

INRAE



➤ Réduire les émissions de GES des troupeaux de ruminants

J.L. Peyraud





Les voies d'atténuation des émissions

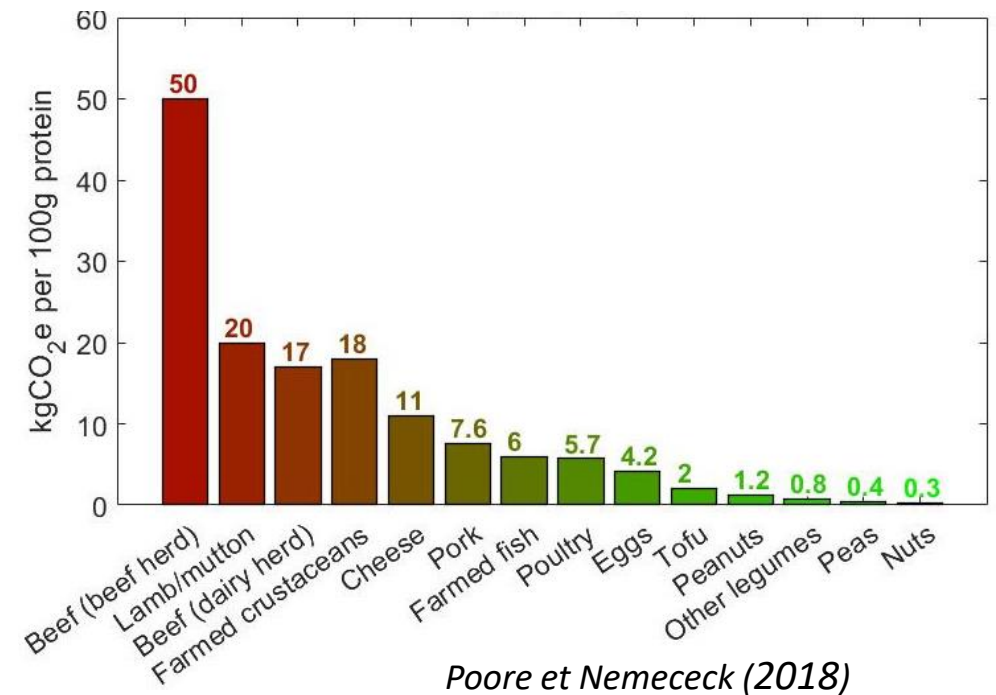


INRAE

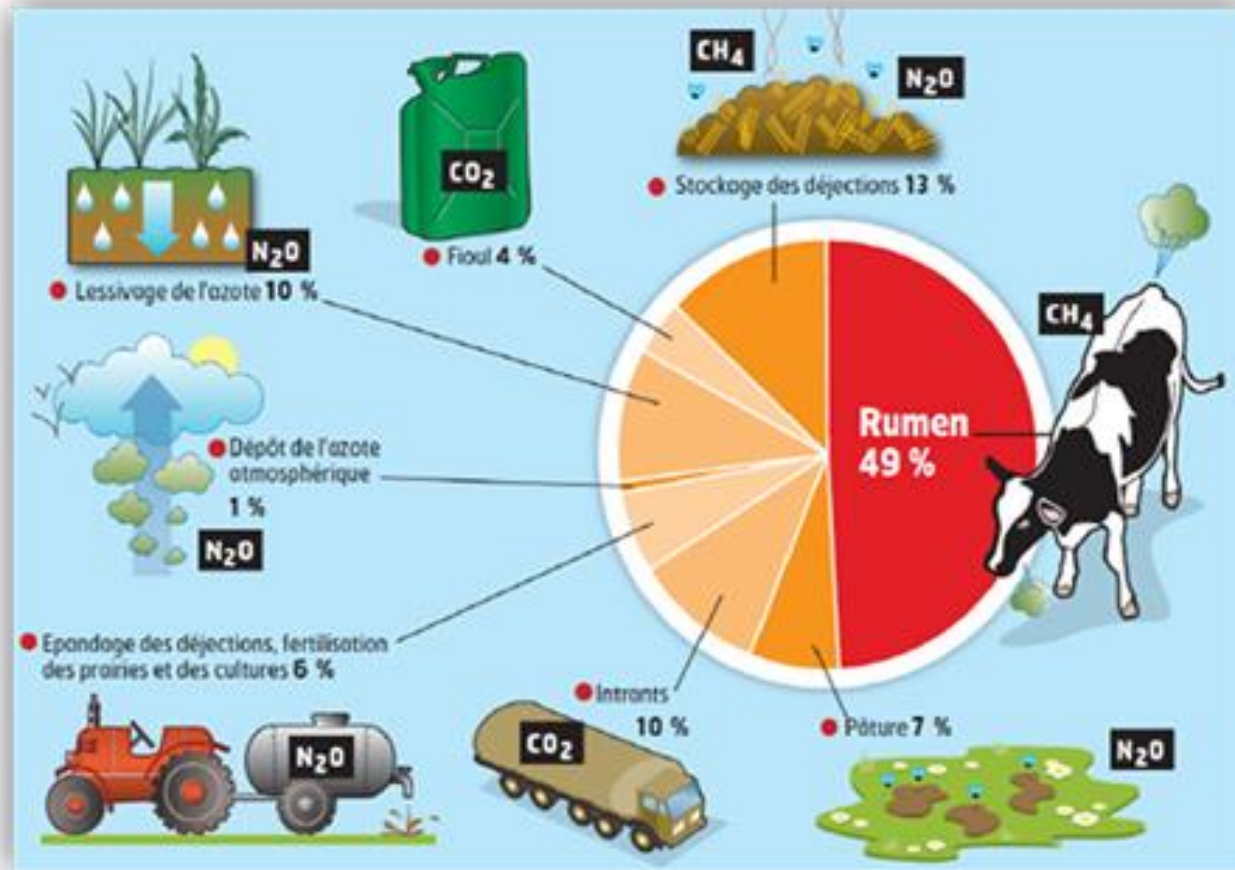
Contribution de l'agriculture à la réduction des GES pour atteindre la neutralité C en 2050

