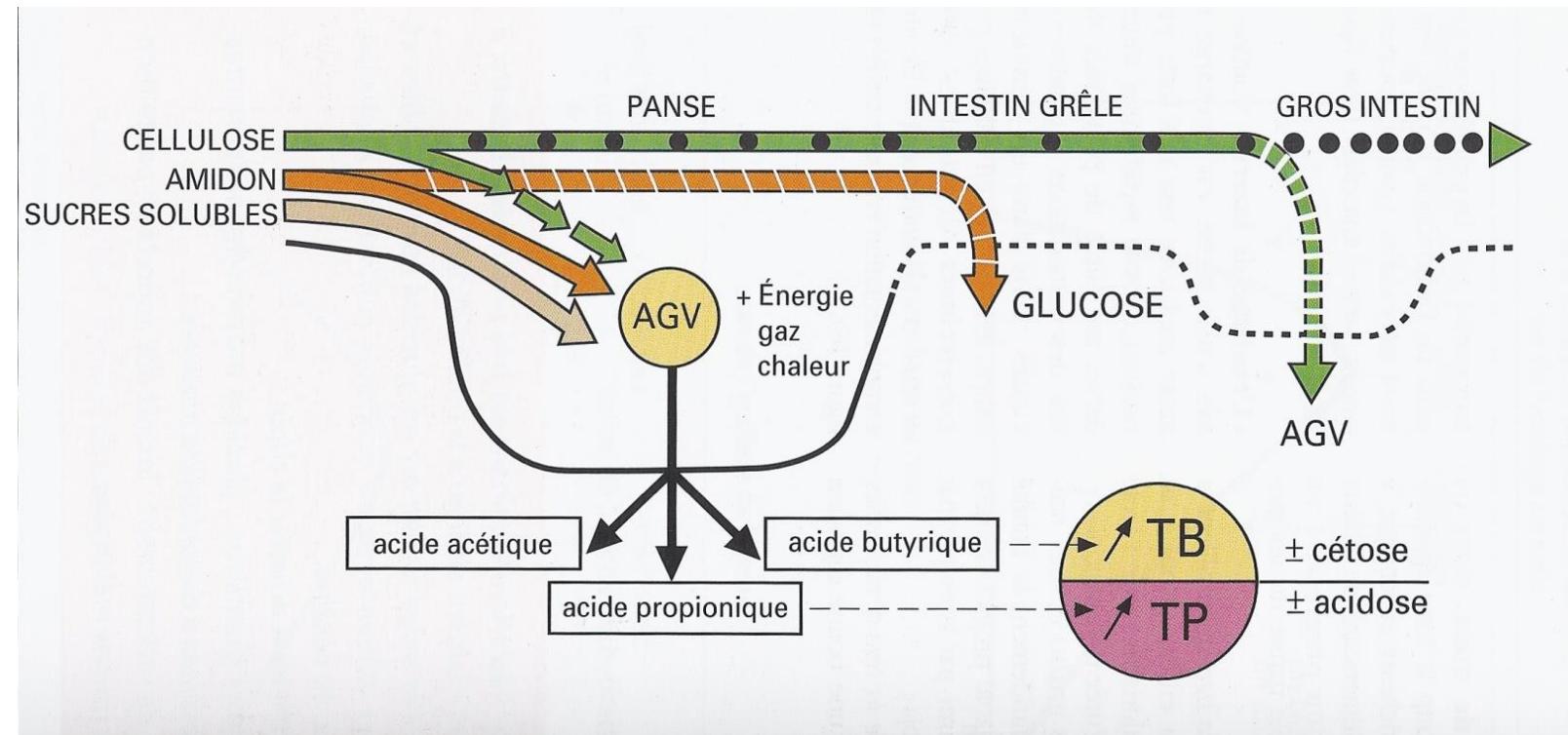
Acétate (C₂)
Propionate (C₃)
Butyrate (C₄)

- Dégradation: hydrolyse par les enzymes secrétées par les bactéries
- **Fermentation: Acides gras volatils (AGV) + gaz**
- Synthèse: AA, protéines

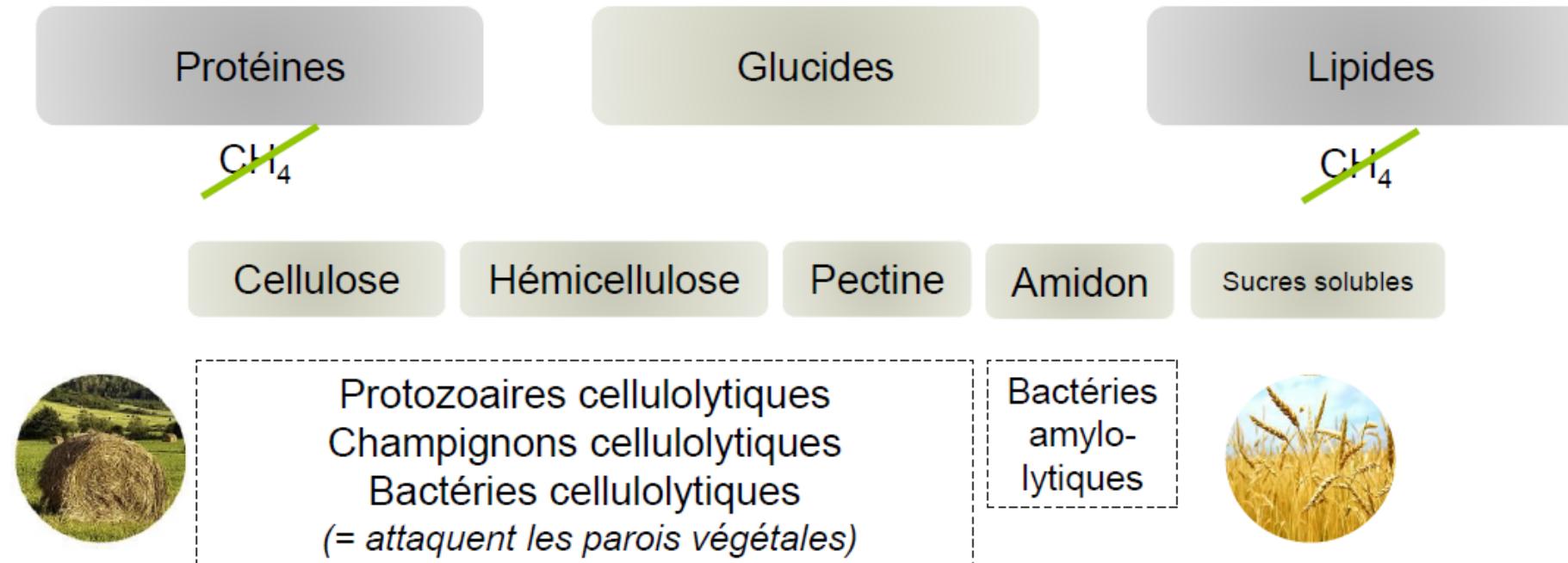
DIGESTION DES GLUCIDES

❖ Fermentation

- La fermentation de ces oses va donner des AGV et des GAZ (1000-2000 L/VL/j = 50/50 CO₂/Méthane = 5-8% pertes énergie)



