



L'EMPREINTE CARBONE DES VACHES LAITIÈRES ÉLEVÉES DANS UN SYSTÈME HERBAGE EST NEUTRE TANDIS QUE L'ÉLEVAGE HORS-SOL EN MODE INTENSIF, EST TRÈS NOCIF POUR LE CLIMAT

Jean-Pierre JOUANY

Revue Francophone du Développement Durable

2024 - n°23 - Mars

Pages 47 - 56

ISSN 2269-1464

Article disponible en ligne à l'adresse :

-----  
<https://erasme.uca.fr/version-francaise/publications/revue-francophone-du-developpement-durable>  
-----

Pour citer cet article

-----  
Jouany J.P (2024), L'empreinte carbone des vaches laitières élevées dans un système herbage est neutre tandis que l'élevage hors-sol en mode intensif, est très nocif pour le climat, *Revue Francophone du Développement Durable*, n°23, Mars, p. 47 - 56.  
-----

# L'empreinte carbone de vaches laitières élevées dans un système herbagé est neutre tandis que l'élevage hors-sol en mode intensif, est très nocif pour le climat

Jean-Pierre JOUANY

Directeur de recherche honoraire INRAe

*Résumé :* Les vaches rejettent du méthane dans l'atmosphère au cours de la digestion de ses aliments. En se basant sur le seul fait que ce gaz a un potentiel de réchauffement 28 fois plus fort que celui du CO<sub>2</sub>, de nombreux communicants déclarent, sans l'avoir démontré, qu'il est nécessaire de réduire drastiquement le cheptel bovin pour stabiliser l'évolution néfaste de notre climat. En fait, les vaches qui sont élevées au pâturage ont une empreinte carbone nulle, voire favorable, alors que les élevages en stabulation hors-sol ont une mauvaise empreinte carbone. Ce ne sont donc pas les vaches qui doivent être incriminées mais leur mode d'élevage dit « intensif » qui est responsable des émissions très importantes de gaz à effet de serre (GES) au cours de la préparation et du transport des aliments, et du stockage des déjections animales alors que le puits de carbone des sols prairiaux est exclu du système.

*Mots-clés :* Empreinte carbone, vaches laitières, mode d'élevage, gaz à effet de serre, puits de carbone des sols agricoles, puits de carbone des prairies

## Introduction

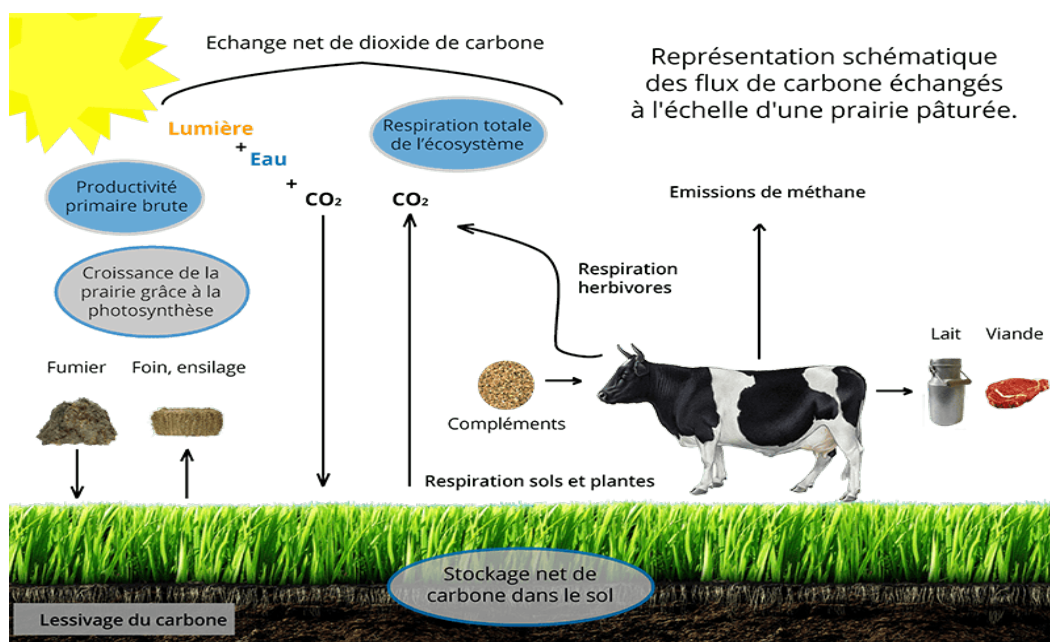
Le Haut Conseil pour le Climat (HCC) a publié un rapport en janvier 2024 dans lequel il examine l'empreinte carbone alimentaire de la France et propose une analyse des politiques alimentaires et agricoles à l'aune des enjeux climatiques. Le rapport précise que les bovins émettent annuellement 37,7 Mt eqCO<sub>2</sub> en France, ce qui représente 49 % des émissions totales de l'agriculture et 82 % des émissions totales de l'élevage. Sur la base de ces données, le Haut Conseil indique que « Les produits d'origine animale sont responsables de la majorité de l'empreinte carbone alimentaire de notre pays » et « pour l'élevage, la nécessité de limiter la consommation de viande et de produits laitiers pour atténuer le changement climatique fait consensus au niveau scientifique ». Il faut noter que la Cour des comptes, dans son rapport du 22 mai 2023, avait déjà mis en avant l'action délétère sur le climat des rejets de méthane par les vaches et proposait de réduire le cheptel bovin pour stabiliser le réchauffement de la planète.

