

Farmpedia



Crédits photo : C.HELSELY / CNIEL

Chapitre 3 :

L'élevage, entre pollutions et services environnementaux

*Ressources sur
l'Elevage*
pour l'enseignement

Vous pouvez télécharger la dernière version de ce document sur le site « Ressources sur l'élevage » à l'adresse : www.ressources-elevage.fr , et accéder à notre banque de ressources.

Comment citer ce document : Chouteau, A., Disenhaus, C., Brunschwig, G. (2019). L'élevage, entre pollutions et services environnementaux. Farmpedia, Chapitre 3, V-17/07/19, 44 p. Disponible sur www.ressources-elevage.fr

Le Groupe « Enseigner l'élevage » et ses missions

Le groupe "Enseigner l'Elevage" est né du constat que de nombreux citoyens connaissent peu l'élevage et la façon dont sont produits les aliments qu'ils consomment au quotidien. De ce fait, les différents échanges ayant eu lieu lors des Etats Généraux de l'Alimentation ont fait ressortir que l'éducation du jeune public sur les pratiques de production agricole est un enjeu important.

Ce groupe de travail du GIS Avenir Elevages regroupe une dizaine de membres issus de l'enseignement supérieur agronomique, de l'enseignement général, de la recherche agronomique, ainsi que des instituts techniques et des interprofessions des filières d'élevage.

Le groupe s'est donné pour objectif de proposer aux enseignants un soutien pour aborder la thématique de l'élevage en classe, en mettant à leur disposition des ressources pédagogiques et des informations objectives, utiles, sourcées et facilement accessibles. Ce travail semble d'autant plus important et urgent qu'une réforme des programmes de formation au lycée est prévue pour la rentrée à venir.

Les lycéens sont le premier public visé par ce groupe de travail. Ils sont en effet de jeunes citoyens et futurs consommateurs, sensibles à un discours argumenté et basé sur des références scientifiques. Nous avons réalisé dans un premier temps un état des lieux de la place de l'élevage dans les programmes de formation et son interprétation dans les cours publiés dans les manuels, puis nous avons rencontré une trentaine d'enseignants et sondé un millier de lycéens dans toute la France, de façon à mieux comprendre les besoins et les attentes de ces publics. Les résultats de ces études sont disponibles [sur le site du GIS Avenir Elevage](#), et ont permis de définir le cahier des charges du présent document et des actions connexes menées par le groupe de travail.

Qu'est-ce que le GIS Avenir Elevages ?

Un GIS est un Groupement d'Intérêt Scientifique. L'objectif du GIS Avenir Elevages est de faire collaborer au sein d'une même structure une grande diversité de partenaires : organismes de recherche et d'enseignement supérieur, instituts techniques, interprofessions et chambres d'agriculture. Le GIS Avenir Elevages a pour ambition de produire et de diffuser de nouvelles connaissances et innovations pour un élevage durable et créateur de valeur ajoutée permettant de jeter les bases d'une nouvelle ère de progrès pour les systèmes de productions animales.

Retrouvez plus d'information sur [le site du GIS Avenir Elevages](#)



Rédaction – relecteurs – remerciements

Alizée Chouteau – Chargée de mission pour le groupe « Enseigner l'élevage » du GIS

Gilles Brunshwig et **Catherine Disenhaus** - Animateurs du groupe de travail, enseignants chercheurs à VetAgro Sup (Clermont-Ferrand) et AgroCampus-Ouest (Rennes) respectivement

Merci beaucoup aux relecteurs : Claire Collas (ENSAIA Nancy), Armelle Gac (Idele), Caroline Guinot (Interbev), Benoît Rouillé (Idele)

Que contient ce document ?

Ce document a été conçu à destination des enseignants en lycée, notamment pour les filières générales. Il a pour objectif **d'aborder de façon synthétique et documentée** les sujets qui peuvent être abordés en classe, et de **proposer des ressources à utiliser en classe**. Le recensement de ces sujets a été fait à partir de l'étude des contenus des programmes et des manuels scolaires présentés ci-contre.

Nous avons choisi volontairement de développer tous les sujets même anecdotiques que nous avons pu voir traités dans les manuels. En effet les programmes de formation accordent de moins en moins d'importance aux sujets agricoles, et n'abordent pas (ou plus) un certain nombre de sujets qui nous paraissent importants.

De façon à simplifier la recherche d'informations, nous avons scindé ce travail en plusieurs parties ou chapitres consultables indépendamment. Les différentes parties sont les suivantes, (numérotées pour des raisons pratiques ou logiques et non par ordre d'importance) :

- Chapitre 0 : Qu'est-ce que l'élevage ?
- Chapitre 1 : L'élevage et sa place dans le monde
- Chapitre 2 : Elevage et efficacité des agrosystèmes
- **Chapitre 3 : L'élevage, entre pollutions et services environnementaux (le présent document)**
- Chapitre 4 : Elevage et société (à paraître dans un second temps)
- Chapitre 5 : Elevage et santé (à paraître dans un second temps)
- Chapitre 6 : Quel élevage demain ? (à paraître dans un second temps)

Comment utiliser ce document ?

Pour simplifier la lecture, ce document se présente sous forme de doubles pages, sur lesquelles vous trouverez des figures sur la page de gauche, et le texte de synthèse qui s'y rapporte à droite.

Dans certains cas, le texte présenté est directement extrait d'étude déjà réalisée (nous ne voyons pas d'intérêt à refaire ce qui a déjà été bien fait par quelqu'un d'autre). Dans ce cas le texte est présenté avec une bordure violette sur la gauche (comme ici).

Les sources des informations données ou des graphiques présentés sont indiqués en bas de page ou sous la figure correspondante. Nous avons privilégié des sources scientifiques, si possibles libre d'accès. *Des informations supplémentaires de référence (numéros de pages, compléments d'informations) sont parfois ajoutées par l'équipe de rédaction en violet.*

Dans la marge à droite du texte, vous trouverez des éléments d'informations supplémentaires comme des définitions, précisions techniques, mais aussi **des ressources intéressantes à utiliser en classe, signalées par un surlignement vert**. Ces ressources ne sont pas toujours des supports pédagogiques classiques, mais parfois des documents techniques (d'un niveau adapté), des banques de données, des vidéos, des témoignages... Selon les souhaits des enseignants, ils peuvent être utilisés tels quels ou bien retravaillés.

Une banque de ressources est également en libre accès sur le site [Ressources sur l'Elevage](#), mise à jour régulièrement, et vous pouvez y faire des demandes de recherche de ressources particulières via le formulaire de contact dédié.

L'ELEVAGE, ENTRE POLLUTION ET SERVICES ENVIRONNEMENTAUX	4
L'ELEVAGE ET LA CONSOMMATION D'EAU	5
COMBIEN D'EAU CONSOMME L'ELEVAGE DANS LE MONDE ?	5
QUELS SONT LES PRODUITS QUI CONSOMMENT LE PLUS D'EAU ? VIGILANCE SUR LA METHODE UTILISEE !	5
COMMENT DIMINUER LA CONSOMMATION D'EAU EN ELEVAGE	6
L'ELEVAGE CONCURRENCE-T-IL LES AUTRES PRODUCTIONS ?	7
UTILISATION D'ALIMENTS CONSOMMABLES DIRECTEMENT PAR L'HOMME	7
Dans le monde :	7
En France :	8
UTILISATION DE SURFACES AGRICOLES	10
Utilisation de surface totale	10
Utilisation de surface par type de production	12
ELEVAGE ET POLLUTION	15
ELEVAGE ET EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE (GES)	15
Pourquoi l'élevage contribue au changement climatique ? Petit point sur les gaz émis et comment :	15
Combien de GES est produit par l'élevage ?	16
Ce qu'on peut faire pour réduire l'impact du secteur	23
LE ROLE DE L'AZOTE EN ELEVAGE ET SON IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	29
Sans azote, pas de protéines	29
PHOSPHORE	30
ELEVAGE ET SOLS	32
DES SOLS EN DANGER	32
LES EFFETS DE L'ELEVAGE SUR LES SOLS	32
L'élevage permet de maintenir un bon niveau de matière organique dans le sol	33
Des sols vivants et riches en biodiversité	34
Elevage et pollution des sols	34
Elevage et érosion/ruissellement	35
PRENDRE SOIN DES SOLS : L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DES SOLS	37
ELEVAGE ET BIODIVERSITE	38
QU'EST-CE QUE LA BIODIVERSITE ?	38
Définition	38
BIODIVERSITE ET AGRICULTURE	39
BIODIVERSITE ET ELEVAGE	41
Elevage et biodiversité génétique (au sein des espèces élevées)	41
📖 Elevage et biodiversité : le cas du loup	42
📖 Elevage et biodiversité : le cas de la prairie	43
📖 Elevage et biodiversité : impacts à l'étranger	44



L'élevage, entre pollution et services environnementaux



Objectifs de ce chapitre

- Décrypter de façon assez exhaustive les différents impacts de l'élevage sur l'environnement (positifs et négatifs)
- Apporter des éléments de précision sur les méthodes utilisées pour estimer ces impacts
- Apporter des informations étayées sur des études scientifiques



Matière(s) concernée(s)

- SVT



Niveau technique

- Assez technique. S'appuie en partie sur ce qui a été vu dans le Chapitre 2 traitant des agrosystèmes

Résumé :

Les animaux consomment une quantité de céréales et d'aliments comestibles par l'homme variable selon l'espèce. Les monogastriques (porcs et volailles) en consomment proportionnellement en plus grande quantité que les ruminants (vaches, chèvres, moutons) car ils n'ont pas le même régime. Les ruminants consomment surtout des fourrages (90%), non consommables par l'homme (comme l'herbe, le foin, l'ensilage ...), et en partie produits sur des terres non cultivables.

Les animaux d'élevage valorisent également les résidus et des coproduits de cultures (comme la paille) ainsi que les coproduits de l'industrie agro-alimentaire ou ceux liés à la production de biocarburants.

L'activité d'élevage produit des gaz à effet de serre (environ 14,5% des émissions mondiales, ou 10% des émissions françaises), notamment liées au processus de digestion des ruminants, de la gestion des déjections des animaux, et à la fertilisation des cultures. L'agriculture est également l'un des rares secteurs capable de diminuer son impact sur le réchauffement climatique en piégeant une partie du carbone émis dans les sols, notamment dans les prairies.

L'élevage a également des impacts sur la biodiversité, parfois négatifs (lorsque certaines zones sont transformées de façon à produire des aliments pour les animaux par exemple), ou positifs (lorsqu'il permet au contraire le maintien de paysages ouverts et diversifiés adaptés à de nombreuses espèces).

Livret idéal

L'élevage bovin et
l'environnement
les chiffres clés
★★★



L'agriculture
française
primée

Le Modèle le plus
durable du
monde



Librairie :
Elevages et
Environnement

L'élevage et la consommation d'eau

Combien d'eau consomme l'élevage dans le monde ?

D'après le rapport Livestock's Long Shadow¹, l'élevage est un secteur qui utilise une part importante de la ressource en eau mondiale, c'est-à-dire environ 8% de l'eau utilisée par l'homme. La majeure partie de cette eau est utilisée pour l'irrigation des cultures servant à l'alimentation des animaux, ce qui représente environ 7%. L'eau restante (utilisée pour la production, l'abreuvement etc.) représente une part faible, mais pouvant devenir importante dans des zones arides (l'abreuvement des animaux représente 23% des besoins en eau totaux du Botswana).

Il faut bien sûr garder à l'esprit que les conditions sont très différentes selon les pays, y compris la France, et les chiffres observés à l'échelle mondiale ne peuvent pas être généralisés.

Quels sont les produits qui consomment le plus d'eau ? Vigilance sur la méthode utilisée !



Mesurer la consommation d'eau nécessaire à la production de certains produits n'est pas toujours évident. Selon la façon de mesurer, les chiffres peuvent varier énormément², c'est pourquoi il faut également s'intéresser à la méthodologie utilisée pour les obtenir. Selon le pays d'étude, les résultats peuvent également varier étant donné les conditions d'élevage variables (type d'élevage³, présence d'irrigation, surfaces cultivées, pâturage ...)

Les chiffres que l'on retrouve dans les manuels scolaires sont très variables⁴, et de source généralement inconnue. Les chiffres les plus souvent repris sont ceux qui sont diffusés par le Water Footprint Network⁵ :

Ces chiffres ne devraient pas être diffusés sans explications, car ils peuvent porter à confusion. En effet **dans la méthode de calcul utilisée, on comptabilise trois types d'eau** : l'eau bleue, celle qui est prélevée pour abreuver les animaux, irriguer, ou laver les installations, l'eau grise, qui est la quantité d'eau théorique nécessaire pour le traiter des eaux usées, et l'eau verte, qui est l'eau de pluie qui tombe sur les parcelles dédiées à l'élevage des animaux. L'ensemble donne un nombre de litres d' « eau virtuelle » nécessaire **en moyenne** pour produire différents types d'aliments (ou d'autres produits).

Sur les 15 500l d'eau nécessaires pour produire 1kg de bœuf, 93% est en réalité de l'eau de pluie tombée sur les parcelles. Cette eau serait tombée avec ou sans la présence d'animaux, et n'a pas été prélevée sur le réseau d'eau potable (*voir ci-contre*) : elle ne constitue pas un dommage à l'environnement (au sens d'atteinte à la ressource ou aux écosystèmes).

En considérant uniquement les consommations d'eau bleue et d'eau grise, les écarts de consommation sont beaucoup moins importants. On peut également noter que les chiffres diffusés sont ceux correspondant à des **moyennes mondiales**. La consommation d'eau tout type confondu est environ **deux fois moins élevée en France** pour presque toutes les productions animales.

¹ Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., & De Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. FAO. *voir p xxii*

² Corson, M. S., & Doreau, M. (2013). *Evaluation de l'utilisation de l'eau en élevage*. INRA Prod. Anim, 26(3), 239-248.

³ Gerbens-Leenes, P. W., Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2013). *The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems*. Water Resources and Industry, 1, 25-36.

⁴ Chouteau, A., Disenhaus, C., Brunshwig, G., 2018. *Place de l'élevage dans l'enseignement : Analyse des contenus des programmes de formation ainsi que des manuels scolaires*. Rapport d'étude, GIS Avenir Elevages, 16p.

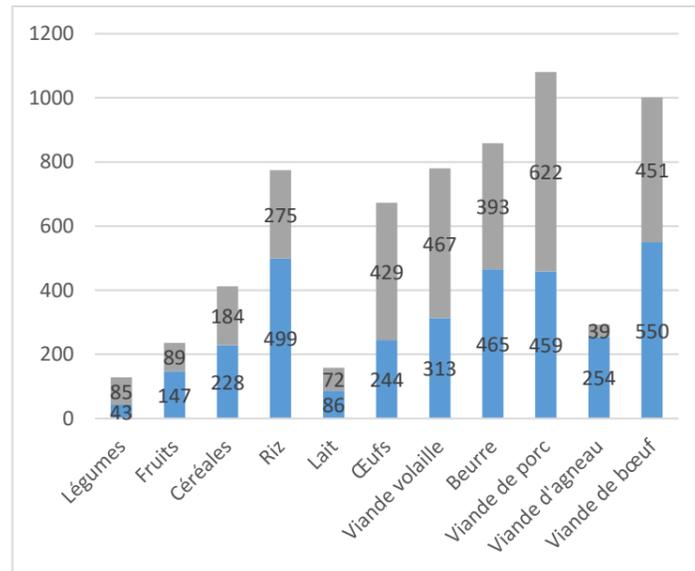
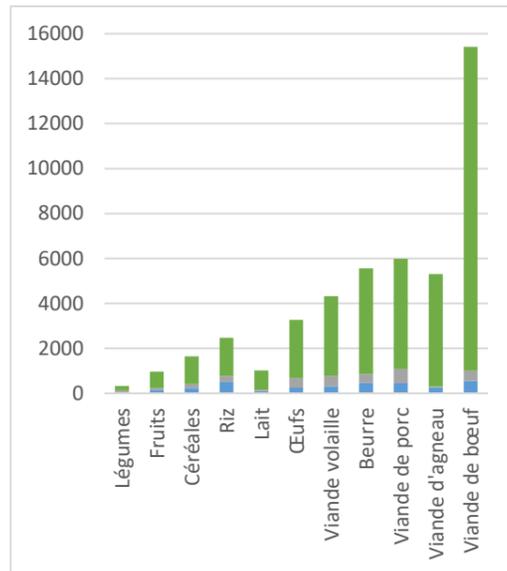
⁵ Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2010). *The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products (Vol. 1)*. Delft: UNESCO-IHE Institute for water Education.

Nb de l/kg produit

Légumes	322
Fruits	962
Céréales	1 644
Riz	2 497
Lait	1 021
Œufs	3 265
Viande volaille	4 325
Beurre	5 553
Viande de porc	5 988
Viande d'agneau	5 301
Viande de bœuf	15 415

La consommation d'eau virtuelle en élevage d'après Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2010). *The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products* (Vol. 1). Delft: UNESCO-IHE Institute for water Education.

Attention à bien comprendre la méthodologie utilisée pour obtenir ces chiffres, qui comprennent différents types de consommation d'eau différents, et ont tendance à « gonfler » les valeurs (voir explications sur la page de droite)



Il existe plusieurs méthodologies d'évaluation des consommations d'eau. Elles comptabilisent différents types d'eau (parfois uniquement l'eau bleue, parfois un agrégat eau bleue et verte) et utilisent des indicateurs différents (niveau de consommation, productivité, stress hydrique). De ce fait, la littérature scientifique présente une grande variabilité de résultats difficilement comparables compte tenu de la diversité des méthodes. Le choix de la méthode d'évaluation de la consommation d'eau (empreinte eau vs. analyse du cycle de vie) influence de manière considérable le classement des résultats par espèce et par système de production.

Tableau 12. Consommation d'eau verte, bleue et grise par les produits animaux (en Litres par kg de produits). Source: diverses, disponibles dans le rapport de synthèse chapitre 4.1

	Eau bleue, verte et grise (L/kg)	Eau bleue et verte (L/kg)	Eau bleue (L/kg)
Viande de bœuf	15 415	27 – 53 200	0.22 - 520
Viande de mouton	10 412	136 – 10 412	0.10 - 0.36
Viande de porc	5 988	4 856 – 5 988	187
Viande de poulet	4 325	105 – 3 340	
Œufs	3 265	3 340	105
Lait	945 – 1 084	33 – 3 381	0.01 - 461

Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C., Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gagné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauviel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, *Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective*. INRA France. P43

Tableau 1. Nature de l'eau bleue utilisée ou restituée en élevage.

Consommation d'eau par les animaux Eau de boisson (incluant l'évaporation dans le cas de stockage de cette eau). Eau contenue dans les aliments produits sur la ferme (incluant l'eau métabolique ¹). Eau contenue dans les aliments achetés (incluant l'eau métabolique).
Exportation d'eau par les animaux Urine et fèces. Produits (lait, viande, œufs, laine, cuir...) Sueur, expiration de vapeur d'eau.
Autres besoins en eau Eau utilisée sur l'exploitation (lavage des sols, rinçage du tank à lait...) Aspersion des animaux en production intensive en climats chauds. Eau d'irrigation des fourrages et cultures destinés aux animaux. Eau nécessaire à tous les processus en amont de la ferme (usines d'aliments, d'engrais et autres intrants...) Eau nécessaire à toutes les activités en aval de la ferme (laiteries, abattoirs, tanneries...).

¹ L'eau métabolique est l'eau produite par le catabolisme dans l'organisme animal des glucides, lipides et protéines ingérés. Elle représente une part mineure mais parfois non négligeable de l'eau apportée par la ration.

Corson, M. S., & Doreau, M. (2013). [Evaluation de l'utilisation de l'eau en élevage](#). *INRA Prod. Anim*, 26(3), 239-248.

Question de débat : veut-on des animaux qui vivent plus longtemps (comme les bovins), avec plus d'espace (en plein air par exemple) mais qui du coup consomment plus d'eau, d'aliments, de ressources, ou un système plus productif, avec des animaux qui grandissent vite, mais qui est contraire aux attentes de la société ?

Cette question est valable pour l'utilisation de l'eau, mais nous verrons qu'elle est également valable pour d'autres sujets.

Enfin, la méthode de calcul utilisée induit un biais : des élevages plus extensifs avec par exemple un accès à l'herbe ont des consommations d'eau par kilo de produit plus importantes, car la surface dédiée à l'élevage est plus importante (donc plus d'eau de pluie tombe dessus)⁶. Cela signifierait que pour réduire l'empreinte eau de l'élevage, il faudrait élever les animaux en bâtiment. En revanche, si l'on considère uniquement l'eau bleue et l'eau grise, les rapports sont inversés.

Pour aller plus loin sur les méthodes d'évaluation :

Certaines études ayant étudié les différentes méthodes d'évaluation de la consommation en eau ont abouti à la conclusion que la pénurie en eau pouvant être causée par les élevages dépend de la consommation d'eau bleue⁷. Depuis 2014, l'« empreinte eau » fait l'objet d'une norme ISO (14046) qui prévoit que l'empreinte eau désigne les impacts sur la ressource en eau (en quantité et qualité), par analogie à l'empreinte carbone, en raisonnant sur le cycle de vie et en terme d'impact sur l'environnement.

Depuis 2018, une méthode consensuelle au niveau internationale : AWARE⁸ existe pour fournir des coefficients d'impact pour les différentes zones du monde et en fonction des usages (agricole ou non) pour calculer les empreintes eau selon la norme.

Comme on l'a vu il existe différentes méthodes pour estimer les quantités d'eau utilisée par l'élevage. Toutes ces méthodes n'incluent pas les mêmes choses et les chiffres sont donc difficilement comparables. Si l'on revient aux fondamentaux, on peut se pencher simplement sur la quantité d'eau utilisée par les éleveurs. Par exemple une étude conduite par l'IFIP* conclut qu'il faut 15,5l/kg de carcasse dans le cas d'un élevage de porcs (pour l'abreuvement et l'entretien des bâtiments)⁹.

*IFIP = Institut technique de la filière porcine

Comment diminuer la consommation d'eau en élevage

Extrait de la synthèse " Rôles, impacts et services issus des élevages européens" de l'INRA¹⁰ :

"La consommation d'eau bleue peut diminuer en favorisant des cultures non irriguées (ou moins irriguées) destinées à l'alimentation de bétail et en favorisant le pâturage des ruminants. Certains travaux préconisent de jouer sur la physiologie des animaux : augmenter leur vitesse de croissance ou diminuer l'indice de consommation des animaux ; cependant comme ce fut le cas pour l'adaptation des animaux aux objectifs « productivistes », envisager des modifications physiologiques ou comportementales au nom d'un intérêt « environnemental » pose un problème d'éthique."

Il existe également des moyens techniques de limiter la consommation d'eau en élevage : veiller à limiter les gaspillages à l'abreuvement, traquer les fuites, recycler, utiliser les eaux de toiture...¹¹

⁶ Ran, Y., van Middelaar, C. E., Lannerstad, M., Herrero, M., & de Boer, I. J. (2017). [Freshwater use in livestock production—To be used for food crops or livestock feed?](#). *Agricultural Systems*, 155, 1-8.

⁷ Corson, M. S., & Doreau, M. (2013). [Evaluation de l'utilisation de l'eau en élevage](#). *INRA Prod. Anim*, 26(3), 239-248.

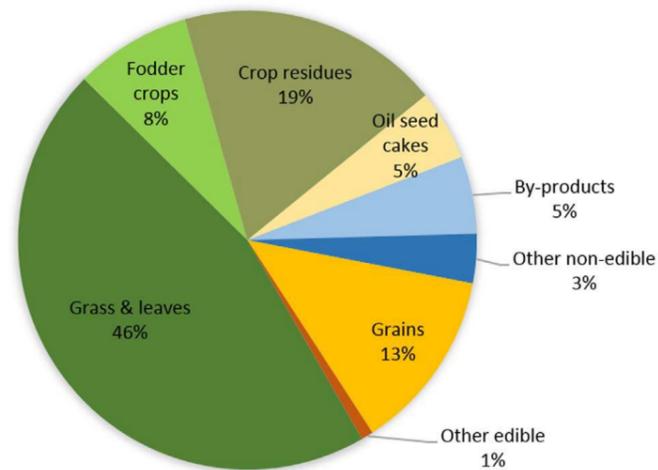
⁸ Boulay A-M, Bare J, Benini L, et al (2018) The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). *Int J Life Cycle Assess* 23:368–378. doi: 10.1007/s11367-017-1333-8

⁹ Massabie, P., Roy, H., Boulestreau-Boulay, A. L., & Dubois, A. (2014). [La consommation d'eau en élevage de porcs. Des leviers pour réduire la consommation d'eau en élevage de porcs](#). Report from the French Pork and Pig Institute (IFIP).

¹⁰ Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C. Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gaigné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauiel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, [Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective](#), INRA France. P43

¹¹ Gac, A., Ménard, J-L., Moreau, S. (2018). Water consumption and water footprint in dairy systems : assessments to highlight ways of improvement with farmers.

6.0 BILLION TONES DRY MATTER



Fodder crops: grain and legume silage, fodder beets
 Crop residues: straws and stover, sugar cane tops, banana stems
 By-products: brans, corn gluten meal and feed, molasses, beetroot pulp and spent breweries, distilleries, biofuel grains
 Other non-edible: second grade cereals, swill, fish meal, synthetic amino acids, lime
 Other edible: cassava pellets, beans and soy beans, rapeseed and soy oil

Aliments consommés par les animaux d'élevage dans le monde, type et répartition
 Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. Global Food Security, 14, 1-8.

Cattle:
 - Quantité de nourriture nécessaire: Augmente (+)
 - Quantité d'aliments comestibles: Diminue (-)
 - Production nette de protéines: Diminue (-)

Pigs:
 - Quantité de nourriture nécessaire: Augmente (+)
 - Quantité d'aliments comestibles: Diminue (-)

L'élevage concurrence-t-il les autres productions ?

Utilisation d'aliments consommables directement par l'homme

Dans le monde :

Une étude menée en 2017 par la FAO a étudié le thème de la compétition entre l'alimentation animale ("feed") et humaine ("food")¹² :

Les animaux d'élevage ont consommé dans le monde environ 6 milliards de tonnes d'aliments (en tMS*) en 2010. 14% étaient des aliments consommables par l'homme (comme par exemple les céréales) et 86% de la ration est composée de matériaux non comestibles pour les humains. L'élevage consomme un tiers des céréales produites mondialement, il en consommait 42% en 1973¹³.

Contrairement à des chiffres cités fréquemment, produire 1kg de viande nécessite en moyenne 2,8 kg de matière sèche* comestible par l'homme (food) chez les ruminants et 3,2 chez les monogastriques.

L'élevage bovin consomme surtout des fourrages** (90%) sauf dans les systèmes de feed-lots où la proportion de grains varie de 38 à 72% selon les pays (ce système n'existe pas en France). L'élevage de monogastriques comme les porcs ou les volailles consomme plus de céréales et de coproduits (dont les tourteaux) car ils digèrent moins bien les fourrages. Ils sont en revanche des convertisseurs plus efficaces (ils ont besoin de moins d'aliments en quantité pour produire un kilo de viande ou de protéines).

	Ruminants (vaches, chèvres, moutons ...)	Monogastriques (porcs, volailles ...)
Production totale de protéines dans le monde (toute production confondue) en Mt/an	36 355 (45%)	38 246 (31% pour les poules pondeuses et poulets, 20% pour les porcs)
Quantité de nourriture nécessaire pour produire 1kg de protéines animales (baisse avec niveau d'industrialisation)	133 kgMS/kg protéines (62 pour les bovins élevés en feedlot dans les pays OECD)	30 kgMS/kg protéines (29 pour les porcs en système industriel, 26 pour les poulets, et 18 pour les poules pondeuses)
Quantité d'aliment comestible pour l'homme nécessaire/kg de protéine produit (augmente avec niveau d'industrialisation)	5,9 kgMS/kg protéines (bovins : 44,3 en feedlot, 4,7 en système pâturant)	15,8 kgMS/kg protéines
Quantité d'aliment comestible pour l'homme nécessaire/kg de viande produite (augmente avec niveau d'industrialisation)	2,8 kgMS/kg viande (bovins : 9,4 en feedlot, 3,9 en système pâturant)	3,2 kgMS/kg viande
Quantité de protéines comestible pour l'homme nécessaire/kg de protéine produit (augmente avec niveau d'industrialisation)	0,6 kg de protéines consommables/kg protéines produites ⇒ Production nette de protéines comestibles (bovins : 4,1 en feedlot, 0,5 en système pâturant)	2 kg de protéines consommables/kg protéines produites (4,4 pour les porcs en système industriel et 5,1 pour les poulets)

Pour aller plus loin sur la notion d'efficacité protéique, consultez le chapitre traitant des Agrosystèmes

* tMS = tonne de matière sèche

Dans un aliment, la **matière sèche** est ce qu'il reste quand on enlève toute l'eau de l'aliment (c'est la partie contenant les éléments nutritifs)

** Fourrage = plante utilisée pour l'alimentation animale. C'est un aliment « grossier », c'est-à-dire peu concentré en énergie et nutriments (contrairement par exemple aux céréales). L'herbe, le foin, la paille, l'ensilage d'herbe ou de maïs sont des exemples de fourrages.

¹² Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). [Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate](#). Global Food Security, 14, 1-8.

¹³ DRONNE, Y. (2019). [Les matières premières agricoles pour l'alimentation humaine et animale : le monde](#). INRA Productions Animales, 31(3), 165-180.



L'alimentation des vaches laitières françaises (vidéo)

Une vache mange quoi en France !!? Vidéo Etienne Arri Youtubeur

Composition moyenne de l'alimentation des animaux d'élevages en France

(Unité : kg de MS ; Filières : volailles¹, porcins², bovins³, ovins⁴)



Sources : 1. statistiques SSP, Agreste, 2017 ; 2. statistiques SSP Agreste, 2013 ; 3. Devun et al., 2012 ; 4. Jousseins C. et al., 2014

Extrait du rapport du GIS Elevages Demain : [Efficience alimentaire des élevages](#)

<http://agreste.agriculture.gouv.fr/>

Devun J., Brunschwig P. et Guinot C., 2012. Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie.

Jousseins C. Tchakérian E., de Boissieu C., Morin E., Turini T., 2014. Alimentation des ovins : rations moyennes et niveaux d'autonomie alimentaire.

