La revue scientifique
Viandes & Produits Carnés
Référence de l'article : VPC-2026-42-24
Date de publication : 16 novembre 2026
www.viandesetproduitscarnes.fr



Élevage bovin allaitant : enjeux et équilibres environnementaux (2e partie)

Le bilan climatique de l'élevage bovin allaitant ne se résume pas au méthane.

Mots clés : élevage bovin allaitant, gaz à effet de serre, méthane entérique, bilan carbone, stockage de carbone, prairies permanentes, analyse de cycle de vie, empreinte climatique.

Auteurs : Jean Ginisty[1], Pedro H. Imazaki[1,2], Jean-Denis Bailly[1,3], Laure David[1,4]

[1] Univ Toulouse, ENVT, Unité pédagogique Santé publique vétérinaire, Toulouse, France
[2] Univ Toulouse, ENVT, INRAE, INTHERES, Toulouse, France
[3] Univ Toulouse, ENVT, INPT, INRAE, LCA, Toulouse, France
[4] IRSD, Université de Toulouse, INSERM, INRAE, ENVT, UPS, Toulouse, France..

Après un premier article consacré aux pressions environnementales et aux services territoriaux des systèmes herbagers, ce deuxième volet s'intéresse au bilan climatique de l'élevage bovin allaitant. Souvent mis en cause pour ses émissions de méthane, celui-ci ne peut se limiter aux émissions de méthane par les animaux : son évaluation dépend des méthodes de comptabilisation des gaz à effet de serre et de la prise en compte des variations de stocks de carbone via les séquestrations additionnelles dans les prairies, les sols et les haies.

Résumé

Cet article analyse l'empreinte climatique des systèmes bovins allaitants français en distinguant les principaux postes d'émission, les puits de carbone associés aux surfaces herbagères et les méthodes d'évaluation disponibles. Il rappelle la place dominante du méthane entérique, tout en soulignant le rôle du protoxyde d'azote, des intrants et du stockage dans les sols et les haies. Les données françaises mettent en évidence une forte variabilité entre systèmes et exploitations.

Abstract: Suckler cattle farming: environmental challenges and balances

This article analyses the climate footprint of French suckler cattle systems by distinguishing the main emission sources, the carbon sinks associated with grassland-based areas, and the available assessment methods. It highlights the predominant role of enteric methane, while also emphasising the contribution of nitrous oxide, inputs, and carbon storage in soils and hedgerows. French data reveal substantial variability between production systems and farms.

L'ESSENTIEL

L'élevage bovin est aujourd'hui au cœur des débats sur le changement climatique, principalement en raison du méthane produit lors de la digestion des ruminants. Cette focalisation peut toutefois conduire à une lecture simplifiée du bilan climatique des systèmes allaitants. Les émissions ne se limitent pas au méthane entérique : elles comprennent aussi le protoxyde d'azote issu des déjections, des sols et de la fertilisation, ainsi que le dioxyde de carbone lié à l'énergie, aux intrants et aux aliments achetés. À titre de repère, à l'échelle de l'agriculture française, le méthane représente environ 56% des émissions de GES exprimées en équivalent CO_2 (ou CO_2e), contre près de 29% pour le protoxyde d'azote en 2024. Ces

proportions soulignent le poids conjoint de ces deux gaz, même si leur répartition varie selon les productions et les systèmes d'élevage (SDES, 2025).

L'analyse doit également intégrer le stockage de carbone dans les prairies permanentes, les sols et les haies, éléments caractéristiques de nombreux systèmes herbagers français. Ce stockage ne compense pas totalement les émissions, mais il peut en compenser une partie, sous réserve que les stocks de carbone soient maintenus dans le temps.

Cet article présente les principales sources de gaz à effet de serre des élevages bovins allaitants, les mécanismes biologiques qui les expliquent et les méthodes utilisées pour les quantifier. Il montre que les résultats varient fortement selon les indicateurs retenus, le périmètre d'évaluation, les performances techniques des exploitations et la prise en compte ou non du stockage de carbone. Comprendre cette diversité est indispensable pour interpréter les chiffres avancés dans le débat public et pour identifier les marges de progrès réellement pertinentes à l'échelle des exploitations et des filières.

I. INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, le changement climatique est devenu l'un des principaux prismes à travers lesquels l'élevage bovin est évalué par la société. Parmi les productions animales, les bovins sont régulièrement présentés comme une source importante de gaz à effet de serre, en particulier en raison du méthane émis lors de la digestion des ruminants. Cette réalité occupe une place croissante dans les débats médiatiques et scientifiques, où l'élevage de ruminants est devenu un sujet central des controverses sur les impacts climatiques de l'agriculture (Simmonds *et al.,* 2025).

Cette focalisation sur le méthane ne doit toutefois pas masquer la complexité des mécanismes en jeu. Le bilan climatique d'un élevage bovin allaitant résulte de plusieurs processus biologiques et techniques. À l'échelle nationale, l'élevage représente environ 60% des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole ; les systèmes bovins allaitants pourraient en représenter de l'ordre d'un quart, selon les estimations disponibles (Ginisty *et al.,* 2026). Aux émissions de méthane entérique s'ajoutent celles de protoxyde d'azote liées aux déjections, aux sols et à la fertilisation, ainsi que les émissions de dioxyde de carbone associées à l'utilisation d'énergie, à la fabrication et au transport des intrants dont l'achat d'aliments.

À l'inverse, les prairies permanentes, les sols et les haies caractéristiques de nombreux systèmes allaitants contribuent au stockage du carbone atmosphérique. Ils participent ainsi, dans certaines conditions, à l'atténuation du changement climatique. Le bilan climatique d'un élevage ne peut donc être compris qu'en considérant à la fois les émissions produites et les capacités de stockage du système.

Cet article présente les principales sources de gaz à effet de serre des systèmes bovins allaitants français, les mécanismes qui les expliquent, les méthodes utilisées pour les évaluer et les principaux enseignements issus des données disponibles à l'échelle nationale.