Bien que les chiffres des experts du Haut Conseil ne soient pas contestables, ils ne traduisent pas la réalité de l'élevage des bovins dans lequel on doit prendre en compte l'ensemble des transferts de C au sein de l'écosystème complexe décrit dans la figure 1. Ce système doit inclure l'animal qui pâture, le couvert et le sol des prairies, ainsi que les échanges gazeux des animaux et des prairies avec l'atmosphère, sans oublier la production animale destinée à notre alimentation (lait, viande de la vache réformée et

des veaux qu'elle a générés). Les allégations présentées dans les rapports du Haut Conseil et de la Cour des Comptes sont établies sur un système simplifié qui ne tient pas compte des puits de C des prairies (herbe et sol) et des haies dans le cas d'élevage d'animaux qui pâturent, ni du C des substrats alimentaires produits (lait et viande). Cette anomalie avait déjà été soulevée par l'agronome C. Aubert (2023) en ce qui concerne le rapport de la Cour des Comptes.

Notre étude propose de quantifier les flux de carbone (C) dans le cycle de vie de 2 systèmes d'élevage de vaches laitières diamétralement opposés, l'un étant conduit exclusivement à l'herbe selon un mode extensif avec une charge de 1,5 UGB par hectare (ha), l'autre étant de type intensif en mode hors-sol dont les animaux sont conduits en stabulation entravée et ne reçoivent que des aliments industriels importés sur la ferme d'élevage.

*Figure 1 : Schéma représentant les échanges de C au sein de l'écosystème « animal – prairie – atmosphère »*



Source : Notre-planète.info 2015

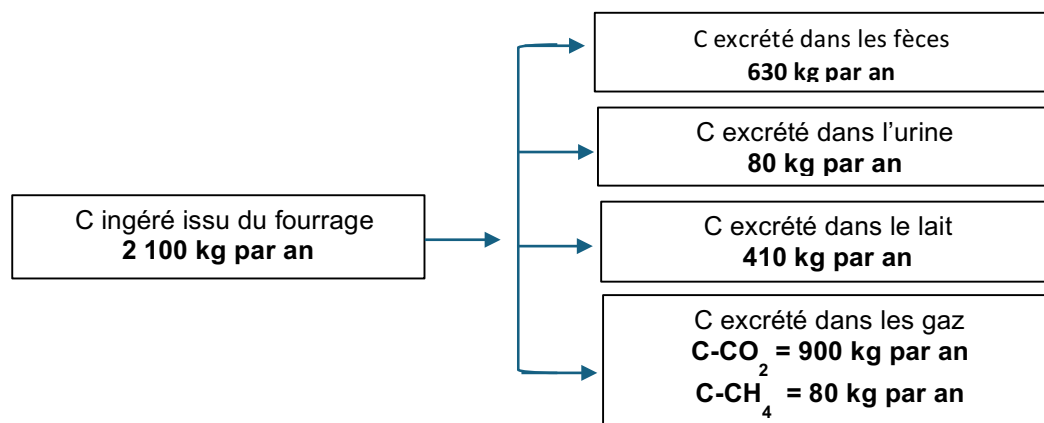
## Quantification de l'empreinte carbone d'une vache laitière élevée exclusivement à l'herbe et au foin selon la saison

Afin de faciliter le calcul final de l'empreinte carbone résultant des échanges de l'ensemble des éléments carbonés à l'état gazeux, liquide et solide entre différents milieux (sol, atmosphère, végétaux, animaux), nous avons fait le choix de travailler sur les flux de C et de les convertir en C-eqCO<sub>2</sub> pour mesurer leur impact sur l'effet de serre et le climat.