Unité : million de tonnes - Quantités moyennes 2007-2009

	Ensemble des animaux	Vaches laitières	Autres bovins	Porcins	Volailles	Autres herbivores et autres animaux
Aliments concentrés	39,7	6,0	11,4	10,1	9,4	2,4
Céréales	22,6	2,2	6,6	6,5	5,8	1,3
Co-produits de transformation (pulpes, tourteaux...)	11,9	3,4	3,0	2,2	2,7	0,5
Autres	5,2	0,4	1,8	1,4	0,8	0,6
Fourrages grossiers	67,9	17,2	43,7	0,0	0,0	6,9
Fourrages annuels (maïs fourrager, plantes sarclées...)	18,6	13,9	4,2	0,0	0,0	0,4
Fourrages pluriannuels (prairies)	47,5	3,1	38,3	0,0	0,0	6,2
Autres (produits fatals, paille)	1,8	0,3	1,2	0,0	0,0	0,2
Ensemble	107,6	23,2	55,1	10,1	9,4	9,3

Les fourrages grossiers sont en matière sèche, les aliments concentrés en matière brute.
Source : SSP

Agreste, [Synthèses Moyens de production : L'alimentation animale, principale destination des productions végétales](#), Synthèses n° 2013/208, 2013

En France :

Les matières premières utilisées dans l'alimentation animale

Les ruminants mangent surtout de l'herbe, les vaches laitières mangent également une proportion importante de maïs ensilage. Les monogastriques mangent plutôt des céréales et des tourteaux.

Une étude a été menée par l'Agreste en 2013, à partir de données sur la période 2007-2009, afin d'évaluer les quantités d'aliments dédiés à l'alimentation animale¹⁴ :

"Les matières premières utilisées pour la nourriture des aliments de ferme dépassent, sur la période 2007-2009, cent millions de tonnes par an. Les fourrages grossiers en constituent la plus grande partie. Ils sont la nourriture de base des herbivores. Pour ceux-ci, les aliments concentrés ne sont qu'un apport supplémentaire alors qu'ils constituent l'ensemble de l'alimentation des porcs et des volailles. Parmi les aliments concentrés, les céréales arrivent en tête, suivies par les tourteaux. Plus de la moitié de l'alimentation concentrée est incorporée dans les aliments composés industriels, le reste étant acheté ou produit à la ferme."

Selon les systèmes, une partie plus ou moins importante de l'alimentation est produite sur l'élevage : elle est plutôt élevée pour les ruminants, mais variable chez les monogastriques, selon si l'élevage produit son aliment sur la ferme (FAF) ou bien s'il est en système intégré (une entreprise lui fournit l'aliment).

Fourrages	Concentrés
Herbe (pâturée, foin, ensilage)	Céréales (blé, orge, triticale, maïs grain, ...)
Maïs (plante entière ensilée)	Graines de protéagineux/ oléagineux
Légumineuses : Luzerne etc	Tourteaux (soja, colza, lin ...)
Paille de céréales	Autres coproduits : pulpes de betteraves, drêches de brasserie ...

Question / Réponse : L'élevage consomme certes en partie des produits non consommables par l'homme, mais sur des surfaces qui pourraient servir à produire des aliments pour l'homme.

Oui mais :

☞ C'est vrai pour une partie des aliments utilisés en alimentation animale, mais pas pour tout ! Une large partie des surfaces utilisées comme pâtures dans le monde sont des surfaces non cultivables ([Voir le tableau de la FAO à la page suivante](#))

☞ Les prairies implantées sur des terres cultivables ont des intérêts écologiques non négligeables ([voir la partie « Des sols vivants et riches en biodiversité »](#)). Transformer une prairie en zone de culture a pour effet de libérer la majorité du carbone stocké depuis son implantation, ce qui contribue au réchauffement climatique. Une prairie entretenue grâce au pâturage et amendée grâce aux déjections des animaux stockera plus de carbone.

¹⁴ Agreste, [Synthèses Moyens de production : L'alimentation animale, principale destination des productions végétales](#), Synthèses n° 2013/208, 2013

Filière	Coproducts	Volume de coproduits valorisés en alimentation animale (en milliers de t de MS)	
		2007	2016
Huilerie	Tourteaux de colza, tournesol, soja	1 844	3 474
Amidonnerie / féculerie	- Sons de blé, Wheat gluten feed, Solubles de blé, Corn gluten feed, Solubles de Maïs - Pulpes de féculerie, Solubles	1 100	1 582
Sucrerie	Pulpes de betterave déshydratées, surpressées et humides	1 349	1 097
Meunerie	Sons, Remoulages, Farines basses de blé	1 109	1 030
Distillerie	Vinasses de betteraves, Drêches de céréales, Pulpes de raisins	5,4	770
Industrie de la viande et de la transformation des produits de la pêche et de l'aquaculture	Coproducts de catégorie 3 (Protéines Animales Transformées, Corps gras)	366	563
Industrie laitière	Lactosérum poudre, liquide ou concentré, Babeurre poudre, liquide ou concentré, Lait écrémé poudre	341	359
Semoulerie de maïs	Farine fourragère, Tourteaux de germe		136
Semoulerie de blé dur	Sons, Remoulages, Gruaux	146	129
Brasserie	Drêches, Levures	50	88
Malterie	Orgettes, Radicelles, Granules de malterie	67	56
Total		6 378	9 284

Extrait de : Chapoutot, P., Rouillé, B., Sauvart, D., & Renaud, B. (2018). Les coproduits de l'industrie agro-alimentaire: des ressources alimentaires de qualité à ne pas négliger. INRA Productions Animales, 31(3), 201-220.



des
sont

#VacheVerte :

« Dans une logique de recyclage territorial, je valorise dans l'alimentation de mes bovins, 1400 T de pulpes de betteraves, 470 T de pommes de terre et 180 T d'écartés de tri de cornflakes provenant d'industries agroalimentaires locales. Cela représente 60% en poids de la ration d'engraissement et cela m'évite d'acheter des céréales. »

DOMINIQUE

éleveur engraisseur de jeunes bovins dans le Bas-Rhin.



Témoignage extrait du [livre blanc de la vache verte](#)

Les coproduits utilisés en alimentation animale

Les animaux d'élevage valorisent également des coproduits des cultures ou des industries agroalimentaires (qui sont produits en grande quantité puisque la population mange de plus en plus d'aliments transformés). Par exemple, lors de la production de céréales, l'homme consomme le grain, mais **la paille** (la tige de la céréale) ne peut être consommée par l'homme : elle est consommée par les animaux, ou bien utilisée comme litière. L'industrie de l'huile utilise des graines d'oléoprotéagineux : une fois les graines pressées et l'huile extraite, les restes de la graine, qu'on appelle **tourteau**, sont appréciés pour l'alimentation animale pour leur richesse en protéines. La **pulpe de betterave**, produite lors de l'extraction du sucre, est également largement utilisée en élevage¹⁵.

Les animaux participent donc activement à la lutte contre le gaspillage en convertissant des matériaux inutilisables directement par l'homme en aliments de haute valeur nutritionnelle.

Cependant, il faut aussi garder à l'esprit que de plus en plus souvent certains restes de cultures sont laissés au champ (de façon à protéger du sol et à l'enrichir en matière organique), et de nombreuses recherches sont en cours pour chercher à mieux valoriser ces coproduits chez l'homme.

Un tourteau particulier : le tourteau de soja

Le tourteau de soja était à la base un coproduit de la production d'huile de soja. Mais très vite, la demande pour l'alimentation animale est devenue telle qu'elle a doublé celle de l'huile, concurrencée par les autres huiles végétales. Aujourd'hui, la production de soja est donc surtout destinée à l'alimentation animale, en remplacement par exemple des farines de poissons dont la demande augmente également en aquaculture.¹⁶

Aujourd'hui, l'utilisation de tourteau de soja en alimentation animale est largement remise en question¹⁷, car il est majoritairement importé du Brésil, d'Argentine et des USA, où il est produit dans des conditions sujettes à controverses (soja OGM avec utilisation importante de pesticides, déforestation pour étendre les surfaces cultivées, agriculteurs locaux chassés de leurs terres, monocultures intensives ...).

Une filière soja française existe aujourd'hui, avec une production sans OGM¹⁸ : il peut être possible de développer cette filière dans le futur (elle reste encore assez marginale aujourd'hui, en tout cas insuffisante pour remplacer le soja importé).

¹⁵ Chapoutot, P., Rouillé, B., Sauvart, D., & Renaud, B. (2018). [Les coproduits de l'industrie agro-alimentaire: des ressources alimentaires de qualité à ne pas négliger](#). INRA Productions Animales, 31(3), 201-220.

¹⁶ Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., & De Haan, C. (2006). [Livestock's long shadow: environmental issues and options](#). Food & Agriculture Org.

¹⁷ WWF, [Le boum du soja](#): L'essor du soja, impacts et solutions, 2014

¹⁸ [Soja : La filière française en plein essor](#) (article La France Agricole)



Infographie
NRA : Elevage
et occupation
des terres

Table 2
Global land-use for forage and feed production by regions and species (million ha).

		Grasslands suitable for crops	Grasslands unsuitable for crops	Cereal and legume silage, fodder beet	Cereals grains	Oil seed and oil seed cakes	Other crops ^a	By-products ^b	Crop residues ^c	Total
Non OECD	Cattle & buffaloes	436.2	442.6	46.8	42.7	22.7	0	22.1	100.7	1113.8
	Small Ruminants	139.9	769.6	9.1	0.7	0.9	0	2.1	17.8	940.1
	Poultry	0	0	0	73.8	43.4	0.7	1.4	0	119.23
OECD	Pigs	0	0	0	24.7	27.0	1.4	2.8	4.2	60.1
	Cattle & buffaloes	88.5	40.0	9.6	28.0	8.2	0	3.7	2.2	180.2
	Small Ruminants	20.3	12.2	0.4	0.9	0.2	0	0.5	0.9	35.4
World	Poultry	0	0	0	19.3	16.9	0.0	0.0	0	36.2
	Pigs	0	0	0	20.4	12.0	0.8	0.5	0.3	34.0
	Cattle & buffaloes	524.7	478.5	56.5	70.7	30.9	0	25.8	103.0	1290.1
World	Small Ruminants	160.3	781.8	9.5	1.6	1.1	0	2.6	18.6	975.5
	Poultry	0	0	0	93.1	60.3	0.7	1.4	0	155.5
	Pigs	0	0	0	45.1	39.0	2.5	3.3	4.4	94.0
	All	684.9	1260.4	65.9	210.5	131.3	2.9	33.1	126.0	2,505.6

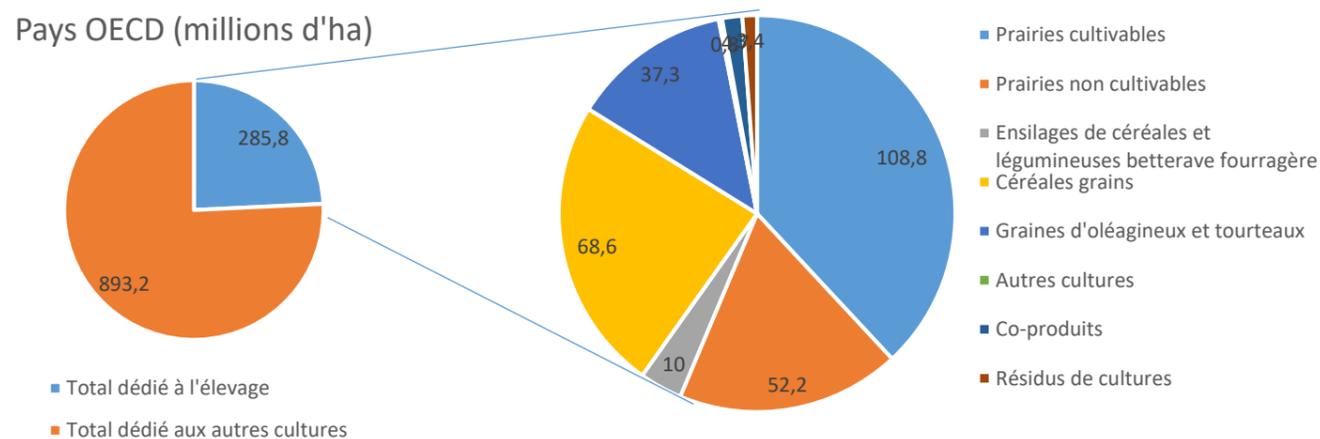
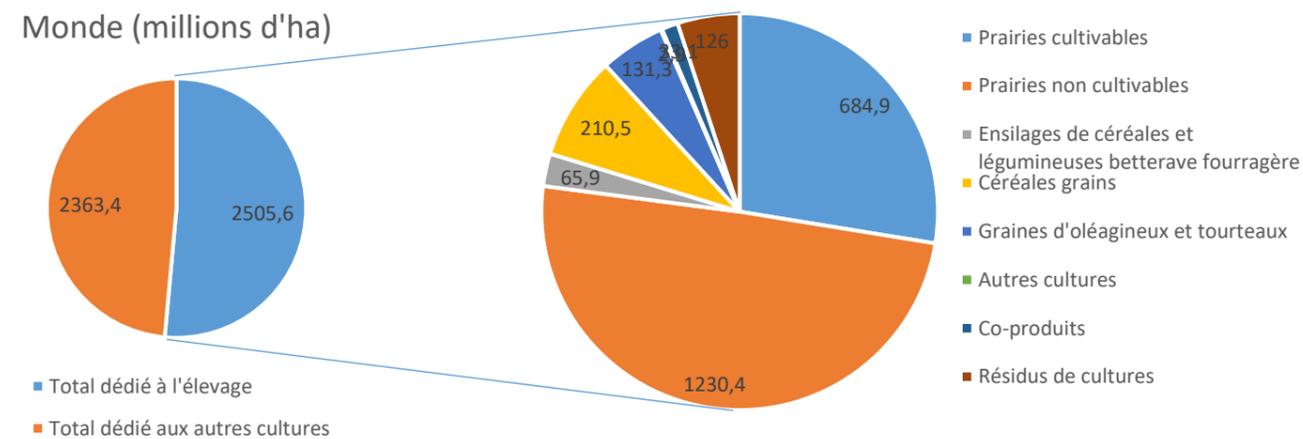
^a Pulses, cassava and banana

^b Corn gluten feed and meal, brans, middling, molasses, sugar beet pulp, and by-products from breweries, distilleries and biofuels

^c Straws, sugar cane tops, banana stems

OECD =
Organisation for Economic Co-operation and Development
([liste des pays](#))

Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1-8. (p 5)



Utilisation de surfaces agricoles

Utilisation de surface totale

Dans le monde

La surface utilisée par l'élevage dans le monde a été estimée à plusieurs reprises, parfois par les mêmes organismes, pour arriver à des chiffres différents. **L'estimation s'avère en effet complexe** : que prendre en compte ? Et dans le cas où les surfaces ont plusieurs usages ?

Par exemple dans le rapport *Livestock's Long Shadow* publié par la FAO en 2006¹⁹, la surface dédiée au pâturage dans le monde est estimée à 3 433 millions d'hectares (soit 26% de la surface terrestre) et la surface dédiée aux cultures pour l'alimentation animale à 471 millions d'hectares (ou 33% des terres arables). Au total, l'élevage occuperait 70% des surfaces agricoles.

Mais un nouveau rapport publié en 2017 par la FAO estime cette fois la **surface dédiée au pâturage à 1 945 millions d'hectares (soit 15% de la surface terrestre)** et la surface dédiée aux cultures pour l'alimentation animale à 570 millions d'hectares. **Produire des céréales pour nourrir les animaux d'élevage utilise 31% des surfaces de céréales cultivées** (210,5 million ha), dont 20% pour les monogastriques*. (*voir plus de détails ci-contre*)

On remarque dans ce dernier rapport que **dans le monde les deux tiers des prairies sont installées sur des surfaces non cultivables**. Cette tendance est inversée dans les pays membres de l'OECD, mais ces derniers ont par ailleurs une surface dédiée à l'élevage plus faible. (*voir plus de détails ci-contre*)

Certains expliquent que les surfaces utilisées pour produire les aliments non consommables par l'homme mais utilisées en élevage auraient pu être utilisées pour produire de la nourriture pour l'homme. Cependant, il faut garder en mémoire qu'une partie non négligeable de ces surfaces n'est pas cultivable (elle ne peut être utilisée qu'en prairie par exemple). Les prairies cultivées sur des terres arables sont quant à elles des puits de carbone et des réservoirs de biodiversité importants (surtout les prairies permanentes). Supprimer une prairie pour implanter une culture supposerait donc des conséquences environnementales négatives. (*voir la partie « Compenser les émissions : Le stockage du carbone dans les sols » plus bas dans ce doc*)

* Monogastriques = littéralement, les animaux ne possédant qu'un estomac, c'est-à-dire ici notamment les porcs et les volailles.

Les ruminants à l'inverse, possèdent plusieurs estomacs

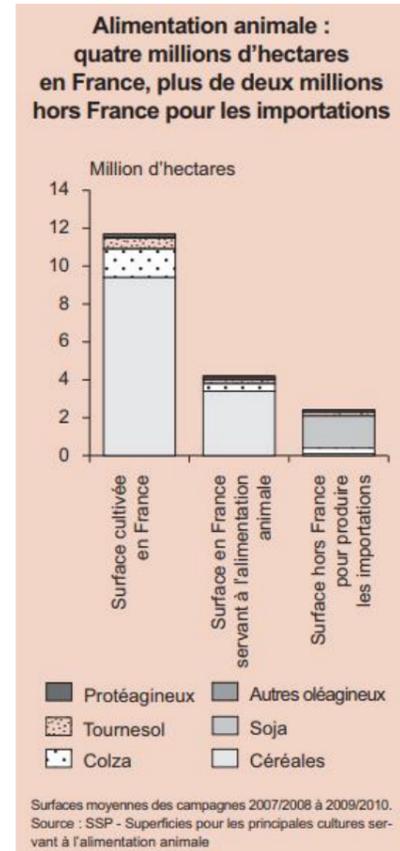
¹⁹ Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., & De Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food & Agriculture Org. (p271-272)

En France

Publication de référence : Agreste, *Synthèses Moyens de production : L'alimentation animale, principale destination des productions végétales*, Synthèses n° 2013/208, 2013

En France, "l'alimentation animale mobilise 14 millions d'hectares de cultures fourragères et 4 millions de céréales, oléagineux, protéagineux, représentant respectivement 50 % et 14 % des surfaces agricoles françaises." (données moyennes 2007-2009)

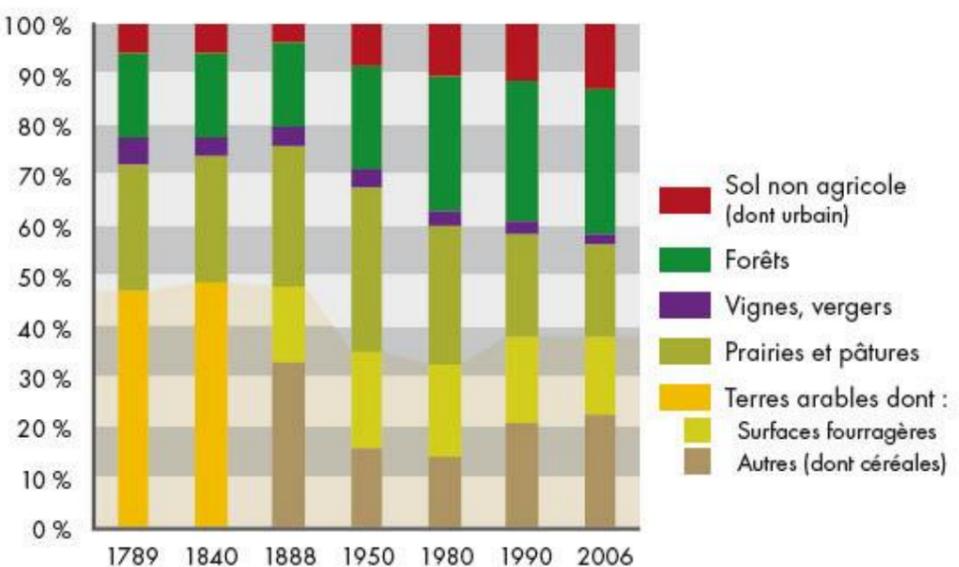
Pour les cultures fourragères, une grosse part est occupée par les surfaces toujours en herbe (9,2 millions d'ha, soit 65 % de l'ensemble). Viennent ensuite les prairies temporaires (3 millions d'ha) et les surfaces en maïs fourrager (1,4 million d'ha). Les superficies dédiées aux fourrages grossiers représentent la moitié des surfaces agricoles françaises.



Répartition des surfaces en France



L'ÉVOLUTION DE L'OCCUPATION DES SOLS EN FRANCE



Sources : Recensements agricoles et enquêtes agricoles décennales, d'après D. Montembault et C. Perrot (IDEE).

Extrait de l'atlas de l'élevage herbivore en France p29

L'élevage, le principal concurrent pour l'accès aux surfaces ? Exemple de l'artificialisation des terres

Chaque année, ce n'est pas moins de 65 758 hectares qui sont artificialisés sur le territoire²⁰, pour construire par exemple des habitations, des centres commerciaux ...

En plus de causer la perte de surfaces productives, l'artificialisation n'est pas sans conséquences écologiques : elle engendre une perte de ressources en sol pour l'usage agricole et pour les espaces naturels. Elle imperméabilise certains sols, ce qui accroît la vulnérabilité aux inondations, et a également un impact sur la biodiversité.

²⁰ Observatoire National de la Biodiversité

Urbanisation contre terres agricoles : la France en pleine guerre des sols (Article Science&Vie)

Indicateur « Artificialisation du territoire métropolitain » de l'ONB

Utilisation de surface par type de production

Une autre façon d'étudier la surface utilisée par l'élevage est d'estimer la surface nécessaire pour produire un kilo de différents produits*. Bien sûr **ces méthodes reposent sur des approximations et des méthodes pouvant varier, les résultats sont donc variables**. Mais ils permettent de dégager des ordres d'idées.

La principale méthode utilisée pour déterminer l'impact environnemental d'un produit (ou son coût en surface) est [l'analyse du cycle de vie](#)²¹. Cette méthode prend en compte généralement l'ensemble du cycle de production, en intégrant les besoins en amont de l'activité d'élevage, pour produire les aliments achetés par exemple.

Les résultats observés à l'échelle du monde

Une synthèse bibliographique de 2012 a repris les résultats de 52 études appliquées à des pays du monde entier pour faire une estimation des surfaces nécessaires pour la production d'un kg de produit²² : [\(voir ci-contre le tableau complet\)](#)

Boeuf	Porc	Poulet	Œufs	Agneau et Mouton	Lait
7 à 420m ²	8 à 15 m ²	5 à 8 m ²	4 à 7 m ²	20 à 33 m ²	1 à 2 m ²
Dont 2 à 420 m ² de prairies				Dont 18 à 30 m ² de prairies	Dont 1 m ² de prairies

Les façons d'élever les animaux sont variables selon l'espèce, le mode de production et le pays, ce qui explique les écarts importants. Les façons de produire du bœuf par exemple, sont très variées, ce qui explique les résultats variés également ! Une grande partie de la surface dédiée à l'élevage des bovins est constituée de prairies [\(cf ci-contre\)](#).



La surface utilisée calculée est également plus importante chez les bovins, notamment dans le cas d'élevages extensifs^{**} : cela s'explique car **ces élevages sont généralement implantés sur des surfaces peu productives (et donc non cultivables), et qu'il faut donc une surface plus élevée pour produire la même quantité de fourrage que sur une parcelle arable**. De plus les bovins ont un **cycle de reproduction assez lent** (comparé à un porc ou un poulet, ils vivront plus longtemps avant de pouvoir se reproduire : cela nécessite plus de surface) et un **taux de conversion de l'aliment plus faible** (étant donné qu'ils digèrent des aliments peu digestes). Les vaches laitières de réforme, utilisées pour la production de viande une fois leur production de lait terminée, produisent selon cette méthode ACV une viande avec un plus faible impact : c'est parce qu'elles ont également produit du lait, les différents impacts écologiques sont donc répartis entre ces deux productions dans le calcul.

Parmi les façons permettant de diminuer la surface nécessaire calculée pour produire un kg de viande de bœuf, on peut citer la baisse des intrants utilisés (par exemples les engrais minéraux), la limitation des pertes d'herbe au pâturage, une augmentation de la longévité des vaches (limiter le taux de renouvellement et donc le nombre de jeunes vaches à élever), baisser l'âge du premier vêlage de 3 à 2 ans, remplacer le tourteau de soja par du colza ...²³

²¹ Plus d'informations sur la méthode dans la plaquette : Dollé, J. B., Moreau, S., Brocas, C., Gac, A., Raynal, J., & Duclos, A. (2015). [Elevage de ruminants et changement climatique](#). Institut de l'Elevage.

²² Nijdam, D., Rood, T., & Westhoek, H. (2012). [The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes](#). Food policy, 37(6), 760-770.

²³ Nguyen, T. T. H., Doreau, M., Eugène, M., Corson, M. S., Garcia-Launay, F., Chesneau, G., & Van der Werf, H. M. G. (2013). Effect of farming practices for greenhouse gas mitigation and subsequent alternative land use on environmental impacts of beef cattle production systems. animal, 7(5), 860-869.

Nijdam, D., Rood, T., & Westhoek, H. (2012). [The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes](#). Food policy, 37(6), 760-770.

Table 3
Carbon footprint and land use of protein rich products per kilogram of product, from several LCA studies (cradle to retail, n = number of analyzed products, NB for land use the number may be lower).

Product	Carbon footprint (kg CO ₂ -eq kg ⁻¹)	Land use (m ² y kg ⁻¹)	Of which grassland (m ² y kg ⁻¹)
Beef (15 studies, n = 26)	9–129	7–420	2–420
Industrial systems (n = 11)	9–42	15–29	2–26
Meadows, suckler herds (n = 8)	23–52	33–158	25–140
Extensive pastoral systems (n = 4)	12–129	286–420	250–420
Culled dairy cows (n = 3)	9–12	7	ca 5
Pork (eight studies, n = 11)	4–11	8–15	
Poultry (four studies, n = 5)	2–6	5–8	
Eggs (four studies, n = 5)	2–6	4–7	
Mutton and Lamb (four studies, n = 5)	10–150	20–33	ca 18–30
Milk (12 studies, n = 14)	1–2	1–2	ca 1
Cheese [*]	6–22	6–17	ca 7
Seafood from fisheries (nine studies, n = 18)	1–86	..	
Seafood from aquaculture ^{***} (seven studies, n = 11)	3–15	2–6 ^{***}	
Meat substitutes containing egg or milk protein (one study, n = 2)	3–6	1–3	0–2
Meat substitutes, 100% vegetal (one study, n = 4)	1–2	2–3	
Pulses, dry (two studies, n = 3)	1–2	3–8	

^{*} Range based on milk range and results from the study by Berlin (2002). For cheese, 6–7 kg of milk is required (Blonk et al., 2008).
^{**} Land use: bottom trawling may have an effect on large areas of the seabed (Davies et al., 2009; Ellingsen and Aanonsen, 2006; Vázquez-Rowe et al., 2011; Ziegler and Valentinsson, 2008).
^{***} Land use: only land used for vegetal feed component.

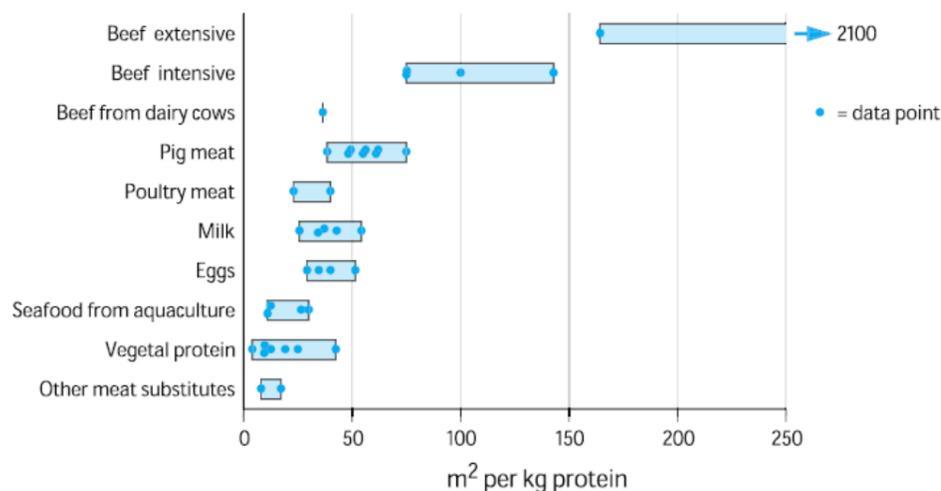


Fig. 2. Land use per kilogram of protein.

Autre étude de comparaison de résultats : de Vries, M., & de Boer, I. J. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock science*, 128(1), 1-11.

* Les résultats peuvent être exprimés avec plusieurs unités différentes :
• m² par kg de poids vif (pour l'animal vivant),
• par kg de carcasse,
• par kilo de viande/ lait/ œuf etc,
• ou même par kilo de protéines produites
Attention donc à bien comparer ce qui est comparable !

**Rappel : Extensif = faible production par unité de surface

Et en France ?

En 2010 l'ADEME* a lancé un programme scientifique baptisé **AGRIBALYSE**, ayant pour but de créer un inventaire de cycle de vie des produits agricoles français afin d'évaluer leur impact environnemental. Les principaux résultats concernant l'utilisation de surfaces sont indiqués ci-contre (*premier tableau*).

Impact sur l'occupation de surface des productions animales de la base Agribalyse v 1.3, en m².an par kg de produit (kg de lait corrigé, kg de poids vif vendu, kg d'œuf), en sortie de ferme (méthode CML 2001)

Productions animales, en sortie ferme	m ² a / kg moyenne France (plage de valeurs)
Poulet	3.07 (2.83-8.73)
Œuf	3.12 (2.86-6.9)
Dinde	4.32 (4.26-6.04)
Lait	1.39 (1.1-2.46)
Bœuf	22.46 (5.17-53.69)
Porc	3.67 (3.31 - 10.69)

En comparaison :

	Blé tendre	Soja	P. de terre	Maïs doux	Lentilles
Rendement Fr 2015 ²⁴	79 qx/ha	27 qx/ha	431 qx/ha	221 qx/ha	14 qx/ha
m ² /kg	1,27 m ²	3,7 m ²	0,23 m ²	0,45 m ²	7,1 m ²

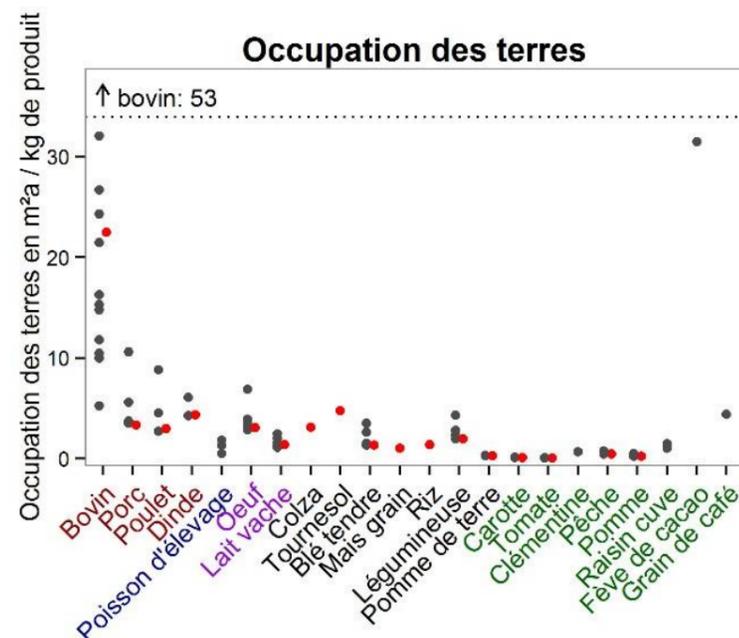
Les résultats d'Agribalyse mettent également en évidence les différences en termes d'utilisation de surfaces selon le mode de production : *dans le tableau ci-contre sur l'exemple de la production porcine*, on voit que plus le système est basé sur du plein air, plus la surface nécessaire augmente ... ce qui est logique ! (*cf mini débat p 7*)

Le dernier graphique, également issu d'une étude sur les résultats d'AGRIBALYSE, compare l'occupation des terres en fonction des productions y compris des productions végétales. Il fait également apparaître la variabilité existante pour une même production.