II. LES BOVINS AU CŒUR DES ENJEUX CLIMATIQUES : QUELS GAZ SONT CONCERNES ?

Les gaz à effet de serre (GES) jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat terrestre en retenant une partie du rayonnement infrarouge émis par la surface de la planète. Ce phénomène naturel, indispensable à la vie, est aujourd'hui renforcé par les activités humaines, qui augmentent les concentrations atmosphériques de plusieurs gaz responsables du réchauffement climatique.

Dans le secteur agricole, et plus particulièrement dans les élevages bovins, trois gaz contribuent principalement au bilan climatique : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O). Le CO_2 est surtout lié à la consommation d'énergie, aux carburants, à la fabrication des intrants et à certains changements d'usage des terres. Le CH_4 provient principalement de la fermentation entérique des ruminants et, dans une moindre mesure, de la dégradation des effluents. Le N_2O est surtout issu des transformations microbiennes de l'azote dans les sols, les déjections et les effluents.

Ces gaz n'ont pas tous le même effet sur le climat. Pour comptabiliser leurs émissions dans une unité commune, celles-ci sont généralement exprimées en équivalent dioxyde de carbone (CO_2e), selon une méthode fondée sur le potentiel de réchauffement global (PRG), qui permet de convertir les différents gaz à effet de serre en une quantité équivalente de CO_2 sur une période donnée. Sur un horizon de 100 ans (PRG100), le CO_2 sert de référence avec un PRG égal à 1. Le méthane d'origine non fossile a un PRG100 d'environ 28, tandis que le protoxyde d'azote a un PRG100 proche de 273 (Forster *et al.,* 2021). Ces valeurs expliquent pourquoi des émissions limitées de CH_4 ou de N_2O peuvent fortement contribuer au bilan climatique d'un élevage. Elles reflètent notamment les différences de durée de vie atmosphérique et d'efficacité radiative des gaz : si le méthane exerce un effet réchauffant important à court terme mais est relativement rapidement dégradé dans l'atmosphère (en environ 12 ans), le protoxyde d'azote persiste beaucoup plus longtemps, prolongeant ainsi son effet sur le climat.

Le PRG100 constitue une référence utile pour comparer les émissions de gaz à effet de serre et réaliser les inventaires et les analyses de cycle de vie. Il présente toutefois une limite pour interpréter les émissions de méthane : il traduit les émissions en une quantité équivalente de CO_2 sur 100 ans, sans rendre compte directement de l'évolution du réchauffement associée à une trajectoire d'émissions dans le temps. Or, contrairement au CO_2, dont une partie s'accumule durablement dans l'atmosphère, le méthane est progressivement éliminé. Ainsi, à émissions de méthane durablement constantes, le réchauffement supplémentaire tend à se stabiliser ; une augmentation des émissions entraîne une intensification du réchauffement, tandis qu'une diminution durable peut contribuer à le réduire. Pour mieux rendre compte de cette dynamique, une autre métrique, appelée GWP* (ou PRG*), a été proposée. Elle prend en compte l'évolution du taux d'émission de méthane et permet d'estimer sa contribution au réchauffement au cours du temps (Allen *et al.,* 2018 ; Cain *et al.,* 2019). Ces deux approches répondent donc à des objectifs différents et complémentaires : le PRG100 reste adapté à la comptabilisation conventionnelle des émissions, tandis que le PRG* apporte un éclairage supplémentaire sur les conséquences climatiques de l'évolution des émissions de méthane, notamment dans les systèmes d'élevage bovin.

La place particulière des bovins dans les débats climatiques tient à leur statut de ruminants. Ils peuvent valoriser des ressources végétales riches en cellulose, comme l'herbe et les fourrages, qui ne sont pas directement consommables par l'être humain. Cette capacité s'accompagne toutefois d'émissions de méthane entérique, qui constituent le principal poste d'émissions des élevages bovins. Dans les systèmes bovins allaitants français de type naisseur, le méthane représenterait environ 64% des émissions brutes exprimées en CO_2e, contre 24% pour le N_2O et 11% pour le CO_2. Ce méthane est issu d'un cycle biogénique du carbone : il provient de la transformation de végétaux ayant préalablement capté du CO_2 atmosphérique. Cette particularité le distingue du CO_2 fossile libéré par la combustion d'énergies fossiles, même si les méthodes classiques de comptabilisation en CO_2e ne rendent pas directement compte de cette différence d'origine.

Cette répartition souligne le poids majeur de la fermentation entérique, tout en montrant que les émissions liées au cycle de l'azote et aux consommations d'intrants et d'énergie contribuent également au bilan climatique de ces élevages. Les déjections animales, les effluents d'élevage, les sols agricoles, la fabrication des intrants et la consommation d'énergie contribuent également aux émissions. À l'inverse, les prairies permanentes, les sols et les haies associés à de nombreux systèmes herbagers participent au stockage de carbone. Le bilan climatique résulte donc d'un équilibre entre sources d'émission et puits de carbone dont l'importance varie selon les pratiques d'élevage, les territoires et les méthodes d'évaluation utilisées.

III. D'OU PROVIENNENT LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DES ELEVAGES ALLAITANTS ?

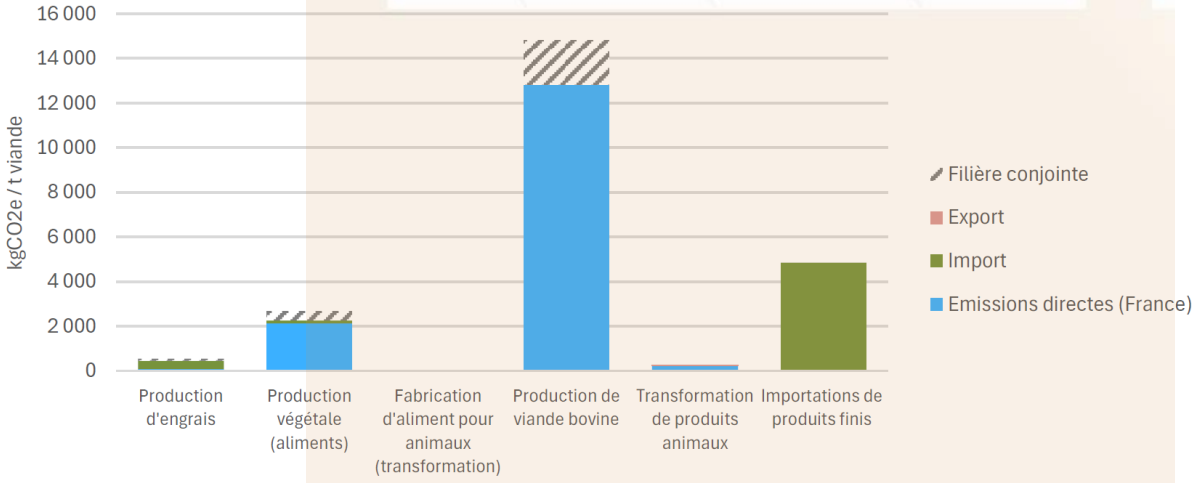
Dans les élevages bovins allaitants, les émissions de gaz à effet de serre proviennent de plusieurs sources, mais leur poids respectif est très inégal. Le méthane entérique constitue de loin le principal