La production de méthane par les ruminants



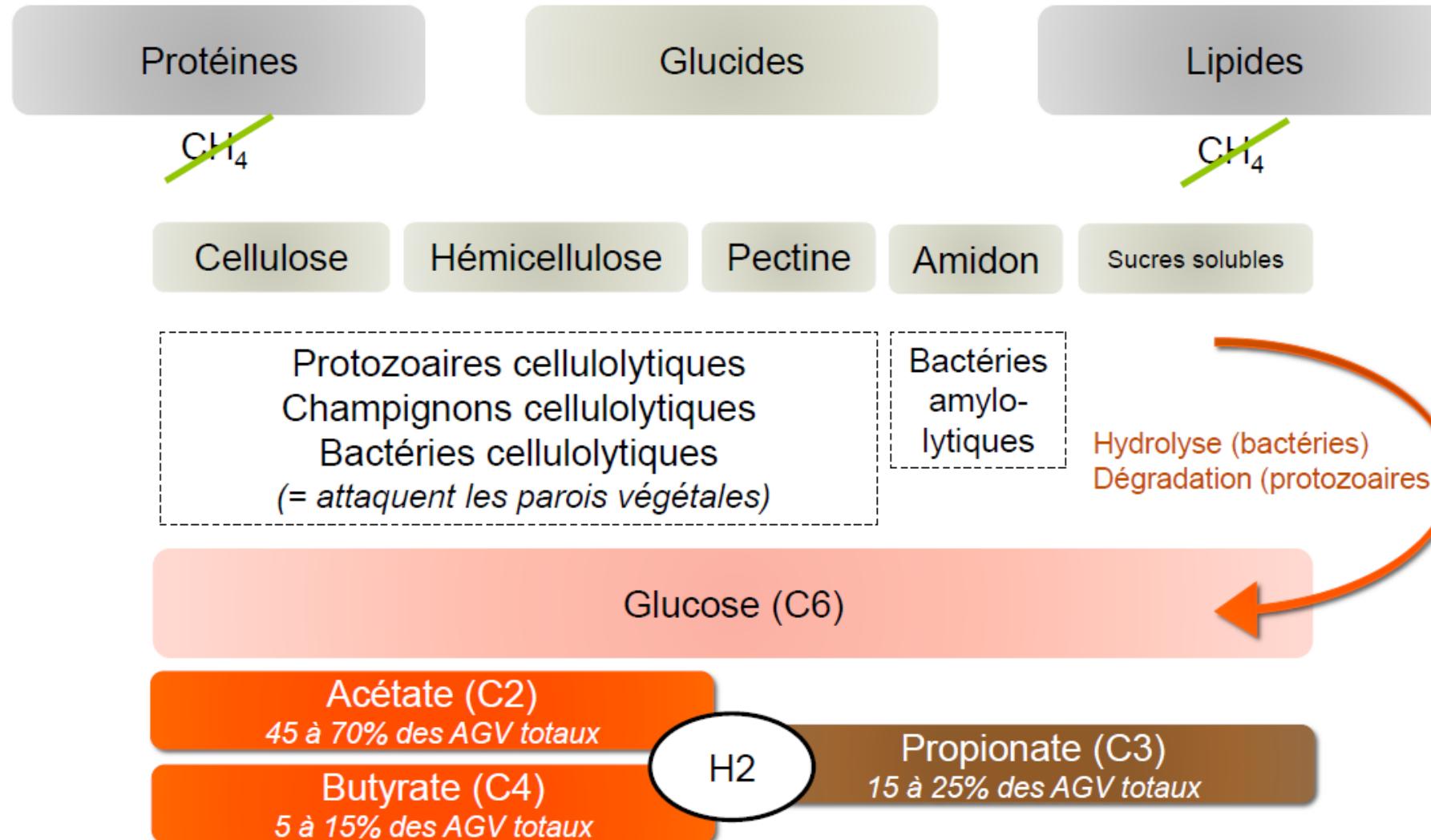
N.B.

La composition de la ration influence la composition de la population de microorganismes du rumen:

- un régime riche en fourrages favorisera le développement des bactéries cellulolytiques,
- un régime riche en céréales favorisera celui des bactéries amylolytiques.

Attention
aux
transitions
alimentaires

La production de méthane par les ruminants



La production de méthane par les ruminants

Protéines

Glucides

Lipides

Le H₂ doit être éliminé, 3 voies possibles:

Bactéries méthanogènes
hydrogénotrophes (1)
acétotrophes (2)

Perte d'énergie



1 glucose (C6)

$\rightarrow 2 \text{ propionate (C3)} + \text{H}_2\text{O}$
(2 voies: une produit de l'acide lactique, avec diminution pH rumen)

Risque acidose

Glucose (C6)

Acétate (C2)

45 à 70% des AGV totaux

Butyrate (C4)

5 à 15% des AGV totaux

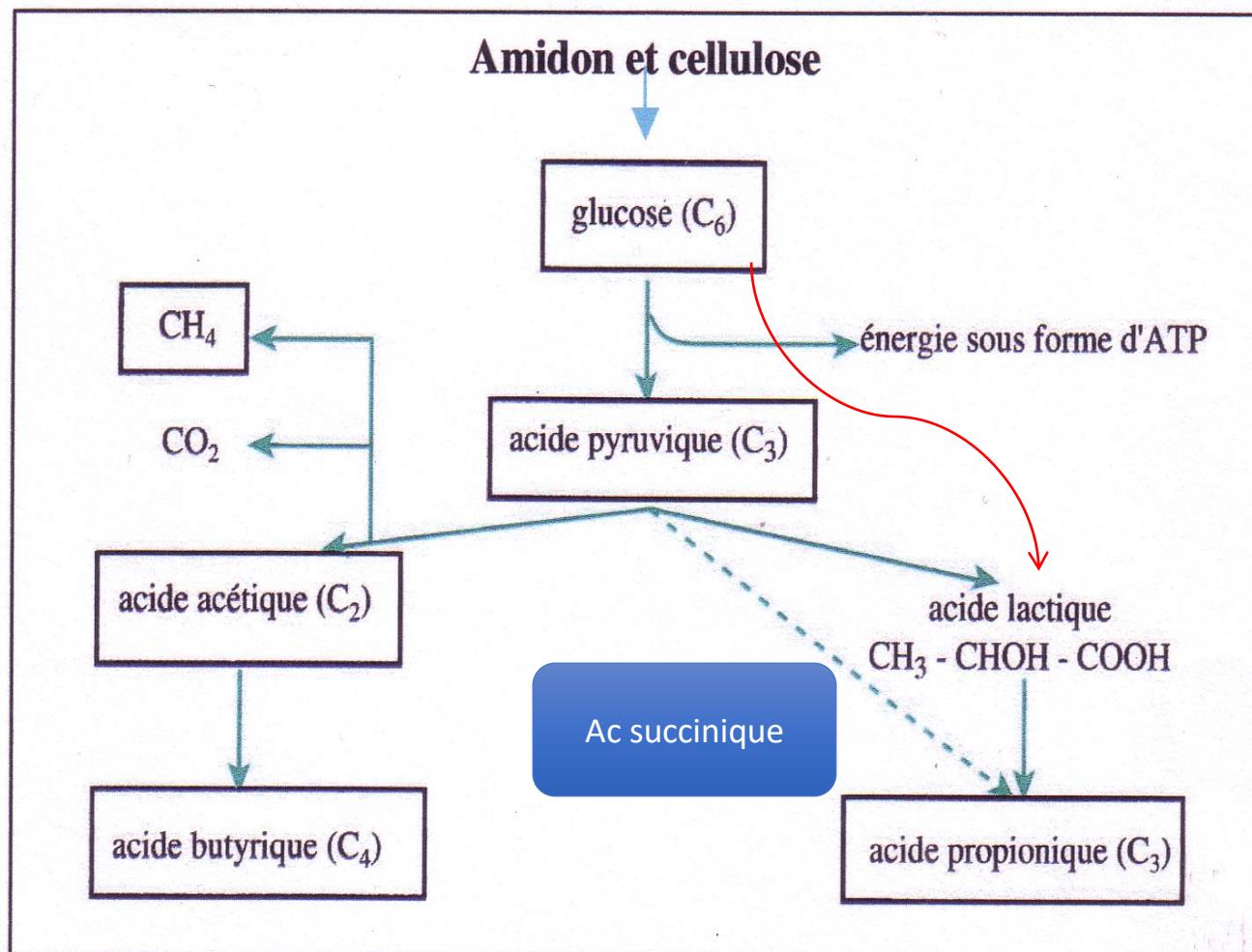
H₂

Propionate (C3)