Thibault Salou, Sandrine Espagnol, Armelle Gac, Paul Ponchant, Aurélien Tocqueville, Vincent Colomb, Hayo M G van der Werf 2014. [Life Cycle Assessment of French livestock products: Results of the AGRIBALYSE® program](#). Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector.

Table 4. AGRIBALYSE LCA results of for pig production systems, calculated using the AGRIBALYSE "bio-physical" allocation method.

System	Scenario	Land occupation m ² a
Pig, French average, conventional production	Reference	3.41
Pig, fed rapeseed meal, conventional	Feed	3.78
Pig, fed soybean meal, conventional	Feed	3.60
Pig, on-farm feed supply, conventional	Feed	3.49
Pig, excess slurry treatment, conventional	Production System	3.90
Pig, pig with outdoor run, Label Rouge quality label	Production System	3.66
Pig, pasture system, Label Rouge quality label	Production System	5.48
Pig, organic production	Production System	10.56

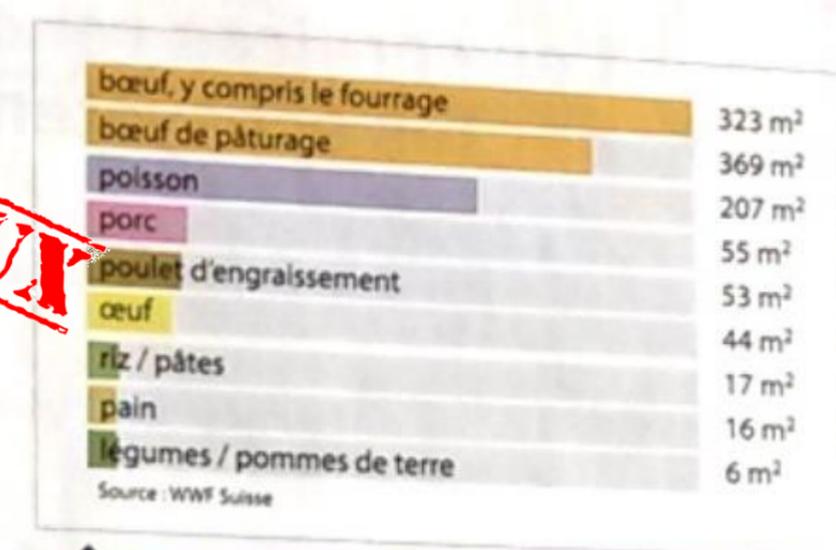


V. Colomb, A. Colsaet, C. Basset-Mens, J. Fosse, A. Gac, G. Mevel, J. Mousset, A. Tailleux, H. van der Werf 2015 [Analyses du Cycle de Vie en agriculture : enseignements du programme AGRIBALYSE®](#). Revue AE&S vol.5, n°1, 17

Présentation du projet AGRIBALYSE et vidéo présentant le principe de l'ACV

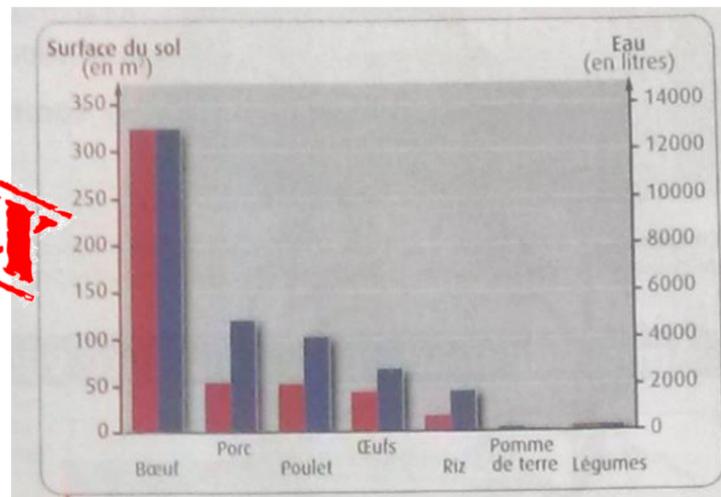


²⁴ <http://agreste.agriculture.gouv.fr/donnees-de-synthese/statistique-agricole-annuelle-saa/>



Doc. 5 Surface de sol utilisée pour produire 1 kg d'aliment.

Nathan SVT cycle 4



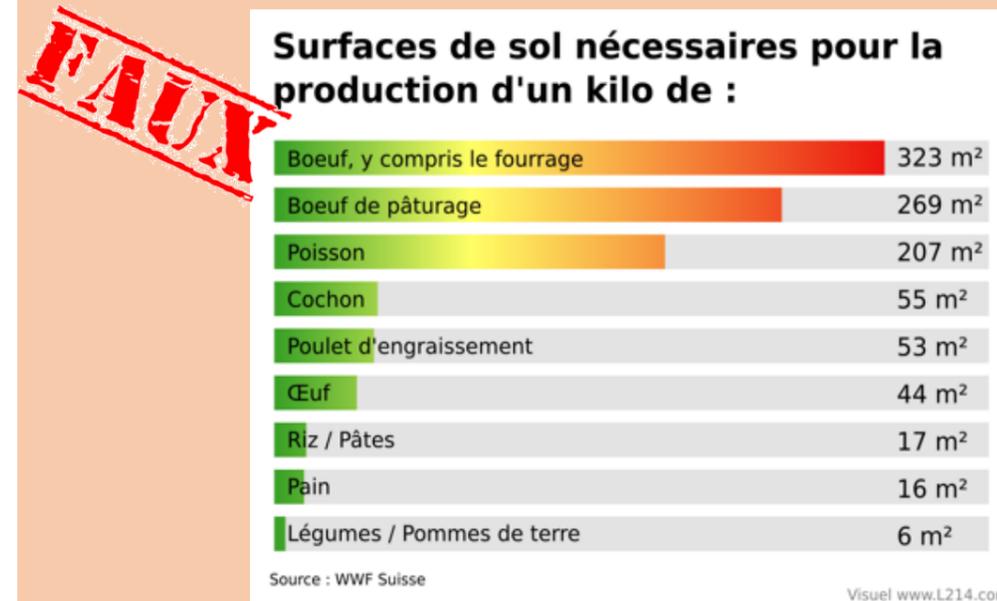
Belin science 1^{ère} L et ES



Hachette SVT 2de

Lors des premiers travaux du groupe « Enseigner l'élevage », une étude du contenu des manuels scolaires a été menée²⁵. Celle-ci a, entre autres, montré que de nombreux chiffres clés mis en avant dans ces manuels sont incohérents, et non sourcés. C'est le cas par exemple de la surface nécessaire pour produire un kg de viande.

A plusieurs reprises, les mêmes chiffres ont été retrouvés dans des manuels scolaires (cf *exemples ci-contre*). Aucune source n'est mentionnée. Après une recherche sur internet, la source de ces chiffres reste inconnue, mais l'association L214 a largement diffusé le graphique ci-dessous, en indiquant pour source « WWF Suisse ». La publication d'origine reste introuvable. Le graphique en question a d'ailleurs depuis disparu du site d'information de L214 « Viande.info ».



Comme montré dans les pages précédentes, en France la surface nécessaire à la production de viande est de l'ordre de 10 fois moins que ces chiffres. Un rapport de WWF Germany donne des chiffres de cet ordre d'idée également²⁶.

²⁵ Chouteau, A., Souchet, S., Disenhaus, C., Brunshwig, G. (2018). [Place de l'élevage dans l'enseignement : Analyse des contenus des programmes de formation ainsi que des manuels scolaires](#). GIS Avenir Elevage

²⁶ Von Witzke, H., Noleppa, S., & Zhirkova, I. (2011). [Meat Eats Land](#). P54

<http://leclimatchange.fr/>[Les gaz à effet de serre : à quoi ça sert ? Cniel \(filière lait\)](#)[Agriculture et changement climatique, quelles interactions ? \(ressource péda\) :](#)[Accessible sur le site educagri](#)[EGES : bilan énergie et GES des cultures et rotations \(arvalis\)](#)

LE SECTEUR DES TERRES ET LES GAZ À EFFET DE SERRE EN FRANCE

Le secteur agricole et forestier est à la fois émetteur et capteur de gaz à effet de serre (GES)

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Contribution de chaque secteur aux émissions de GES

TOTAL ÉMIS EN 2015 **457** MteqCO₂ / an*
*millions de tonnes équivalent CO₂



Principales émissions de GES en agriculture

91 MteqCO₂ / an
soit **-4%** de 1990 à 2015

Émissions et absorption de CO₂ du secteur des terres

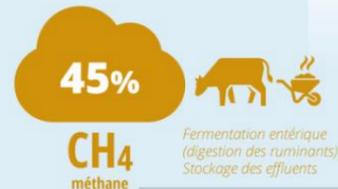
Le puits de carbone

Les secteurs agricole et forestier présentent la particularité d'être à la fois émetteurs et capteurs de gaz à effet de serre via la photosynthèse.

Les stockages de carbone sont appelés **puits de carbone**.

Le stockage de carbone a lieu dans la biomasse et dans les sols (accumulation de matière organique).

BILAN PUIITS DE CARBONE **36** MteqCO₂ / an



L'agriculture et la forêt contribuent également à atténuer les émissions de gaz à effet de serre par la production d'énergies vertes et de matériaux de construction renouvelables.

BIOGAZ/MÉTHANISATION, BIOCARBURANTS, BOIS ÉNERGIE, BOIS CONSTRUCTION
BIOMATÉRIAUX - CHIMIE DU VÉGÉTAL...

Agriculture et émissions de gaz à effet de serre : enjeux politiques



Le changement climatique risque d'avoir un impact négatif sur l'ensemble des aspects de la sécurité alimentaire : production, accès aux aliments, stabilité des prix...

Avec l'augmentation de la population mondiale, l'adaptation de l'agriculture au changement climatique est essentielle pour garantir la sécurité alimentaire. C'est un enjeu majeur pour les pays en développement, où le secteur agricole est souvent le premier

secteur d'activité. L'effort d'atténuation est au contraire considéré par ces pays comme pouvant potentiellement porter atteinte à leur niveau de production alimentaire et leur développement économique, en contraignant l'usage d'intrants,

la taille du cheptel, la production des biocarburants ou en imposant la protection des prairies et des forêts. À l'inverse, les pays développés souhaitent que leurs efforts d'atténuation soient partagés avec les grands pays émergents afin d'éviter une distorsion de concurrence.



EN CE QUI CONCERNE LA FORÊT, LA LUTTE CONTRE LA DÉFORESTATION EST UN ENJEU MAJEUR POUR LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT TANDIS QUE LES PAYS DÉVELOPPÉS, QUI LEUR APPORTENT LEUR SOUTIEN FINANCIER, ONT ÉGALEMENT À CŒUR DE VALORISER LE RÔLE DE LA FORÊT EN TANT QUE PUIITS DE CARBONE ET SOURCE DE PRODUITS DE SUBSTITUTION.

Elevage et pollution

Elevage et émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)

Pourquoi l'élevage contribue au changement climatique ? Petit point sur les gaz émis et comment :

Extrait de "Rôle, impacts et services issus des élevages en Europe" ²⁷ p44 :

Les émissions de GES des animaux d'élevage se répartissent généralement en quatre catégories dans les inventaires d'émissions²⁸

- la **fermentation entérique** due à la rumination des herbivores et qui libère du méthane (CH₄) ;
- la **gestion des effluents** associée à l'émission de composés gazeux notamment du CH₄ et du N₂O émis en bâtiment, lors du stockage puis de l'épandage des effluents (azote) sur les sols ;
- la **production d'aliments pour animaux** qui comptabilise les émissions associées aux cultures dédiées (N₂O émis par les sols fertilisés), à la fabrication et au transport des aliments (énergie), et aux changements d'usage des sols
- et la **consommation d'énergie dans les élevages** et en amont, qui donne majoritairement lieu à des émissions de CO₂.

Les principaux gaz émis sont²⁹ :

- **Dioxyde de carbone** (CO₂) : engins agricoles, minéralisation du carbone contenu dans le sol ...
- **Méthane** (CH₄) : fermentation entérique chez les ruminants (notamment), stockage du fumier, et émission lors de la digestion chez d'autres animaux à plus petites doses
 - o Pouvoir réchauffant 21 fois plus puissant que le CO₂, persiste environ 12 ans dans l'atmosphère
- **Protoxyde d'azote** (N₂O)
 - o Pouvoir réchauffant 310 fois plus puissant que le CO₂, persiste environ 114 ans dans l'atmosphère

L'agriculture est un secteur émetteur de GES, mais aussi l'un des rares qui contribue à capter le carbone atmosphérique (voir la partie « Compenser les émissions : Le stockage du carbone dans les sols »).

Méthane et production d'énergie par l'élevage

[Méthanisation : les fermes peuvent-elles produire notre énergie ? \(France 2\)](#)



²⁷ Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C., Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gaigné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauviel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective, INRA France.

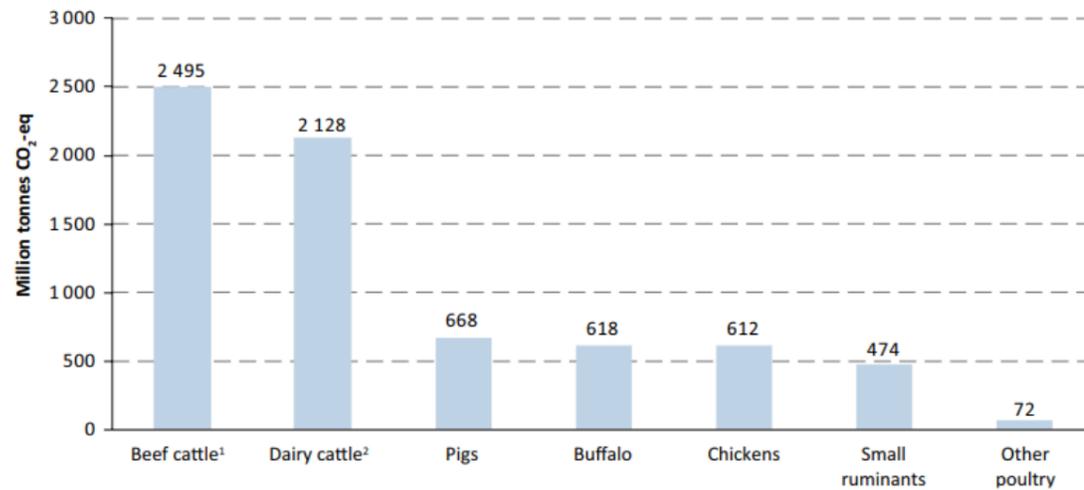
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01595470/document>

²⁸ Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). [Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities](#). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

²⁹ IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp. [P212, Table 2.14](#)

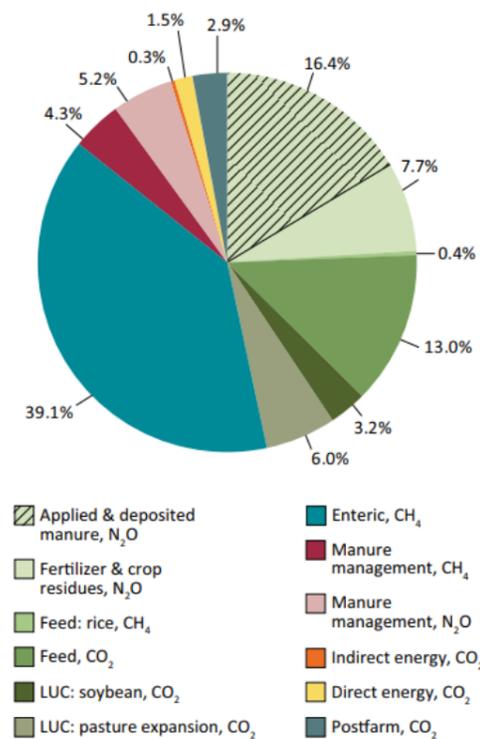
FIGURE 2. Global estimates of emissions by species*

Emissions mondiales



*Includes emissions attributed to edible products and to other goods and services, such as draught power and wool.
¹ Producing meat and non-edible outputs.
² Producing milk and meat as well as non-edible outputs.
 Source: GLEAM.

FIGURE 4. Global emissions from livestock supply chains by category of emissions



Définition « LUC » : Land Use Change (déforestation, retournement de prairies ...)

Combien de GES est produit par l'élevage ?

Les émissions de GES varient selon la filière (chiffres à l'échelle mondiale)

Les émissions globales mondiales

Publication de référence pour cette partie : *Tackling climate change through livestock* (FAO)³⁰

L'élevage émet chaque année environ **7,1 gigatonnes de CO₂ eq***, ce qui représente **14,5%** des émissions de gaz à effet de serre de l'homme. L'élevage joue donc un rôle non négligeable dans le réchauffement climatique.

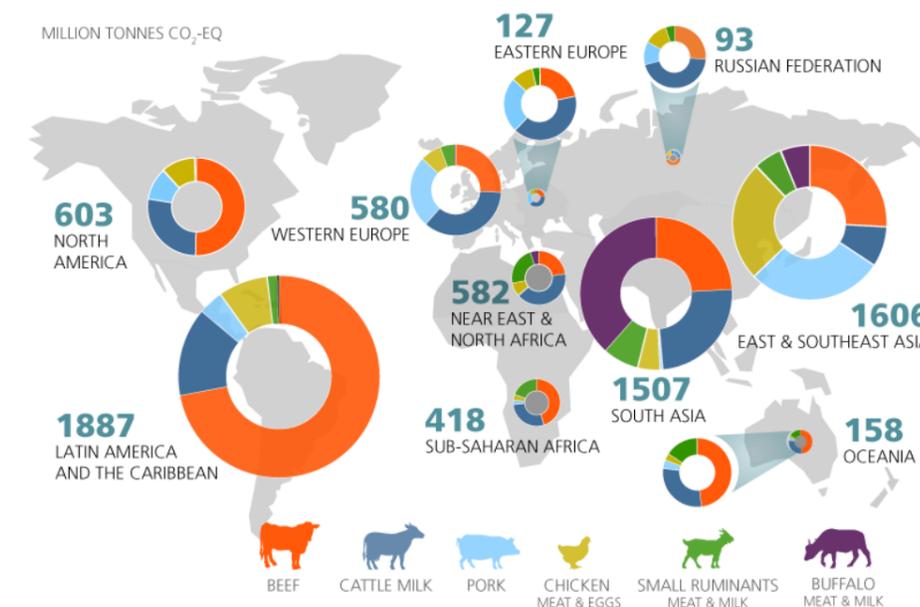
Les **bovins** (pour la viande et pour le lait) représentent **la majorité des émissions** (ils représentent respectivement 41 et 20% des émissions du secteur du fait principalement de leurs émissions naturelles de méthane couplées à des cycles de vie plus longs). La production de viande de porc représente 9%, celle de poulet et d'œufs 8%. (cf ci-contre)

Pour plus de détails par filière, voir l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**



Très souvent, la production de GES de l'élevage est comparée à celle des transports, pour mettre en évidence à quel point l'élevage est polluant. Il convient de garder un fait en tête : le calcul des émissions de l'élevage comprend toutes les émissions, « de la fourche à la fourchette » (élevage, alimentation, et dans certains cas également l'abattage, transport, transformation ...) alors que le calcul fait pour les transports ne prend en compte que les émissions des véhicules, et pas celles liées à la construction des véhicules, leur entretien etc. On ne prend pas en compte non plus le carbone stocké par les prairies dans le cas de l'élevage. Par ailleurs, le méthane a un pouvoir de réchauffement supérieur à celui du CO₂, mais une durée de vie plus courte.

La production d'aliments pour les animaux ainsi que les émissions liées à la digestion des ruminants représentent les deux principales causes de production de GES, avec respectivement 45 et 39% des émissions du secteur de l'élevage mondial. Lors de la production des aliments pour les animaux, il y a parfois une expansion des zones de culture ou de pâturage (c'est par exemple une des causes de la déforestation au Brésil), cela représente 9% des émissions. La gestion des déjections (fumier, lisier, etc.) représente 10%. Toutes catégories confondues, l'utilisation d'énergie fossile du secteur compte pour environ 20% de ses émissions de GES. (cf ci-contre)



Ce graphique représentant les émissions régionales est consultable sur la page des résultats du modèle GLEAM de la FAO³¹.

³⁰ Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

³¹ <http://www.fao.org/gleam/results/en/>

* CO₂ eq = Pour pouvoir établir des bilans de GES, alors que les différents gaz n'ont pas le même impact sur l'effet de serre, leurs contributions sont exprimées en terme de pouvoir de réchauffement global (PRG), dans une unité commune, le kg ou la tonne équivalent CO₂



Article [Cars or livestock which contribute more to climate change?](#) (by Anne Mottet and Henning Steinfeld | FAO)

Nijdam, D., Rood, T., & Westhoek, H. (2012). *The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes*. *Food policy*, 37(6), 760-770.

Table 3
Carbon footprint and land use of protein rich products per kilogram of product, from several LCA studies (cradle to retail, n = number of analyzed products, NB for land use the number may be lower).

Product	Carbon footprint (kg CO ₂ -eq kg ⁻¹)
Beef (15 studies, n = 26)	9-129
Industrial systems (n = 11)	9-42
Meadows, suckler herds (n = 8)	23-52
Extensive pastoral systems (n = 4)	12-129
Culled dairy cows (n = 3)	9-12
Pork (eight studies, n = 11)	4-11
Poultry (four studies, n = 5)	2-6
Eggs (four studies, n = 5)	2-6
Mutton and Lamb (four studies, n = 5)	10-150
Milk (12 studies, n = 14)	1-2
Cheese [*]	6-22
Seafood from fisheries (nine studies, n = 18)	1-86
Seafood from aquaculture ^{***} (seven studies, n = 11)	3-15
Meat substitutes containing egg or milk protein (one study, n = 2)	3-6
Meat substitutes, 100% vegetal (one study, n = 4)	1-2
Pulses, dry (two studies, n = 3)	1-2

^{*} Range based on milk range and results from the study by Berlin (2002). For cheese, 6-7 kg of milk is required (Blonk et al., 2008).

^{**} Land use: bottom trawling may have an effect on large areas of the seabed (Davies et al., 2009; Ellingsen and Aanonsen, 2006; Vázquez-Rowe et al., 2011; Ziegler and Valentínsson, 2008).

^{***} Land use: only land used for vegetal feed component.

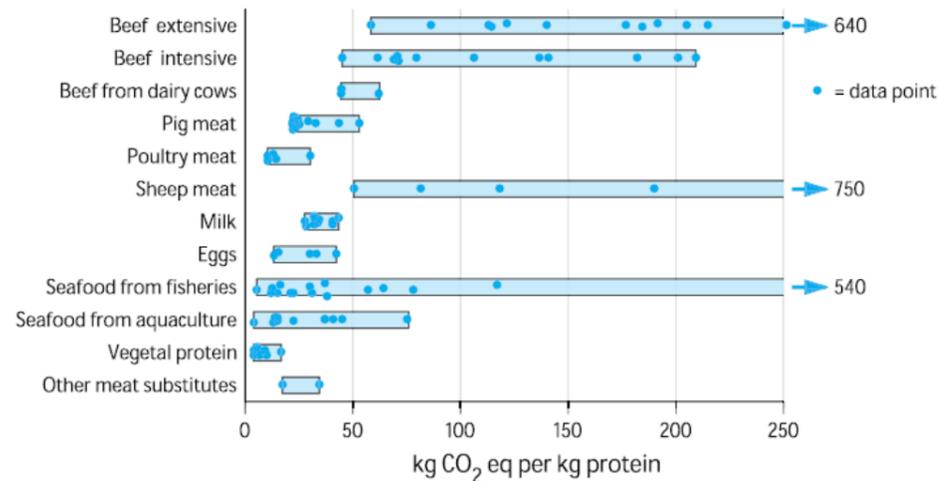


Fig. 1. Carbon footprints per kilogram of protein.

Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

TABLE 5. Global production, emissions and emission intensity for cattle milk and beef

Herd	System	Production (Million tonnes)		Emissions (Million tonnes CO ₂ -eq)		Emission intensity (kg CO ₂ -eq/kg product)	
		Milk ¹	Meat ²	Milk	Meat	Milk ¹	Meat ²
	Grazing		8.6		875.4		102.2 ³
Specialized beef	Mixed		26.0		1 462.8		56.2 ³
	Total beef		34.6		2 338.4		67.6³
	Post-harvest emissions ⁴			87.6	12.4		
Totals		508.6	61.4	1 419.1	2 836.8	2.8⁵	46.2⁵

¹ Product: FPCM.

² Product: carcass weight (CW).

³ Does not include post-harvest emissions.

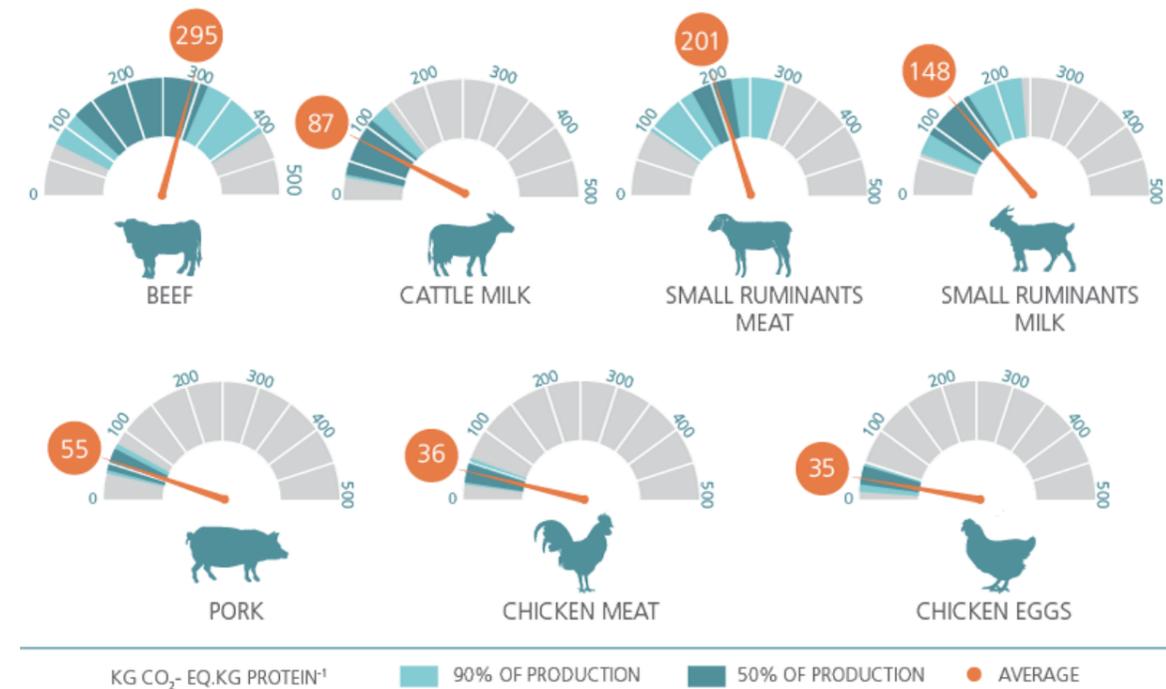
⁴ Computed at commodity and country level.

⁵ Includes post-harvest emissions.

Les émissions par kg de produit

La FAO a publié sur la page de résultats de son outil de modélisation GLEAM³² la quantité de GES produits par kg de protéines produite* pour les différentes espèces :

Ces résultats sont des moyennes mondiales représentant une diversité de systèmes et de zones.



Le *tableau ci-contre*, issu d'une synthèse ayant analysé les résultats de 52 études menées dans le monde entier, fournit le même type de données mais cette fois-ci exprimés par kilo de produit*. Le graphique en dessous donne une idée de la variabilité des résultats observés lorsqu'ils sont exprimés par kg de protéine.

Des émissions plus élevées dans les élevages plus "extensifs" : exemple des élevages bovins viande

Des émissions plus importantes sont observées dans des élevages plutôt "pâturant" plutôt que "mixtes". Cela s'explique par le fait que dans le cas des élevages plus extensifs, l'alimentation est peu digeste (ce qui implique des émissions de méthane plus importantes, ainsi qu'un volume de déjections plus important), et selon les élevages, une vitesse de croissance des animaux plus faible et donc un âge à l'abattage plus élevé (l'animal continue à émettre du méthane pendant plus longtemps).

(cf documents ci-contre)

Attention cependant, dans ce cas, on ne prend pas en compte la quantité de CO₂ piégé par les prairies, qui compense une partie des émissions ! voir la partie « Compenser les émissions : Le stockage du carbone dans les sols »



* Les résultats peuvent être exprimés avec plusieurs unités différentes :
par kg de poids vif (pour l'animal vivant),
par kg de carcasse,
par kilo de viande/lait/ œuf etc,
ou même par kilo de protéines produites

Par ailleurs, beaucoup de résultats sont calculés sur le cycle de vie jusqu'au portail de sortie de la ferme (cradle to farm exit gate ; c'est le cas d'Agribalyse), tandis que d'autres comprennent le cycle de vie complet, y compris la consommation des produits et la gestion de leur fin de vie (cradle to grave) ce qui explique que leurs valeurs soient plus importantes (la majorité des émissions de GES a lieu avant la sortie de l'élevage)

Attention donc à bien comparer ce qui est comparable !

³² <http://www.fao.org/gleam/results/en/>

Les émissions varient selon le pays (exemple à l'échelle de l'Europe)

Extrait de "Rôle, impacts et services issus des élevages en Europe" ³³ p44 :

Les émissions se situent, pour le troupeau européen, **entre 630 et 863 Mt CO₂ eq***, soit de **12 à 17 % des émissions totales de l'UE-27 en 2007** ³⁴. Cette fourchette converge avec la plupart des estimations de la littérature plus récente ³⁵ (700 Mt, 623-852 Mt). Les émissions se répartissent à parts égales entre la production de viande bovine, le lait de vache, le porc ; viennent ensuite assez loin derrière les volailles, puis les petits ruminants ³⁶.