poste, devant les émissions liées aux déjections, aux sols, à la fertilisation des surfaces fourragères, à la consommation d'énergie et aux intrants. Cette hiérarchie reflète les spécificités biologiques des ruminants et les caractéristiques des systèmes allaitants, souvent fondées sur des cycles de production longs et une place importante accordée aux prairies.

Le CH_4 entérique résulte du fonctionnement normal du rumen. Dans ce compartiment digestif, une flore microbienne complexe dégrade les fibres végétales issues des fourrages. Cette fermentation produit notamment du CO_2 et du dihydrogène. Pour éviter l'accumulation de ce dernier, des archées méthanogènes utilisent l'hydrogène pour réduire le CO_2 en CH_4. Ce processus, appelé méthanogenèse entérique, est donc directement lié à la capacité des ruminants à transformer l'herbe en protéines animales.

D'après les données Floréal 2023, inventaire du Citepa qui ventile les émissions agricoles par productions et filières, les émissions de CH_4 issues de la fermentation entérique représentent 16,2 $MtCO_2e$ pour la filière bovin viande (qui comprend l'élevage bovin allaitant mais aussi les viandes issues des cheptels laitiers), soit 16,2 millions de tonnes d'équivalent CO2. Ce chiffre donne la mesure du poids de ce poste : il correspond à près des deux tiers des émissions directes attribuées à cette filière dans Floréal, estimées à 25,5 $MtCO_2e$ en 2021, et devance nettement les émissions liées à la gestion des effluents ou aux cultures associées à la filière bovin viande (respectivement 4,2 $MtCO_2e$ et 3,55 $MtCO_2e$) (Citepa, 2023) (Figures 1 et 2). Cette importance s'explique par le nombre de vaches allaitantes, la durée de présence des animaux dans les élevages et la nature des rations. Les régimes riches en fourrages grossiers favorisent, dans le rumen, des voies fermentaires associées à une production accrue d'hydrogène et donc de méthane. À l'inverse, des rations plus riches en amidon orientent davantage les fermentations vers la production de propionate, qui consomme de l'hydrogène et tend à réduire les émissions de CH_4. Les marges de modification de la ration doivent rester compatibles avec la valorisation de l'herbe, qui constitue l'un des fondements des systèmes allaitants français.

Figure 1 : Répartition des émissions de GES associées à la consommation d'une tonne de viande bovine issue du troupeau allaitant en France selon le poste et le lieu d'émission (émissions exprimées en kgCO2/t viande consommée) *(Source : rapport Floréal 2023)*



NB : La filière laitière contribue de façon très significative à la production de viande bovine en France. La légende « Filière conjointe » correspond à la partie des émissions issue de la filière laitière (environ 15% en 2021) allouée à la filière bovins viande.

<u>Figure 2</u> : Détail du poste « Production de viande bovine » pour le cheptel allaitant en France par sous-poste (exprimé en tCO2e) *(Source : rapport Floréal 2023)*

PRODUCTION DE VIANDE BOVINE					
Consommation d'énergie (hors amont prod. végétale)		**Fermentation entérique**	**Gestion des déjections**		
Energie hors élec.	Electricité		Bâtiment / Stockage	Parcours	Epandage des fumiers / lisiers
tCO2e					
895 216	9 444	16 242 541	2 320 952	1 411 364	490 731
4,19%	0,04%	76,01%	10,86%	6,60%	2,30%

Les déjections animales représentent un autre poste important ; elles diffèrent selon le mode de gestion des effluents. Au pâturage, les déjections sont directement restituées au sol et génèrent principalement du protoxyde d'azote, tandis que les émissions de méthane restent généralement faibles. À l'inverse, le stockage des effluents en bâtiment favorise les conditions anaérobies propices à la production de méthane. Selon les estimations du RMT MAELE pour la filière bovins viande française, les émissions associées aux déjections au bâtiment et au stockage atteignent environ 3,2 Mt CO_2e par an, contre 0,8 Mt CO_2e pour les déjections au pâturage (Gourlez *et al.,* 2025). Elles sont ainsi approximativement quatre fois plus élevées pour le poste bâtiment-stockage que pour le pâturage.