15 à 25% des AGV totaux

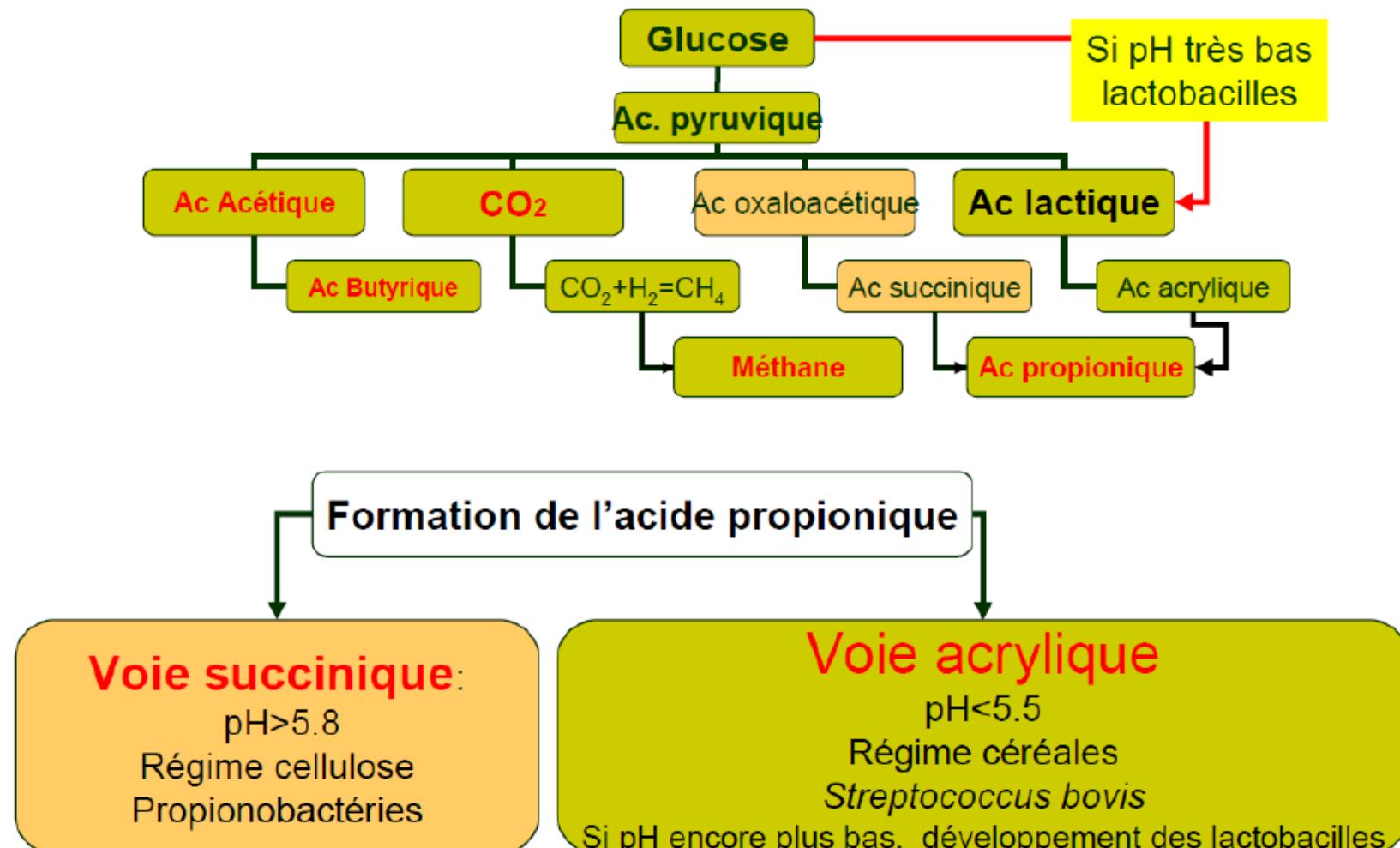
Aspects biochimiques

Fermentation du glucose dans le Rumen-Réseau



Si pH bas =
lactobacilles

Digestion des glucides dans le rumen



La production de méthane par les ruminants

- **Niveau d'ingestion**

\uparrow ingestion $>>$ \uparrow production d'AGV

- **Ration**

Ration	Acétate	Propionate	Butyrate
Riche en fourrages	70%	20%	10%
Riche en céréales	40%	40%	20%
Riche en sucres (betteraves)		↑	

- **pH**

\uparrow bactéries amylolytiques $>>$ pH \downarrow $>>$ \downarrow activité des bactéries cellulolytiques

\Rightarrow \downarrow acétate

\Rightarrow \uparrow propionate + acide lactique

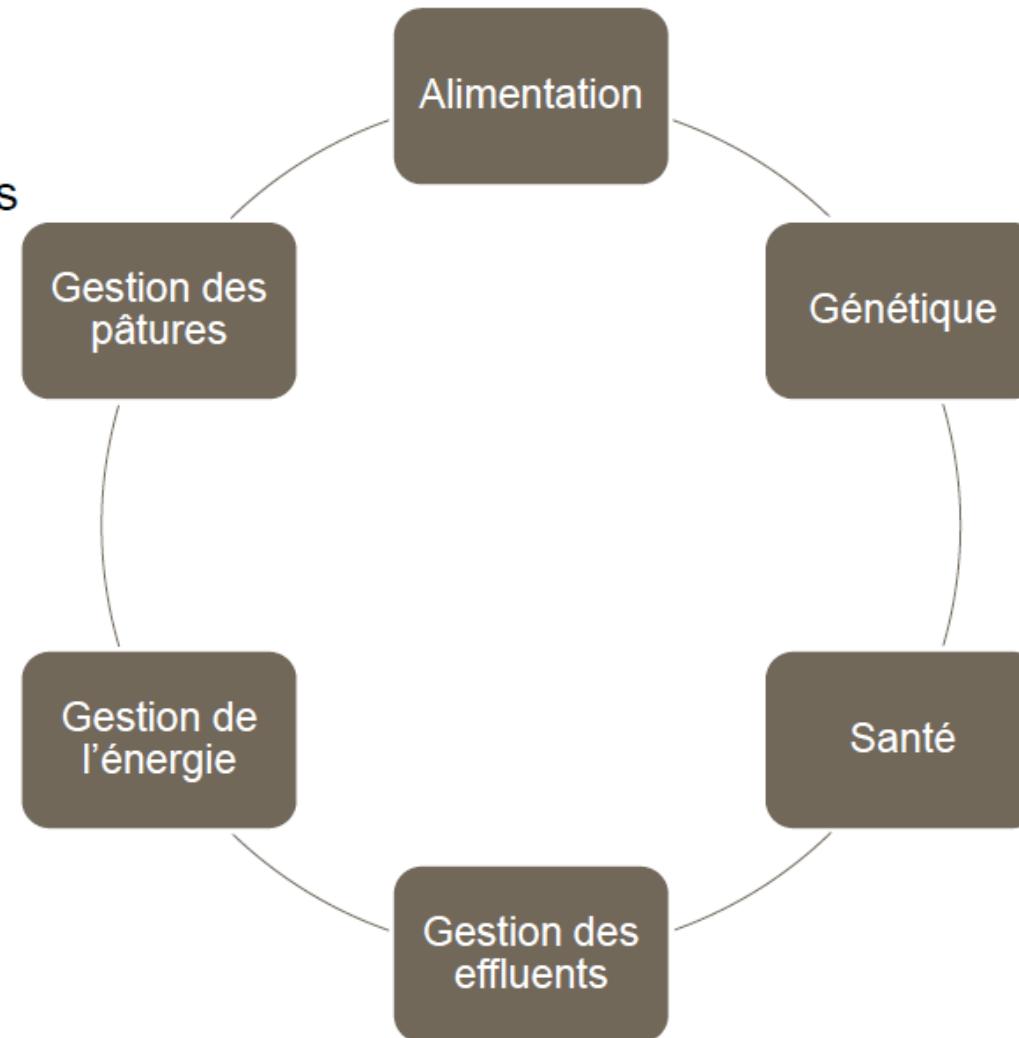
Quels leviers



Qualité des aliments
Composition
Techniques
d'alimentation

Digestion

Décomposition du
fumier/lisier



Techniques:
**Alimentation
de précision**

Production de
matières
premières
moins
demandeuses
en énergie

Quels leviers possibles?