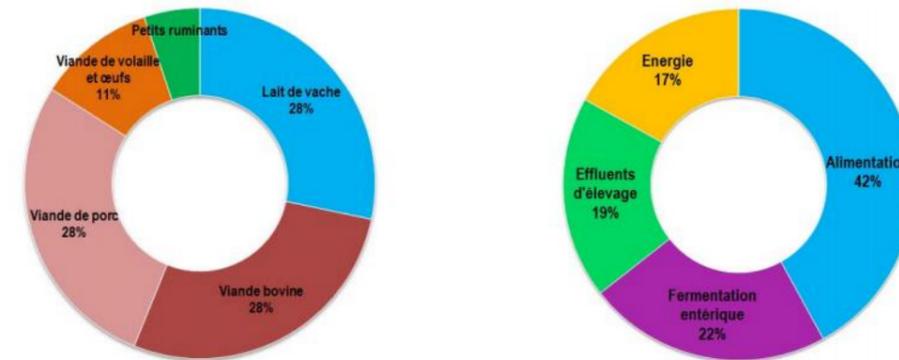


Figure 13. Emissions de gaz à effet de serre associées à l'élevage européen en 2004 - par type de produits animaux et par catégorie d'inventaires (y compris émissions délocalisées) – Source : INRA d'après Leip *et al.*, (Leip *et al.*, 2010)

Les estimations prennent le plus souvent en compte les émissions directes domestiques et délocalisées. Les modèles incluent donc dans leurs périmètres les émissions associées à la production des aliments pour animaux (céréales, protéagineux, maïs et autres fourrages, herbe, paille et coproduits), qu'elle ait lieu sur le territoire ou dans d'autres régions du monde.

Une étude récente conclut que **les émissions délocalisées à l'extérieur de l'Europe dépassent souvent les émissions associées à la gestion locale de la filière** ³⁷ (411 Mt CO₂ eq, cf *ci-contre*). L'estimation de la part des émissions provenant du changement d'usage des sols pour la production d'aliments est très variable : selon les hypothèses retenues, elle peut varier entre 9 et 33 % des émissions totales de l'élevage ³⁸. Par ailleurs, **l'UE se caractérise par un niveau d'émissions directes de GES au kg de produit plus faible que dans le reste du monde**. Les niveaux de GES par kg de produit sont plus élevés pour les viandes issues de ruminants que pour celles issues des monogastriques, en raison de la production de méthane entérique des ruminants, des indices de consommation* différenciés des animaux et du poids

*Indice de consommation = rapport entre une quantité de nourriture consommée et la production de l'animal (viande, lait ...)

³³ Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C. Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gaigné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauiel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, *Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe*. Synthèse de l'expertise scientifique collective, INRA France.

³⁴ Bellarby, J., Tirado, R., Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J. P., & Smith, P. (2013). *Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe*. *Global change biology*, 19(1), 3-18.

³⁵ Weiss, F., & Leip, A. (2012). *Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: a life cycle assessment carried out with the CAPRI model*. *Agriculture, ecosystems & environment*, 149, 124-134.

³⁶ INRA d'après Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., ... & Biala, K. (2010). *Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions* (GGELS).

³⁷ Leip, A., Billen, G., Garnier, J., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Reis, S., ... & Westhoek, H. (2015). *Impacts of European livestock production: nitrogen, sulphur, phosphorus and greenhouse gas emissions, land-use, water eutrophication and biodiversity*. *Environmental Research Letters*, 10(11), 115004.

³⁸ Weiss, F., & Leip, A. (2012). *Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: a life cycle assessment carried out with the CAPRI model*. *Agriculture, ecosystems & environment*, 149, 124-134.

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/11/115004/pdf>

Leip, A., Billen, G., Garnier, J., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Reis, S., ... & Westhoek, H. (2015). Impacts of European livestock production: nitrogen, sulphur, phosphorus and greenhouse gas emissions, land-use, water eutrophication and biodiversity. *Environmental Research Letters*, 10(11), 115004.

Table 2. Share of the livestock sector, feed production and feed imports on the emissions of pollutants due to agriculture in EU27 with relevance for air quality, global warming, soil quality, biodiversity and water quality for the year 2004.

GHG = Green House Gases	Global warming		Global warming		Global warming	
	GHG		C-sequestration		GHG + sequestration	
	Emissions [Tg CO ₂ eq yr ⁻¹]	Share	Emissions [Tg CO ₂ eq yr ⁻¹]	Share	Emissions [Tg CO ₂ eq yr ⁻¹]	Share total
Agriculture	1062	100%	-104	100%	958	100%
Livestock	861	81%	-82	80%	779	81%
Feed	560	53%	-43	42%	516	54%
Feed imports	411	39%	-10	10%	400	42%

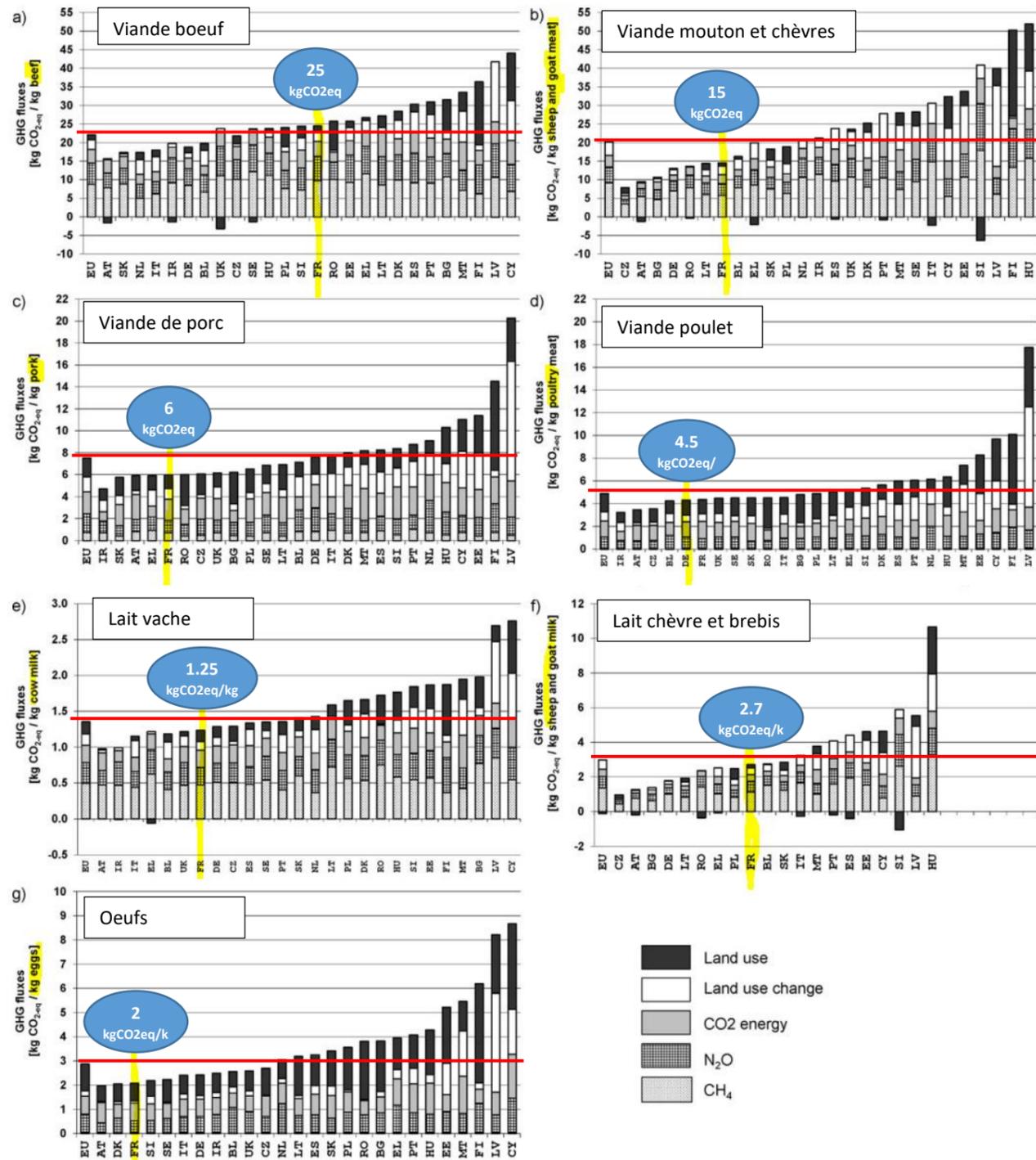


Fig. 2. Total GHG fluxes of EU-27 livestock products in 2004, calculated with a cradle-to-gate life-cycle analysis with CAPRI (in kg CO₂-equiv. per kg of product). (a) beef; (b) sheep and goat meat; (c) pork; (d) poultry meat; (e) cow milk; (f) sheep and goat milk; and (g) eggs.

Weiss, F., & Leip, A. (2012). [Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: a life cycle assessment carried out with the CAPRI model](#). *Agriculture, ecosystems & environment*, 149, 124-134. *P128*
Le trait rouge indique la moyenne Européenne

relatif du cheptel reproducteur dans les filières. Le lait de vache présente, quant à lui, des émissions par unité de protéines produites comparables à celles des monogastriques.

L'intensité des émissions varie considérablement au sein d'une même production en particulier chez les ruminants, reflet des **différences de conditions pédoclimatiques**, et de **pratiques agricoles**. Cette variabilité est particulièrement **marquée en production de viande de ruminants** alors qu'elle est plus faible en production laitière bovine ainsi qu'en productions porcine et avicole. (*cf ci-contre*).

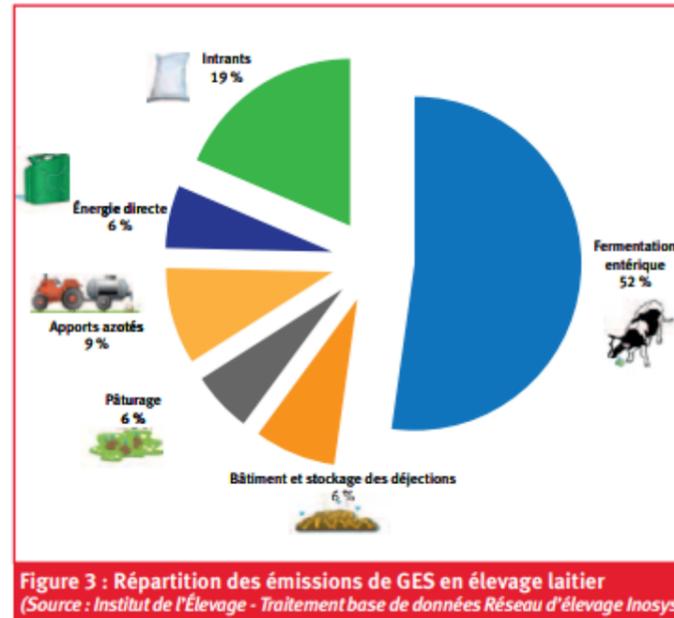


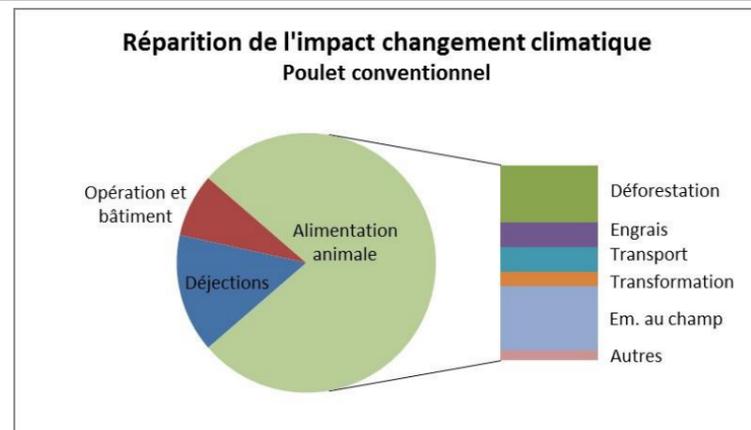
Figure 3 : Répartition des émissions de GES en élevage laitier (Source : Institut de l'Élevage - Traitement base de données Réseau d'élevage Inosys)

Tableau 1 : Emissions de gaz à effet de serre associées à l'élevage de ruminants en millions de tonnes de CO₂ eq en 2013 (Source: Traitement Institut de l'Élevage, d'après CITEPA, 2015 et Recensement Agricole 2010)

	Bovins lait	Bovins viande	Petits ruminants	Total ruminants
Fermentation entérique	14,83	15,53	2,09	32,45
Déjections	3,03	2,21	2,13	7,37
Pâturage	3,21	4,63	0,45	8,30
Sols cultivés	6,70	4,48	3,38	14,56
Énergie	2,95	2,61	1,76	7,32
Total	30,72	29,47	9,8	70,00
En % du PRG* agricole	34,7 %	33,3 %	11,1 %	79 %
En % du PRG* national	6,4 %	6,2 %	2,1 %	14,7 %

* PRG : Pouvoir de Réchauffement Global

Dollé, J. B., Moreau, S., Brocas, C., Gac, A., Raynal, J., & Duclos, A. (2015). [Elevage de ruminants et changement climatique](#). Institut de l'Élevage.



V. Colomb, A. Colsaet, C. Basset-Mens, J. Fosse, A. Gac, G. Mevel, J. Mousset, A. Tailleur, H. van der Werf 2015 Analyses du Cycle de Vie en agriculture : enseignements du programme AGRIBALYSE®. Revue AE&S vol.5, n°1, 17

A l'échelle de la France

Les émissions globales de GES :

Référence échelle globale : CITEPA, inventaire des émissions SECTEN

En 2016, l'agriculture a été responsable en France de l'émission de 89 Mt de CO₂eq*, soit environ 20% des émissions de GES. En France, l'agriculture est donc le troisième secteur émetteur derrière les transports routiers et l'industrie manufacturière (en termes de Potentiel de Réchauffement Global*).

Le CITEPA comptabilise que l'élevage émet environ la moitié des émissions de l'agriculture française, avec 42 Mt CO₂eq* (si l'on ne prend en compte que les émissions des animaux et leurs déjections). L'élevage est notamment le principal producteur de méthane (CH₄), les cultures étant quant à elles principalement responsables d'émissions de NO₂ (liée à l'utilisation d'engrais).

Le secteur agricole est assez peu producteur de CO₂ (à ne pas confondre avec le CO₂eq*) comparé aux autres secteurs.

Consultez l'ensemble des émissions en Erreur ! Source du renvoi introuvable.

Le rôle important des ruminants dans les émissions de GES³⁹ :

Comme vu précédemment, les ruminants, compte tenu de leur mode de digestion particulier, ont un impact très important en termes d'émissions de gaz à effet de serre. En élevage laitier par exemple, la fermentation entérique est responsable de 52% des émissions. (voir ci-contre Dolle, 2015)

Une synthèse menée par l'Institut de l'Élevage a calculé les impacts de l'élevage ruminant à partir des chiffres du CITEPA, en prenant en compte cette fois toutes les émissions induites (fermentation entérique, gestion des déjections, mais aussi sols pâturés et sols cultivés pour l'alimentation des animaux et énergie). Il en ressort que l'élevage des ruminants est lié à 79% des émissions du secteur agricole, et de 14,7% des émissions nationales (c'est-à-dire environ la même proportion qu'à l'échelle mondiale⁴⁰, et environ deux fois moins que les émissions du secteur des transports routiers en France en 2015⁴¹)

Et les autres filières d'élevage ?

Chez les monogastriques (porcs et volailles notamment), les principales émissions sont liées à la production de leur alimentation (voir ci-contre Colomb, 2015), notamment à l'utilisation d'engrais, et aux émissions liées à la production de tourteaux de soja (en lien avec des problèmes de déforestation).

³⁹ Dollé, J. B., Moreau, S., Brocas, C., Gac, A., Raynal, J., & Duclos, A. (2015). [Elevage de ruminants et changement climatique](#). Institut de l'Élevage.

⁴⁰ Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). [Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities](#). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

⁴¹ CITEPA 2015 voir Erreur ! Source du renvoi introuvable.



Chiffres SECTEN publiés par CITEPA

* CO₂ eq = Pour pouvoir établir des bilans de GES, alors que les différents gaz n'ont pas le même impact sur l'effet de serre, leurs contributions sont exprimées en terme de pouvoir de réchauffement global (PRG), dans une unité commune, le kg ou la tonne équivalent CO₂



Cas types élevages laitiers Idée Cap2er

Thibault Salou, Sandrine Espagnol, Armelle Gac, Paul Ponchant, Aurélien Tocqueville, Vincent Colomb, Hayo M G van der Werf 2014. [Life Cycle Assessment of French livestock products: Results of the AGRIBALYSE® program](#). Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector.

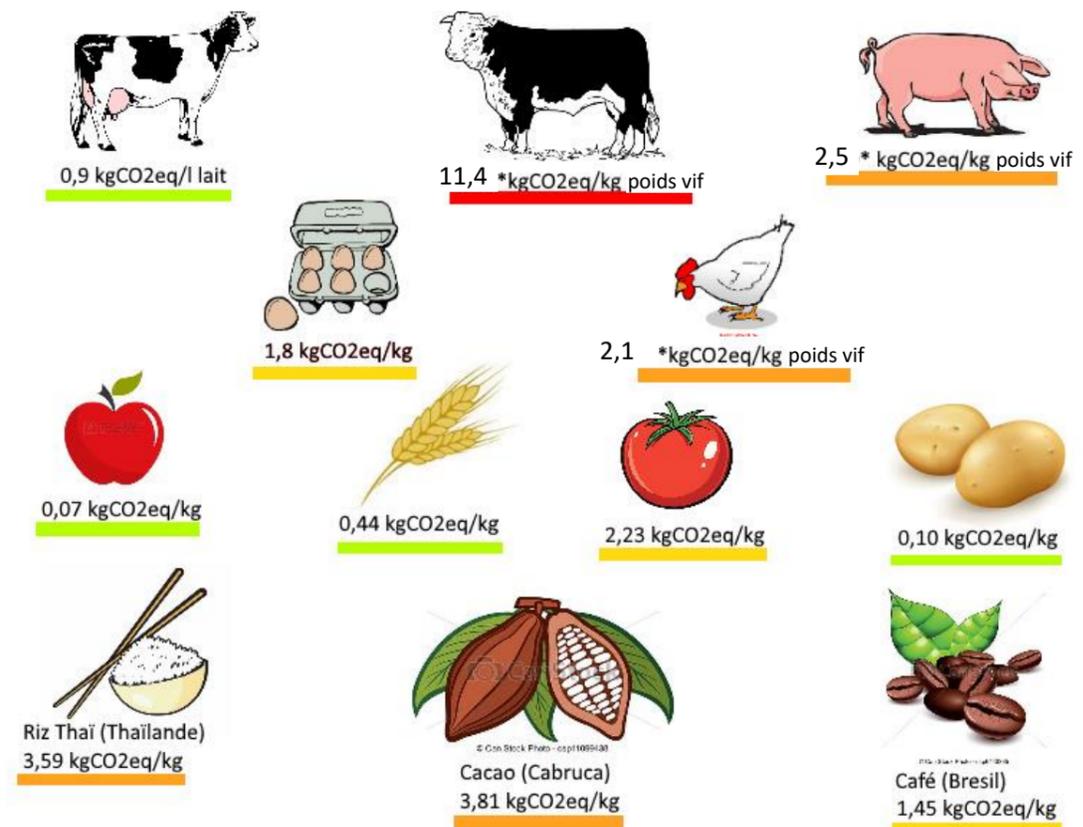
Table 3. Summary of AGRIBALYSE LCA results¹ for animal products, using a biophysical approach for co-product handling. Means represent an average of impact values of all inventories calculated for a product category within AGRIBALYSE. Results are expressed per kg FPCM (Fat and Protein Corrected Milk) for milk, kg of live weight for animals, kg of egg. CV: Coefficient of Variation.

	Product category								
	Cattle for beef	Cow Milk	Ewe Milk	Goat Milk	Pig	Egg	Poultry	Rabbit	Fish
Number of systems studied	13	6	1	1	8	6	9	1	3
GWP	Mean	0.9	1.5	0.8	2.5	1.8	2.8	2.3	2.9
	Median	0.8	-	-	2.4	1.7	2.9	-	2.4
	CV	36.5	14.7	-	-	16.2	17.9	24.4	-

Quelle empreinte carbone pour les produits animaux ?

Le projet Agribalyse, déjà mobilisé dans la partie sur l'[Utilisation de surface](#), a permis de produire des références sur le potentiel de réchauffement climatique de nombreux produits agricoles français. Les quantités de GES émises sont exprimées en CO₂eq, et dans le cas de la viande, cette quantité est calculée par kg de poids vif (avant abattage et découpe).

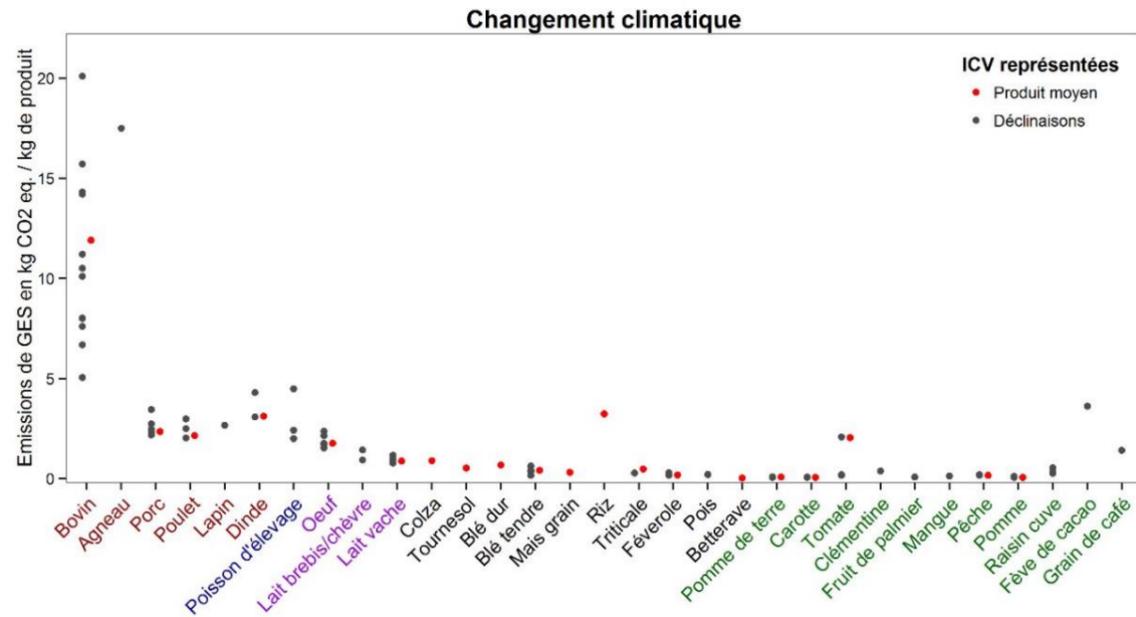
Les chiffres sont exprimés pour des moyennes de productions française standard⁴² (sauf si précisé autrement). Elles ne prennent pas en compte les émissions liées au transport (notamment dans le cas d'un import) et à la transformation des produits (l'élevage représente cependant la majorité de l'impact).



⁴² Source : Agribalyse, fichier de synthèse v1.3, janvier 2017, fichier de synthèse, à télécharger sur la page [Agribalyse](#)

La base de données de synthèse des résultats de l'étude AGRIBALYSE (dans « documents à télécharger »)

V. Colomb, A. Colsaet, C. Basset-Mens, J. Fosse, A. Gac, G. Mevel, J. Mousset, A. Tailleur, H. van der Werf
 2015 *Analyses du Cycle de Vie en agriculture : enseignements du programme AGRIBALYSE®*. Revue AE&S



Comme pour les paramètres de surface ou d'eau nécessaire à la production, la quantité de gaz à effet de serre émise par les différents élevages varie énormément selon le mode de production, comme on peut le voir *ci-contre* : pour de la viande bovine, la production de CO₂eq par kg de produit varie de 5 à 20 kg (chiffres issus du projet AGRIBALYSE, portant sur des modèles d'élevages français).

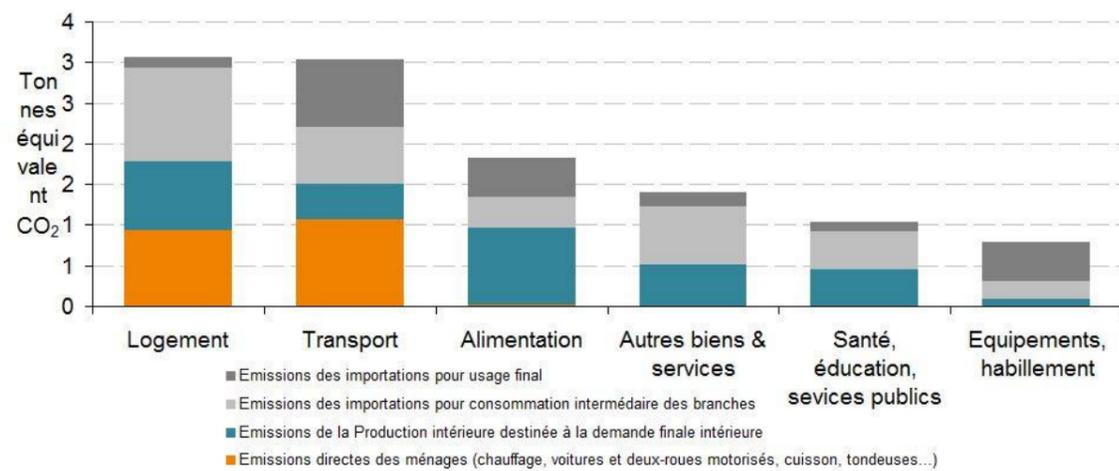
Bilan : l'impact carbone de l'alimentation des français

La viande est l'aliment qui a l'impact le plus important dans le « bilan carbone alimentaire » des français. Cependant, d'autres facteurs jouent sur l'empreinte environnementale des produits : certains modes d'élevage ont la particularité de compenser une partie des GES émis (notamment en élevage ruminant, voir partie suivante). La consommation de fruits et légumes hors saison, ou d'aliments importés ayant beaucoup voyagé fait également augmenter le bilan carbone de nos assiettes.

Nous verrons également à la suite de ce document que l'élevage produit des GES, mais qu'il joue également un rôle important dans la préservation de la biodiversité.

Empreinte carbone des français : Lien cassé

Décomposition de l'empreinte carbone des Français par grands postes de consommation – année 2012



Note : l'empreinte porte sur les trois principaux gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O).
 Champ : France métropolitaine.
 Source : AIE ; FAO ; Citepa ; Douanes ; Eurostat ; Insee. Traitements : SDES, 2017

L'alimentation est le troisième poste de production de GES des citoyens français, après le logement et les transports. La moitié des émissions liées à l'alimentation est liée à la production française consommée en France (en bleu sur le graphique). Un quart environ est liée aux importations utilisées de façon intermédiaire par les branches (exemple : soja importé pour la production de viande, huile de palme, etc ...) et un dernier quart est lié aux importations pour utilisation finale (aliments produits à l'étranger).

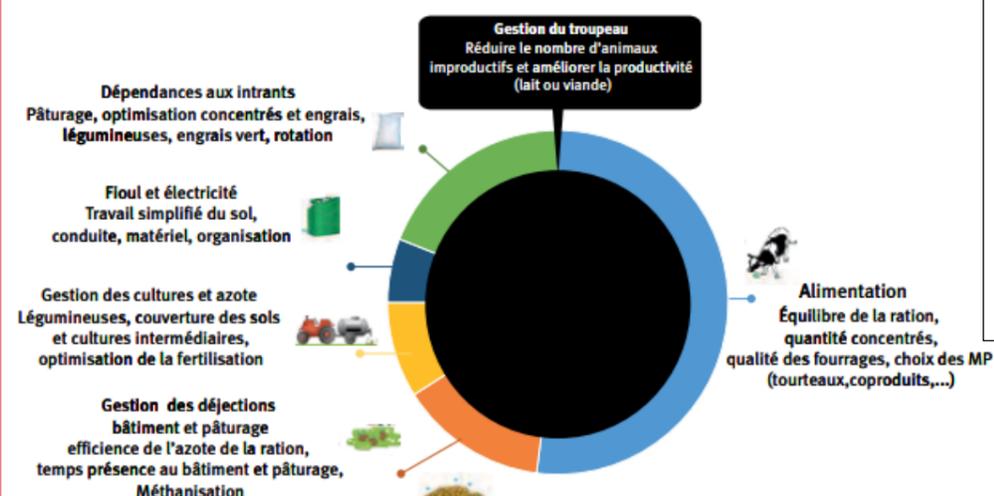
Les données et les graphiques sont [téléchargeables au format excel](#).

Dollé, J. B., Agabriel, J., Peyraud, J. L., Faverdin, P., Manneville, V., Raison, C., ... & Le Gall, A. (2011). [Les gaz à effet de serre en élevage bovin: évaluation et leviers d'action](#). *Productions Animales*, 24(5), 415.

Tableau 8. Effets potentiels des principaux leviers d'action sur les émissions de GES.

Leviers d'action	Méthane	Protoxyde d'azote	Gaz carbonique	Effet potentiel sur la réduction de l'empreinte carbone nette des produits
Alimentation des animaux				
Augmentation de la part de concentrés	↓	-	↑	0 à 5%
Apports de lipides	↓	-	-	3 à 7%
Additifs alimentaires	↓	↓	-	?
Optimisation de la teneur en azote de la ration	-	↓	↓	2 à 5%
Remplacement du tourteau de soja par du tourteau de colza	-	-	↓	3 à 7%
Autonomie protéique	-	-	↓	2 à 5%
Productivité et gestion du troupeau				
Productivité	↓	↓	↓↑	- 5 à 10%
Renouvellement	↓	↓	↓	0 à 5%
Optimisation sanitaire	↓	↓	↓	2 à 5%
Amélioration génétique	↓	↓	↓	2 à 10%
Fertilisation azotée				
Réduction des apports N	-	↓	↓	2 à 5%
Introduction de légumineuses	-	↓	↓	2 à 5%
Inhibiteur de nitrification	-	↓	↓	0 à 5%
Gestion des déjections				
Optimisation du pâturage	↓	↓	-	3 à 5%
Valorisation optimale des déjections	-	↓	↓	3 à 5%
Méthanisation	↓	-	↓	5 à 7%
Réduction des consommations d'énergie				
Electricité	-	-	↓	< 1%
Fioul	-	-	↓	1 à 2%
Stockage de carbone				
Augmenter la part de PP	-	-	↓	3 à 10%
Planter des haies	-	-	↓	3 à 10%

QUELLES EMISSIONS et LEVIERS D'ACTION ?



Dollé, J. B., Moreau, S., Brocas, C., Gac, A., Raynal, J., & Duclos, A. (2015). [Elevage de ruminants et changement climatique](#). *Institut de l'Elevage*.