Face aux objectifs de mitigation ambitieux qui ont été fixés, quelles stratégies adopter ?

- Stratégie SNBC : 40% réduction en 2030/1990
 - Elevage très concerné
- Des stratégies réellement efficaces et qui peuvent être validées et mesurées
- Des stratégies qui se traduisent par des effets positifs dans les inventaires nationaux
- Des stratégies qui ne correspondent pas forcément à des coûts, dans l'idéal gagnantes – gagnantes



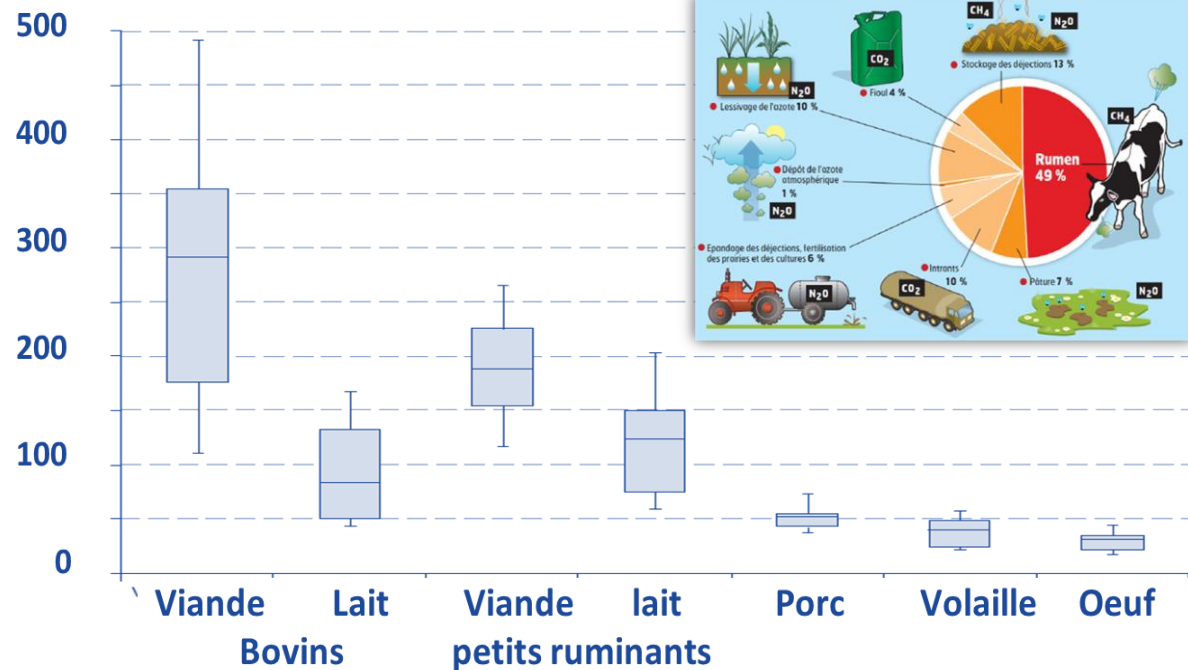
Les postes d'émissions dans les exploitations bovines



- le méthane entérique des ruminants représente la moitié des émissions de l'exploitation
- Les émissions de méthane se répartissent entre
 - 71% fermentation entérique
 - 29% gestion des effluents

Les options d'atténuation des émissions de GES

Kg eq CO₂ / kg protéines



Adapté de Gerber et al., 2013

Diffusion des pratiques mises en oeuvre dans les troupeaux efficaces de la région

Efficiencia du troupeau (CH₄ rumen)

Agroécologie et Circularité (CH₄, N₂O, CO₂)

Volume

Pratiques alimentaires
Animaux peu émetteurs
Gestion des troupeaux

Utilisation des effluents

Recours aux légumineuses
Recouplage élevage et cultures
Choix des matières premières
Séquestration de C dans les sols
Production d'énergie (effluents)

Réduction de la production

Diffusion des pratiques des élevages les plus performants

- Des marges de manoeuvre importantes

Lait	CH ₄	Top 10
GES (kg eq CO ₂ /kg lait)	0.98	0.79
Lait (kg/vache/an)	7480	8146
Engrais N (kg/1000 L)	25	18
Concentré (g/L lait)	171	157

Viande bovine	CH ₄	Top 10
GES (kg eq CO ₂ /kg PV vide)	18.3	12.5
Energie fossile (MJ/kg PV vide)	10.7	6.9
Engrais N (kg/ha)	28	17
Concentré (kg/animal/an)	561	486