Le pâturage occupe une place particulière dans les systèmes allaitants, où les vaches passent généralement entre 150 et 220 jours par an à l'herbe, selon les régions et les conditions pédoclimatiques (Agreste 2019 ; 2020). En favorisant la valorisation des ressources fourragères produites sur l'exploitation, il contribue à l'autonomie alimentaire et peut limiter le recours aux aliments achetés. Cette autonomie réduit les émissions indirectes associées à la production et au transport des aliments, même si leur importance varie selon les systèmes. À titre d'illustration, dans les références CAP'2ER de systèmes naisseurs biologiques, les émissions attribuées aux aliments achetés représentent environ 1,5% des émissions brutes totales (Institut de l'Élevage, 2024). Le pâturage réduit également le temps passé en bâtiment et peut donc limiter certaines émissions liées au stockage des effluents. En revanche, il entraîne des restitutions directes d'azote au sol. Les dépôts d'urine, riches en azote rapidement disponible, peuvent localement dépasser les besoins des plantes et créer des conditions favorables aux émissions de N_2O, surtout lorsque les sols sont humides ou peu aérés. Les bouses, riches en matière organique, contribuent au retour du carbone et des nutriments au sol. Déposées directement au pâturage, elles se décomposent généralement dans des conditions aérobies, limitant fortement les émissions de méthane par rapport aux effluents stockés en conditions anaérobies. Des émissions ponctuelles restent toutefois possibles, notamment lorsque les sols sont très humides (Rivera *et al.,* 2021 ; Chang *et al.,* 2021). L'effet climatique du pâturage doit donc être interprété de manière nuancée : il modifie la répartition des émissions de gaz à effet de serre entre les différents postes de l'élevage. Il peut notamment limiter les émissions de méthane liées au stockage des effluents, ou celles liées à l'achat d'aliments, tout en générant des émissions de protoxyde d'azote au niveau des sols, sous l'effet des déjections animales (Rivera *et al.,* 2021 ; Chang *et al.,* 2021).

Les engrais minéraux utilisés sur les prairies, les cultures fourragères ou les céréales destinées à l'alimentation du troupeau constituent une autre source d'émissions. Leur impact climatique est double. D'une part, leur application peut générer des émissions directes de N_2O par nitrification et dénitrification. D'autre part, une partie de l'azote peut être perdue par volatilisation ou lessivage, puis contribuer indirectement à la formation de N_2O. Ces émissions dépendent de la dose apportée, de la forme de l'engrais, du moment d'application, de l'état du sol et des conditions climatiques. Elles rappellent que la gestion de l'azote, déjà centrale pour la qualité de l'air et de l'eau, l'est aussi pour le bilan

climatique. Toutefois, les apports minéraux restent relativement limités dans les systèmes herbagers allaitants : en Nouvelle-Aquitaine, ils atteignaient en moyenne 14 kg N/ha/an sur les prairies permanentes et 41 kg N/ha/an sur les prairies temporaires en 2017 (Agreste, 2022).

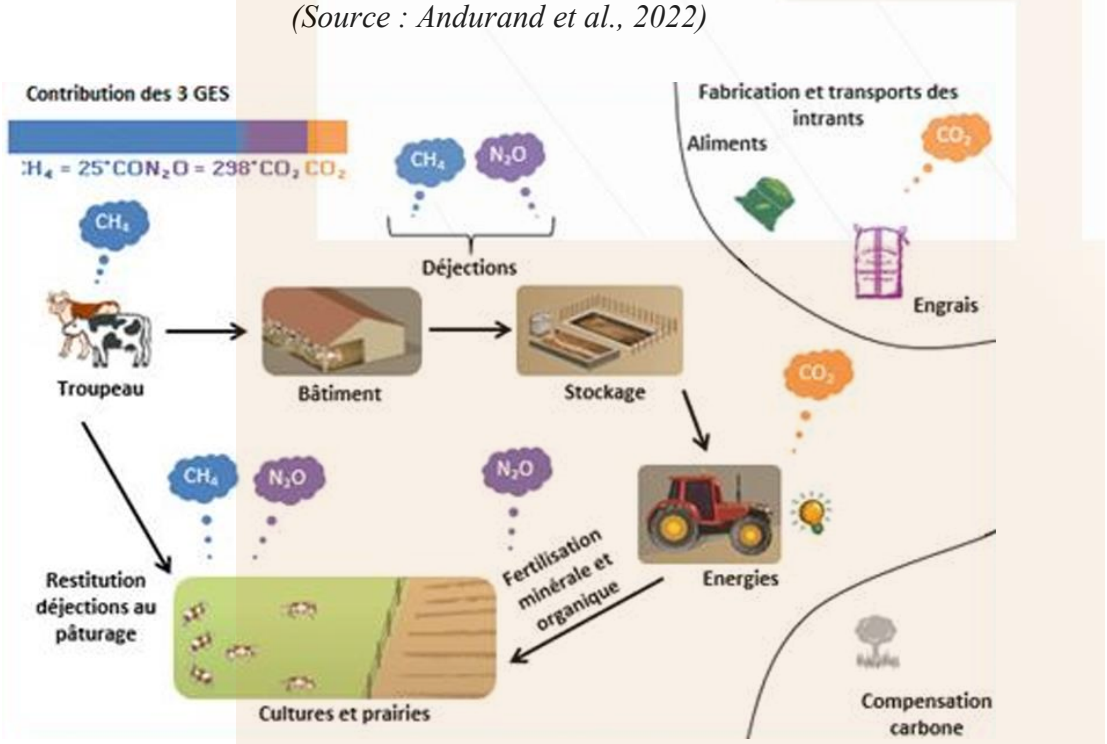
À ces émissions biologiques s'ajoutent les émissions de CO_2 liées à l'énergie. Dans les élevages allaitants, elles proviennent principalement de la combustion de carburant par les tracteurs et autres engins agricoles, ainsi que de la consommation d'électricité dans les bâtiments ou les équipements. Leur contribution est généralement beaucoup plus faible que celle du méthane entérique ou du protoxyde d'azote, mais elle n'est pas négligeable, notamment dans les systèmes plus mécanisés ou fortement dépendants des cultures fourragères récoltées.

Enfin, une partie du bilan provient d'émissions indirectes, produites en dehors de l'exploitation mais nécessaires à son fonctionnement. C'est le cas de la fabrication des engrais azotés, de la production et du transport des aliments concentrés achetés, ou encore de la fabrication des semences, produits phytosanitaires et carburants. Dans les systèmes allaitants français, l'autonomie alimentaire et la part importante de l'herbe limitent généralement le poids de ces émissions indirectes par rapport à des systèmes plus dépendants d'intrants extérieurs. Elles doivent néanmoins être intégrées pour apprécier l'empreinte climatique complète de la production.

Ainsi, les émissions des élevages bovins allaitants ne se résument pas au méthane produit par les animaux (Figure 3). Celui-ci reste le poste dominant, mais il s'inscrit dans un ensemble plus large associant fermentation entérique, gestion des déjections, fertilisation, consommation d'énergie et intrants. Cette diversité explique pourquoi les bilans varient fortement entre exploitations.