Ce qu'on peut faire pour réduire l'impact du secteur

"The global livestock sector contributes a significant share to anthropogenic GHG emissions, but it can also deliver a significant share of the necessary mitigation effort."⁴³

⇒ L'élevage est un producteur important de GES, mais c'est aussi l'un des rares secteurs qui a la possibilité de compenser ses émissions

Limiter les émissions

Il existe plusieurs façons de réduire les émissions du secteur de l'élevage⁴⁴ (*voir le détail ci-contre*) :

- **Faire évoluer l'alimentation des animaux**
 - Avec une **alimentation plus digestible**
 - par exemple en augmentant les aliments concentrés comme les céréales pour les ruminants : mais attention, cela suppose donc d'augmenter la part d'aliments consommables par l'homme utilisé dans l'élevage. Cela suppose aussi que l'on réduit la part de l'herbe dans l'alimentation, donc la surface de prairies nécessaires (qui sont des puits de carbone) ce qui a aussi des conséquences sur paysage et biodiversité
 - En **optimisant les apports en azote** : s'assurer que les animaux reçoivent la juste quantité, c'est limiter les pertes dans les déjections, et faire des économies car les aliments riches en azote (protéines) sont souvent chers !
 - **Diminuer l'utilisation d'aliments importés** limite les transports de ces aliments, et dans le cas du soja limite ses impacts en termes notamment de déforestation.
- **Gestion du troupeau**
 - Des **animaux productifs** auront besoin de moins d'aliments et d'une durée de vie plus courte pour produire la même quantité de produit. Mais parfois, cela va à l'encontre des attentes sociétales (durée de vie trop courte, développement trop rapide, bien-être animal...)
 - **Limiter le renouvellement** d'animaux (jeunes animaux gardés pour remplacer les reproducteurs plus âgés) permet d'avoir moins d'animaux improductifs sur la ferme.
- **Fertilisation**
 - **Réduire les apports en azote sur les parcelles** permet de limiter la production de NO₂
 - Pour compenser cette diminution des apports, on peut recourir à des **introductions de légumineuses dans les parcelles** (dans la rotation ou en mélange)
 - Une attention particulière doit être portée à la gestion des déjections. Des **aménagements des bâtiments ou des fosses** peuvent être mis en place.
 - Les déjections peuvent également être **méthanisées** : cela permet de récupérer le méthane qui s'en dégage lors d'un processus de digestion pour en faire du biogaz.
- **Réduire les consommations d'énergie**
 - Electricité et fioul
 - Certains éleveurs se lancent même dans la production d'énergie renouvelable (solaire et méthanisation notamment)
- **Stocker plus de carbone**
 - Cela passe par l'implantation de végétations "puits de carbone" : arbres et prairies notamment ! (*voir la partie suivante*)

⁴³ Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). [Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities](#). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *P xii*

⁴⁴ Dollé, J. B., Agabriel, J., Peyraud, J. L., Faverdin, P., Manneville, V., Raison, C., ... & Le Gall, A. (2011). [Les gaz à effet de serre en élevage bovin: évaluation et leviers d'action](#). *Productions Animales*, 24(5), 415.



Article : La neutralité carbone ? Un objectif hors d'atteinte sans implication forte de l'agriculture



sell Co2 : Outil de calcul de l'empreinte carbone du lait pour les éleveurs



Article : en Nouvelle-Zélande, les scientifiques ont réduit de 10% les rots et les pets des moutons

Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J. C., Jayet, P. A., Soussana, J. F., Stengel, P., & Bureau, D. (2002). [Contribution à la lutte contre l'effet de serre \(stocker du carbone dans les sols agricoles de France?\)](#).

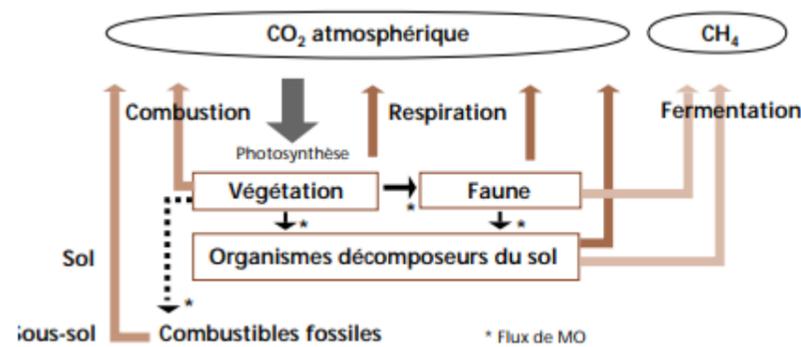


Figure 1. Le cycle du carbone
 A l'échelle planétaire, les stocks de C atteignent 750 Gt dans l'atmosphère, 650 Gt dans la végétation, et 1500 Gt dans les sols. Les échanges moyens annuels entre biosphère continentale et atmosphère s'élèvent à 120 GtC/an.

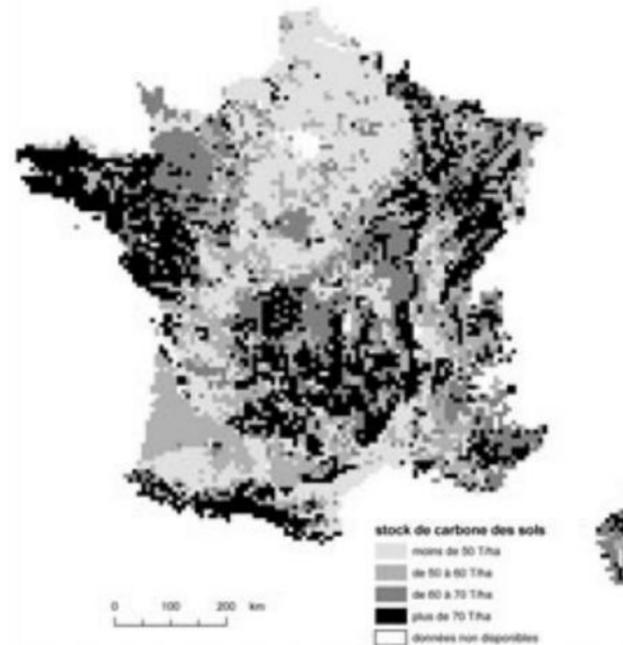


Figure 2. Distribution géographique du carbone organique dans les sols de France.
 On trouve : les stocks les plus faibles (<40 tC/ha) en région viticole, à climat chaud et sols peu épais, mais aussi dans quelques zones de culture très intensive ; les stocks faibles (40-50 tC/ha) dans les grandes plaines de culture intensive ainsi que sur les sols limoneux plus ou moins dégradés ; les stocks moyens (50-70 tC/ha) dans les grandes régions forestières et/ou fourragères ; les stocks les plus élevés en situations climatiques (montagne), et/ou pédologiques (marais) extrêmes.

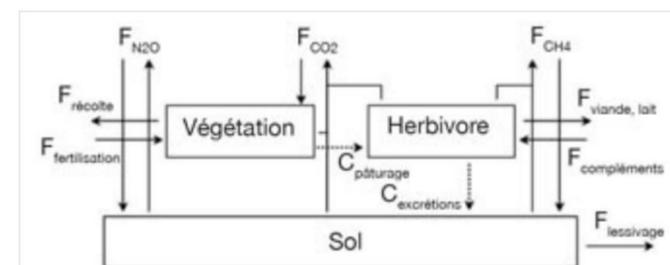


Figure 1. Flux (F) de carbone (C) et de gaz à effet de serre à l'échelle d'une prairie gérée et pâturée – Carbon (C) and greenhouse gas fluxes (F) in a managed grassland.
 Voir chapitre 2 pour la signification des termes – See chapter 2 for term meaning.

Jérôme, E., Beckers, Y., Bodson, B., Degard, C., Moureaux, C., & Aubinet, M. (2013). [Stockage de carbone et flux de gaz à effet de serre en prairie \(synthèse bibliographique\)](#). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 17(1), 103.

Compenser les émissions : Le stockage du carbone dans les sols

Comment ça marche ?

Traduit depuis *Grazed and confused*⁴⁵ p 32

Les sols représentent un stock de carbone très important. Tous les sols contiennent du carbone même si selon le type de sol la quantité qu'il peut retenir diffère. Toute la biomasse au-dessus du niveau du sol stocke également du carbone (les arbres en particulier).

Pendant que les plantes poussent, elles prélèvent le carbone présent dans l'atmosphère, dont une partie sera envoyée dans leurs racines. La majorité du carbone est renvoyée dans l'atmosphère quand la plante meurt et se décompose. Mais, si l'on n'intervient pas, une partie du carbone présent dans les racines et dans la litière des plantes – selon le climat, la pluviométrie, le microbiote du sol, sa gestion et de nombreuses autres variables – peut éventuellement être incorporée dans des composés du sol plus stables, ce qui constitue un prélèvement net de carbone dans l'atmosphère. C'est ce qu'on appelle la séquestration du carbone.

Si les conditions favorables continuent, le sol va séquestrer du carbone jusqu'à atteindre un équilibre, moment à partir duquel les émissions et les prélèvements sont équilibrés, et il n'y a donc plus de séquestration. Augmenter la séquestration peut être possible s'il y a une modification dans la façon dont est géré ou utilisé le sol.

Pour que les plantes puissent pousser – donc pour que le sol puisse stocker du carbone – il faut que suffisamment d'azote soit disponible. Il peut être apporté par une fixation bactérienne de l'azote atmosphérique - qui peut se fixer sur les racines des légumineuses – l'application d'un engrais minéral ou d'un engrais organique. Cependant, l'application d'azote sur les parcelles provoquera des émissions de N₂O plus importantes, qui pourraient "annuler" les gains liés à la séquestration.

Comme la séquestration est limitée dans le temps, son rôle dans la limitation du réchauffement l'est également. Il y a des problèmes additionnels de réversibilité (ce qui a été fait peut être défait) et de fuite [...].

Les animaux qui pâturent peuvent aider le processus de séquestration car leur consommation d'herbe stimule la croissance des plantes et conduit à l'augmentation de la teneur en matière organique du sol en profondeur. Des facteurs tels que le type et la qualité du sol, le climat et la variabilité saisonnière, les niveaux de précipitations, la disponibilité des éléments nutritifs, la composition de la faune et des communautés microbiennes et le type de végétation influenceront sur la transformation de la matière organique en carbone stable, ce qui déterminera si la séquestration se produit bel et bien.

A l'inverse, le surpâturage est un problème dans de nombreuses zones : en réduisant la pousse de l'herbe, cela cause des pertes de carbone.

- ⇒ Il est important de faire la distinction entre stock et séquestration de carbone. Le premier est la quantité de carbone piégé dans le sol, le second réfère au transfert net de carbone depuis l'atmosphère dans le sol ou la biomasse. Le carbone peut bien sûr être stocké également dans la partie aérienne des plantes.

⁴⁵ Garnett, T., Godde, C., Muller, A., Röös, E., Smith, P., de Boer, I., ... & van Zanten, H. (2017). [Grazed and Confused?: Ruminating on Cattle, Grazing Systems, Methane, Nitrous Oxide, the Soil Carbon Sequestration Question-and what it All Means for Greenhouse Gas Emissions](#). Food Climate Research Network.



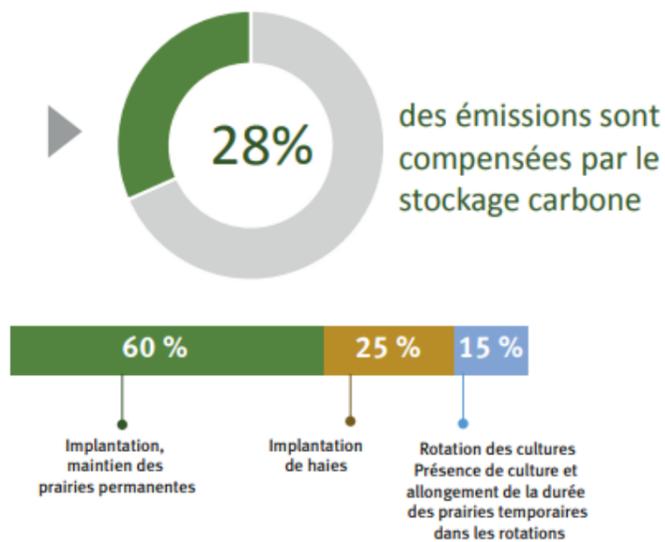
Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique (Min Agri)



Article de La Croix : L'arbre, pilier naturel de la lutte contre le CO₂ atmosphérique

Article de La Croix : La forêt amazonienne stocke moins bien le carbone

QUELLE COMPENSATION ?



De nouvelles avancées sur les niveaux de stockage de carbone

Dans le cadre des projets européens GreenGrass (Soussana *et al.*, 2007), CarboEurope (Schulze *et al.*, 2009) et Animal Change, 40 sites européens ont fait l'objet d'un suivi des émissions de GES et de stockage de carbone pendant plusieurs années. Combinant différents types de prairies et différents modes de gestion (fertilisation, fauche, pâturage, apport de déjections,...), les suivis mettent en évidence un stockage moyen de 760 kg de carbone/ha/an. Selon cette valeur et comparativement aux 570 kg C/ha/an utilisés jusqu'à maintenant, cela porterait la compensation des émissions du secteur à 37 % contre 28 % actuellement. Ces travaux ont également abouti à la mise au point d'un modèle de détermination du stockage de carbone, qui devra permettre l'évaluation du potentiel de stockage des régions climatiques croisées aux systèmes de production. Les données que produira ce modèle pourront ainsi être intégrées aux futurs bilans carbone des systèmes de production.

Stockage du carbone (Source : Institut de l'Élevage)

Dollé, J. B., Moreau, S., Brocas, C., Gac, A., Raynal, J., & Duclos, A. (2015). [Elevage de ruminants et changement climatique](#). Institut de l'Elevage. P8 et figure 8 et tableau 8

Tableau 8 : Empreinte carbone du lait pour différents systèmes de production en France (Source : Institut de l'Élevage. Traitement base de données Réseau d'élevage Inosys)

Système de production	Nombre d'exploitations	Empreinte carbone brute (kg CO ₂ eq/ litre lait corrigé)	Empreinte carbone nette (kg CO ₂ eq/litre lait corrigé)	Compensation carbone
Montagne herbager	76	0,97	0,47	51 %
Montagne maïs	59	0,95	0,75	21 %
Plaine < 10 % de maïs	61	0,90	0,53	42 %
Plaine 10-30 % de maïs	131	0,90	0,73	19 %
Plaine > 30 % de maïs	166	0,94	0,86	8 %
Total	493	0,93	0,71	24 %

Le stock total de carbone dans les sols* (jusqu'à une profondeur de 1m) est de 1 500 GtC (ou de 5 500Gt de CO₂**)⁴⁶, ce qui représente deux fois la quantité de carbone trouvée dans la végétation terrestre, et trois fois celle de l'atmosphère, c'est donc un puit de carbone très important.

Aujourd'hui, c'est environ 30% des émissions de l'élevage bovin qui sont recaptés par les prairies, les haies, et les systèmes de rotations de cultures mis en place (cf ci-contre).



Initiative 4 pour 1000

L'initiative internationale "4 pour 1000", lancée par la France le 1er décembre 2015 lors de la COP 21, consiste à fédérer tous les acteurs volontaires du public et du privé (États, collectivités, entreprises, organisations professionnelles, ONG, établissements de la recherche,...) dans le cadre du Plan d'action Lima-Paris.

L'initiative vise à montrer que l'agriculture, et en particulier les sols agricoles, peuvent jouer un rôle crucial pour la sécurité alimentaire et le changement climatique.

En s'appuyant sur une documentation scientifique solide, cette initiative invite donc tous les partenaires à faire connaître ou mettre en place les actions concrètes sur le stockage du carbone dans les sols et le type de pratiques pour y parvenir (agro-écologie, agroforesterie, agriculture de conservation, de gestion des paysages...).

L'ambition de l'initiative est d'inciter les acteurs à s'engager dans une transition vers une agriculture productive, hautement résiliente, fondée sur une gestion adaptée des terres et des sols, créatrice d'emplois et de revenus et ainsi porteuse de développement durable.

Site internet : <https://www.4p1000.org/fr>

Vidéos : [4 pour 1000 | Les sols pour la sécurité alimentaire et le climat](#) ou [4 pour 1000, les sols agricoles pour la sécurité alimentaire et le climat](#)

Une initiative soutenue par France Nature Environnement : <https://www.fne.asso.fr/actualites/sols-agricoles-terreau-des-productions-alimentaires-et-solution-pour-le-climat>

Infographie : <https://agriculture.gouv.fr/infographie-4-pour-1000-la-sequestration-du-carbone-dans-les-sols>

* On parle de SOC (Soil Organic Carbon)

** Après conversion, avec : Masse molaire du carbone = 12, celle du CO₂ = 42 (12+16*2)

⁴⁶ Batjes, N.H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European Journal of Soil Science, 47, pp. 151-163.

Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J. C., Jayet, P. A., Soussana, J. F., Stengel, P., & Bureau, D. (2002). [Contribution à la lutte contre l'effet de serre \(stocker du carbone dans les sols agricoles de France?\)](#).

→ P16

TABLEAU 1. EVALUATION DES CHANGEMENTS D'USAGE DU SOL OU DE PRATIQUE DE GESTION SUSCEPTIBLES D'ACCROÎTRE LE STOCKAGE DE C

effets escomptés et réels** Usages/pratiques	Effet sur les entrées de MO (modification de la production primaire et/ou du % restitué au sol)	Effet sur les sorties de MO (vitesse de minéralisation)	Autres effets environnementaux positifs	Effets secondaires environnementaux négatifs	Bilan (retenu ou non comme activité "stockante")	Flux de stockage additionnel (scénario à 20 ans)
En terres labourées						
Non-labour	peut un peu la production un peu le taux de conversion de MO en humus	la vitesse (protection accrue de la MO)	l'érosion	l'utilisation de pesticides émission de N ₂ O à confirmer	retenu	0,2 ±0,13 tC/ha/an
Restitution des résidus de culture	le % restitué au sol	-	-	-	se fait déjà ; moins intéressant que la valorisation énergétique	0
Restitution des effluents d'élevage	apport de MO exogène la production par effet fertilisant	peut la vitesse par apport de N	si apports excessifs	si apports excessifs	se fait déjà bilan nul	0
Culture intermédiaire (engrais vert)	la production annuelle et le % restitué (culture non récoltée)	-	les fuites de nitrates l'érosion	-	retenu	0,16 ±0,08 tC/ha/an
Fertilisation accrue	la production	-	-	risques de pollution (nitrates, N ₂ O)	non retenu	0
Irrigation	peu à gagner en culture déjà intensive	par allongement de la période de minéralisation	-	consommation d'eau, risque de "lessivage" des nitrates	non retenu	0
Apports organiques exogènes	apport de MO exogène la production par effet fertilisant	-	-	présence d'éléments traces métalliques (ETM)	peu de "gisements" de MOE ; négligeable	ε en moyenne
Enherbement des vignes et vergers	la production annuelle et le % restitué (couvert non récolté)	-	l'érosion	-	retenu	0,49 ±0,26 tC/ha/an
Conversion en prairie permanente	-	-	pollution, biodiversité...	-	retenu	0,44 ±0,24 tC/ha/an
Afforestation	-	-	+ stockage dans biomasse ligneuse biodiversité	fermeture du paysage	retenu	0,45 ±0,25 tC/ha/an
En prairies						
de la durée des PT* + intensification raisonnée	-	-	-	-	retenu	0,1 à 0,5 ±0,25 tC/ha/an
Conversion de PT en PP* à intensification ≥	-	-	biodiversité pollutions	-	retenu	0,3 à 0,4 ±0,25 tC/ha/an
Intensification modérée des PP pauvres	la production	-	-	-	retenu hors montagne et zone humide	0,2 ±0,25 tC/ha/an
Afforestation	-	-	+ stockage dans biomasse ligneuse biodiversité l'érosion...	fermeture du paysage	Moins de 0,1 tC/ha/an	
Implantation de haies	-	-	-	-	retenu mais effet très variable	0,1 ±0,05 tC/ha/an

** les italiques signalent les effets nuls ou défavorables au stockage

Comment augmenter le stockage de carbone sur les fermes ?

Décryptage du tableau ci-contre (avec des liens vers le [dictionnaire de l'agroécologie](#)) :

Ce tableau compare différentes techniques permettant de stocker du carbone dans le sol. Parmi celles-ci, il étudie :

En terres labourées (pour les cultures donc) :

- Le **non-labour** : c'est le fait de ne pas labourer le sol avant de ressemer une nouvelle culture. Le labour est habituellement utilisé pour décompacter le sol et freiner la repousse des adventices (mauvaises herbes). Mais il a pour inconvénient de diminuer la vie dans le sol en perturbant fortement son fonctionnement, et donc de libérer le carbone stocké dans celui-ci.
- **Restitution des résidus de culture** : cela consiste à laisser sur le sol les parties de la plante qui ne seront pas récoltées. Cette « couverture » protège le sol qui est moins exposé, et nourrit également la faune du sol.
- **Restitution des effluents d'élevage** : comme vu à la partie XX, les fumiers, lisiers, et autres effluents d'élevage augmentent la part de matière organique du sol, et donc son stockage de carbone.
- **Cultures intermédiaires (engrais verts)** : ce sont des cultures qui ne sont pas destinées à être récoltées, mais uniquement à enrichir le sol, ou à améliorer ses propriétés physiques (le décompacter, etc.). Les cultures intermédiaires permettent également de couvrir et de protéger le sol entre deux cultures, ce qui le rend moins sensible à l'érosion par exemple.
- **La fertilisation accrue et l'irrigation** permettent d'augmenter la production des cultures en place.
- **Les apports organiques exogènes** sont des apports d'engrais issus de l'extérieur de l'exploitation : il peut s'agir de fumier, de lisier, mais aussi de composts, ...
- **L'enherbement des vignes et des vergers** évite de laisser le sol nu et augmente l'activité biologique du sol.
- Une **prairie permanente** est une prairie qui n'a jamais labourée pour laisser place à des cultures (contrairement à une prairie temporaire), c'est un écosystème très riche en biodiversité, et permettant des stocks très importants de carbone.
- **Afforestation** : le fait d'ajouter des arbres, de créer un boisement, alors que l'**agroforesterie** est le fait d'associer des arbres et des cultures ou animaux sur une même parcelle

En prairies :

- **Augmentation de la durée des PT** (prairies temporaires) : cela permet de se rapprocher des avantages permis par une prairie permanente
- **Conversion de prairie temporaire en prairie permanente**
- **Intensification modérée des prairies permanentes pauvres** : le fait d'augmenter la production des prairies (grâce à l'utilisation d'un engrais par exemple) permet une croissance des végétaux plus importante et donc des stocks de carbone en augmentation également.
- **L'implantation de haies** a des effets similaires à l'afforestation : les haies permettent également de créer des clôtures végétales et d'apporter ombre, fraîcheur et protection contre le vent aux animaux.

Tableau 3 : Stock de carbone dans le sol par hectare, sur l'horizon 0-30 cm, en fonction du type d'occupation du sol

Type de couvert	Stock de carbone (t C/ha)
Terre arable	43
Prairie	70
Forêt mélangée	70
Pelouse d'altitude	93

Source: Arrouays et al., 2002

Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J. C., Jayet, P. A., Soussana, J. F., Stengel, P., & Bureau, D. (2002). [Contribution à la lutte contre l'effet de serre \(stocker du carbone dans les sols agricoles de France?\)](#).

Dollé, J. B., Agabriel, J., Peyraud, J. L., Faverdin, P., Manneville, V., Raison, C., ... & Le Gall, A. (2011). [Les gaz à effet de serre en élevage bovin: évaluation et leviers d'action](#). *Productions Animales*, 24(5), 415.

Tableau 3. Proposition de valeurs de flux nets annuels de stockage de carbone additionnel dans le sol, en fonction du mode d'occupation ; par hectare, sur l'horizon 0-30 cm, scénario à 20 ans (Gac et al 2010 d'après Arrouays et al 2002, Soussana et al 2010).

Type de couvert	Facteur moyen de stockage/déstockage
Prairie de moins de 30 ans	+ 500 kg C/ha/an
Prairie de plus de 30 ans	+ 200 kg C/ha/an
Retournement de prairies	- 1000 kg C/ha/an durant 20 ans
Culture	0 kg C/ha/an
Haies	+ 125 kg C/100 mètres linéaires de haie + 100 kg C/ha/an

Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J. C., Jayet, P. A., Soussana, J. F., Stengel, P., & Bureau, D. (2002). [Contribution à la lutte contre l'effet de serre \(stocker du carbone dans les sols agricoles de France?\)](#).

⇒ Le stockage de carbone lors d'une conversion de culture vers prairie ou forêt est deux fois plus lent que le déstockage du carbone dans le cas d'une conversion forêt/ prairie vers culture

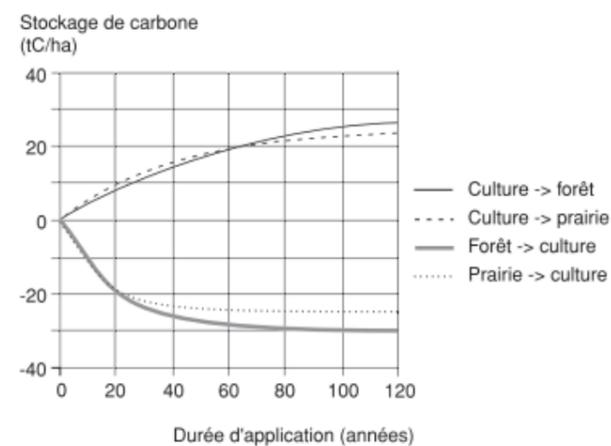


Figure 5. Evolutions du stock de carbone dans le sol associées aux pratiques provoquant les stockages (0,5 tC/ha/an durant les 20 premières années) ou les déstockages (1 tC/ha/an) extrêmes. Il s'agit de valeurs modales pour le territoire français ; l'intervalle de confiance à 95% sur ces valeurs est de l'ordre de ±40%.

Le cas des prairies et des forêts

Traduit depuis *Grazed and confused*⁴⁷ p 118

Les évaluations globales (c'est à dire ni régionales ni à l'hectare) de la séquestration potentielle grâce à la gestion du pâturage sont assez rares, mais vont de 0,3 à 0,8 Gt CO₂/an^{48 49 50}, avec la plus haute estimation supposant un niveau d'ambition élevé.

Ce potentiel compense 20 à 60% des émissions des systèmes de pâturage : 4 à 11% des émissions totales du bétail, et entre 0,6 et 1,6% des émissions annuelles totales de gaz à effet de serre - à quoi bien sûr le bétail contribue également substantiellement.

Plusieurs études montrent que les prairies naturelles permanentes peuvent stocker approximativement la même quantité de carbone dans le sol qu'une forêt, ce qui en fait un puit de carbone intéressant. (*cf ci-contre*)

La quantité de carbone stockée diminue avec le temps, jusqu'à atteindre un plafond qui ne pourra être dépassé (à moins de changer de pratiques). Ainsi une prairie de moins de 30 ans stockera 500 kg C/ha/an, alors qu'une prairie de plus de 30 ans n'en stockera plus que 200, et le stockage sera très faible après 50 ans⁵¹.

Le cas des haies et de l'agroforesterie⁵²

La création de haies, bandes boisées étroites, induit bien un stockage additionnel de C, mais celui-ci est très variable selon les caractéristiques de la haie (largeur, hauteur...). L'ordre de grandeur serait de 0,1 tC/ha/an pour 100 m linéaires de haie par hectare. Sur pente, les haies parallèles aux courbes de niveau, en retenant la terre érodée en amont, évitent de plus l'exportation de la MO contenue dans cette terre. Massivement supprimées lors des remembrements, les haies sont maintenant reconsidérées pour leur intérêt environnemental : lutte contre le ruissellement et l'érosion, effets positifs sur la biodiversité et le développement de la faune auxiliaire en protection intégrée, protection du bétail au pâturage, intérêt paysager... Les coûts d'implantation et d'entretien limitent toutefois leur développement.

<http://www.agroforesterie.fr/actualites/2015/documents/AFAF-agroforesterie-reflexions-sequestration-Carbene-et-travail-du-Sol-mars-2015.pdf> réflexion bio chimique sur le processus

⁴⁷ Garnett, T., Godde, C., Muller, A., Röös, E., Smith, P., de Boer, I., ... & van Zanten, H. (2017). [Grazed and Confused?: Ruminating on Cattle, Grazing Systems, Methane, Nitrous Oxide, the Soil Carbon Sequestration Question and what it All Means for Greenhouse Gas Emissions](#). Food Climate Research Network.

⁴⁸ Henderson, B.B., Gerber, P.J., Hilinski, T.E., Falcucci, A., Ojima, D.S., Salvatore, and M. and Connant, R.T. (2015). Greenhouse gas mitigation potential of the world's grazing lands: Modeling soil carbon and nitrogen fluxes of mitigation practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 207, pp. 91–100.

⁴⁹ Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M., Smith J. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philos Trans R Soc*, 363(1492), pp. 789-813.

⁵⁰ Herrero, M., Henderson, B., Havel, P., Thornton, P.K., Smith, P., Wiersenius, S., Hristov, Gerber, P., Gill, M., Butterbach-Bahl, K., Vain, H., Garnett, T. and Stehfest, E. (2016). Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector, *Nature Climate Change*, 6, pp. 452-461.

⁵¹ Smith, P. (2014). Do grasslands act as a perpetual sink for carbon?. *Global change biology*, 20(9), 2708-2711. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.12561/full>

⁵² *Extrait de* Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J. C., Jayet, P. A., Soussana, J. F., Stengel, P., & Bureau, D. (2002). [Contribution à la lutte contre l'effet de serre \(stocker du carbone dans les sols agricoles de France?\)](#). p11

La quantité de carbone stockée varie énormément en fonction de nombreux critères, comme les conditions météorologiques, la fertilisation, et le type d'utilisation de l'herbe. (cf ci-contre)

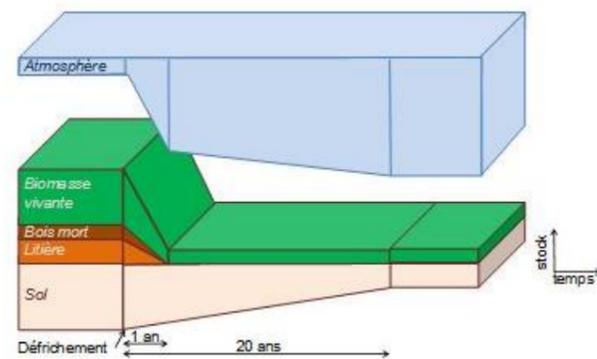
Le principal problème rencontré avec les stocks de carbone dans les sols des prairies et des forêts, est qu'une fois implanté il faut les laisser en place (en les entretenant), car si on décide de cultiver ces parcelles (en déboisant ou en labourant la prairie), on va libérer dans l'air une grande partie du carbone précédemment stocké⁵³. La conversion des prairies permanentes en terres arables est le premier facteur de diminution de la teneur en carbone des sols en Europe. Ce déstockage intervient plus rapidement que le stockage, durant les deux premières années⁵⁴. Pour cette raison, le maintien des surfaces en prairies permanentes est réglementé^{55 56 57}.