Dollé et al. (3R 2020)



Les voies d'atténuation du méthane entérique



INRAE

Contribution de l'agriculture à la réduction des GES pour atteindre la neutralité C en 2050

CH₄ entérique : la composition des rations

	Réduction du CH ₄ / kg ingéré ou / kg produit	Autres effets
Apport de concentré et niveau d'alimentation	• Réduction de 5 à 15% (zones habituelles) • Effet prédictible (INRAtion) <i>(Sauvant et al, 2018)</i>	• Compétition avec alimentation humaine • Qualité produits ?
Nature/qualité du fourrage	• Effets modestes (de l'ordre de 5%) • Intérêt de l'Herbe verte et des légumineuses • F. Conservés : Ens Mais vs Foin ou ens Herbe	• Services environnementaux • + qualité produit (herbe) • Effet non prédictible

(d'après Doreau et al, 2011)

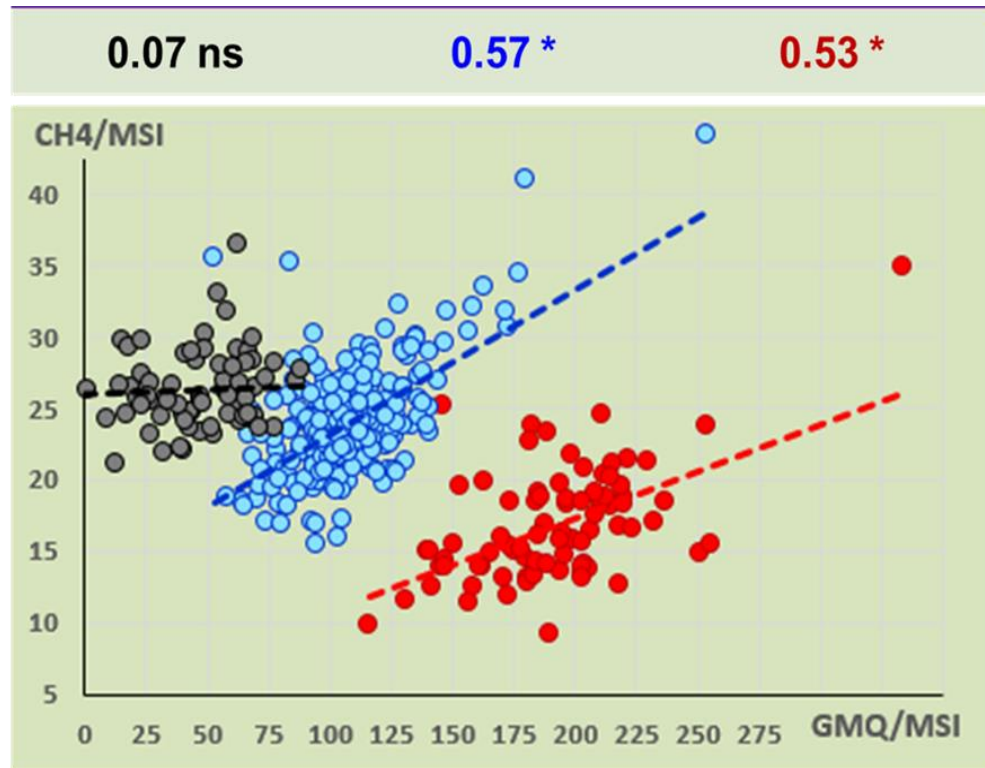
CH₄ entérique : les additifs alimentaires

	Réduction du CH ₄ / kg ingéré ou / kg produit	Autres effets
Lipides, AGPI dont ALA (C18:3 - omega3)	• Effet variables selon les AG • ALA : 15 à 20%, effet persistant long terme	• Accroissement de la teneur en ALA des laits avec le lin
Inhibiteurs chimiques: (méthyl) 3NOP (DSM)	• Réduction de 20 à 30%, effet persistant à long terme	• Présence de résidus ? • Pas d'AMM
Tanins et huiles essentielles	• Tanins : réduction de 10 à 20% (lotier) • HE : effets plus modestes (< 5%) • Effet très variable selon l'origine	• Production fourrages-tanins ? • Autres effets digestifs ? • Effet non prédictible
Algues rouges	Réduction jusqu'à 70-80% (<i>Roque et al., 2021</i>)	• ?

(d'après Doreau et al, 2011; Patra et al, 2017)

- **ALA : Mesure des effets à partir du profil des AG du lait** (*Brevet Valorex-INRAe*)
- **Coût de la supplémentation, quelle compensation par les marchés, marchés C ?**

CH₄ entérique : la voie de la génétique



74 génisses (Foin) 252 génisses (Ensilage Herbe) 81 taurillons (Pellets)

- **Antagonisme avec l'efficacité de la digestion**
 - Les animaux les plus efficaces semblent avoir une meilleure digestibilité de la cellulose et produisent plus de CH₄
 - L'amélioration de l'efficacité alimentaire ne semble pas permettre de réduire les émissions de CH₄
 - Sélection directe sur les émissions de CH₄ ou leurs déterminants

(Renand et al., 2018; Mc Donnell et al., 2016,

CH₄ entérique : la conduite de l'élevage

Facteur de conduite	Potentiel de réduction des émissions de CH ₄ /L lait
Avancer l'âge au 1 ^{er} vêlage de 36 à 24 mois	9
Limiter le taux de renouvellement de 40 à 25%	13