## Evaluation des flux de C au niveau de l'animal isolé de son environnement

Nous considérerons que le bilan C de l'animal est nul lorsque ce dernier est assimilé à un compartiment fermé. Cette acception signifie que la quantité de C qui entre dans le compartiment est égal à la quantité de C qui en sort. Il n'y a ni synthèse, ni perte de C à l'intérieur du compartiment « animal » détaché de son environnement.

*Tableau 1 : Répartition quantitative des échanges de C au sein du compartiment « animal »*



Source : Calculs personnels réalisés à partir des données de Sauvant et Giger-Reverdin (2009)

Les résultats du tableau 1 montrent que 46 % du C ingéré se retrouve dans le mélange gazeux CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> rejeté par les animaux, 34 % dans les excréments fèces et l'urine, et 20 % dans le lait.

## Evaluation du C-CO<sub>2</sub> équivalent (C-eqCO<sub>2</sub>) des gaz émis par l'animal vers l'atmosphère

Le poids de C gazeux émis annuellement dans l'atmosphère par une vache élevée à l'herbe est de 900 kg et de 80 kg pour le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub>, respectivement (tableau 1). La contribution du méthane à l'effet de serre doit considérer que son potentiel de réchauffement global (PRG) est égal à 28 par rapport à celui du CO<sub>2</sub> selon le RE5 du GIEC. Ainsi, l'effet de serre du méthane émis, évalué en « équivalent CO<sub>2</sub> », correspond à la valeur de 80 kg × 28 = 2 240 kg C-eqCO<sub>2</sub> par animal et par an. Le bilan C-eqCO<sub>2</sub> annuel des GES émis par une vache élevée à l'herbe incluant les gaz CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> est donc égal à 2 240 kg + 900 kg = 3 140 kg C-eqCO<sub>2</sub>.

## Evaluation du C-eqCO<sub>2</sub> prélevé annuellement dans l'atmosphère par la photosynthèse de l'herbe ingérée par une vache au pâturage

Puisque la photosynthèse est à l'origine de la totalité du C présent dans l'herbe pâturée et dans le foin consommé en période hivernale, on estime qu'une telle vache contribue à retirer, annuellement, 2 100 kg de C-eqCO<sub>2</sub> de l'atmosphère.

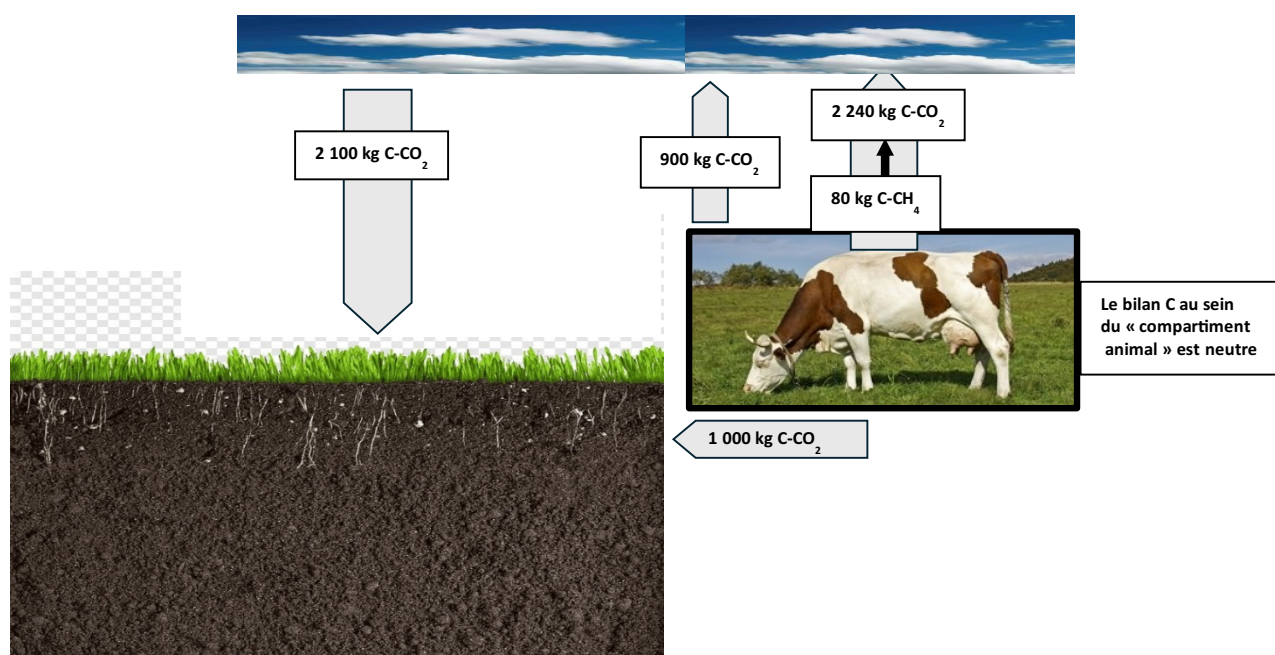
## Estimation de la quantité de C stocké par le sol et les haies des prairies pâturées