- **Composition de la ration**

- Modifier la proportion fourrages / concentrés
- Exploiter l'herbe à un stage précoce
- Apporter des lipides inhibant la méthanogénèse : graines et huile de lin, ~~huiles de palme~~, colza et noix de coco
- Apporter des légumineuses riches en tannins condensés inhibant la méthanogénèse : sainfoin, lotier, sulla
- Additifs alimentaires



GASOLESS

Pierre angulaire des solutions de conversion de l'énergie perdue sous forme de méthane entérique en plus de lait et de meilleure qualité.

Association d'extraits de plantes, d'huiles essentielles et d'algues marines.

Amélioration de l'efficacité alimentaire. Plus de lait, plus de CLA et Oméga3,

Efficacité prouvée scientifiquement par la technique SF6 et approuvée par le terrain. Moins d'émissions de méthane.

Jusque 2L de lait en plus, +50% CLA, -18% méthane.



Quels leviers possibles?

- **Additifs alimentaires diminuant la méthanogénèse:**
 - Antibiotiques (action inhibitrice des bactéries produisant de l'H₂, interdits depuis 2006)
 - Chimiques (précurseurs du propionate: fumarate, aspartate, malate)
 - Naturels (huiles essentielles, pouvoir bactéricide, proche des effets des antibiotiques mais mieux accepté)
 - Extraits d'ail, de piment, de yucca et de cannelle (CARDOZO et al., 2004)
 - Extraits de rhubarbe et de bourdaine (GARCIA-GONZALEZ et al., 2006),
 - Sérum de luzerne obtenu après pressage de luzerne fraîche et élimination des protéines par flocculation (JOUANY et al., 2005)
- **Techniques de fabrication des aliments**
 - Granulage, meulage : ↓ temps de séjour des aliments dans le rumen, ↓ temps de ruminant, ↓ salivation, ↓ pH, ↓ flore cellulolytique, ↓ acétate, ↓ CH₄
- **Changer la population de microorganismes du rumen**
 - Ajout de probiotiques
 - Ajout de bactéries acétogènes
 - Ajout de bactéries capable d'oxyder le méthane

Source: Comment réduire la production de méthane chez les ruminants ? C. Martin, et al., Fourrages (2006) 187, 283-300

Pollution de l'eau et du sol

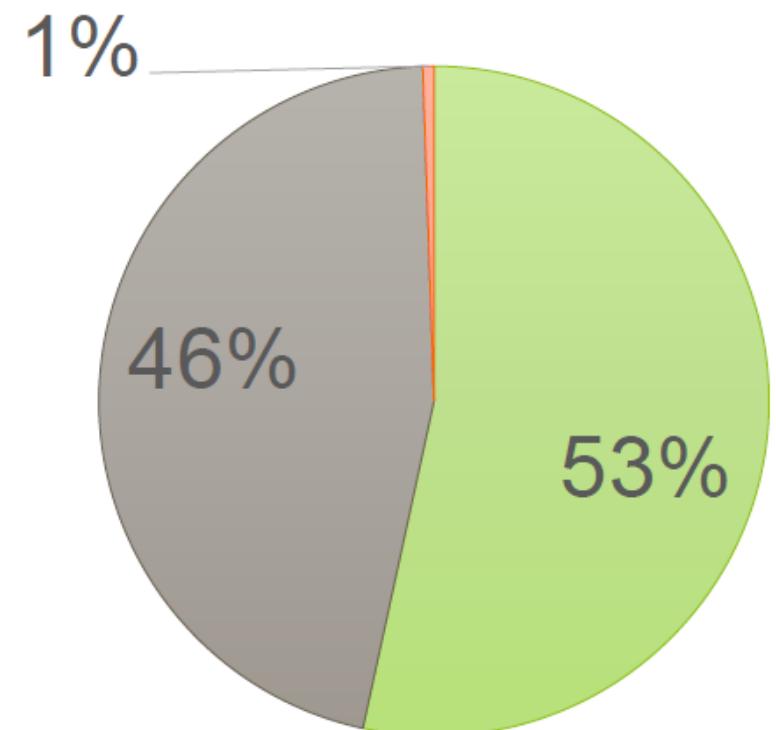
Azote

Phosphore



France:

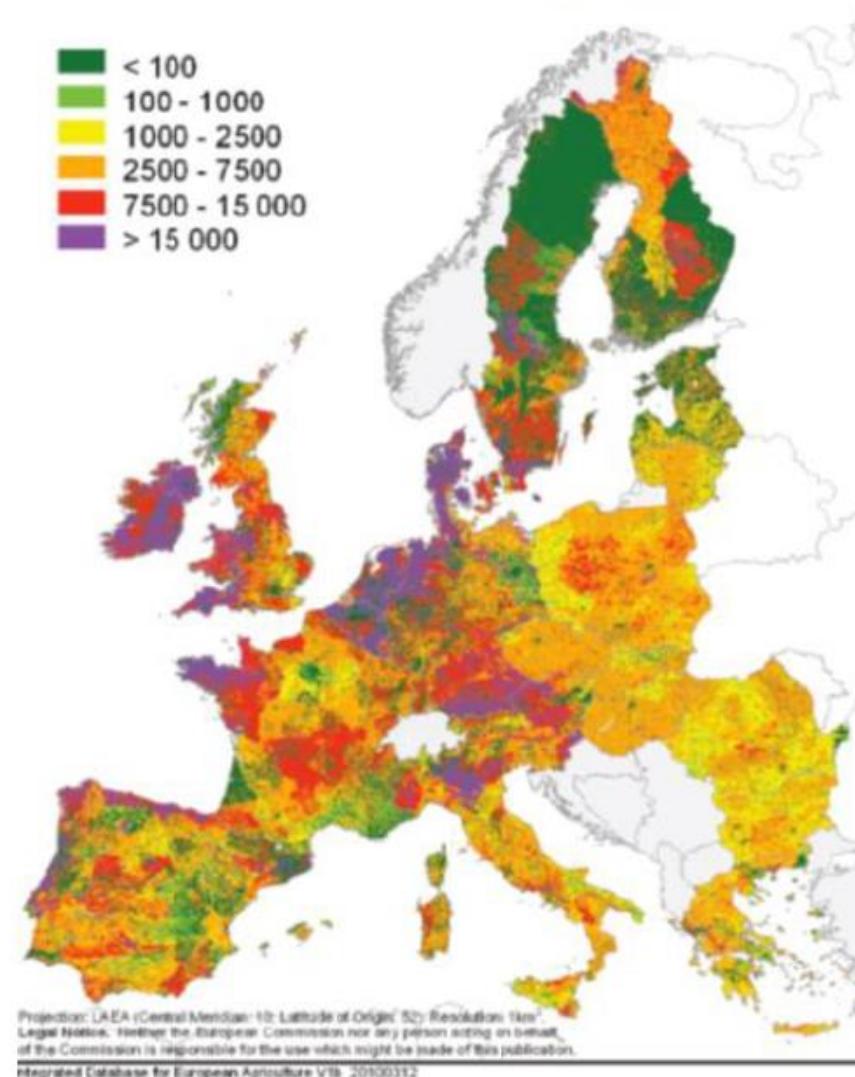
Apports annuels d'azote pour fertiliser les sols