Dall-Orsoletta et al., 2019

- **L'élevage des génisses et la carrière trop courte des vaches sont des postes qui coutent cher en terme d'émissions (GES, nitrates...)**

CH₄ entérique : Evolution du troupeau national

- Repenser la production de viande

- Produire plus de viande à partir du troupeau laitier
- Finir les animaux ni trop tôt (veaux boucherie) ni trop tard (bœuf)
- Engraisser en France plutôt que d'exporter des broutards



Naisseur-Engraisseur :
12 - 14 kg eq-CO₂/kg EC



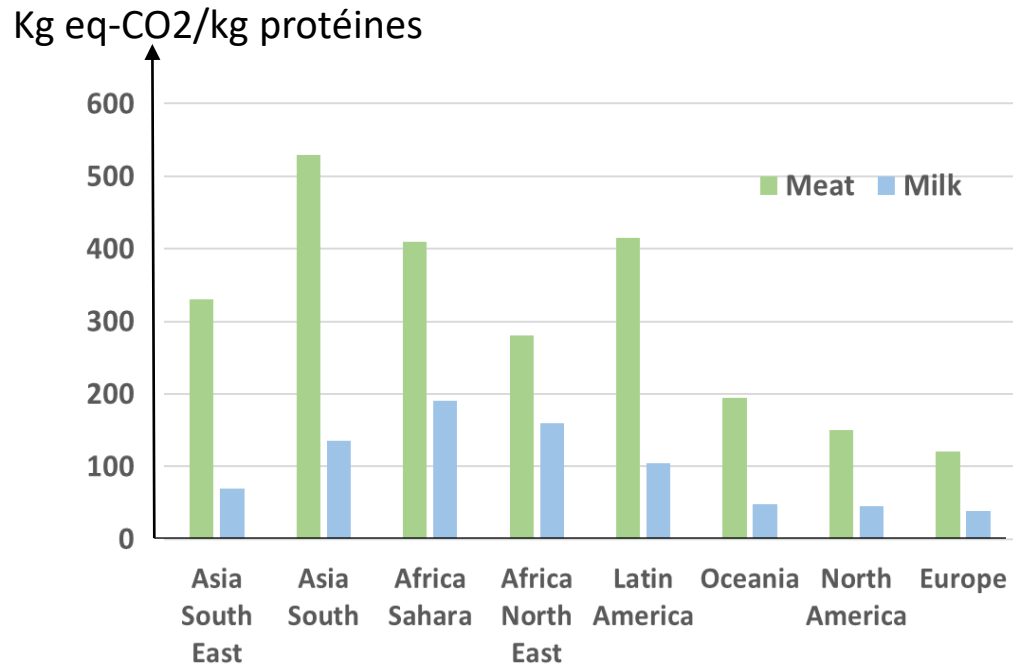
JB du troupeau laitier:
5 – 7 kg eq-CO₂/kg EC

(Dollé et al, 2015)

Kg eq carcasse / bovin présent	
Italie	133
France	95

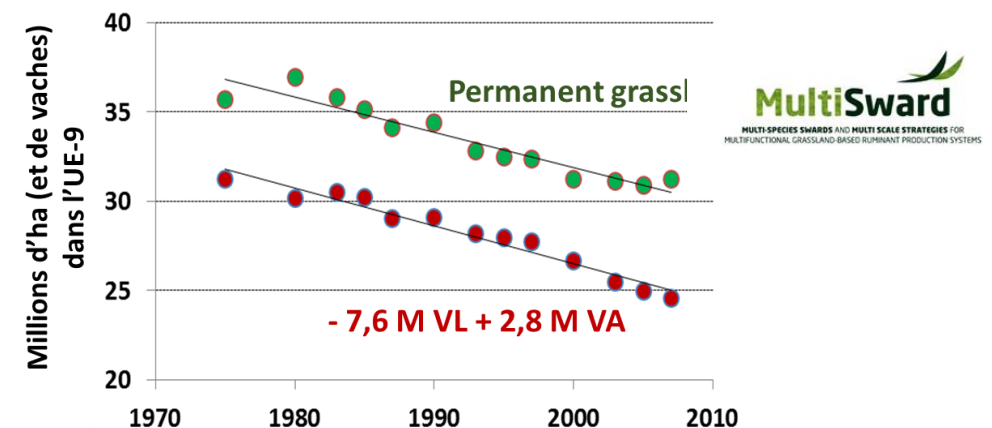
CH₄ entérique : réduire la production en Europe

- La réduction de l'élevage réduira les émissions en Europe mais risque de



Peyraud et Mc Leod, 2020 (Adapté de FAO données, 2017)

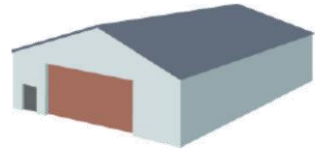
- Accroissement des émissions mondiales par transfert de la production vers des régions moins efficaces
- Réduction des surfaces en prairies avec perte de biodiversité et déstockage de C