<u>Figure 3</u> : Schéma des différentes sources d'émission de GES de l'atelier bovins allaitants

(Source : Andurand et al., 2022)



IV. LE STOCKAGE DE CARBONE : L'ATOUT CLIMATIQUE DES SYSTEMES HERBAGERS

L'évaluation du bilan climatique des élevages bovins allaitants ne peut se limiter aux émissions. Ces systèmes reposent souvent sur une forte proportion de prairies permanentes, de parcours, de surfaces fourragères et de haies, qui jouent un rôle important dans le cycle du carbone. Par la photosynthèse, les végétaux captent du dioxyde de carbone atmosphérique et l'intègrent dans leur

biomasse. Une partie de ce carbone retourne ensuite au sol sous forme de résidus végétaux, de racines, d'exsudats racinaires ou d'effluents d'élevage. Il alimente ainsi la matière organique du sol, dont environ la moitié de la masse est constituée de carbone (Calvet *et al.,* 2021).

Les sols constituent donc un compartiment majeur du bilan carbone des systèmes agricoles. Ils peuvent fonctionner comme des puits lorsqu'ils stockent davantage de carbone qu'ils n'en libèrent, mais aussi comme des sources lorsque les pertes deviennent supérieures aux apports. Le stockage résulte d'un équilibre dynamique entre les entrées de matière organique et les pertes liées à la respiration microbienne, au travail du sol, à l'érosion ou aux changements d'usage des terres. Cette dynamique dépend du type de sol, du climat, de la couverture végétale, des pratiques de gestion et de l'ancienneté des prairies.

Les prairies permanentes occupent une place centrale dans cet équilibre. Leur couverture végétale continue, leur réseau racinaire dense et l'absence de retournement fréquent favorisent l'accumulation de matière organique dans les horizons superficiels du sol. En France, les stocks moyens de carbone organique dans les 30 premiers centimètres atteignent 84,6 ± 35,0 t C/ha sous prairies permanentes, contre 51,6 ± 16,2 t C/ha sous terres arables (Pellerin *et al.,* 2021). Dans les systèmes allaitants, elles assurent donc de multiples fonctions : elles fournissent une ressource alimentaire directement valorisable par les ruminants, contribuent au stockage du carbone organique dans les sols, favorisent la biodiversité, limitent l'érosion et participent à la préservation de la qualité de l'eau.

Cette contribution ne doit toutefois pas être interprétée comme un stockage illimité. Un sol ne stocke du carbone additionnel que lorsque les apports de matière organique augmentent durablement ou que les pertes de carbone diminuent, en fonction notamment de son stock initial. Les prairies permanentes françaises présentent des stocks de carbone importants, estimés en moyenne à environ 85 t C/ha dans les 30 premiers centimètres du sol (Pellerin *et al.,* 2021). En revanche, leur séquestration additionnelle annuelle est généralement beaucoup plus modeste : elle est estimée à environ 0,05 t C/ha/an en moyenne dans les régions tempérées. Une prairie ancienne, déjà proche d'un équilibre, peut présenter un stock élevé sans continuer à accumuler beaucoup de carbone chaque année. En revanche, son retournement peut entraîner une perte rapide d'une partie du carbone accumulé. Le rôle climatique des prairies tient donc à la fois au stockage additionnel possible et, surtout, à la préservation des stocks existants.

Les haies constituent un autre élément important des paysages d'élevage allaitant. Elles stockent du carbone dans la biomasse aérienne, les racines et les sols situés à proximité. Les estimations issues des travaux du projet Carbocage indiquent un stockage annuel d'environ 1,12 tC par km de haie par an par la biomasse aérienne, et d'environ 0,51 tC par km de haie par an par la biomasse racinaire (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2021). Leur contribution est plus localisée que celle des prairies, mais elle peut devenir significative à l'échelle d'exploitations ou de territoires bocagers lorsque le linéaire de haies est important. Au-delà du carbone, les haies participent à la protection des sols, à la régulation hydrique, à l'accueil de biodiversité, à l'ombrage des animaux et à la structuration des paysages.

Dans les évaluations environnementales, les variations de stocks de carbone peuvent être prises en compte pour calculer le bilan climatique des exploitations. Les travaux menés sur les systèmes bovins viande montrent que cette contribution varie fortement selon les hypothèses retenues, les types de surfaces, l'importance des prairies permanentes et la présence d'infrastructures agroécologiques comme les haies (Andurand *et al.,* 2022). Elle contribue à différencier les systèmes herbagers de systèmes plus dépendants d'intrants ou de cultures annuelles.

Il convient cependant de rester prudent dans l'interprétation de ces résultats. Le carbone stocké dans les sols et les haies n'efface pas les émissions de méthane, de protoxyde d'azote ou de dioxyde de carbone. En analyse du cycle de vie (ACV), ce sont principalement les variations de stocks de carbone sur une période donnée qui sont comptabilisées, et non le stock total déjà présent dans le système. Ainsi, le maintien d'un stock élevé de carbone dans une prairie permanente constitue un intérêt environnemental majeur, mais ne correspond pas nécessairement à un crédit de stockage supplémentaire dans le bilan climatique. La prise en compte de ces variations reste par ailleurs soumise à des choix méthodologiques, notamment concernant

la profondeur du sol étudiée, la durée d'observation et les méthodes d'estimation des stocks (Goglio *et al.,* 2015). Cette dimension explique pourquoi deux élevages ayant des niveaux d'émissions brutes comparables peuvent présenter des bilans climatiques différents selon leur ancrage territorial, leur part de prairies et leur maillage bocager.

V. COMMENT EVALUE-T-ON LE BILAN CLIMATIQUE D'UN ELEVAGE ?

L'évaluation du bilan climatique d'un élevage bovin allaitant dépend de l'échelle considérée et de l'objectif poursuivi. Il ne s'agit pas seulement d'estimer les émissions, mais aussi de définir un périmètre, une unité de référence et des règles de comptabilisation. Ces choix méthodologiques expliquent une partie des écarts observés entre les inventaires nationaux, les analyses de cycle de vie ou les diagnostics réalisés en exploitation.