Tableau 7 : Liste des pratiques ou conditions favorables au stockage ou au déstockage du carbone (Source : Dollé et al., 2013b)

	Pratiques ou conditions favorables	
	au stockage de carbone	au déstockage de carbone
Conditions météorologiques	Forte pluviosité + températures modérées (car favorables à la production primaire) (Klumpp et al., 2011)	Temps sec + températures élevées (car défavorables à la production primaire)
Niveau de fertilisation (azote, déjections)	Apport modéré d'azote (Klumpp et al., 2009) et présence de légumineuses	Carence en azote (qui oblige les micro-organismes à puiser dans les réserves humiques du sol)
Valorisation de l'herbe	Pâturage (car apport direct de matière organique par les déjections et moindre exportation de carbone du fait de l'herbe résiduelle) (Soussana et al., 2010)	Fauche exclusive et fréquente (car prélèvement élevé) (Klumpp et al., 2007)
Intensité du pâturage	Pâturage peu intensif (car laissant des organes sénescents, sources de litière puis de carbone) (Louault et al., 2005)	Pâturage intensif très ras (car laissant peu d'organes aériens)

Dollé, J. B., Moreau, S., Brocas, C., Gac, A., Raynal, J., & Duclos, A. (2015). [Elevage de ruminants et changement climatique](#). Institut de l'Elevage.

Figure 3 : Représentation de l'évolution des stocks de carbone des différents réservoirs au cours du temps suite à un défrichement



(Source : CITEPA)

Tableau 4 : Estimation des impacts de changement d'usage des terres sur le stockage de carbone dans les sols

Conversion de terres	Flux additionnel annuel moyen en t C/ha/an (scénario à 20 ans)	Équivalences en CO ₂ émises ou capté (t eq. CO ₂ /ha/an) ¹⁰
	Stockage de carbone	Captage de CO ₂
Culture -> Prairie Permanente	0,49±0,26	0,84 à 2,75
Culture -> Boisement	0,44±0,24	0,73 à 2,49
Prairie permanente -> Boisement	inférieur à +0,1 ± 0,2	-0,1 à 0,3
	Déstockage de carbone	Émissions de CO ₂
Prairie permanente -> Culture	-0,95 ± 0,3	2,4 à 4,6
Bois -> Culture	-0,75	2,75
Bois -> Prairie permanente	-0,1±0,1	0 à 0,7

Source : Arrouays et al., 2002.

Gac, A. [Le stockage de carbone par les prairies : une voie d'atténuation de l'impact de l'élevage sur l'effet de serre](#). 12p. Institut de l'Elevage, Paris.

⁵³ Gac, A. Le stockage de carbone par les prairies : une voie d'atténuation de l'impact de l'élevage sur l'effet de serre. 12p. Institut de l'Elevage, Paris.

⁵⁴ Poeplau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B. A. S., Schumacher, J., & Gensior, A. (2011). [Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone—carbon response functions as a model approach](#). Global change biology, 17(7), 2415-2427.

⁵⁵ Un exemple : <http://draaf.hauts-de-france.agriculture.gouv.fr/Regime-d-autorisation>

⁵⁶ Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J. C., Jayet, P. A., Soussana, J. F., Stengel, P., & Bureau, D. (2002). Contribution à la lutte contre l'effet de serre (stocker du carbone dans les sols agricoles de France?).

⁵⁷ Permanent and temporary grassland: plant, environment and economy. Proceedings of the 14th Symposium of the European Grassland Federation, Ghent, Belgium, 3-5 September 2007 (pp. 227-246). Belgian Society for Grassland and Forage Crops. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20083018734>



Expertise scientifique
INRA - Les flux d'azote liés aux élevages

Le rôle de l'azote en élevage et son impact sur l'environnement

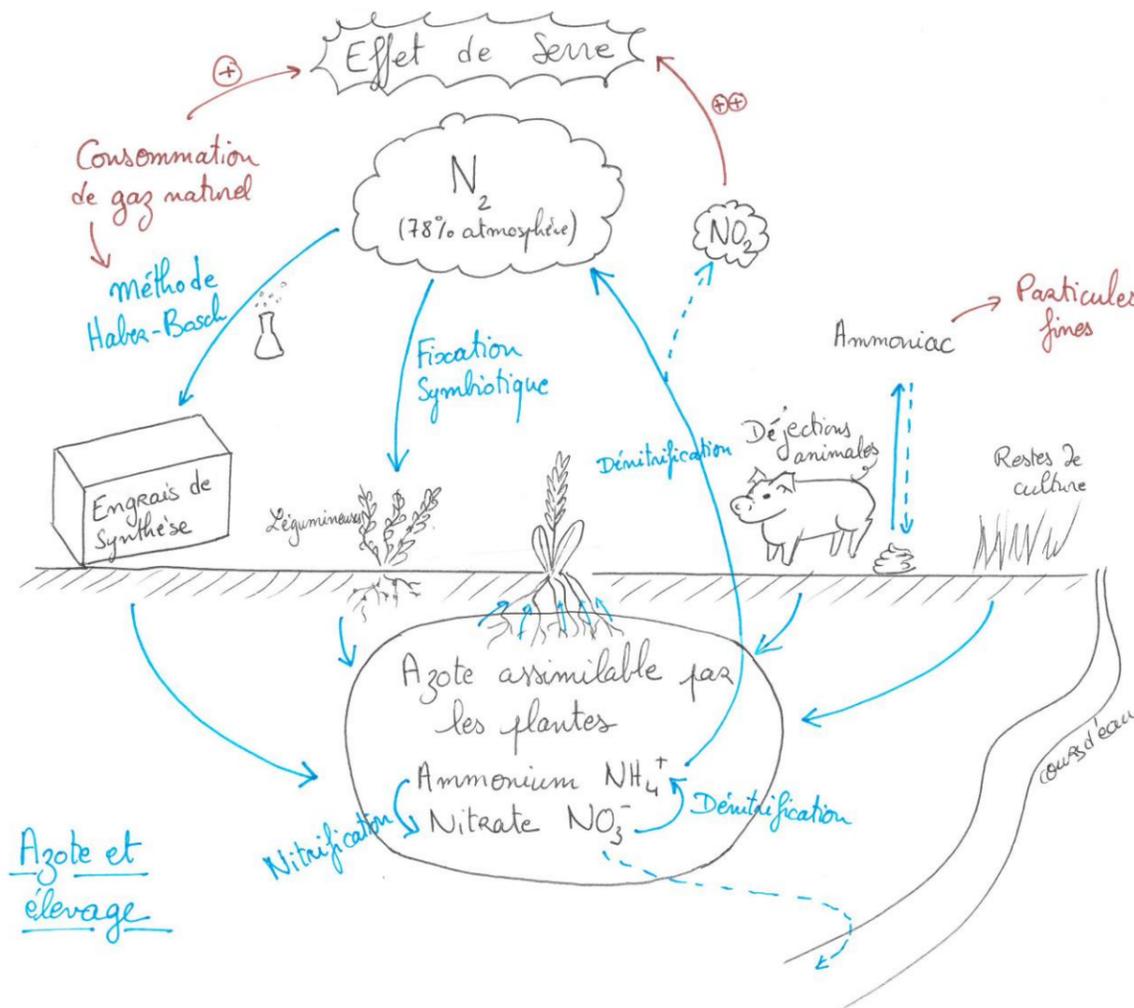
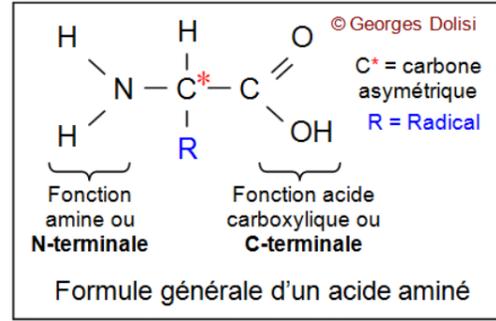
Sans azote, pas de protéines

L'azote est un élément constitutif des acides aminés, qui composent eux même les protéines. C'est donc un élément indispensable à apporter à la plante dans les engrais pour sa croissance, et aux animaux dans leur alimentation. Une culture qui ne reçoit pas assez d'azote verra sa croissance ralentir, mais dans le cas où trop d'azote est apporté, il risque d'être emporté avec la pluie vers les cours d'eau ou bien dans l'atmosphère sous forme par exemple de NO₂, puissant gaz à effet de serre, ou encore d'ammoniac.

L'azote apporté aux plantes peut avoir différentes sources comme par exemple:

- Les engrais minéraux contenant de l'azote sont synthétisés grâce à la méthode Haber-Bosch, qui capte l'azote atmosphérique (N₂) et le transforme pour le rendre disponible pour la plante.
- Les engrais organiques comme le fumier, le lisier ou les composts contiennent des quantités variables d'azote en fonction par exemple de l'alimentation des animaux qui l'ont produit.
- Certaines espèces végétales comme celles de la famille des légumineuses sont capables de capter l'azote atmosphérique pour le rendre disponible pour les plantes grâce à un principe de symbiose microbienne au niveau de leurs racines.

Le principal enjeu de l'agriculture aujourd'hui est de limiter les pertes d'azote au cours du cycle d'utilisation, tant dans l'air que dans les sols et l'eau.



La pollution aux nitrates - Les Bons Profs

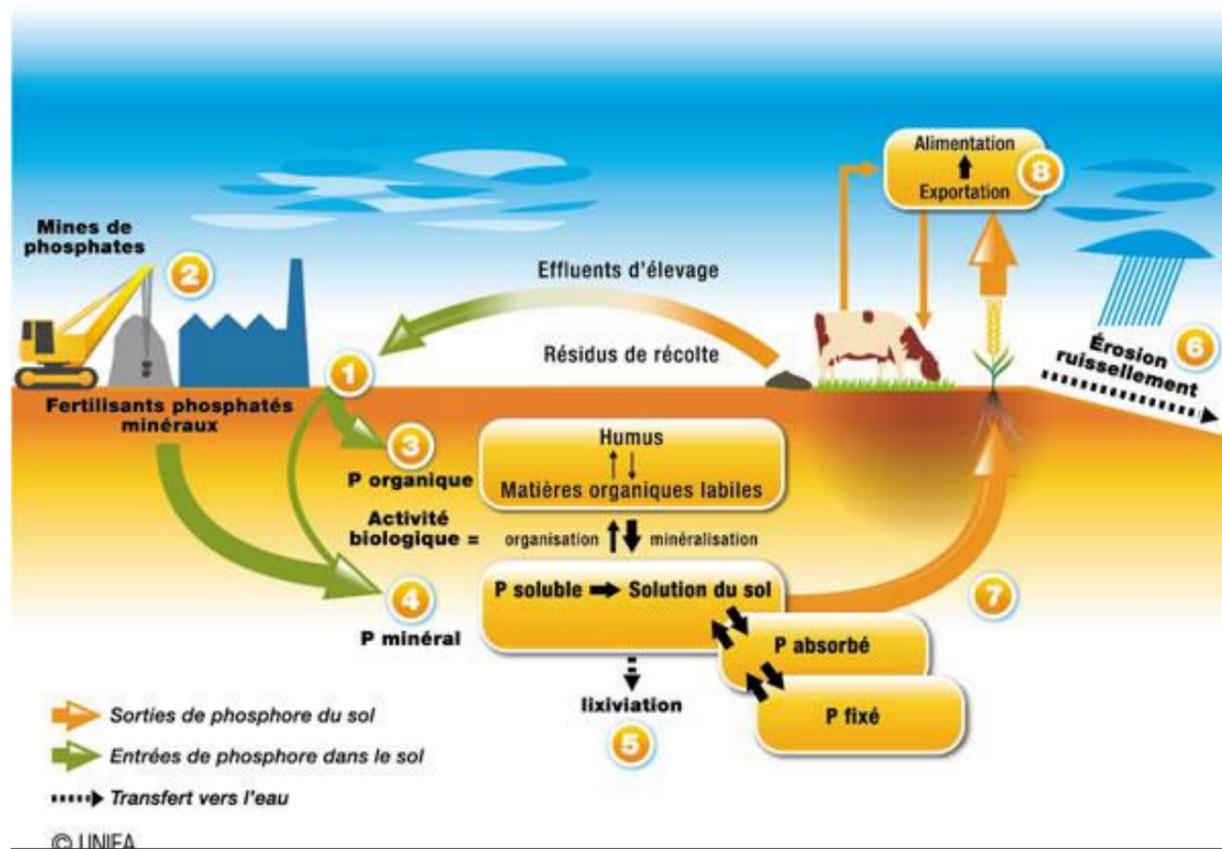
début de vidéo ok, reste moyen

L'Eutrophisation: proliférations d'algues et catastrophes écologiques

vidéo intéressante, à reprendre



Les enjeux agricoles environnementaux de la gestion de l'azote, ressource web de Educagri (éducation agricole)



<http://fertilisation-edu.fr/cycles-bio-geo-chimiques/le-cycle-du-phosphore-p.html>

Phosphore

Extrait de *Afterre 2050, version 2016 p19*

"Le phosphore, élément critique :

Le phosphore est relativement peu abondant dans la lithosphère et absent de l'atmosphère. Il s'agit d'une ressource géologique non renouvelable dont les réserves sont estimées entre 100 et 250 ans. Le phosphore est recensé comme l'une des 20 matières premières critiques, et la seule qui concerne l'alimentation. Le phosphore est un élément assez peu mobile : à terme, la fraction non assimilée par les plantes peut être perdue par érosion et se retrouver dans les eaux de surface, contribuant à l'eutrophisation des milieux aquatiques, mais surtout finir au fond des océans, pour ne revenir sur la terre ferme qu'au terme de la prochaine ère géologique. La conservation du phosphore constitue un enjeu crucial, à la fois pour lutter contre la pollution et pour préserver les ressources non renouvelables : d'où l'importance de protéger les sols de l'érosion et de recycler intégralement le phosphore."

La consommation de nutriments, le cas du phosphore

Extrait de : *Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe*⁵⁸ (expertise INRA) p42 :

La consommation de nutriments par l'élevage a fait l'objet de nombreux travaux, notamment l'azote qui a largement été étudié dans une expertise scientifique récente par l'INRA. La présente expertise aborde plus particulièrement le phosphore qui diffère de l'azote car c'est une ressource non renouvelable.

1 Une ressource **non-renouvelable**

Le phosphore est principalement utilisé par l'agriculture comme **fertilisant**. **Son utilisation a été multipliée par quinze depuis 1950**. Dans la mesure où **il n'est pas substituable et ne peut pas être synthétisé**, à la différence des fertilisants azotés (Cordell and White, 2013), c'est un élément déterminant pour la production alimentaire mondiale. **Les réserves mondiales de phosphates minéraux sont limitées et concentrées dans un très petit nombre de pays (le Sahara occidental qui en possède plus des 3/4, la Chine et les Etats-Unis)** constituant ainsi un enjeu politique et économique majeur. En 2008, le prix du phosphore a été multiplié par sept en quelques mois. Le pic de production devrait être atteint au cours de ce siècle (Figure 12). La hausse de la demande proviendrait à l'avenir majoritairement d'Afrique et d'Asie.

2 L'élevage fournit du phosphore pour les cultures et pour l'alimentation humaine

Le phosphore contenu dans les aliments du bétail et dans les déjections animales joue un rôle important dans les flux de phosphore. Les produits animaux contribuent largement aux apports en phosphore dans l'alimentation humaine (près de 60 % du phosphore total de la ration moyenne des Français, INCA2, 2009). La contribution réelle en termes de biodisponibilité pourrait être encore plus importante car **le phosphore phytique des sources végétales est très faiblement digestible**. Le phosphore est par ailleurs déterminant pour les stratégies d'atténuation du changement climatique fondées sur le stockage du carbone dans le sol. Les travaux de modélisation conduits à l'échelle planétaire ont ainsi montré que, quels que soient les modèles de changements climatiques pris en compte, la disponibilité de phosphore des sols détermine la production primaire et, par conséquent, le stockage de carbone dans les écosystèmes en réponse à ces changements (Ringeval et al., 2014). Enfin et surtout, **les déjections animales restituent une partie importante du phosphore apporté aux animaux**. En France, 40 % des apports de phosphore au sol proviennent des élevages (20 % au niveau mondial), 37 % des fertilisants minéraux, 14 % des résidus de culture, le reste correspondant aux boues

⁵⁸ Dumont B. (coord.), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C., Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gagné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauviel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, *Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective*, INRA France.

municipales et dépôts atmosphériques. Le modèle de Senthilkumar et al. (2012) montre qu'actuellement et du fait de l'historique de fertilisation, environ 82 % du phosphore contenu dans les sols est d'origine anthropique (Senthilkumar et al., 2012). La capacité de rétention du phosphore par les animaux d'élevage estimés à partir des statistiques nationale est faible – de l'ordre de 20 %– mais l'efficacité apparente d'utilisation du phosphore par le couple « sol-cultures » atteint environ les $\frac{3}{4}$ des apports au sol. Ainsi, les bovins ont une efficacité de rétention faible mais, pour un niveau de fertilisation organique de l'ordre de 170 kg N /ha (plafond de la directive Nitrates), la quantité de phosphate épendable obtenue avec des effluents bovins (60-75 kg/ha) est proche du besoin pour l'équilibre de la fertilisation. L'efficacité de rétention du phosphore estimée à partir de son utilisation par les animaux (30% chez la vache laitière, 40% chez le porc, 50-60% chez les volailles de chair) (Dourmad J.Y. (coord.) et al., 2016; ITAVI, 2013) est plus élevée que celle issue des statistiques nationales, mais la raison de cet écart reste à préciser. Figure 12. Évolution de la production mondiale de phosphates minéraux depuis 1900 et perspectives – source : (Cordell and White, 2013) 43

3 Limiter l'excès de phosphore dans les sols

Sur un réseau européen de fermes laitières, Pflimlin et al. (2006) ont relevé des apports excédentaires plus importants dans les systèmes hors-sol ayant recours à des apports de phosphate minéral (Pflimlin et al., 2006). Les excédents semblent d'autant plus importants que la part de maïs dans la surface fourragère principale est élevée. La réduction des rejets de phosphore par les ruminants passe par le respect des apports journaliers recommandés dans l'alimentation du troupeau. Pour les élevages de monogastriques, les approches nutritionnelles consistant à améliorer la digestibilité du phosphore phytique de la ration des animaux (ajout de phytases) et à ajuster les apports en fonction du stade physiologique des animaux ont déjà produit leurs effets (Corpen, 2003 ; 2006 ; Dourmad, 2012) et le potentiel de nouveaux progrès semble faible. Quant aux effluents, le rapport phosphore/azote étant plus élevé que celui dont ont besoin les cultures et les surfaces d'épandage étant souvent localement faibles, le traitement et l'exportation du phosphore des effluents est nécessaire, surtout dans les zones d'élevage les plus denses.

Prog.
2^{de} SVTElevage et sols

Des sols en danger

En mars 2018, l'IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) publiait un rapport d'évaluation signé par 100 experts sur la dégradation de sols dans le monde et leur restauration, afin de sensibiliser les décideurs politiques. L'organisme tire la sonnette d'alarme : l'aggravation de la dégradation des terres dans le monde devient critique, compromettant le bien-être de 3,2 milliards de personnes^{59,60}. Cela aurait en effet un impact critique sur la disparition d'espèces, sur le réchauffement climatique, et causerait donc la migration de millions de personnes d'ici 2050.

Alerte sur la dégradation des sols et son impact sur les humains, article sciences et avenir

On considère qu'un sol est dégradé dans plusieurs cas⁶¹ :

- Erosion par le vent ou par l'eau (75 milliards de tonnes de sol perdus tous les ans)
- Détérioration des propriétés physiques, chimiques, biologiques du sol
- Pertes à long terme de la végétation naturelle
- Compaction des sols
- Cas des zones sèches : désertification

Les effets de l'élevage sur les sols

Selon les cas et les contextes, l'élevage a des impacts positifs ou négatifs sur les sols.

Trois phénomènes liés à l'élevage ont notamment un impact :

- La production et l'utilisation d'engrais organique (fumier, lisier ...)
- Les surfaces de prairies utilisées pour le pâturage ou la fauche
- Le fait de mettre les animaux en plein air (pour pâturer ou en parcours)

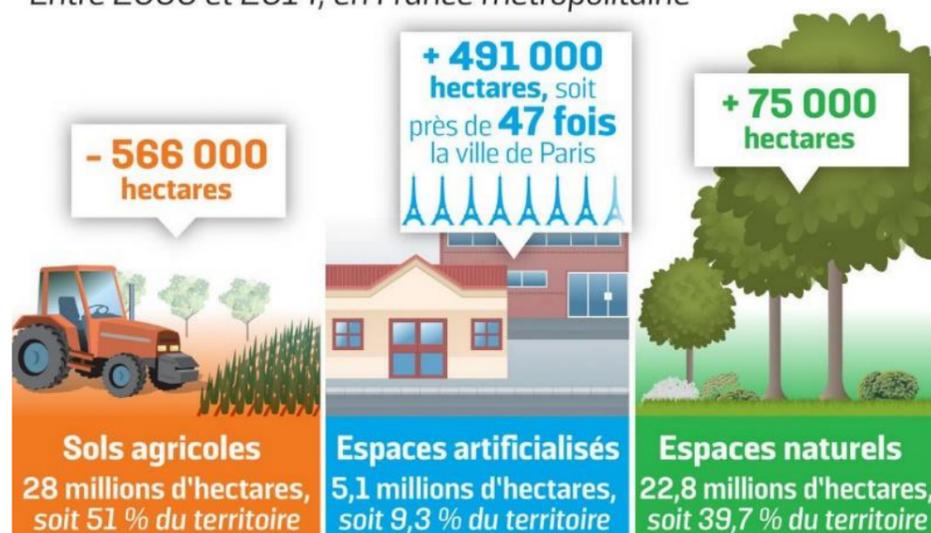
Les effets de l'élevage sur les sols peuvent être positifs ou négatifs, selon notamment le chargement d'animaux (la « concentration » sur une surface) et l'intensification des pratiques. Nous allons détailler cela dans les pages suivantes.



Cartoon de source inconnue ...

Evolution du territoire

Entre 2006 et 2014, en France métropolitaine



SOURCES : AGRESTE, ENQUÊTE TERITU-LUCAS.

LP/INFOGRAPHIE.

Parlons du sol
(animation
pédé) (!\ un
peu orienté)

Formation et
structure d'un
sol (vidéo)



European soil
data center



L'esprit sorcier
sol et climat

Et super dossier
interactif



Témoignage
d'éleveurs anglais
sur l'impact de la
réintroduction de
pâturage dans
leur ferme (the
Guardian, en
anglais)

⁵⁹ IPBES, Land degradation and restoration, summary for policymakers,

⁶⁰ [Communiqué de presse](#) IPBES mars 2017

⁶¹ Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., & De Haan, C. (2006). Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food & Agriculture Org.. P29

L'élevage permet de maintenir un bon niveau de matière organique dans le sol

Définition donnée par le GIS Sol⁶² :

Les matières organiques du sol se définissent "comme tout ce qui est vivant ou a été vivant dans le sol". Elles constituent le réservoir de carbone organique terrestre le plus important, devant la biomasse des végétaux. Le premier mètre des sols mondiaux stocke entre 1500 et 2400 milliards de tonnes de carbone organique. En France métropolitaine, les stocks dans la couche superficielle (0-30 cm) des sols sont évalués à environ 3,2 milliards de tonnes.

Ce carbone organique provient de la décomposition des végétaux ou d'apports de matière organique exogène (ex: effluents d'élevage). Les matières organiques du sol sont ensuite dégradées plus ou moins rapidement sous l'action des micro-organismes du sol en fonction des conditions du milieu (aération, humidité, localisation de la matière organique dans le sol, température, etc.), des usages et des pratiques agricoles (récoltes, gestion des résidus, etc.). Cette dégradation produit du CO2 qui est émis en retour dans l'atmosphère. Toute modification de l'équilibre entre apport et minéralisation entraîne une variation, positive ou négative, des stocks de carbone des sols. Ceux-ci peuvent donc constituer un puits ou une source de CO2 atmosphérique. Ainsi, la minéralisation des matières organiques du sol sous l'effet de changements d'occupation ou d'usage (déforestation, retournement de prairies, etc.) peut être à l'origine de flux très importants de CO2 vers l'atmosphère.

Par ailleurs, les matières organiques rendent de nombreux services environnementaux. Elles constituent l'alimentation des organismes vivants du sol. Elles adsorbent et contiennent de nombreux éléments qu'elles relâchent lors de leur dégradation : des nutriments pour les plantes mais aussi parfois des contaminants. Les matières organiques sont indispensables à la structure des sols et à leur stabilité vis-à-vis de la pluie. Ainsi, il est important de maintenir un stock pour maintenir la fertilité des sols mais aussi pour limiter les transferts d'éléments contaminants vers les milieux.

En résumé, un bon taux de matière organique dans le sol permet d'avoir un sol vivant, fertile, et résistant (à l'érosion notamment).

L'élevage a un rôle important dans l'apport de matière organique au sol, grâce aux déjections des animaux sont apportée comme engrais au sol⁶³, soit directement lors du pâturage pour les animaux en plein air, soit par épandage lorsque le fumier ou lisier est stocké. Le compost et les résidus de cultures apportent également de la matière organique. Les déjections des animaux assurent un retour de la matière organique aux sols et permettent par exemple aux flores aérobies comme les champignons de la surface des sols de trouver un bon équilibre carbone/azote pour transformer les résidus des cultures en humus et en formes de carbone stable.

Les prairies utilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage herbivores sont également des « puits de carbone », riches en matière organique (les prairies permanentes surtout). Elles ont un rôle important pour capter une partie des gaz à effet de serre émis (voir la partie « Compenser les émissions : Le stockage du carbone dans les sols »).

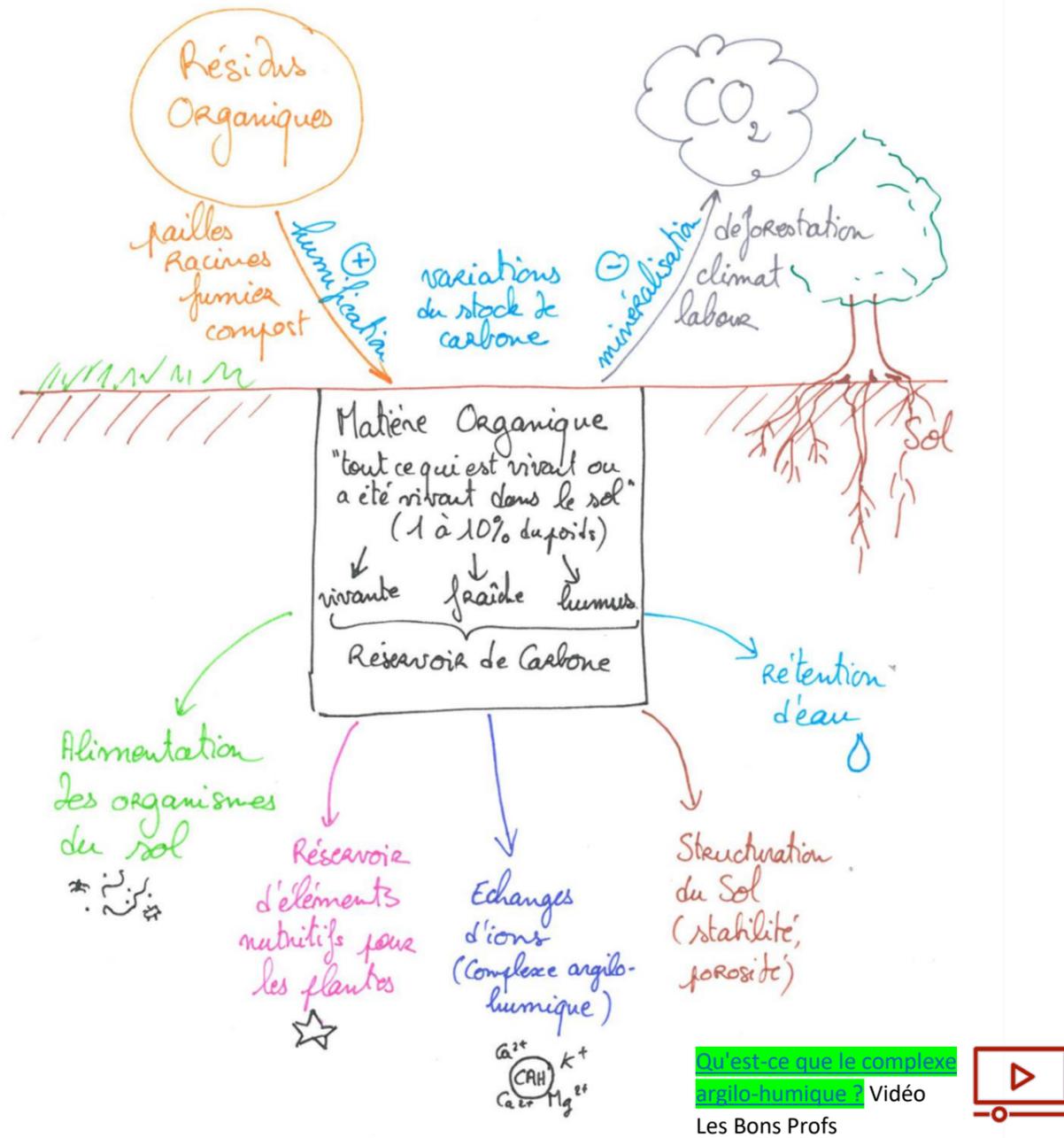
Et si on choisit plutôt un engrais minéral pour fertiliser ses parcelles ? Engrais chimique et engrais organique, quelle différence ?

De manière indirecte, la fertilisation organique augmente, sur le long terme, le carbone organique du sol de 90 % par rapport à un sol non fertilisé et de 100 % par rapport à un sol recevant une fertilisation minérale chimique⁶⁴.

⁶² Extrait de Carbone et matières organiques des sols, Site internet du GIS Sol

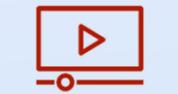
⁶³ Haynes, R. J., & Naidu, R. (1998). Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. Nutrient cycling in agroecosystems, 51(2), 123-137.