L'atténuation des émissions non entériques



La gestion agronomique des effluents



Bâtiment

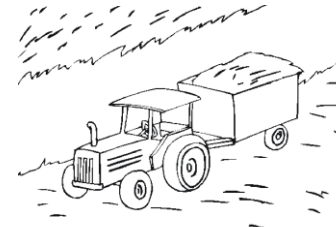
NH_3
 CH_4

27 %
(CH_4 entérique)



Stockage

26 %
10 %



Epandage

32 %
8 %



Pâturage

15 %
7 %

	Réduction émission NH_3	Réduction émissions CH_4 et N_2O
Eviter mélange Urine et Fèces	30%	0 (CH_4), + (N_2O)
Couverture des fosses	Jusqu'à 80%	- CH_4 (augmentation temp)
Réduction durée stockage	+	+
Vidage fosse avant saison chaude	+	+ (CH_4)
Enfouissement rapide / épandage	Jusqu'à 90%	+

Henning L. et al 2011; Martin et al. 2013; CITEPA 2019

Utilisation des légumineuses : un quadruple effet

- Réduction de la consommation d'énergie fossile
- Réduction des émissions de N₂O

100 kg ammonitrate	CO ₂ (kg)	N ₂ O (kg)
Synthèse	225	1,9
Epandage		1,7

Emissions de N2O au champ (Kg/ha)	
Graminées fertilisées	4,49
Trèfle blanc - Luzerne	0,79 - 1,99
Prairie d'associations	0,54

(Jensen et al, 2012)

- Stockage de C dans les sols
 - Stocker du C nécessite du N (80 kg N/t C), les légumineuses recouplent les cycles C et N
 - C sol Prairies graminées fertilisées < C sol prairies d'associations (Mortensen et al., 2004)

- Réduction du besoin en Soja importé

Ens maïs+ T. Soja	Prairies d'association, luzerne MCPI
T. soja importé	Légumineuses à graines,

Séance hebdomadaire « protéines » AAF, (Mars 2021)



Recouplage de l'élevage et des cultures



	Avant	Après
Score diversité fonctionnelle	8,6	10,4
Score d'interaction des productions	10,1	22,4
Production (t MS/ha)	8,7	8,4
Lait et viande (kg/ha)	9490 - 1104	8144 - 1138
Emissions CH ₄ (kg/ha)	313	269
N-N ₂ O (kg/ha)	5	5

- L'évolution de pratiques vers davantage de mixité au sein d'une même situation améliore les résultats environnementaux

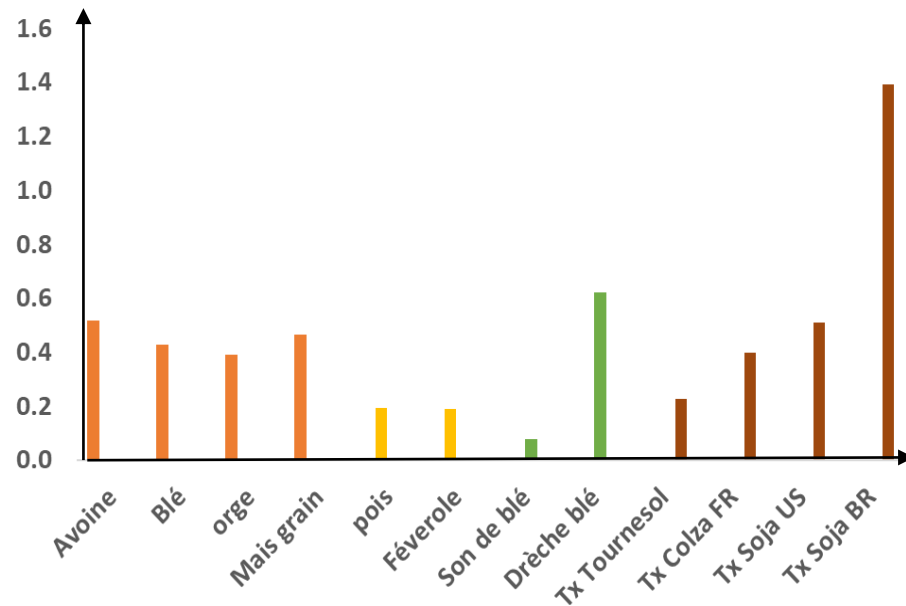
- 10 fermes situées en Europe (FR, GB, IR, PB, DE)
- Alimentation protéique locale, valorisation effluents, bas niveaux d'intrants