À l'échelle des États, les émissions agricoles sont estimées dans le cadre des inventaires nationaux de gaz à effet de serre. En France, le Citepa (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique) produit ces estimations, notamment dans le cadre du rapport Secten. Cette approche permet de suivre la contribution de l'agriculture, puis des différentes catégories d'élevage, aux émissions nationales. Elle repose sur des effectifs animaux, des surfaces, des quantités d'intrants et des facteurs d'émission. Elle est indispensable au suivi des politiques publiques, mais elle décrit avant tout des émissions territoriales. Elle ne correspond donc pas à l'empreinte complète d'un produit ou d'une exploitation.

À l'échelle des filières ou des produits, l'analyse de cycle de vie (ACV) est généralement privilégiée. Elle vise à comptabiliser les impacts environnementaux associés à une production en intégrant les principales étapes nécessaires à sa réalisation. Pour un élevage allaitant, le périmètre peut inclure les émissions produites sur l'exploitation, comme le méthane entérique, les émissions liées aux déjections ou le N_2O des sols, mais aussi des émissions indirectes : fabrication des engrais, production des aliments achetés, énergie, transport des intrants ou production de carburant. L'ACV permet ainsi d'approcher l'empreinte climatique d'un kilogramme de poids vif, de carcasse ou de viande produite. Ses résultats dépendent toutefois fortement des hypothèses retenues.

En élevage, des outils de diagnostic ont été développés pour rendre ces évaluations utilisables à l'échelle des exploitations. C'est notamment le cas de Cap'2ER, développé par l'Institut de l'Élevage. Cet outil estime les émissions de gaz à effet de serre, le stockage de carbone et différents indicateurs environnementaux à partir des caractéristiques techniques de l'exploitation. Son intérêt est double : produire un diagnostic individualisé et identifier les principaux postes sur lesquels des marges de progrès peuvent exister. Il permet aussi de comparer des systèmes, à condition d'interpréter les résultats avec prudence et de tenir compte du contexte pédoclimatique, du type de production et du fonctionnement global de l'exploitation.

Le choix de l'unité fonctionnelle est central. Les émissions peuvent être exprimées par hectare, par animal, par kilogramme de poids vif produit, par kilogramme de carcasse ou par kilogramme de protéines. Chaque unité apporte une information différente. Une expression par hectare renseigne sur la pression exercée sur un territoire, tandis qu'une expression par kilogramme de produit permet de comparer l'empreinte climatique de différentes productions. Dans les systèmes allaitants, ce choix est particulièrement sensible car les exploitations assurent à la fois la production d'animaux, l'entretien de surfaces herbagères, la valorisation de prairies parfois peu cultivables et le maintien de services environnementaux.

Une autre distinction importante concerne les émissions brutes et les émissions nettes. Les émissions brutes correspondent aux gaz émis par le système, sans prise en compte du stockage de carbone. Les émissions nettes intègrent, selon les méthodes, une compensation partielle liée au stockage dans les sols et les haies. Cette compensation peut modifier sensiblement le bilan final, en particulier dans les systèmes herbagers disposant de prairies permanentes et d'un maillage bocager important. Elle ne doit cependant pas être assimilée à une compensation des émissions : le

carbone stocké reste dépendant du maintien des pratiques et des usages des sols.

L'évaluation du bilan climatique ne se réduit donc pas à un chiffre unique. Elle constitue un outil d'analyse permettant d'identifier les principaux postes d'émission, de situer les systèmes dans leur contexte et de suivre leur évolution. Cette approche méthodologique est indispensable pour interpréter les données françaises disponibles, qui montrent une forte variabilité entre élevages et entre systèmes de production.

VI. QUE MONTRENT LES DONNEES FRANÇAISES ?

Les données disponibles à l'échelle française confirment la place importante de l'élevage bovin dans les émissions agricoles de gaz à effet de serre, tout en montrant que cette contribution doit être interprétée avec nuance. Les inventaires nationaux, les approches par filière et les diagnostics réalisés en exploitation ne répondent pas exactement aux mêmes questions. Ils convergent toutefois sur un point essentiel : dans les systèmes bovins allaitants, le méthane entérique constitue le principal poste d'émission, devant les émissions liées aux déjections, aux sols agricoles, à l'énergie et aux intrants.

À l'échelle nationale, les inventaires réalisés par le Citepa permettent de suivre l'évolution des émissions territoriales de l'agriculture française. Ce secteur agricole se distingue des autres secteurs que sont les transports, l'industrie ou le bâtiment par la nature des gaz émis : les émissions agricoles sont principalement constituées de méthane et de protoxyde d'azote, alors que le CO_2 domine dans les secteurs fortement liés aux énergies fossiles. Les bovins y occupent une place importante en raison de leurs effectifs, de leur durée de présence dans les élevages et de la production de méthane entérique.

Les travaux menés à l'échelle des filières apportent un éclairage complémentaire. Le rapport Floréal (Citepa, 2023) présente une analyse de l'empreinte climatique de la viande bovine issue du troupeau allaitant français, grâce aux données des effectifs d'UGB de la statistique agricole annuelle de l'année 2021. Les données de cette étude indiquent que l'essentiel des émissions directes est associé à la production de viande bovine (environ 12 200 kgCO2e / t viande, auquel on doit ajouter environ 2 000 kgCO2e/ t viande si on inclut la viande bovine issue du cheptel laitier), loin devant le 2ème poste d'émission, à savoir la production végétale pour l'alimentation animale (environ 2 kgCO2e / t viande). Dans cette étude, l'essentiel de l'empreinte climatique est associé à la phase d'élevage, loin devant les étapes amont de production d'aliments, et les étapes aval de transformation, de transport ou de distribution. Au sein de cette phase de production, le méthane entérique représente la première source d'émission. Viennent ensuite les émissions liées aux déjections, aux cultures destinées à l'alimentation animale, à la fertilisation et, dans une moindre mesure, à l'énergie et aux intrants achetés. Cette répartition met en évidence le poids du fonctionnement biologique et technique des exploitations dans leur bilan climatique.