⁶⁴ Diacono, M.; Montemurro, F., 2010. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. Agronomy for Sustainable Development, 30 (2): 401-422. <http://dx.doi.org/10.1051/agro/2009040>



Du est-ce que le complexe argilo-humique Vidéo Les Bons Profs

La matière organique du sol, cycle et rôles. D'après GIS Sol, et <http://www.supagro.fr/ress-pepites/AC/co/ImportanceMOS.html>



La matière organique des sols, vidéo de conférence INRA



Les matières organiques du sol, extrait d'ouvrage de Chambre d'Agriculture



La matière organique des sols et le stockage du carbone

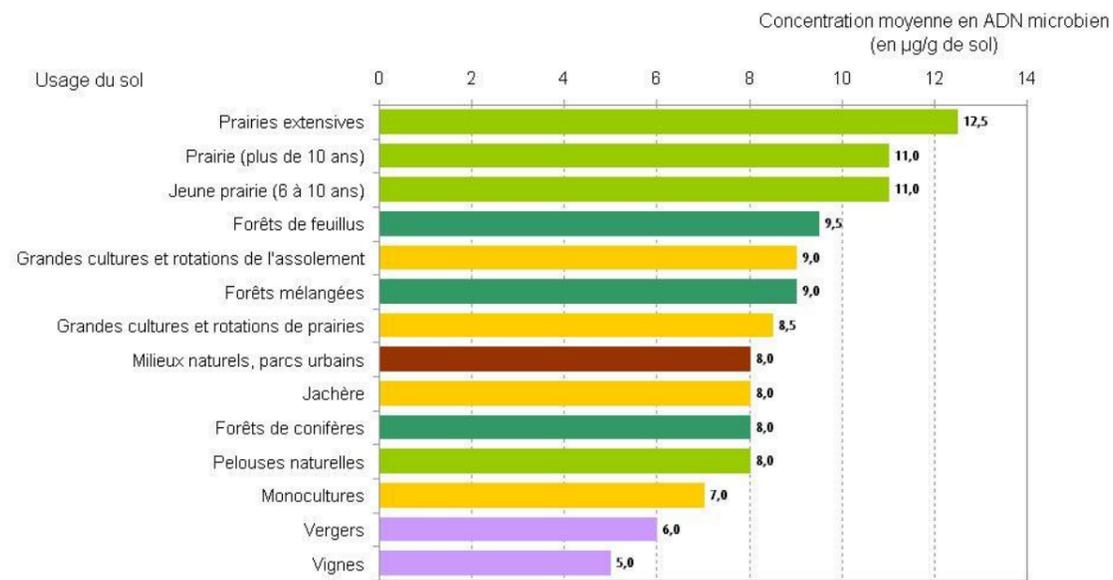
(statistiques min de la transition écologique et solidaire) [lien mort](#)



Demystification des engrais organiques et minéraux

"Les engrais minéraux sont plus efficaces pour la culture, les engrais organiques sont plus efficaces pour le sol" (ministère de l'agriculture québécois)

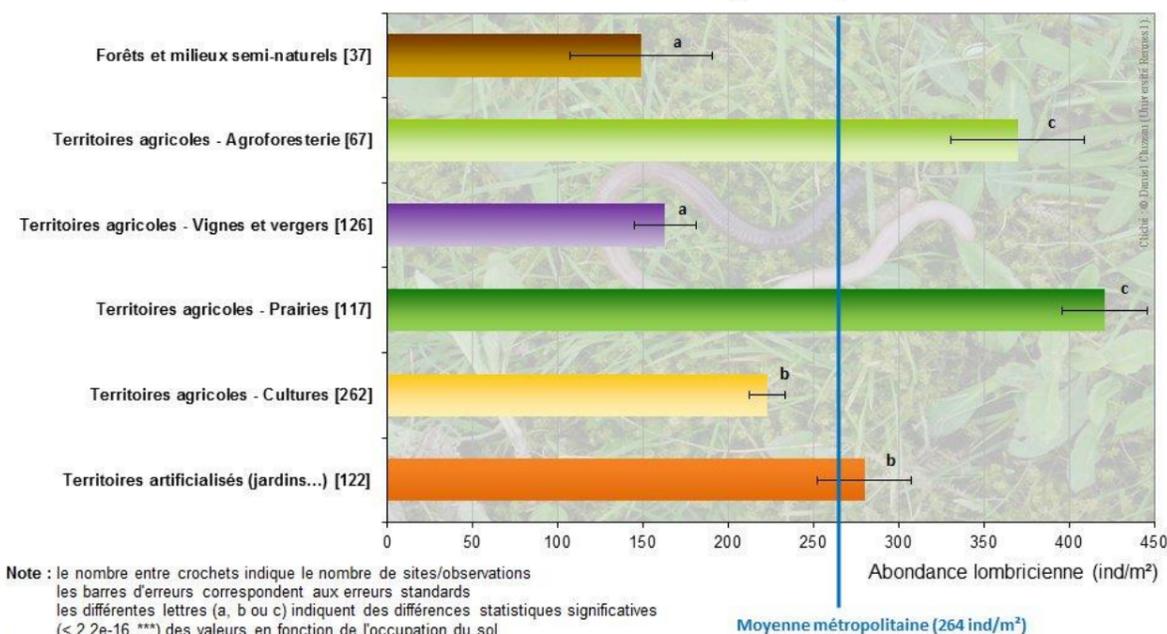
La biomasse microbienne moyenne des sols par type d'usage du sol en France métropolitaine



Source : © Inra Dijon, plateforme GenoSol – Gis Sol, 2012.

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/272/1122/biodiversite-sols.html>

Abondance lombricienne des sols en métropole sur la période 2005-2015, en fonction du type d'occupation du sol



<http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/fr/indicateurs/abondance-des-vers-de-terre>

Des sols vivants et riches en biodiversité

On constate que les prairies utilisées en élevage sont les surfaces les plus riches en vie microbienne (mesurée en quantité d'ADN microbien, sur le graphique ci-contre). Plus la prairie est âgée, plus la quantité de micro-organismes est importante.

Les prairies sont également les milieux où la population de lombrics est la plus importante (ci-contre, dessous). Ces derniers ont un rôle fondamental dans le fonctionnement des sols : ils l'aèrent, enfouissent et digèrent la matière organique qui tombe au sol, et contribuent donc également à sa fertilité.

Démonstration en vidéo !

L'apport d'engrais organique, comme par exemple le fumier, stimule l'abondance microbienne⁶⁵⁶⁶⁶⁷. La diversité microbienne varie selon le type d'effluents, le compost étant quant à lui très favorable⁶⁸ et le type de couvert, les légumineuses améliorant le stockage de la matière organique⁶⁹⁷⁰

Elevage et pollution des sols

Plus généralement, **les fortes concentrations animales sur un territoire conduisent au relargage, dans l'environnement, des nutriments en excès entraînant un risque majeur de pollution y compris pour les sols**. De nombreuses études ont quantifié ces impacts.

Outre le phosphore et l'azote, les effluents sont également des sources de contamination en éléments traces métalliques (cuivre et zinc), en molécules issues de traitements médicamenteux ou phytosanitaires. Ils sont aussi vecteurs d'agents pathogènes ou de parasites. Néanmoins, aucune contamination microbienne liée à des épandages d'effluents d'élevage n'a été identifiée en tant que source d'un problème de santé publique en Europe.

VALORISATION DES MATIÈRES FERTILISANTES D'ORIGINE RÉSIDUAIRE SUR LES SOLS À USAGE AGRICOLE OU FORESTIER IMPACTS AGRONOMIQUES, ENVIRONNEMENTAUX, SOCIO-ÉCONOMIQUES

Synthèse de l'expertise scientifique collective - octobre 2014 (attention très technique)

⁶⁵ Bonilla, N.; Cazorla, F.M.; Martínez-Alonso, M.; Hermoso, J.M.; González-Fernández, J.J.; Gaju, N.; Landa, B.B.; de Vicente, A., 2012. Organic amendments and land management affect bacterial community composition, diversity and biomass in avocado crop soils. *Plant and Soil*, 357 (1-2): 215-226. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-012-1155-1>

⁶⁶ Chakraborty, A.; Chakrabarti, K.; Chakraborty, A.; Ghosh, S., 2011. Effect of long-term fertilizers and manure application on microbial biomass and microbial activity of a tropical agricultural soil. *Biology and Fertility of Soils*, 47 (2): 227-233. <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-010-0509-1>

⁶⁷ Das, B.B.; Dkhar, M.S., 2012. Organic Amendment Effects on Microbial Population and Microbial Biomass Carbon in the Rhizosphere Soil of Soybean. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43 (14): 1938-1948. <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2012.689401>

⁶⁸ Poulsen, P.H.B.; Abu Al-Soud, W.; Bergmark, L.; Magid, J.; Hansen, L.H.; Sørensen, S.J., 2013. Effects of fertilization with urban and agricultural organic wastes in a field trial - Prokaryotic diversity investigated by pyrosequencing. *Soil Biology & Biochemistry*, 57: 784-793. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.12.023>

⁶⁹ Franzluebbers, A.J.; Sawchik, J.; Taboada, M.A., 2014. Agronomic and environmental impacts of pasture-crop rotations in temperate North and South America. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 190: 18-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.017>

⁷⁰ Lüscher, A.; Mueller-Harvey, I.; Soussana, J.F.; Rees, R.M.; Peyraud, J.L., 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*, 69 (2): 206-228. <http://dx.doi.org/10.1111/gfs.12124>



Les sols qui en avaient sous le pied, vidéo AFB



Insolite : des signes comme indicateurs de la vie biologique des sols (peut-être une idée de TP ?)



Le lombric meilleur ami de l'agriculteur

(reportage LCI)



Elevage et érosion/ruissellement

En Europe, l'érosion hydrique entraîne la perte chaque année de 2,46 tonnes de terre par hectare (surfaces cultivées ou forêts) alors qu'il ne s'en forme que 1,4 t/ha/an⁷¹.

Surfaces en prairies et cultures

L'effet de l'élevage sur l'érosion est favorable si l'on regarde les prairies et la diversification qu'il induit⁷², mais défavorable dès lors qu'on considère les cultures annuelles que consomment les animaux⁷³ :

Extrait de : Reulier, R., Delahaye, D., Viel, V., & Preux, T. (2015). [L'érosion des sols sévit aussi dans le bocage!](#). *Faune Sauvage*, (308), p-43.

Cas des prairies et des haies	Cas des cultures
La prairie protège les sols de l'érosion pluviale, grâce au maintien permanent d'un couvert végétal qui protège les sols de l'action érosive des gouttes de pluie et par l'évapotranspiration ; mais aussi par la porosité du sol qu'elle entraîne grâce à un développement racinaire important, ce qui permet une bonne infiltration des eaux de pluie et de ruissellement provenant de parcelles voisines. La haie bocagère est le second atout du bocage : située perpendiculairement à la pente, elle est un frein à l'écoulement et favorise le stockage de matières (organiques, sédimentaires...). Ainsi, il n'est pas rare de voir un atterrissement à l'amont d'une haie tel que la dénivelée amont/aval peut dépasser deux mètres.	La sensibilité des parcelles cultivées au ruissellement érosif est particulièrement élevée pendant les périodes d'inter-cultures et au cours des premiers stades végétatifs des cultures en place, durant lesquels elles ne disposent d'aucune protection contre l'agressivité des pluies : aucun prélèvement en eau n'est assuré par la végétation encore insuffisamment développée, et le développement racinaire ne permet pas de recréer une porosité disparue sous l'effet du travail mécanique du sol pendant les semis. La sensibilité des sols est alors fonction des pluies qui, même de faible intensité, vont remplir graduellement la réserve utile des sols et/ou favoriser le développement d'une croûte de battance.

Bilan : les prairies couvrent la terre, qui n'est pas "nue". Les racines tiennent la terre en place. La biodiversité importante dans le sol (lombrics etc.) améliore la perméabilité du sol, et filtre les eaux de surface. L'herbe ralentit le mouvement de l'eau et limite l'érosion, ce qui empêche les pertes par ruissellement et favorise la recharge des nappes phréatiques.

Les cultures sont plus sensibles aux phénomènes d'érosion, pour cela, les agriculteurs ont de plus en plus recours aux méthodes d'agriculture de conservation des sols (*voir plus loin*).



<https://agriculture-de-conservation.com/-Phototheque-.html>

Test sol labouré ou non : <https://www.youtube.com/watch?v=14a310yaf> idée de TP

Extrait de : Reulier, R., Delahaye, D., Viel, V., & Preux, T. (2015). [L'érosion des sols sévit aussi dans le bocage!](#). *Faune Sauvage*, (308), p-43.

Ce ruissellement érosif entraîne de nombreuses conséquences sociétales et environnementales. Elles sont d'autant plus importantes qu'un grand nombre d'espaces sont concernés et s'observent à trois échelles spatiales : sur les parcelles agricoles, dans les cours d'eau et aux exutoires des bassins versants.

Sur les parcelles agricoles d'abord, la disparition du sol est considérée comme irréversible à l'échelle humaine puisqu'il faut cinquante ans pour former 1 cm de sol. Cette érosion est particulièrement impactante, parce qu'elle entraîne une diminution de la fertilité du sol. Souvent insidieuse car peu perceptible, l'érosion peut être notable en cas d'incision profonde du sol (ravines), qui entraînera à la fois une gêne immédiate pour le travail du sol par l'agriculteur mais aussi le départ des semis.

Les particules de terre arrachées sur les parcelles agricoles peuvent ensuite être acheminées jusque dans les cours d'eau où elles vont dégrader la qualité des milieux aquatiques selon différents mécanismes. Tout d'abord en augmentant la turbidité de l'eau : les particules sédimentaires transportées en suspension dans l'eau vont réduire la pénétration de la lumière, avec des conséquences sur la qualité biologique des eaux de rivière. Ensuite, lorsqu'en fin de crue les débits diminuent, les particules ne peuvent plus être transportées et se déposent alors au fond de l'eau, colmatant les frayères. Les polluants, fixés sur les particules sédimentaires lors de leur épandage (herbicides, fongicides...), se retrouvent également dans les cours d'eau : une pollution locale initialement, car limitée aux parcelles traitées chimiquement, gagne ainsi tous les compartiments de l'hydrosystème.

Enfin, aux exutoires des bassins versants, la concentration des écoulements chargés en particules de terre peut contribuer à la formation de crues turbides aux conséquences parfois dramatiques (coulées de boues, inondations...).

⁷¹ Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., ... & Alewell, C. (2015). [The new assessment of soil loss by water erosion in Europe](#). *Environmental science & policy*, 54, 438-447.

⁷² Franzluebbers, A.J.; Sawchik, J.; Taboada, M.A., 2014. [Agronomic and environmental impacts of pasture-crop rotations in temperate North and South America](#). *Agriculture Ecosystems & Environment*, 190: 18-26.

⁷³ FAO, 2010. *Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland system - A technical report on grassland management and climate change mitigation*. Rome: FAO, 57 p.

Effet de la présence d'animaux au pâturage

Un des principaux effets néfastes de l'élevage sur les sols est lié au surpâturage, c'est-à-dire le phénomène de surexploitation des ressources végétales dans certains territoires. Lorsque les animaux « broutent » de façon trop importante par rapport aux stocks d'herbe, les végétaux ont du mal à repousser car leur surface de feuilles devient limitée, ce qui limite le phénomène de photosynthèse qui permet d'apporter l'énergie à la plante. Cela incite la plante à puiser dans ses réserves et peut limiter la reconstitution des réserves par les plantes (surpâturage ou pâturage hivernal). Le surpâturage peut même induire la consommation par les animaux des organes de stockage des réserves des plantes. Le surpâturage s'accompagne parfois d'un effet de piétinement qui va tasser le sol et limiter encore la repousse des végétaux.

Le surpâturage dans le monde

Ce phénomène de surpâturage, contrairement à ce que l'on peut penser, n'apparaît pas forcément dans des élevages avec un pâturage « intensif » : Dans le monde, il peut être observé par exemple en Mongolie, où une longue tradition d'élevage nomade persiste. Aujourd'hui le surpâturage est un vrai problème dans la steppe mongole⁷⁴.

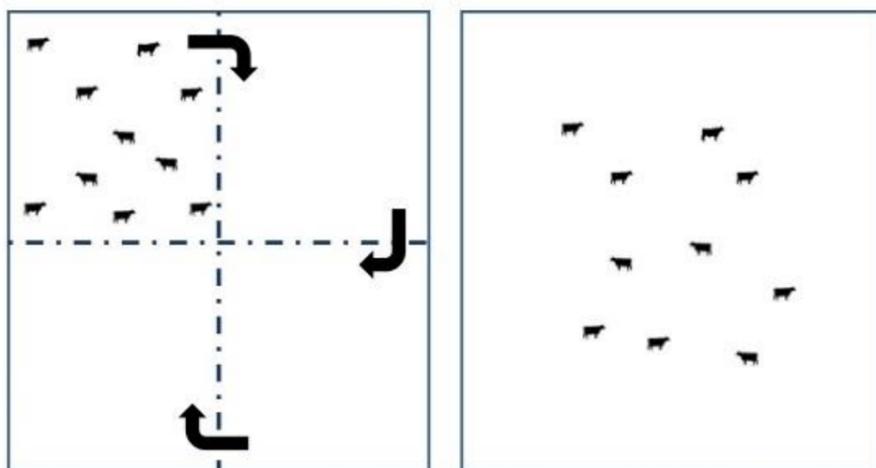
Dans les zones sèches notamment, le surpâturage peut faire partie des phénomènes accélérant la désertification⁷⁵. Néanmoins, avec une gestion rigoureuse du pâturage, utilisant une rotation des parcelles pour imiter les mouvements des troupeaux dans la nature, l'élevage permet de restaurer des zones fragilisées : il devient alors un outil de restauration des sols (voir [conférence Allan Savory](#)).

En France :

De façon à optimiser l'utilisation de l'herbe et sa production, en limitant les problèmes de surpâturage, de nombreux éleveurs choisissent de mettre en place un pâturage tournant : les animaux changent de parcelle quand cette dernière a un niveau d'herbe disponible bas. Les animaux y reviendront quand l'herbe aura repoussé.

Pour éviter de dégrader les sols, on évite aussi de sortir les animaux quand les conditions ne sont pas réunies (quand les sols ne sont pas « portants » par exemple) : c'est pourquoi aussi on laisse les animaux en bâtiments à certaines périodes de l'année (en hiver par exemple).

Les animaux peuvent également abîmer les berges des cours d'eau lorsqu'ils les utilisent pour s'abreuver, les rendant plus instables et sensibles à l'érosion⁷⁶. Néanmoins l'accès direct aux cours d'eau par les animaux est interdit dans de nombreuses régions françaises, de façon à les protéger^{77,78}.

Pâturage tournant et pâturage libre

source Institut de l'Elevage

⁷⁴ Hilker, T., Natsagdorj, E., Waring, R. H., Lyapustin, A., & Wang, Y. (2014). [Satellite observed widespread decline in Mongolian grasslands largely due to overgrazing](#). *Global Change Biology*, 20(2), 418-428.

⁷⁵ Li, S. G., Harazono, Y., Oikawa, T., Zhao, H. L., He, Z. Y., & Chang, X. L. (2000). [Grassland desertification by grazing and the resulting micrometeorological changes in Inner Mongolia](#). *Agricultural and forest meteorology*, 102(2-3), 125-137.

⁷⁶ Batchelor, J. L., Ripple, W. J., Wilson, T. M., & Painter, L. E. 2015. Restoration of riparian areas following the removal of cattle in the northwestern Great Basin. *Environmental Management*, 55: 930-942.]

⁷⁷ Par exemple : http://portail-bassins-versants.fr/IMG/pdf/fiche_abreuvement_oct2016.pdf

⁷⁸ Exemple de mesure prise en seine maritime : http://dise.seine-maritime.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/11-12_AP_RETOURNEMENT_DE_PRAIRIES_cle82fbce.pdf



[Mongolie, le surpâturage menace les steppes \(article 20 minutes\)](#)

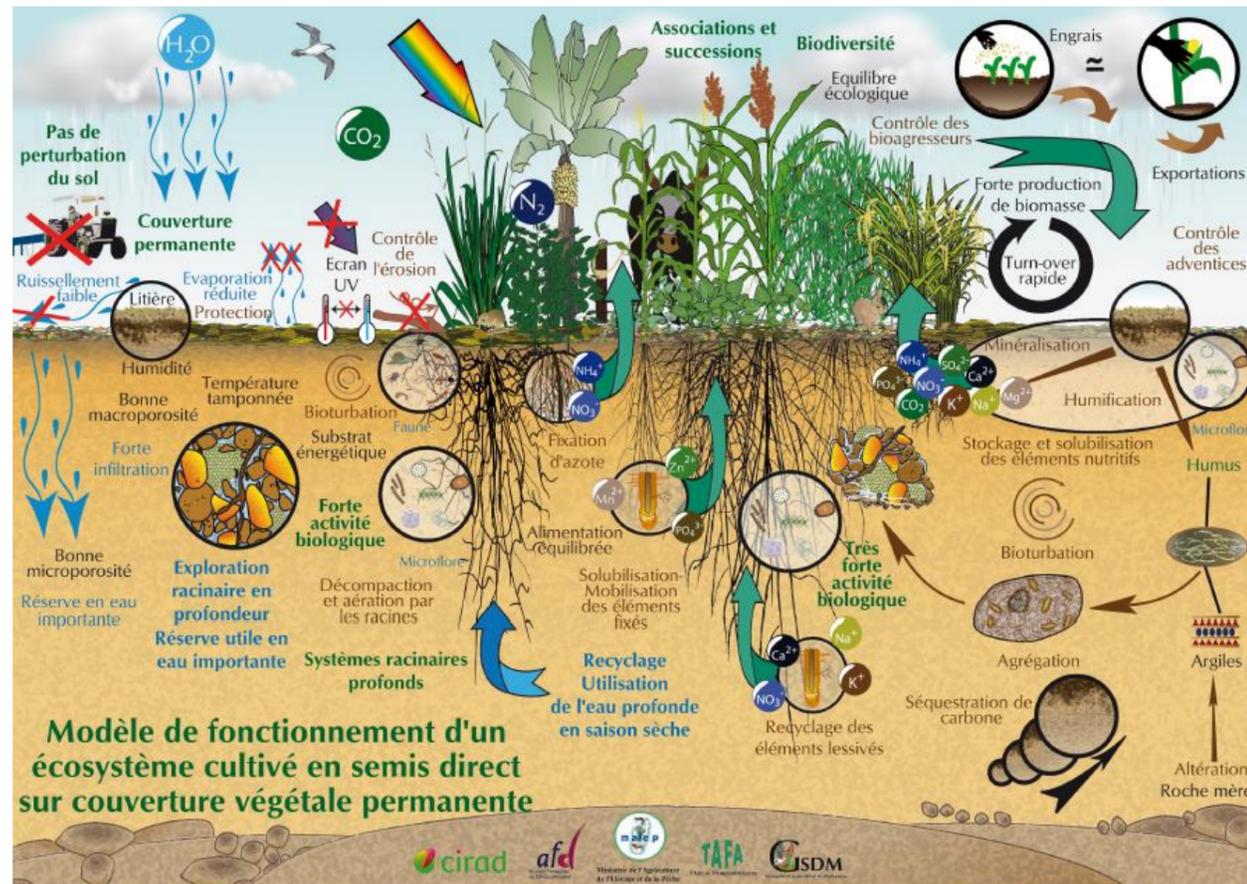


[TED talk de Allan Savory : Comment transformer nos déserts en prairies et inverser le changement climatique, février 2013](#)



[Pâturage tournant \(attention vidéo assez technique\)](#)

Prendre soin des sols : l'Agriculture de conservation des sols



Le principal objectif de ce type d'agriculture est de réduire la dégradation des sols et d'améliorer à terme leur fertilité en utilisant intensivement les processus biologiques et écologiques de l'écosystème sol en remplacement de certains intrants. Des problèmes d'érosion éolienne et hydrique aux États-Unis et au Brésil sont à l'origine de cette évolution de l'agriculture (voir ci-contre). La diffusion de ces pratiques a été relativement lente en France. (Consulter la définition complète sur [l'agroécologie](#))

Les trois principes de l'agriculture de conservation des sols ⁷⁹		
1. COUVERTURE PERMANENTE DU SOL	2. SEMIS SANS TRAVAIL DU SOL	3. DIVERSITE ET ROTATION DES CULTURES
Cela implique le maintien des résidus de culture en surface et l'implantation de couverts végétaux durant l'interculture. Le couvert végétal exerce des fonctions multiples parmi lesquelles la structuration du sol grâce au réseau racinaire, le recyclage des éléments minéraux et le développement de la biodiversité aérienne et souterraine en fournissant le gîte et l'alimentation des espèces présentes.	L'objectif est de limiter au strict minimum la perturbation de l'activité biologique lors du dépôt de la semence dans le sol, de favoriser la porosité verticale naturelle du sol et d'augmenter le taux de matière organique.	La réflexion agronomique de succession des cultures est primordiale et les maladies présentes sur les cultures sont réduites grâce à la complémentarité des espèces.

Que se passe-t-il si l'on ne prend pas en compte la santé des sols ? Exemple du Dust Bowl (USA)



Dust Bowl. Une tragédie environnementale contée par Ken Burns

Super vidéo mais en allemand (sous titres automatiques possibles) : [Erklärvideo - Dust Bowl-Syndrom](#)



[Un témoignage en suisse](#)
[En France](#)



Vidéo sympa mais en anglais : [les ranchers qui régénèrent les sols aux US](#)

[Bande annonce du documentaire « Bienvenue les vers de terres » avec des témoignages et interviews.](#)

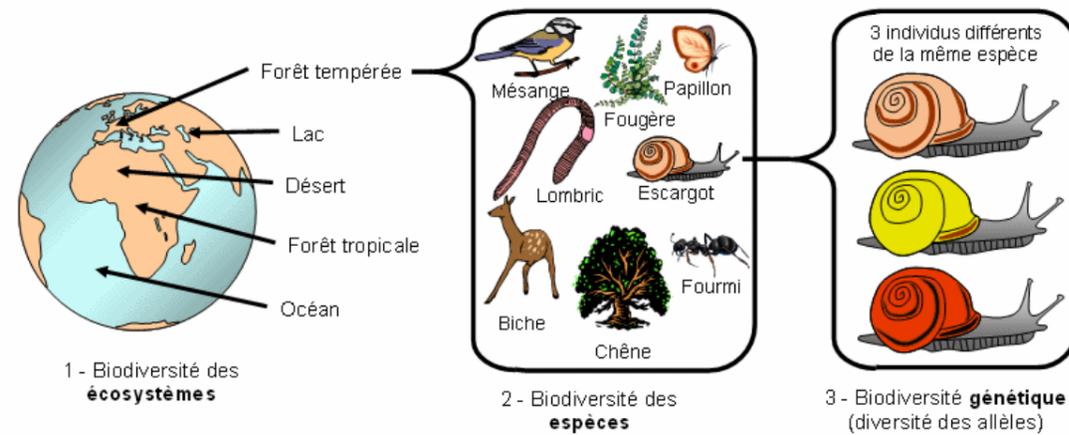
Attention assez technique

⁷⁹ Sources : <https://www.apad.asso.fr/agriculture-de-conservation-3/principes-de-lac>, <https://agriculture-de-conservation.com/-Phototheque-.html>



Les 3 niveaux de la biodiversité

avantage Word: dissociable et recolorisable en quelques clics



Source du schéma, modifiable : <http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/spip.php?article2412>

Prog.
2^{de} SVT

Elevage et biodiversité

Qu'est-ce que la biodiversité ?

Définition

Selon l'article 2 de la Convention sur la diversité biologique (signée en 1992), la **biodiversité** est définie comme : « La variabilité des êtres vivants de toute origine incluant entre autres, les écosystèmes terrestres et aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie : cela comprend la diversité au sein des espèces, ainsi que celle des écosystèmes. » Il existe trois niveaux de biodiversité :

- **La biodiversité écosystémique** = diversité des écosystèmes⁸⁰ (nécessite de définir ce qu'est un écosystème = biotope + biocénose + interactions) donc diversité des biotopes (abiotique) et des biocénoses (êtres vivants) et de leurs interactions (biotope-biocénose, biotope-biotope, biocénose-biocénose). Les interactions (relations trophiques, ...) traduisent le fonctionnement d'un écosystème donné
 - o Les forêts tropicales et les récifs coralliens constituent des écosystèmes très diversifiés
- **La biodiversité spécifique** = nombre total des espèces (animaux, végétaux, champignons, micro-organismes). Pour désigner le nombre d'espèce au sein d'un milieu donné on parle de richesse spécifique (prend en compte le nombre d'espèces et la surface du site étudié)
 - o De nouvelles espèces sont découvertes très régulièrement (citer qq chiffres)
- **La biodiversité génétique** = Diversité des gènes, des allèles et des structures chromosomiques au niveau des individus et des populations.
 - o Elle est menacée notamment quand le nombre d'individus d'une espèce diminue, ou dans le cas d'une sélection favorisant la consanguinité.

La biodiversité en bref (extrait issu du site de l'agence française pour la biodiversité⁸¹)

La biodiversité, c'est ce qu'on peut appeler la partie vivante de la planète ». C'est la diversité de l'ensemble des êtres vivants – animaux, végétaux, champignons, bactéries -, du plus grand (baleine bleue, baobab) au plus petit (les bactéries), et de toutes leurs interactions (de la prédation à la symbiose). C'est aussi la diversité des milieux dans lesquels ces espèces vivent. Mais c'est aussi la diversité des gènes qui fait que chaque individu est unique. En France par exemple, même si nous sommes un petit pays, la biodiversité est particulièrement riche et diverse grâce aux différents habitats présents en métropole et en outre-mer (récifs coralliens, forêts tropicales, Terres australes et antarctiques françaises). Et vous savez le plus fou ? C'est que nous, êtres humains, faisons aussi partie de la biodiversité.

La biodiversité, c'est aussi et surtout une dynamique. Dans la biodiversité, tout n'est pas figé comme une collection dans un musée. Tout au long de l'histoire de la vie, des espèces apparaissent et disparaissent, c'est un mouvement perpétuel qui a démarré il y a 3,8 milliards d'années et qui s'opère encore. Et c'est parce que la biodiversité est en mouvement qu'elle s'équilibre sans cesse.

La biodiversité, c'est enfin ce qui nous fournit les conditions essentielles à notre vie sur Terre : elle permet notre survie et nous apporte du bien-être. Nous sommes intimement liés à l'ensemble qu'elle constitue, d'où l'importance de la préserver ! La biodiversité purifie l'eau que nous buvons et l'air que nous respirons, elle est à la fois en nous (comme ces millions de bactéries qui vivent dans notre tube digestif), et tout autour de nous (arbres, animaux, paysages, insectes, etc.), elle fertilise les sols dont nous tirons notre alimentation, elle permet la pollinisation, elle atténue la violence des sécheresses et des inondations...