Chambaut et al., 2015

Le choix des aliments

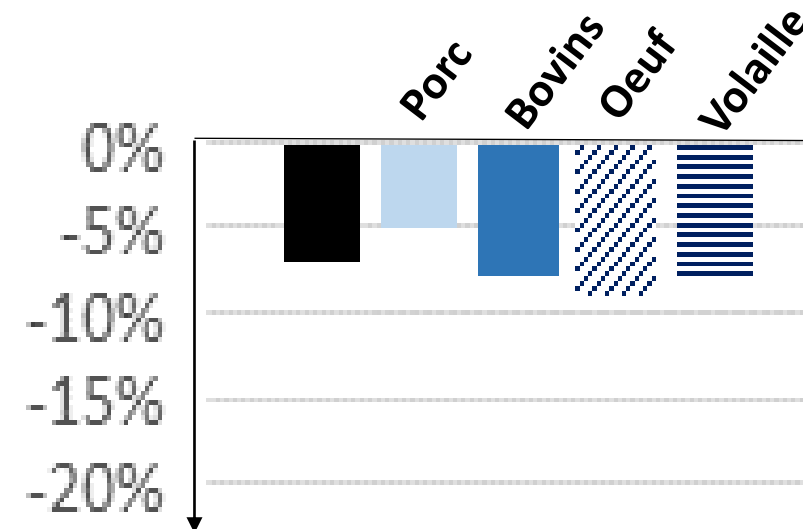
Projet ECOALIM

Kg eq-CO₂/kg produit



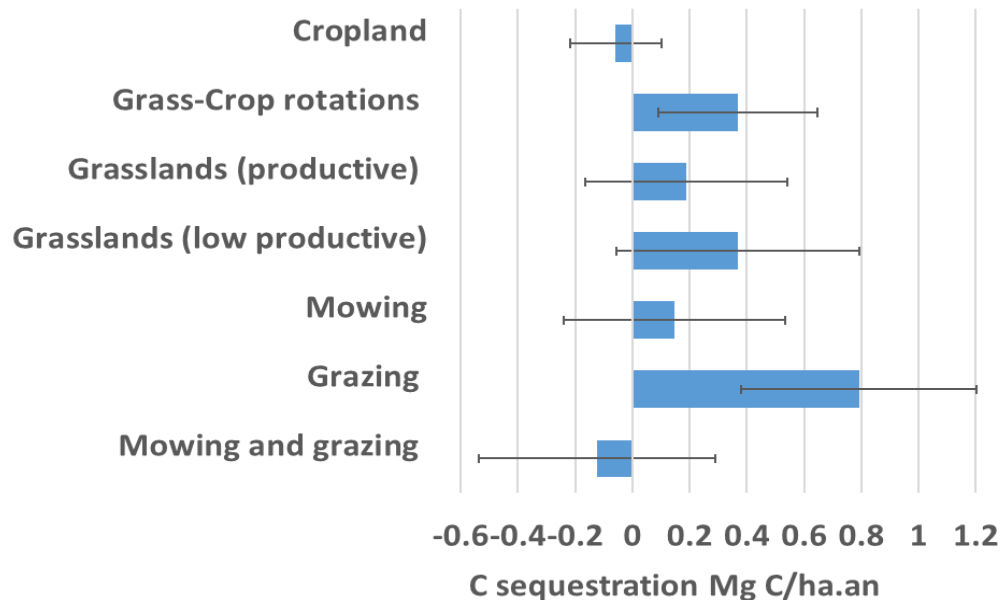
- Critère pris en considération dans la formulation des aliments

Réduction des impacts environnementaux des aliments du bétail du grand Ouest (fonction multi-objectif)