3951 kt d'azote +
500 kt (Fixation
symbiotique de
l'azote de l'air par
les légumineuses)

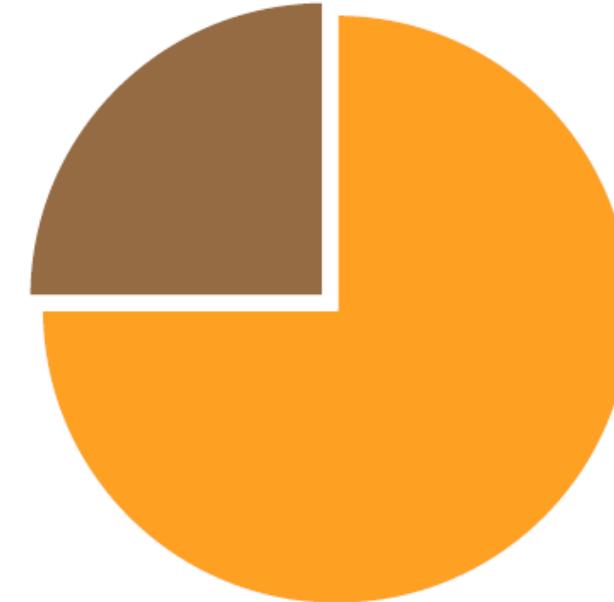
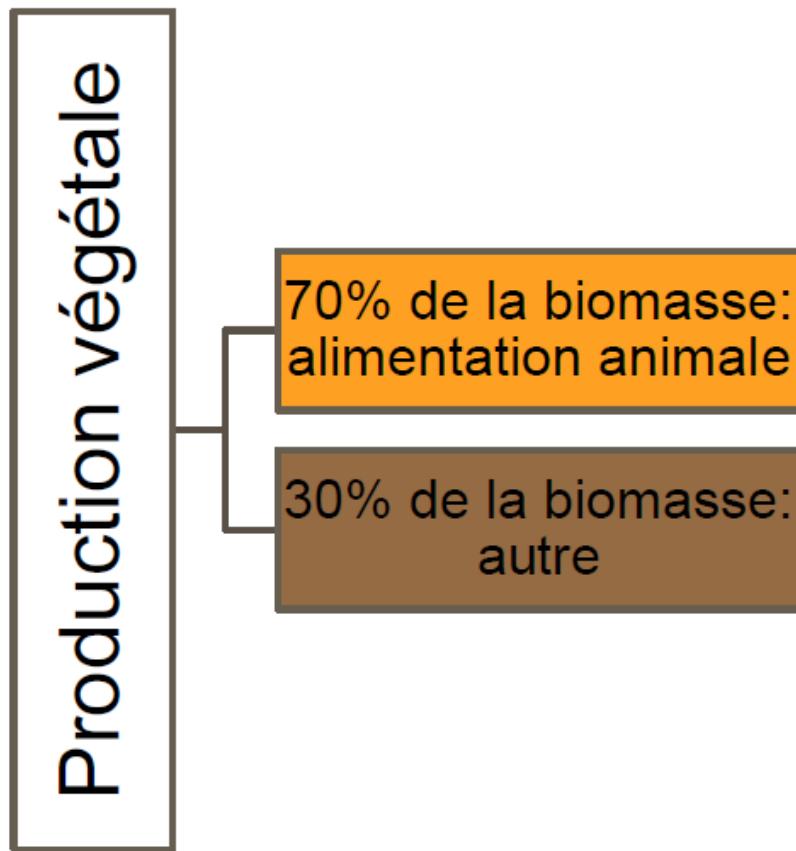
- Engrais minéraux (2110 kt)
- Effluents d'élevage (1820 kt)
- Boue de stations d'épuration et de composts (21kt)

Europe: consommation d'azote (kg N/km²/an)



Source: *Impact of
Livestock on
Environment, An
overview by
Cledwyn Thomas
and Ad van
Vuuren, 2013*
**FP7 Rednex
Project**

France: utilisation de l'azote par l'alimentation animale



$\frac{3}{4}$ des apports azotés sont destinés à l'alimentation animale

Contribution de l'élevage aux émissions nationales

Part des émissions nationales issus:	Nitrate	Ammoniac	Protoxyde d'azote
Effluents d'élevage	25-30%	80%	35-40%
Production d'aliments + effluents d'élevage	50%	90%	70%

[Acidification (pluies acides)
Eutrophisation des milieux (algues vertes)
Pollution de l'air (formation de particules atmosphériques)



Impacts sur la santé et la biodiversité

Contribution de l'élevage aux émissions nationales

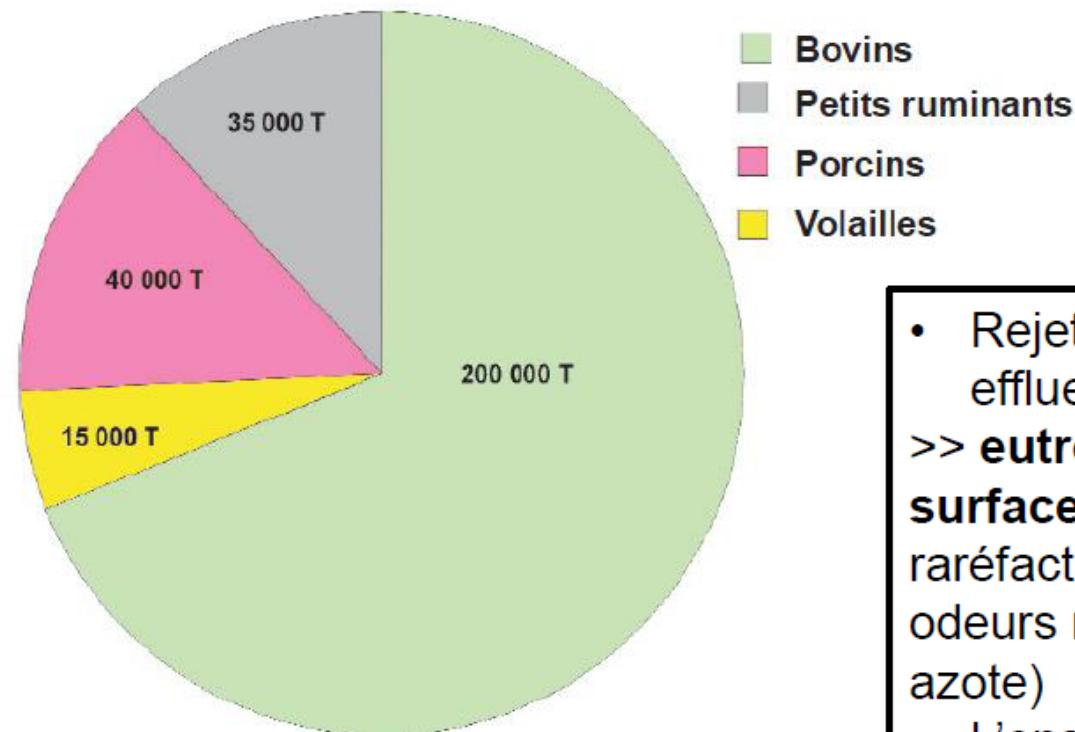
Part des émissions nationales issus:	AIR		
	Nitrate	Ammoniac	Protoxyde d'azote
Effluents d'élevage	25-30%	80%	35-40%
Production d'aliments + effluents d'élevage	50%	90%	70%

eau

La présence largement majoritaire de prairies au sein des territoires réduit les risques pour l'environnement, à la fois celui de fuites de nitrate et celui d'émissions d'ammoniac.