Ces résultats expliquent pourquoi les comparaisons entre filières ou entre produits doivent être interprétées avec précaution. La viande bovine présente généralement une empreinte climatique par kilogramme de produit plus élevée que d'autres viandes, notamment en raison du méthane entérique et de la durée des cycles de production. Toutefois, comparer les viandes sur la seule base de leur poids ne tient pas compte de leurs différences de composition nutritionnelle : les viandes rouges et blanches ne présentent pas les mêmes teneurs en protéines, en fer, en zinc ou en vitamines. Une comparaison plus complète pourrait donc également considérer la qualité nutritionnelle des produits et leur contribution aux apports alimentaires. Par ailleurs, cette lecture par kilogramme de produit ne rend pas compte, à elle seule, de l'ensemble des fonctions associées aux systèmes allaitants : valorisation de prairies permanentes, entretien de surfaces parfois peu adaptées aux cultures, maintien de paysages bocagers, stockage de carbone et production de services environnementaux. L'analyse gagne donc à être replacée dans une approche plus large du système de production.

Les données issues du projet Life Beef Carbon illustrent également la forte hétérogénéité des élevages bovins allaitants. Les émissions varient selon les systèmes de production (naisseurs,

naisseurs-engraisseurs, systèmes avec jeunes bovins ou avec veaux) mais aussi entre exploitations appartenant à une même catégorie. Par exemple, elles sont en moyenne de 19,0 kg CO_2e/kg de poids vif produit pour les élevages naisseurs participant au projet, contre 12,9 kg CO_2e pour les 10% d'élevages les moins émetteurs de cette même catégorie (Andurand *et al.,* 2022) (Figure 4). Cette variabilité s'explique par de nombreux facteurs : productivité du troupeau, âge au premier vêlage, intervalle vêlage-vêlage, mortalité, durée d'engraissement, autonomie alimentaire, part de l'herbe dans la ration, recours aux concentrés, fertilisation des surfaces ou niveau de mécanisation. Le bilan climatique d'un élevage ne dépend donc pas seulement du type de production, mais de l'efficacité globale du système.

La prise en compte du stockage de carbone modifie également l'interprétation des résultats. Les résultats de Life Beef Carbon montrent ainsi que les systèmes disposant d'une forte base herbagère peuvent présenter une empreinte nette plus favorable que ne le suggèrent les seules émissions brutes. Dans le cadre du projet Life Beef Carbon, les diagnostics carbone réalisés avec l'outil CAP'2ER ont également permis d'estimer le stockage de carbone associé aux prairies et aux haies des exploitations. Pour les systèmes naisseurs étudiés, ce stockage représenterait environ 42% des émissions brutes de gaz à effet de serre, conduisant à une empreinte nette estimée à environ 11,2 kg CO_2e par kg de poids vif produit (Andurand *et al.,* 2022). Cette proportion correspond à une moyenne calculée sur les exploitations du dispositif étudié et dépend notamment des surfaces en prairies et des haies prises en compte dans le diagnostic. Elle ne constitue donc pas une valeur de référence nationale applicable à l'ensemble des élevages allaitants français.

L'un des principaux enseignements des données françaises est donc l'existence d'une grande diversité de situations. Cette variabilité montre que les marges de progrès ne sont pas uniformes. Elles peuvent concerner, selon les exploitations, l'efficacité reproductive, la croissance des animaux, la durée d'engraissement, l'efficacité alimentaire, la qualité et la digestibilité des fourrages, l'ajustement des rations, l'autonomie alimentaire, la gestion des effluents, la fertilisation ou encore la préservation des prairies et des haies.

Ces résultats invitent enfin à distinguer diagnostic et jugement global. Les données disponibles confirment que l'élevage bovin allaitant contribue significativement aux émissions agricoles de gaz à effet de serre, en particulier par le méthane entérique. Elles montrent aussi que cette contribution doit être interprétée à l'échelle du système d'élevage, en tenant compte des performances techniques, de la place de l'herbe, du stockage de carbone et des fonctions territoriales associées aux systèmes herbagers. Cette approche constitue un préalable indispensable à l'identification des leviers d'atténuation, qui feront l'objet du troisième article de cette série.

Figure 4 : Synthèse des résultats du projet Beef Carbon : Émissions de GES et compensation par stockage de carbone pour le système naisseur exprimées en kg équivalent CO2 par kg de viande vive *(Source : Andurand et al., 2022)*

Système	Naisseur
Moyenne (kg_{eqCO2}/kg_{vv})	19
Moyenne du TOP 10 % (kg_{eqCO2}/kg_{vv})	12,9
Stockage de carbone (kg C/ha)	550,57
Compensation carbone	42%
Empreinte nette (kg_{eqCO2}/kg_{vv})	11,3

VII. CONCLUSION

L'élevage bovin allaitant occupe une place singulière dans les débats climatiques. Ses émissions de méthane entérique en font un contributeur important aux émissions agricoles de gaz à effet de serre. Mais son bilan climatique ne peut être compris qu'en considérant l'ensemble du système : fermentation digestive, déjections, gestion des sols, énergie, intrants et aliments achetés.

Cette approche globale conduit aussi à intégrer l'ancrage territorial des élevages allaitants. Les prairies permanentes, les sols et les haies contribuent au stockage de carbone et peuvent atténuer une partie des émissions brutes, sans les annuler. Il convient néanmoins de distinguer le maintien de stocks de carbone déjà constitués de la séquestration additionnelle, qui correspond à une augmentation effective de ces stocks au cours du temps. La capacité des systèmes à stocker davantage de carbone dépend notamment du maintien des surfaces herbagères, des pratiques de gestion, de la préservation du maillage bocager et des conditions pédoclimatiques. Les données disponibles montrent surtout qu'il n'existe pas un bilan climatique unique de l'élevage bovin allaitant. Les résultats varient selon les systèmes de production, les performances techniques, l'autonomie alimentaire, la place de l'herbe, le niveau d'intrants et les caractéristiques des territoires. Ils sont également sensibles aux choix méthodologiques, en particulier à l'unité fonctionnelle retenue (par exemple, le kilogramme de poids vif produit ou l'hectare) et au périmètre de l'évaluation (exploitation, produit ou filière), qui peuvent modifier sensiblement les résultats et leur interprétation. De même, la prise en compte d'un stock de carbone existant ne peut être assimilée à un crédit de séquestration additionnelle. Ces éléments invitent donc à interpréter les résultats avec prudence et à dépasser les jugements globaux pour analyser les marges de progrès à l'échelle des exploitations et des filières.