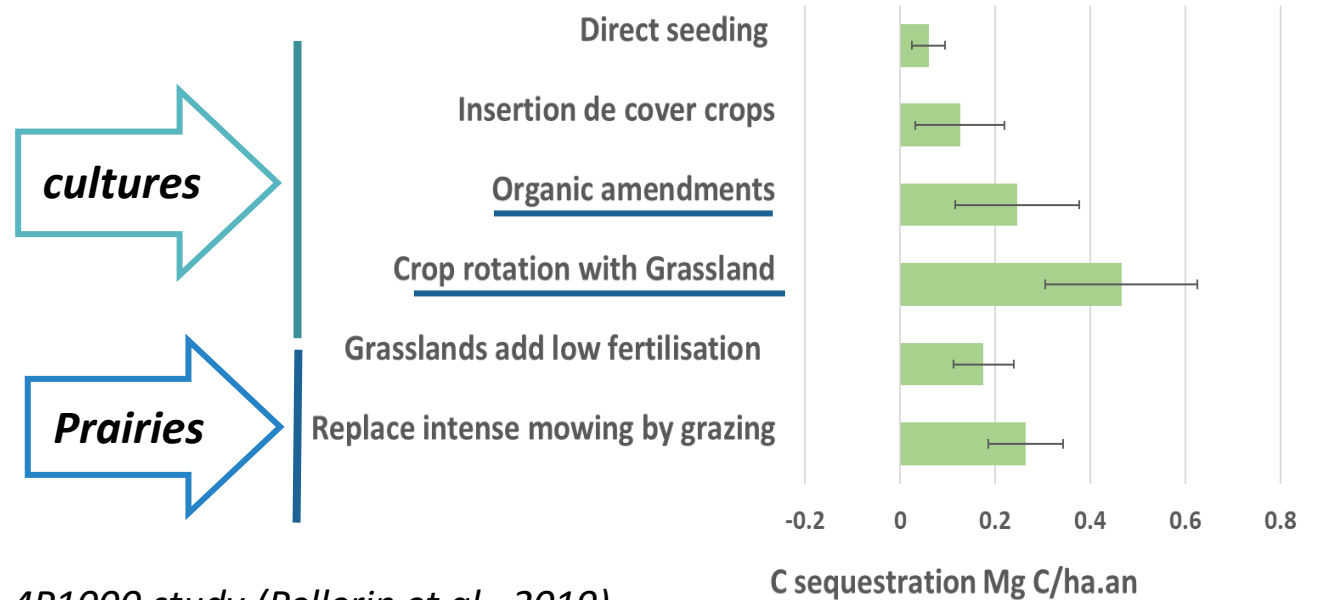


Accroître le stockage de Carbone des sols

- Potentiel de stockage actuel



- Potentiel de stockage additionnel



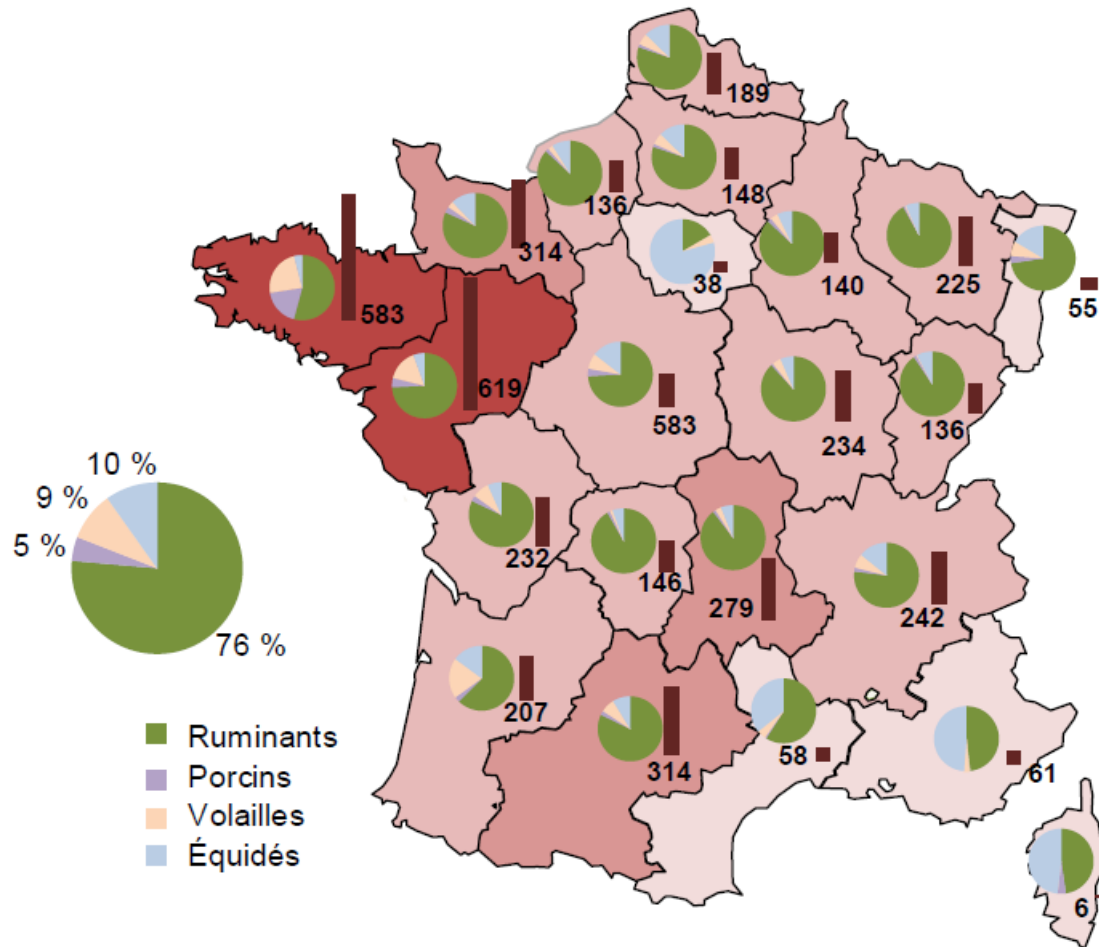
Etude 4P1000 study (Pellerin et al., 2019)

- Des variations considérables de stockage liées au type de végétation, conduit, climat***
- Un fort potentiel d'accroissement du stockage : l'élevage et la prairie ont un rôle important***



INRAE

La production de biométhane à partir des effluents



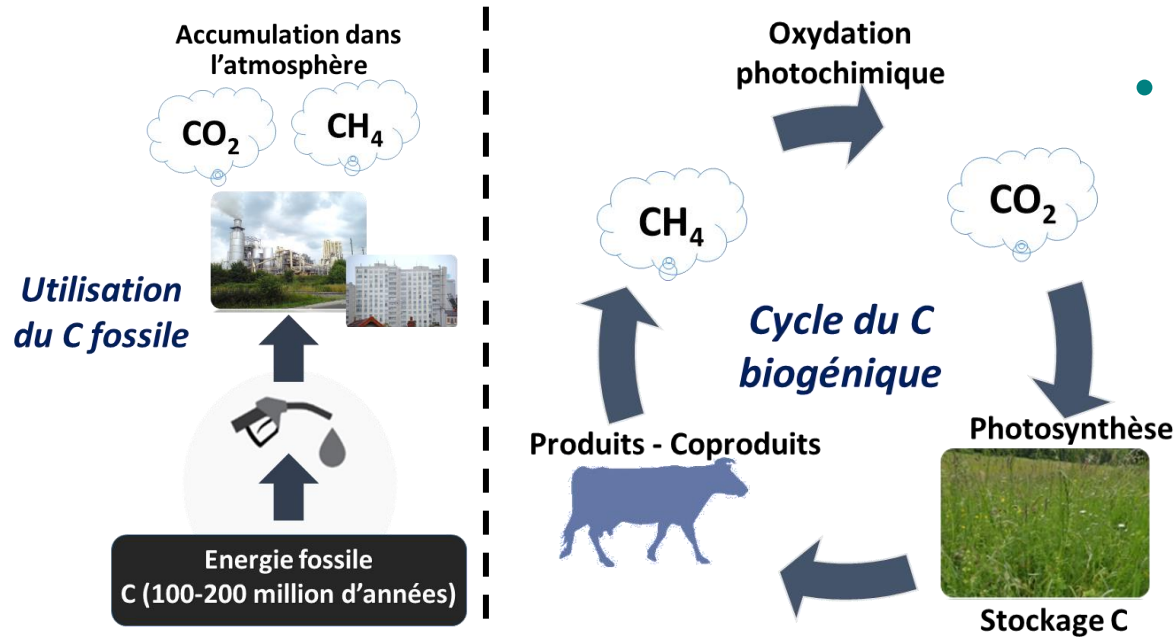
- Un potentiel de production de 45 TWh d'énergie primaire proche de la production hydroélectrique française qui s'élève à 54 TWh.