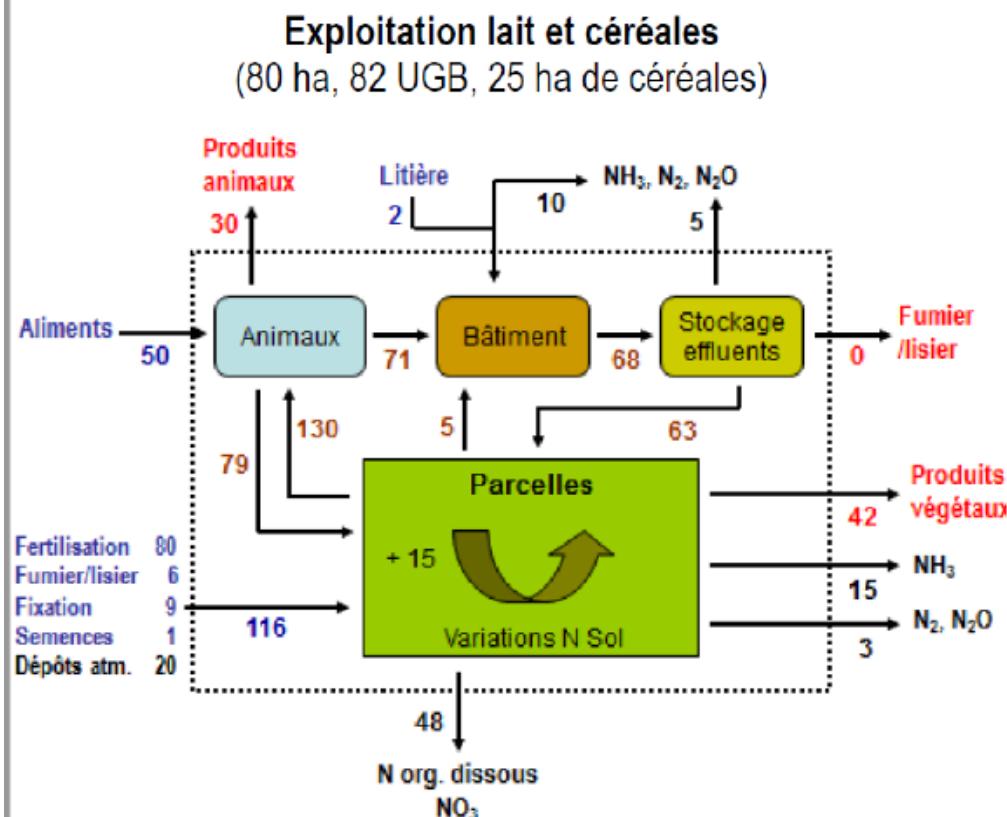
Rejets phosphores

Figure 1. Origine des rejets en phosphore dans les effluents d'élevages.

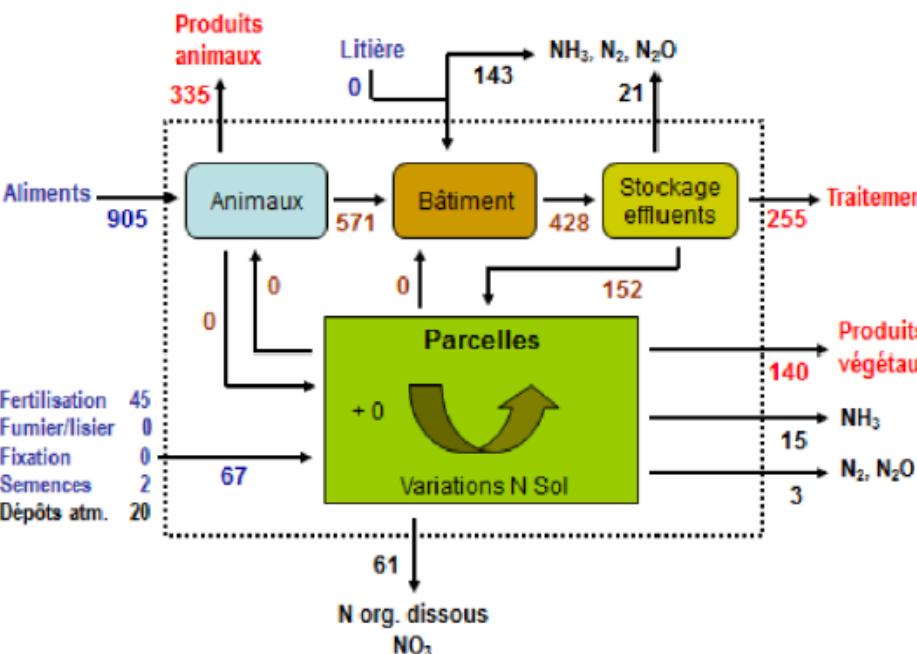


- Rejets annuels de P dans les effluents d'élevage: 300 000 T
>> eutrophisation des eaux de surface et ses conséquences: raréfaction de la vie aquatique, odeurs nauséabondes... (avec azote)
- L'ensemble de l'activité agricole ne représente que 20% des rejets phosphorés.
- Source d'engrais