⁸⁰ Défini dans le chapitre 2 de Farmpedia : Elevage et efficacité des agrosystèmes

⁸¹ [La biodiversité en bref](#), AFPB, en ligne

Le site de l'agence française pour la biodiversité

Bilan de l'état de la biodiversité en France en 2018

site de sensibilisation de l'AFB

Observatoire national de la biodiversité

>(indicateurs)



Playlist youtube vidéos courtes biodiversité

Plan biodiversité du ministère de l'agriculture



Perpignan: 450 brebis dans les douves du château de Salses... pour protéger les chauve-souris

(article 20 minutes)

Nord et ouest : plus de 60 % des terres sont agricoles

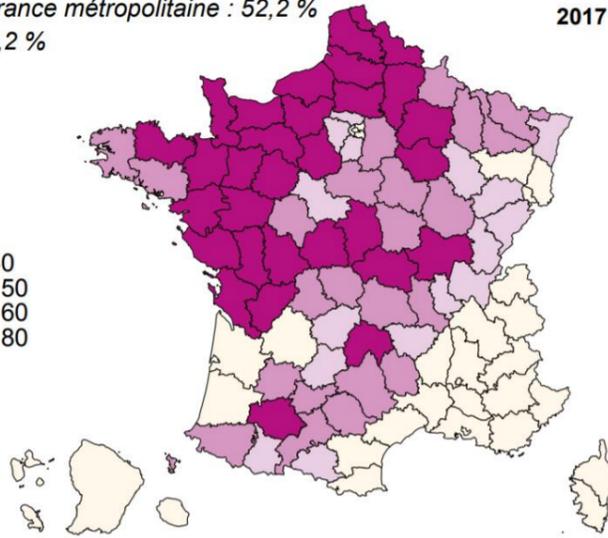
Part de la surface agricole utilisée (SAU) dans la surface totale

Moyenne France métropolitaine : 52,2 %
France : 45,2 %

2017

%

- 0 à 40
- 40 à 50
- 50 à 60
- 60 à 80



Source : Agreste - Statistique agricole annuelle (2017 provisoire)

Biodiversité et agriculture

Extrait des conclusions de l'Expertise scientifique collective INRA : Agriculture et biodiversité, Valoriser les synergies (Juillet 2008)⁸²

Une relation historique étroite entre agriculture et biodiversité

Biodiversité et agriculture sont indissociablement liées dans les pays d'Europe de l'Ouest en raison de l'emprise territoriale de l'agriculture, et de son rôle historique avéré dans l'évolution de la biodiversité présente dans nos pays. En France par exemple, les zones agricoles représentent la majorité de l'espace (60%). Historiquement, l'effet positif de l'agriculture sur la biodiversité en Europe a été lié à la diversification des paysages, notamment la création et le maintien d'espaces ouverts abritant une grande biodiversité. Le débat porte aujourd'hui sur les effets des évolutions de l'agriculture, et notamment sur les effets négatifs possibles de l'intensification et de la spécialisation des modes de production. Ces évolutions se sont traduites par un accroissement de la productivité des surfaces cultivées associé à l'emploi de fertilisants minéraux et de pesticides de synthèse, et par une simplification des paysages agricoles résultant de la spécialisation des systèmes de production et de la suppression des surfaces non productives.

Aujourd'hui, des effets forts confirmés

Un constat global d'effets forts, négatifs et positifs, de l'agriculture sur la biodiversité est établi à différents niveaux d'organisation et différentes échelles spatiales, dans le cadre notamment d'études paneuropéennes qui ont considéré les effets des pratiques agricoles et des caractéristiques des paysages sur la diversité d'une large gamme d'organismes.

Les effets négatifs au niveau de la parcelle sont liés à une intensification et à une simplification des pratiques qui modifient les conditions de milieu et se traduisent par des perturbations fréquentes et intenses (fertilisation, traitements pesticides, irrigation et drainage, travail du sol...). A l'échelle des paysages, ces effets négatifs relèvent de l'homogénéisation de ceux-ci, notamment du fait d'une réduction importante des milieux semi-naturels (incluant zones boisées, prairies semi-naturelles, haies et bords de champ) à l'interface des espaces agricoles, ainsi que de l'homogénéisation des pratiques (moins diversification des cultures dans le temps et l'espace, synchronisation des dates de récolte ou de fauche...). Les conditions de milieu imposées par les pratiques intensives ont éliminé les espèces sensibles aux perturbations et défavorisées par l'enrichissement en nutriments du milieu. La simplification des paysages a supprimé les espèces dépendant essentiellement ou partiellement des éléments semi-naturels ou d'une diversité des cultures. Les ravageurs sont favorisés par une agriculture intensive dans des paysages homogènes, alors que les auxiliaires de culture tirent bénéfice d'un paysage complexe et d'une agriculture peu intensive. Globalement, l'intensification de l'agriculture et la simplification des paysages favorisent des espèces communes.

A l'inverse, des modes de production moins intensifs ont des effets positifs sur la biodiversité, ce qui s'explique par une moindre perturbation et une plus grande hétérogénéité des systèmes ainsi gérés. De telles pratiques sont, dans une large gamme de situations, bénéfiques pour la richesse en espèces. Ces effets positifs sont particulièrement observés dans le cadre de paysages suffisamment complexes qui jouent un rôle de réservoir pour une diversité biologique variée à l'échelle des territoires.

Des compromis pour préserver la biodiversité dans les espaces agricoles ?

Sur la base des mécanismes explicatifs présentés ci-dessus, l'expertise a identifié trois tendances lourdes sur les dernières décennies qui ont eu des impacts négatifs forts sur la biodiversité : il s'agit de l'intensification des pratiques agricoles à l'œuvre dans de nombreuses régions, du recul ou de l'abandon de l'activité agricole dans d'autres zones, et de la simplification des paysages qui a plus particulièrement

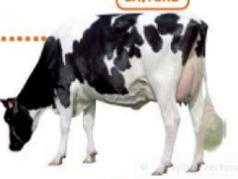
⁸² Le Roux, X., Barbault, R., Baudry, J., Burel, F., Doussan, I., Garnier, E., ... & Sarthou, J. P. (2008). [Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies](#). Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France).



Vidéo Rôles de l'agriculture de montagne dans la biodiversité
version courte
version longue

touché des régions bocagères. Ceci peut déboucher sur un antagonisme entre biodiversité et agriculture intensive, spécialisée et simplifiée, aboutissant à la recherche, par compromis, de modalités de préservation de la biodiversité dans les espaces agricoles à côté de l'agriculture. La présente expertise montre que la complexité du paysage joue un rôle essentiel en matière de préservation de la biodiversité dans les espaces agricoles, par sa capacité à atténuer, voire à compenser, les effets négatifs des modes de production intensifs. Des pistes peuvent être ainsi proposées pour gérer les paysages et permettre de préserver / restaurer la biodiversité, en fonction des systèmes de production. Insistons sur le fait que des mesures de restauration ne sont / seront possibles que si le processus de modification de la biodiversité est réversible ; une trop forte simplification des paysages réduit ce caractère réversible.

Sans s'arrêter à ce constat, l'expertise montre qu'il est essentiel de considérer le rôle joué par la biodiversité en tant que fournisseur de services écologiques, mais aussi générateur de dommages, dans les systèmes agricoles ; il est tout aussi essentiel, suivant la troisième logique d'intégration présentée ci-dessus, d'analyser les possibilités de valorisation et de développement des synergies entre biodiversité et agriculture.

<p>Prim'Holstein Grande taille, robe noire et blanche.</p> <p>66% du cheptel français</p> <p>LAITIÈRE</p> 	<p>Brune Grande taille, robe unie variant du gris foncé à l'argenté.</p> <p>0,7% du cheptel français</p> <p>LAITIÈRE</p> 
<p>Montbéliarde Grande taille, robe pie rouge, très grands yeux.</p> <p>16% du cheptel français</p> <p>MIXTE dominante LAITIÈRE</p> 	<p>Simmental française Taille moyenne, robe pie rouge variant du clair au foncé, très bonne reproductrice.</p> <p>0,6% du cheptel français</p> <p>MIXTE</p> 
<p>Normande Grande taille, robe tricolore (blanc, marron clair et foncé), « Lunettes autour des yeux ».</p> <p>9% du cheptel français</p> <p>MIXTE</p> 	<p>Pie rouge Grande taille, robe marron clair et blanc, cornes en croissant.</p> <p>0,4% du cheptel français</p> <p>MIXTE</p> 
<p>Abondance Taille moyenne, robe rouge acajou pie, excellente marcheuse et habitée des montagnes.</p> <p>0,9% du cheptel français</p> <p>LAITIÈRE</p> 	<p>Tarentaise (Tarine) Grande taille, robe tricolore (blanc, marron clair et foncé), « Lunettes autour des yeux ».</p> <p>0,3% du cheptel français</p> <p>LAITIÈRE</p> 

Les races de vaches laitières, Source : dico du lait

<p>Race Froment du Léon (22) Le beurre de la Froment se caractérise par sa finesse et une belle couleur « bouton d'or » en particulier au printemps grâce à la présence naturelle de bêta-carotène dans le lait, une des caractéristiques singulières de cette race. Son lait est d'une grande richesse avec un taux butyrique particulièrement élevé qui explique ses qualités d'excellente beurrière.</p>	<p>Race Bretonne Pie Noir (29) Race autochtone, elle a failli disparaître au cours des « trente glorieuses ». En 1975, elle fait l'objet du premier programme de sauvegarde d'une race bovine en France. C'est la plus petite de nos races (1,17 m au garrot). Ses qualités maternelles sont exploitées dans deux systèmes d'élevage : le système laitier en transformation fermière et vente directe, ou le système allaitant où les caractéristiques carnées (finesse, tendreté, saveur) constituent des atouts.</p>	<p>Race Saosnoise (72) Ces vaches d'herbage de grand gabarit et aux panaches variées mais toujours blanches et blond-rouge, reflètent ce qu'était l'ancienne race-Mancelle, avant l'introduction de la Durham au XVIIIe siècle en Sarthe et en Mayenne. Malgré sa masse importante, la Saosnoise a gardé une ossature fine. Elle produit une viande fine et bien rouge.</p>	<p>Race Ferrandaise (63) Race du Puy de Dôme, la Ferrandaise est une vache très rustique et polyvalente. Elevée dans les parties montagneuses du département, elle se caractérise par sa longévité, sa bonne fécondité, ses qualités maternelles et son aptitude à la marche. Avec près de 1 000 femelles en production, c'est actuellement l'une des plus grandes des races bovines en conservation.</p>
<p>Race Armoricaine (22) Race bretonne de couleur rouge avec quelques tâches blanches, l'Armoricaine est une race de type mixte. Elle s'engraisse très bien et précocement ce qui permet la production de veaux sous la mère ou de bœufs dont la viande périlleuse est appréciée. Petit à petit elle séduit de nouveaux éleveurs qui apprécient en particulier sa rusticité.</p>	<p>Race Villard de Lans (38) Race bovine de couleur blonde originaire du massif du Vercors, elle a été l'une des premières à bénéficier d'un programme de conservation. Aujourd'hui, ses aptitudes multiples sont appréciées des éleveurs qui l'ont choisie, que ce soit en production laitière pour la fabrication de fromage, en particulier le « Bleu du Vercors-Sassenage », ou allaitante pour la vente de veau de lait.</p>	<p>Race Lourdaise (65) Cette vache docile et sociable est appréciée des éleveurs pour sa facilité d'adaptation à la vie en estives. Sa robe uniforme froment clair, et ses cornes ouvertes en lyre font d'elle une vache élégante. Elle avait la réputation autrefois d'être la meilleure laitière du Sud-Ouest, et son potentiel laitier lui permet toujours de produire de bons veaux de boucherie.</p>	<p>Race Bordelaise (33) Une population de vaches laitières rustiques, de taille moyenne à petite était déjà présente autour de Bordeaux à la fin du XVIIIe siècle, pour l'approvisionnement de la ville en lait frais. La robe « pigallée » est la plus recherchée : tête et chaussettes noires, panaches noires accompagnées de mouchetures.</p>
<p>Race Nantaise (44) La Nantaise est une vache de taille moyenne, à la robe fauve clair, parfois légèrement grise et même gris peffle. Le museau est noir mais les oreilles ne portent pas de livrée noire. Son potentiel laitier lui permet d'élever des veaux s'engraissant facilement et présentant des bons rendements en viande grâce à leur squelette fin.</p>	<p>Race Mirandaise (32) La Mirandaise, également appelée « Gasconne Aréolée », ne doit pas être confondue avec la Gasconne, dont elle se distingue par sa grande taille et sa robe plus claire. À l'origine race de travail de grand format, adaptée au territoire des coteaux du Gers, la Mirandaise a gardé toute sa robustesse et sa résistance à la chaleur. Elle est appréciée pour sa bonne fertilité et sa facilité d'engraissement.</p>	<p>Race Canadienne Cette race laitière qui comme son nom l'indique vient du Canada français est un témoignage de l'importation de bétail français au moment de l'installation des colons au XVIIe siècle.</p>	<p>Race Herens (74) Vache de montagne par excellence, l'Herens est élevée dans la chaîne des Alpes entre la Suisse, l'Italie et la France. Race de petite taille (1m,20 au garrot), elle est connue pour ses combats de vaches, mais il ne faut pas oublier que son potentiel premier est la production laitière.</p>
<p>Race Maraichine (85) La Maraichine est élevée dans les marais atlantiques et leurs régions bordières et partage ainsi au maintien des prairies de marais, support de la biodiversité des zones humides. Vache rustique et à croissance lente, elle possède les aptitudes d'un animal de type mixte adapté à un milieu difficile et à des conditions d'élevage extensif.</p>	<p>Race Béarnaise (64) La vache Béarnaise est reconnaissable à ses longues cornes en lyre et à sa couleur froment unie. Certains éleveurs des vallées béarnaises ont tenu à garder cette vache qui produisait un fromage typique de mélange brebis/vache. Rustique, vive et agile, elle reste une vache montagnarde et est l'emblème du Béarn.</p>	<p>Race Casta (09) La Casta est reconnaissable à sa robe châtain plus ou moins foncée, ses muqueuses claires, ses cornes en lyre évanescentes. Cette vache au caractère bien trempé peut évoluer sur tous types de terrain. Autrefois traitée, son lait est à l'origine du célèbre fromage de Beuhmale. Cette race a conservé un lait riche, lui permettant d'élever parfaitement son veau.</p>	

Poster des races bovines en conservation, Source France Génétique Elevage

Biodiversité et élevage

Elevage et biodiversité génétique (au sein des espèces élevées)

Evolution et gestion de la diversité génétique des cheptels⁸³

La diversité génétique au sein des espèces animales domestiques et les "ressources génétiques" qu'elles constituent sont appréhendées depuis le XIXe siècle en termes de races. C'est à partir de ce moment que les éleveurs d'Europe ont orienté leurs populations animales vers un idéal de la "race pure" (lignées ou souches pour les volailles et les porcs). Aujourd'hui, quelques races spécialisées ayant de grands effectifs et une large aire de diffusion prédominent. Leurs bases génétiques très étroites limitent le potentiel d'adaptation. C'est sans doute chez les bovins laitiers que la variabilité intra-population a le plus rapidement fortement décliné. Des races locales se sont maintenues là où les conditions étaient peu favorables à l'intensification ou au contraire favorables à des productions à haute valeur ajoutée.

Depuis la Convention sur la diversité biologique (CDB) de Rio en 1992, le contexte institutionnel et politique est plus favorable à la biodiversité domestique. En France, 132 races sont concernées par des programmes de conservation et, depuis 1999, une cryobanque nationale conserve le matériel génétique des espèces d'élevage. Une mesure agro-environnementale de la PAC soutient les éleveurs détenant des animaux de races menacées d'abandon. Mais leur maintien dépend surtout de leur utilité sociale et de leur insertion dans des filières économiques.

La diversité génétique est une composante des capacités d'adaptation aux évolutions des conditions d'élevage : résistance (ou tolérance) aux maladies et aux effets des changements climatiques bien sûr, mais possiblement aussi à une moindre présence de l'éleveur ou à une alimentation moins riche. Les aptitudes génétiques des races dites rustiques sont revalorisées.

Conservation des races à petits effectifs⁸⁴

Avec l'appui financier du Ministère de l'Agriculture, les premiers programmes de conservation sont lancés en 1976 pour les races Bretonne Pie-Noire et Flamande, puis en 1977 pour les races Villard de Lans et Ferrandaise, qui officiellement n'existaient plus.

Depuis lors, ces programmes de conservation ont été développés : ils concernent maintenant 15 races à très faibles effectifs. La plupart ont été initiés par l'Institut de l'Elevage, agréé comme organisme de sélection pour 12 d'entre elles en 2008.

Depuis plus de 30 ans, il coordonne et accompagne les actions concertées du réseau d'acteurs, sans lesquels ces races auraient disparu : éleveurs et associations d'éleveurs, centres de production de semences, parcs et conservatoires régionaux, Races de France, INRA, Cryobanque Nationale,...

⁸³ Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C., Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gaigné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauviel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective, INRA France.

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01595470/document> p50

⁸⁴ Source : <http://fr.france-genetique-elevage.org/Conservation-des-races-a-petits.html>

C'est pas sorcier
domestication
création races
(début vidéo)

Le site de races de France : races courantes en élevage et race à petits effectifs

Les races de poules de France

Que faisons-nous de nos races ? p25

Étienne Verrier, professeur de Génétique animale à AgroParisTech, colloque « L'évolution des relations entre l'homme et l'animal »

Sites, reportages et ressources pour aborder le sujet/ organiser des débats :**« PRO » LOUP :**

[Loup et élevage dans le Mercantour](#)

[Ferus](#)

[Cap-Loup](#)

« ANTI » LOUP :

[Les éleveurs face au loup \(site de la FNO\)](#)

[Attaques de loups, les morsures invisibles](#) (documentaire MSA, Approche « santé et traumatisme »)

[Des éleveurs du collectif L113 publient une vidéo choc pour dénoncer les attaques de loups](#)

[Le loup, « une réalité violente, cruelle et imprévisible »](#), article Reporterre

<http://www.leparisien.fr/societe/loup-dans-le-vercors-les-eleveurs-de-brebis-a-la-merci-du-croquetout-16-06-2019-8094246.php>, interview d'éleveur accompagnée d'une vidéo

« NEUTRES »

<http://www.loupfrance.fr/> site de l'office national de la chasse et de la faune sauvage

[Comment le loup a fait son retour en France](#) ***

[Le retour du loup en Europe occidentale](#), article Pour La Science ***

[Loup et éleveurs, une cohabitation difficile](#), webdoc Le Monde

[La France compte de plus en plus de loups](#), article du Monde

[Plan loup: «Pour améliorer la protection des troupeaux, il faut apprendre à connaître le loup»](#)

[« Dans la gueule du loup », Reportage France 2](#)

[Sur les traces du loup](#), France 2 **

[Les crocs de la colère](#) - Envoyé spécial la suite 1/03/2014

[France, unique pays en Europe où la présence du loup provoque des polémiques](#), reportage court France 3

Meuret, M., Garde, L., Moulin, C. H., Nozières-Petit, M. O., & Vincent, M. (2017). [Élevage et loups en France: historique, bilan et pistes de solution](#). INRA Productions Animales, 30(5), 465-478.

Elevage et biodiversité : le cas du loup**Difficile cohabitation de l'élevage avec les grands prédateurs⁸⁵**

La prédation par le loup est l'effet négatif de la biodiversité sur l'élevage le plus documenté en France. Elle a suscité des prises de position militantes et des controverses houleuses dans la communauté scientifique comme dans la société⁸⁶. Les débats ont notamment porté sur la quantification des attaques de loup et sur l'efficacité des mesures de protection (chiens, parcs). Ces mesures limitent le nombre d'attaques mais ne les évitent pas totalement⁸⁷⁸⁸. Leur mise en place impose, par ailleurs, de reconfigurer le système d'élevage : le confinement des animaux dans des parcs de nuit entraîne, par exemple, un surpâturage local et l'abandon des zones les plus éloignées. Pour les bergers, la prédation se traduit par une surcharge de travail (estimée à plusieurs heures par jour en estive) et par une souffrance psychologique associée au risque de survenue des attaques et au constat des dégâts suite à ces attaques⁸⁹.

Les arguments des différents partis :

Les « pro-loups »	Les « anti-loups » « zéro attaque, pas zéro loup »
Espèce menacée à protéger	A l'échelle du monde, le loup n'est pas une espèce menacée
Des moyens de défense existent	Les moyens de défense existants ne sont pas systématiquement efficaces, car le loup s'adapte
La présence de loups dans un territoire est un avantage : tourisme vert	Les patous, chiens de protection indispensables pour la défense des troupeaux, posent aussi des problèmes de sécurité vis-à-vis des randonneurs
Le nombre de brebis tuées est « faible »	Les dégâts sont très importants
Participe à la sélection naturelle, renforce la santé des troupeaux en s'attaquant aux plus faibles	Les loups prélèvent parfois plus que ce dont ils ont besoin pour manger
Les tirs de loups ne sont pas efficaces la mort d'un animal dominant peut déstructurer la meute et de ce fait augmenter les attaques aux troupeaux d'autres loups viendront et remplaceront ceux qui ont été tués...	Les compensations liées aux attaques de loup coûtent cher aux contribuables ainsi qu'aux éleveurs : cet argent pourrait servir à financer d'autres actions en faveur de la biodiversité
	Bien-être des animaux et de l'éleveur (stress psychique) Handicap supplémentaire pour des éleveurs qui cumulent des difficultés techniques et économiques Pour l'instant, le loup ne s'attaque pas à l'homme, mais cela pourrait arriver

La réponse du gouvernement

Autorisation d'un quota de loups à prélever dans le cadre de la défense des troupeaux
Aides à la mise en place de moyens de protection
Subvention des animaux tués par le loup après expertise.

⁸⁵ *Extrait de* : Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C., Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gaigné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauiel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective, INRA France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01595470/document> p52

⁸⁶ Skogen, K.; Mauz, I.; Krangle, O., 2008. [Cry wolf! Narratives of wolf recovery in France and Norway](#). Rural Sociology, 73 (1): 105-133.

⁸⁷ Garde, L.c., 2012. Protection des troupeaux contre la prédation. Coédition Cerpam – Cardère éditeur (Collection "Techniques Pastorales" du Cerpam), 312 p.

⁸⁸ Salvatori, V.; Mertens, A.D., 2012. Damage prevention methods in Europe: experiences from LIFE nature projects. *Hystrix-Italian Journal of Mammalogy*, 23 (1): 73-79.

⁸⁹ Vincent, M., 2011. Les alpages à l'épreuve des loups. Paris: Editions Quae, 352 p.

Les pratiques d'élevage agissent également sur la biodiversité

Au-delà du lien qui existe entre stockage de carbone et élevage de ruminants, les travaux scientifiques sur les effets de l'élevage sur la biodiversité des écosystèmes concluent avec certitude au rôle important de l'élevage herbivore (Dollé *et al.*, 2013c). Le pâturage, par l'intermédiaire de plusieurs processus tels que la déposition d'urines et de fèces, la défoliation, le piétinement..., a un impact sur la dissémination des graines et des organismes ainsi que sur le dérangement ou la destruction d'espèces animales (oiseaux nicheurs des prairies). L'augmentation forte de la pression de pâturage a un effet généralement défavorable sur la richesse en espèces végétales. En revanche, des effets inverses sont constatés pour des niveaux plus réduits de pression, en raison de la création d'une hétérogénéité structurale au sein du couvert végétal prairial favorable aux habitats de nombre d'espèces floristiques ou faunistiques (insectes, micromammifères et oiseaux). Alors que certaines pratiques, tel que l'usage des anthelminthiques utilisés pour le traitement antiparasitaire des animaux, peuvent affecter les insectes associés aux déjections des herbivores, les décisions de l'éleveur en matière d'assolement, de répartition des parcelles, de mode de récolte (pâturage, fauche, type de troupeau) influent de façon positive sur la biodiversité. Par conséquent, l'utilisation et la valorisation par les ruminants de la biodiversité des prairies permanentes favorables à une plus grande souplesse d'exploitation, à l'introduction de légumineuses qui permet de réduire les intrants azotés..., est un gage de préservation de la biodiversité (Amiaud *et al.*, 2014). La mosaïque paysagère, basée, entre autres, sur la proportion des différents éléments agro-écologiques, influe également fortement sur la composition des communautés faunistique et floristique (Manneville *et al.*, 2014). Cette structure du paysage se mesure par des éléments définis a priori comme les éléments fixes (arbres, haies, bosquets...) dont dépendent souvent les communautés végétales ou animales. Un certain nombre de critères, comme l'importance des éléments agro-écologiques et la connectivité des corridors écologiques, permet de quantifier et comparer les paysages entre eux. Il ressort ainsi que la complexité paysagère liée à l'importance des éléments agro-écologiques tels les haies, les fossés, les bordures de route, les îlots de végétation non agricoles et les bandes enherbées des zones d'élevage, est favorable à la biodiversité.



Photo 4: La mosaïque paysagère qu'induit l'élevage herbivore a un impact favorable sur la biodiversité faunistique et floristique.

Source : Dollé, J. B., Moreau, S., Brocas, C., Gac, A., Raynal, J., & Duclos, A. (2015). [Elevage de ruminants et changement climatique](#). Institut de l'Elevage. P9

Elevage et biodiversité : le cas de la prairie

Effets sur la biodiversité prairiale⁹⁰

Depuis les plaines des façades maritimes où elles cohabitent avec les cultures annuelles, aux montagnes humides des Alpes, Massif central ou Pyrénées, jusqu'aux reliefs d'Europe continentale, des steppes nordiques aux landes sèches méditerranéennes, les pâturages sont très divers et présentes partout en Europe. Plusieurs synthèses récentes font le point sur la biodiversité des prairies, mais couvrent inégalement les différents groupes taxonomiques^{91,92,93}. Il est acquis qu'elles sont le support d'une biodiversité tant floristique que faunistique à l'échelle de la parcelle et qu'elles augmentent également la richesse en habitats des paysages agricoles et sylvopastoraux. De ce fait, elles influent positivement sur la biodiversité à l'échelle du territoire.

Un premier pan de la littérature s'intéresse à la richesse floristique des prairies et à la structure de la végétation (hauteur, hétérogénéité, dynamique saisonnière). Il conclut que : 1) le pâturage augmente l'hétérogénéité [spatiale et temporelle] du couvert végétal, avec des variations selon les espèces animales (ovins moins que les bovins et équins), la saison, le chargement animal et la conduite du pâturage ; 2) la fauche conduit à des couverts plus homogènes, mais l'impact dépend beaucoup de la fréquence et de la date de fauche par rapport à la floraison ; 3) une hausse de fertilisation associée à une hausse du chargement diminue généralement la richesse spécifique de la prairie car seules les espèces les plus compétitives et les plus tolérantes au pâturage se maintiennent.

Du côté de la faune, la richesse spécifique des communautés d'arthropodes a été particulièrement étudiée : elle est favorisée par un pâturage à faible niveau de chargement. [un faible niveau de chargement, ou du moins faible par rapport à la pousse de la végétation, sera favorable aux espèces d'insectes qui ont une affinité pour l'herbe haute (comme les sauterelles)] Comme pour la flore, la variation de richesse spécifique des communautés d'arthropodes ne reflète cependant que partiellement les variations de leur composition observée le long d'un gradient d'intensification. L'association de plusieurs espèces animales sur les parcelles pâturées a été peu étudiée. Les travaux disponibles mettent néanmoins en avant les atouts du pâturage « mixte ». Il permet : une meilleure exploitation de la ressource fourragère, les espèces ayant des comportements et des préférences alimentaires différentes et complémentaires ; une dilution de la charge parasitaire (le mélange au pâturage d'ovins et de bovins augmente ainsi la production) ; une moindre vulnérabilité aux aléas. Les risques associés au pâturage mixte sont peu étudiés.

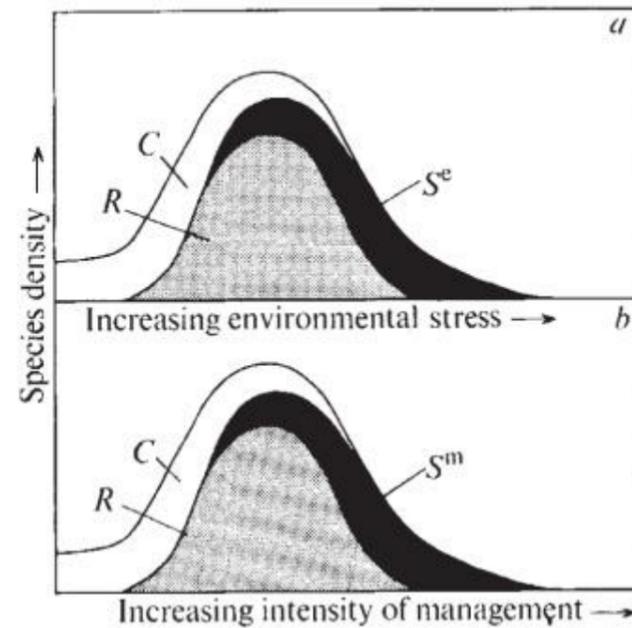
Un deuxième pan de la littérature est dévolu au rôle des prairies dans les paysages. Dans le sylvopastoralisme de montagne, les prairies semi-naturelles présentent une plus grande biodiversité végétale et animale que les formations boisées et arbustives, et le pâturage permet de contrôler l'embroussaillage (Koch *et al.*, 2013). Dans les paysages de polyculture-élevage, l'hétérogénéité des habitats a un effet positif sur la biodiversité : la présence de prairies semi-naturelles et temporaires, même monospécifiques, assure une continuité sur l'année des ressources alimentaires [et d'abris (oiseaux qui nichent au sol dans les prairies, ...)] pour la faune. En Europe, beaucoup de systèmes

⁹⁰ *Extrait de* : Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C. Durmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gagné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauviel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016, Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective, INRA France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01595470/document> p50

⁹¹ Gaujour, E.; Amiaud, B.; Mignolet, C.; Plantureux, S., 2012. Factors and processes affecting plant biodiversity in permanent grasslands. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32 (1): 133-160.

⁹² Scohier, A.; Dumont, B., 2012. How do sheep affect plant communities and arthropod populations in temperate grasslands? *Animal*, 6 (7):1129-1138.

⁹³ Sabatier, R.; Oates, L.G.; Jackson, R.D., 2015. Management flexibility of a grassland agroecosystem: A modeling approach based on viability theory. *Agricultural Systems*, 139: 76-81.



Richesse spécifique en fonction d'un gradient d'intensification, Source : Grime, 1973

agricoles à haute valeur naturelle (High Nature Value Farming) sont reconnus comme tels grâce aux habitats prairiaux.

Enfin, plusieurs études montrent que la diversité au sein d'un paysage dépend plus de la variabilité inter-parcelle que de la diversité intra-parcelle⁹⁴. La combinaison entre des prairies extensives et d'autres plus intensives accroît donc la biodiversité à l'échelle du paysage, ainsi que la protection d'espèces rares. Cette logique a été appliquée, avec des résultats positifs, par le programme agroenvironnemental suisse. Ce compromis semble notamment plus efficace qu'un niveau intermédiaire et uniforme d'intensification, et il est source de flexibilité pour la gestion des systèmes d'élevage. Toutefois, les études disponibles ne quantifient pas les avantages et inconvénients des différentes combinaisons de niveaux d'intensité d'utilisation, ni pour les différents taxons, ni pour les différents types de production. De même, si les effets du bocage sont étudiés, ceux des murs de pierres sèches ou des bâtiments d'élevage le sont plus rarement. Or leur rôle peut être crucial pour certains taxons.

Elevage et biodiversité : impacts à l'étranger

Du fait de la mondialisation, notre impact sur la biodiversité peut être visible à l'étranger, dans des pays d'où nous importons par exemple des aliments pour les animaux, comme par exemple le soja importé du Brésil.

Nous souhaitons détailler plus précisément ce cas dans une version future de ce document.

⁹⁴ Teillard, F.; Antonucci, D.; Jiguet, F.; Tichit, M., 2014. Contrasting distributions of grassland and arable birds in heterogeneous farmlands: Implications for conservation. *Biological Conservation*, 176: 243-251.