(Elba, 2018)

Neutralité C ou neutralité climatique ?



Repenser le rôle du méthane pour la neutralité climatique



• Les calculs des eq-CO₂ interprètent mal le rôle du méthane dans le réchauffement climatique

- CH₄ fait partie d'un cycle (naturel)
- GES à courte durée de vie (12 ans) vs CO₂ and N₂O
- Ne s'accumule pas dans l'atmosphère si les émissions sont constantes : pas d'effet réchauffant additionnel !
- N₂O and CO₂ s'accumulent même si les émissions diminuent

	PRG 20	PRG 100	PRG* 20	PRG*100
CH ₄	84	28	67	4
N ₂ O	264	265	277	234

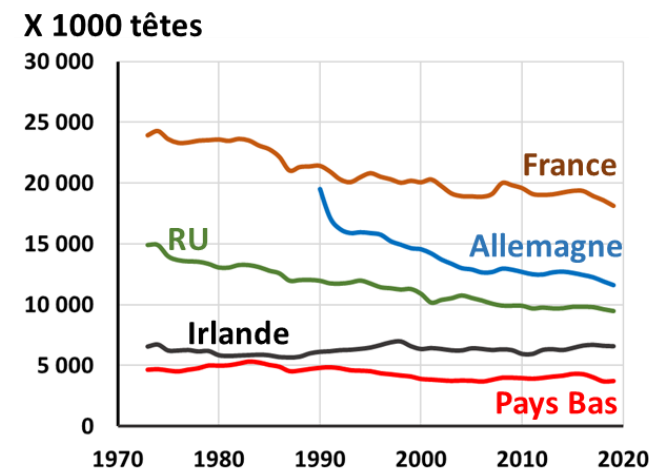
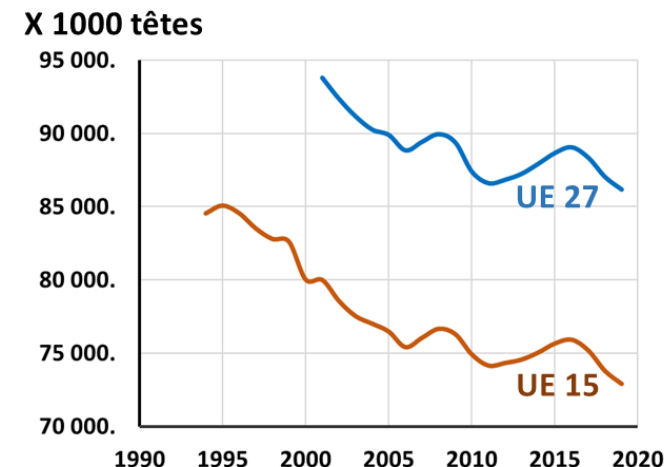
- Le PRG varie avec l'échelle de temps
 - Sur estimation des effets sur le climat à long terme
 - Sous évaluation à court terme (si augmentation émissions)

Quelles conséquences ?

- Réduire les émissions de CH₄ aura un effet important à court terme (≈ stockage of C) : une opportunité pour les ruminants européens d'atteindre la neutralité climatique ?
- Surtout ne pas accroître le nombre de ruminants/bovins. Ce nombre diminue en Europe
- Mais la population mondiale de ruminants s'accroît

1960	1980	2000	2019
1000	1250	1350	1470

FAO Stat, 2019



Peyraud, non publié, d'après Eurostat 2018

Conclusions



- **L'élevage a une contribution importante aux émissions de GES du secteur agricole,**
- **Il est important de réduire l'intensité des émissions à l'avenir, notamment dans un contexte d'une demande croissante en produits animaux,**
- **Des possibilités de mitigation existent :**
 - **Alimentation des troupeaux, recours aux légumineuses, meilleure gestion des effluents, méthanisation....**
 - **Des gains plus faciles à réaliser sur les volets de la production des aliments et la gestion des effluents que sur celui du méthane entérique,**
 - **Pour la France il serait possible de réduire les effectifs de bovins tout en maintenant la production de lait et viande, mais des choix difficiles pour les filières.**
- **La réduction du méthane entérique reste une piste privilégiée de recherche mais les gains semblent difficiles à réaliser. Il faudra aussi les faire reconnaître dans les calculs de comptabilité nationale des émissions**