Flux d'azote: diversité et variabilité selon les types de production

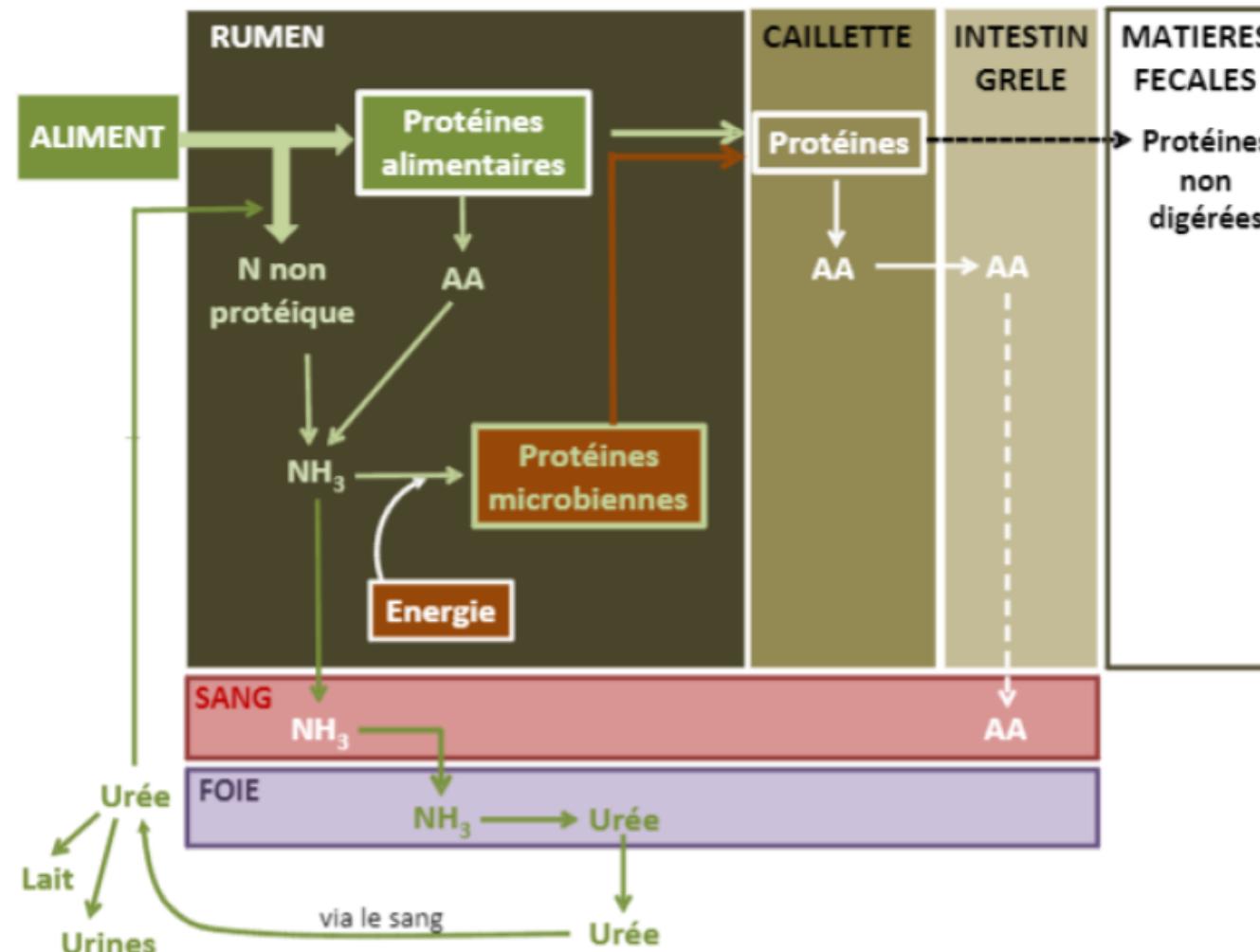


Exploitation porc et céréales
(84 ha, 400 truies, naisseur-engraisseur avec traitement des lisiers)



Flux d'azote moyens (en kg N/ha/an) pour deux exploitations intensives typiques de l'Ouest français

Métabolisme des protéines chez les ruminants



Source: L'alimentation de la vache laitière Physiologie et Besoins, CUVELIER et al., > 2010, Belgique

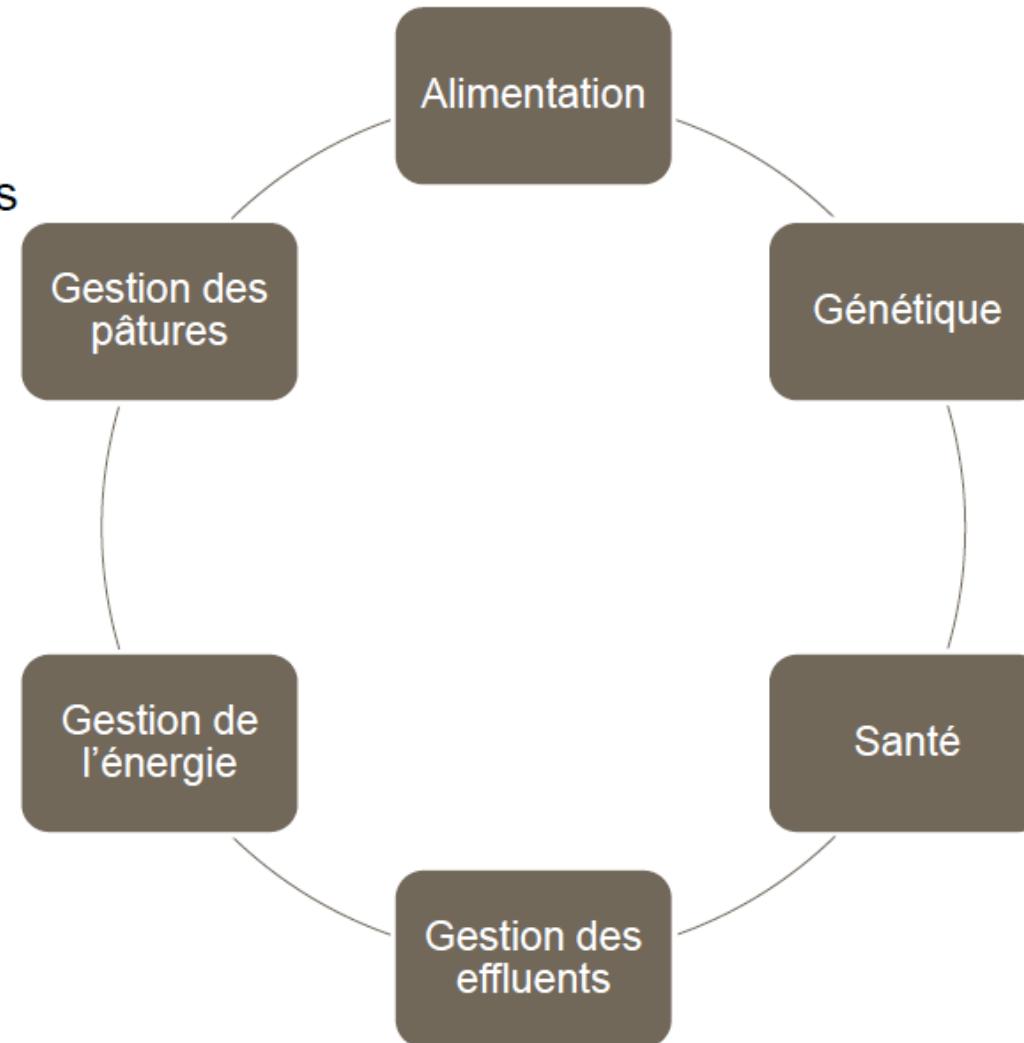
Quels leviers



Qualité des aliments
Composition
Techniques
d'alimentation

Digestion

Décomposition du
fumier/lisier



Techniques:
**Alimentation
de précision**

Production de
matières
premières
moins
demandeuses
en énergie

Alimentation de précision



- **Alimentation par phases**

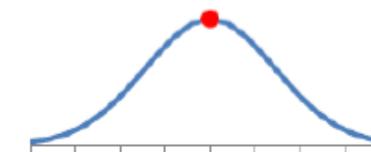
= la stratégie d'alimentation la plus couramment utilisée pour l'élevage de porcs charcutiers.

= une phase, un même aliment à tous les porcs du troupeau avec des niveaux de nutriments optimisant leur performance.

VARIABILITE des besoins nutritionnels entre individus
(et dans le temps)

Une hétérogénéité des besoins & des quantités ingérées selon:

- les caractéristiques / potentiel de l'animal
- les caractéristiques / quantité d'aliment



Quand on n'en tient pas compte:
>> Niveaux excessifs de nutriments

• **Besoins nutritionnels**
(ex.: Lys, g/MJ EN)

- **Alimentation de précision (multiphasés)**

= les porcs sont nourris individuellement avec des aliments adaptés en temps réel à leur profil de consommation et de croissance (Pomar et al., 2009).