Le troisième article de cette série sera consacré aux leviers mobilisables pour réduire l'empreinte climatique des élevages bovins allaitants, tout en préservant leurs fonctions productives, territoriales et environnementales.

Références

Agence de l'eau Loire-Bretagne. (2021). Étude sur le coût de l'insuffisance de l'action sur l'eau et les milieux : étude de cas sur le bassin du Couesnon. Disponible à l'adresse : https://economie.eaufrance.fr/sites/default/files/2022-03/rapport_final_vf.pdf

Agreste Centre-Val de Loire. (2019). La conduite des exploitations bovines en Centre-Val de Loire. Disponible à l'adresse : https://draaf.centre-val-de-loire.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/exploitations_bovines_PUB_180416_cle081f82.pdf

Agreste Hauts-de-France. (2020). L'alimentation des bovins dans les Hauts-de-France. Disponible à l'adresse : https://www.bnsp.insee.fr/ark:/12148/bc6p0716fh1.pdf

Agreste Nouvelle-Aquitaine. (2022). Les prairies néo-aquitaines exploitées en majorité pour le pâturage. Disponible à l'adresse : https://draaf.nouvelle-aquitaine.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/AgresteNA_Etudes_32_Avril2022_Prairies_cle8e5151.pdf

Allen, M. R., Shine, K. P., Fuglestvedt, J. S., Millar, R. J., Cain, M., Frame, D. J., & Macey, A. H. (2018). A solution to the misrepresentations of CO2-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation. npj Climate and Atmospheric Science, 1, 16. doi: https://doi.org/10.1038/s41612-018-0026-8

Andurand, J., Velghe, M., Labarre, J., Dollé, J. B., & Moreau, S. (2022). BEEF CARBON - Le plan carbone de la filière viande bovine. Innovations Agronomiques, 85, 289-296.

Cain, M., Lynch, J., Allen, M. R., Fuglestvedt, J. S., Frame, D. J., & Macey, A. H. (2019). Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. npj Climate and Atmospheric Science, 2, 29. doi: https://doi.org/10.1038/s41612-019-0086-4

Calvet, R., Chenu, C., & Houot, S. (2021). Les matières organiques des sols. 3ème édition. Paris : Éditions France agricole, coll. Agriproduction. ISBN 978-2-85557-744-9.

Chang, J., Ciais, P., Gasser, T., Smith, P., Herrero, M., Havlík, P., Obersteiner, M., Guenet, B., Goll, D. S., Li, W., Naipal, V., Peng, S., Qiu, C., Tian, H., Viovy, N., Yue, C., & Zhu, D. (2021). Climate warming from managed grasslands cancels the cooling effect of carbon sinks in sparsely grazed and natural grasslands. Nature Communications, 12(1), 118. doi: https://doi.org/10.1038/s41467-020-20406-7

Citepa. (2023). Rapport Floréal. Disponible à l'adresse : https://www.citepa.org/donnees-air-climat/donnees-gaz-a-effet-de-serre/floreal/

Forster, P., Storelvmo, T., Armour, K., Collins, W., Dufresne, J.-L., Frame, D., Lunt, D. J., Mauritsen, T., Palmer, M. D., Watanabe, M., Wild, M., & Zhang, H. (2021). The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 923-1054. doi: https://doi.org/10.1017/9781009157896.009

Ginisty, J., Imazaki, P. H., Bailly, J.-D., & David, L. (2026). Élevage bovin allaitant : enjeux et équilibres environnementaux (1ère partie). Viandes & Produits Carnés. Disponible à l'adresse : https://www.viandesetproduitscarnes.fr/index.php/fr/environnement/461-elevage-bovin-allaitant-enjeux-et-equilibres-environnementaux-1ere-partie

Goglio, P., Smith, W. N., Grant, B. B., Desjardins, R. L., McConkey, B. G., Campbell, C. A., & Nemecek, T. (2015). Accounting for soil carbon changes in agricultural life cycle assessment (LCA): a review. Journal of Cleaner Production, 104, 23-39. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.040

Gourlez, E., Dubois, E., Fossey, M., & Espagnol, S. (2025). Démarche globale suivie pour établir les chiffres clés des élevages au sein du système agri-alimentaire français. Fiche 1. MAELE. Disponible à l'adresse : https://rd-agri.fr/rest/content/getFile/8ef909ac-7c7c-4e8e-a057-ebac05daa539/21_fiches_maele_2025.pdf

Pellerin, S., Bamière, L., Savini, I., & Réchauchère, O. (coord.). (2021). Stocker du carbone dans les sols français : quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? Versailles : Éditions Quae, coll. Matière à débattre et décider, 231 p. ISBN 978-2-7592-3148-5.

Pellerin, S., & Bamière, L. (2019). Stocker du carbone dans les sols français : quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? Synthèse du rapport d'étude. INRA, 114 p. Disponible à l'adresse : https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/etude-4-pour-1000-synthese-en-francais-pdf-2_0.pdf

Rivera, J. E., & Chará, J. (2021). CH4 and N2O emissions from cattle excreta: a review of main drivers and mitigation strategies in grazing systems. Frontiers in Sustainable Food Systems, 5, 657936. doi: https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.657936

SDES (Service des données et études statistiques). (2025). Pressions de l'agriculture sur l'environnement en France - État des connaissances en 2025. Disponible à l'adresse : https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/pressions-de-lagriculture-sur-lenvironnement-en-france-etat-des-connaissances-en-2025

Simmonds, P., Maye, D., & Ingram, J. (2025). Ruminant livestock and climate change: critical discourse moments in mainstream and farming sector news media. Agriculture and Human Values, 42, 945-964. doi: https://doi.org/10.1007/s10460-024-10651-7