Principes de l'alimentation de précision

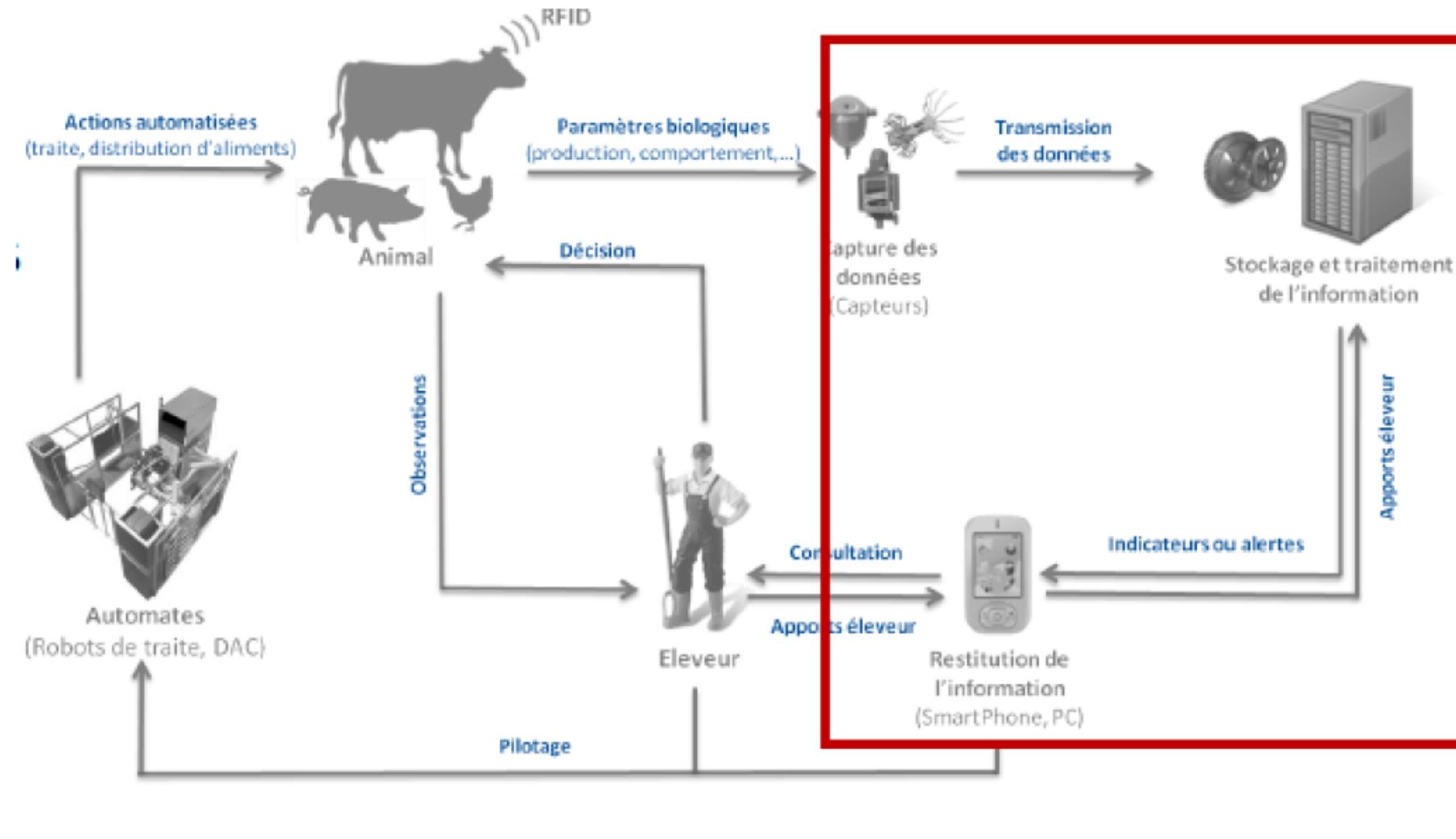
- Echelle individuelle: variation individuelle/temporelle

- Caractérisation fine des besoins
- Caractérisation fine des apports



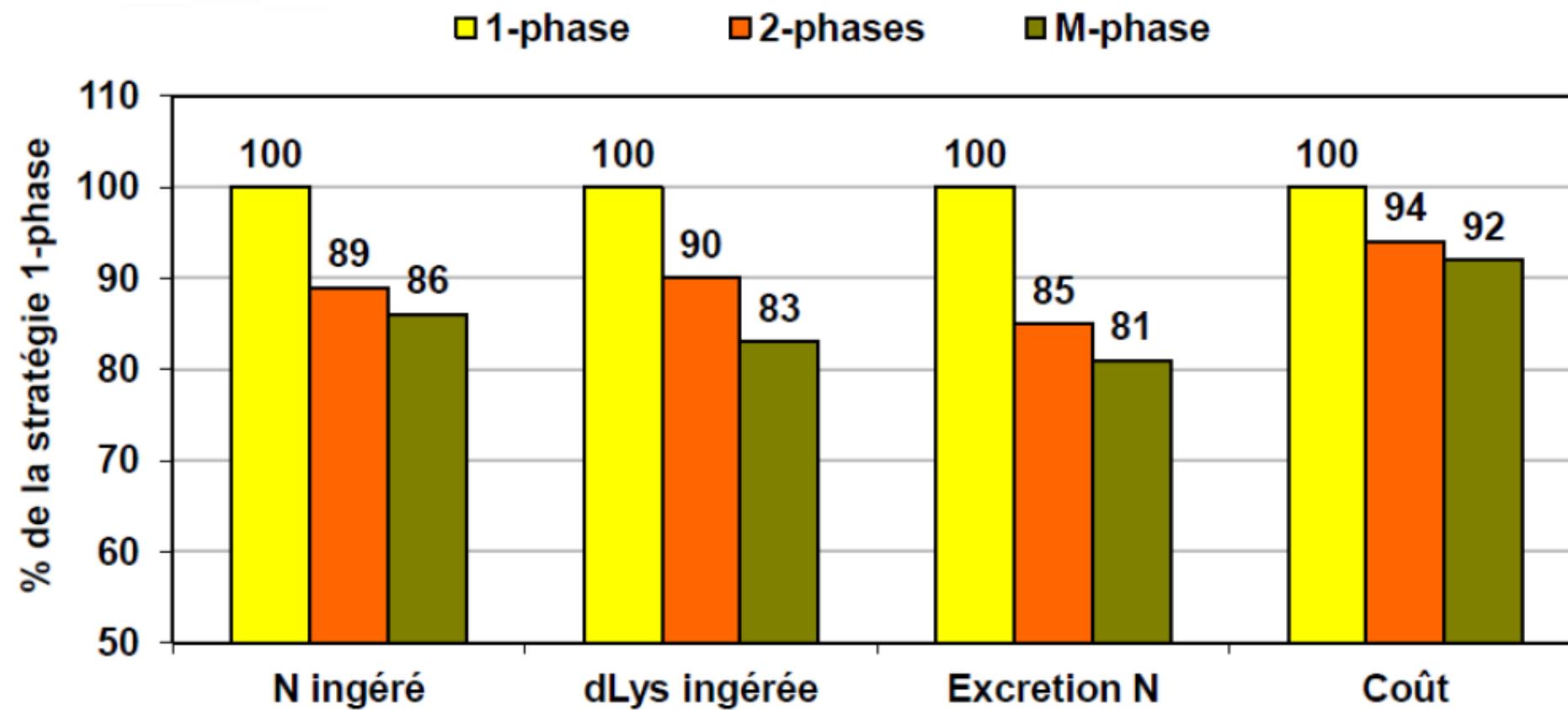
- Objectifs:
 - Réduction des coûts
 - Réduction des rejets
 - Adaptation / qualité recherchée

Principes de l'alimentation de précision



Une meilleure efficacité alimentaire

- Effet de l'ajustement des apports aux besoins de la truie en gestation-lactation (Dourmad et al., 2012)



Autres leviers

- Digestibilité des aliments
 - Phytase >> améliorer la disponibilité en Phosphore
- Leviers réglementaires
 - Directives Nitrates (1991)
 - ZONES VULNERABLES
 - Limite maximale pour l'épandage des effluents d'élevage (170 kg N / ha / an)
 - Bandes enherbées
 - Plan de fumure...

Conclusions

- Pollution eau, air, sols par les activités d'élevage
 - Animal
 - Exploitation Agricole
 - Chaîne de production (amont, aval)
- Compréhension des mécanismes biologiques (ruminants, monogastriques)
- Leviers:
 - Digestibilité des aliments
 - Adapter les valeurs nutritives
 - Pratiques d'alimentation: Adapter les rations
 - Adapter les techniques de fabrication des aliments
 - Limites réglementaires