La quantité de C stockée dans la couche 0 – 30 cm des sols prairiaux est de l'ordre de 80 t/ha, alors qu'un sol cultivé ne stocke que 50 t/ha (Pellerin *et al* 2019). En outre, le pâturage par les bovins apporte une quantité additionnelle de C dont la valeur évolue en fonction de nombreux paramètres (conditions pédoclimatiques, mode d'exploitation des prairies -pâturage ou fauche-, charge en animaux). Son estimation varie de 0,5 t à 2 t de C/ha/an (Herfurth 2016). Nous proposons de retenir la valeur moyenne de 1 t de C/ha/an. Les haies et les arbres qui délimitent les parcelles de pâturage constituent également un puits de C significatif évalué à 500 kg C/ha/an par Arrouays (2002) cité par Dolle *et al* (2009).

En fonction de ces données, nous proposons la valeur minimale de 1 500 kg de C/ha/an stockés par le sol et les haies dans le cas d'un élevage au pâturage.

## Bilan quantitatif de l'empreinte carbone d'une vache nourrie à l'herbe

*Figure 2* : Quantification des échanges de C entre le « compartiment Animal » et son environnement (l'atmosphère, le couvert végétal et le sol des prairies pâturées).



5a. Au niveau de l'animal, la quantité de C ingéré est égale au C excrété si l'on considère que le C corporel n'évolue pas. Cette dernière hypothèse s'appuie sur le fait qu'il y a des compensations entre les quantités de C du fœtus, du lait et de l'état corporel de l'animal.

**5b.** Les échanges gazeux annuels entre l'animal et l'atmosphère mettent en évidence un excédent net de 1 040 kg de C-CO<sub>2</sub> des gaz émis (calculé à partir de 3 140 kg eqCO<sub>2</sub> émis) au regard de la quantité de CO<sub>2</sub> fixée par la photosynthèse de l'herbe consommée (2 100 kg CO<sub>2</sub>).

**5C.** La séquestration additionnelle de C dans les sols au cours du pâturage que nous avons retenue est de 1 500 kg C /ha/an.

**5d.** Le bilan net de l'empreinte carbone d'une vache au pâturage est donc égal à - 460 kg C-CO<sub>2</sub> (1 040 kg C-CO<sub>2</sub> émis dans l'atmosphère - 1 500 kg C stocké dans le sol et les haies), ce qui est vertueux à l'égard du climat. Il devient neutre dans le cas d'un élevage de vaches au pâturage avec une charge d'1,5 UGB par ha qui correspond à la majorité des élevages laitiers en zone herbagère.

**5e.** *Services rendus (externalités positives) par les animaux élevés à l'herbe.* Ces paramètres sont désormais intégrés dans la multifonctionnalité des herbivores qui comprend la fourniture de produits alimentaires (viande et lait dans notre cas), la transformation en protéines animales d'une grande partie de la biomasse végétale non utilisable directement par l'homme, la production d'engrais organiques via les excréments des animaux qui assurent la fertilité des sols et la production des cultures végétales, le maintien d'activités économiques de zones rurales du territoire, l'entretien des paysages et la préservation d'espaces ouverts (favorable aux activités agricoles et non agricoles comme le tourisme). Ces services, qui sont livrés gracieusement par les herbivores et sans consommation d'énergie fossile, pourraient être comptabilisés dans leur empreinte C, démontrant ainsi la relation symbiotique forte qui existe entre ces animaux herbivores et leur environnement herbacé. Cet aspect n'a pas été pris en compte dans nos calculs.

## Estimation de l'empreinte carbone des vaches laitières conduites dans un mode d'élevage intensif hors-sol ; comparaison avec un élevage extensif à l'herbe

Dans ce système plus complexe que celui du pâturage, nous utiliserons le schéma de Dollé *et al* (2011) pour inventorier les impacts directs liés au processus de production au niveau de l'exploitation agricole mais également les impacts indirects inhérents à la fabrication des intrants ainsi qu'à leur transport (figure 3).

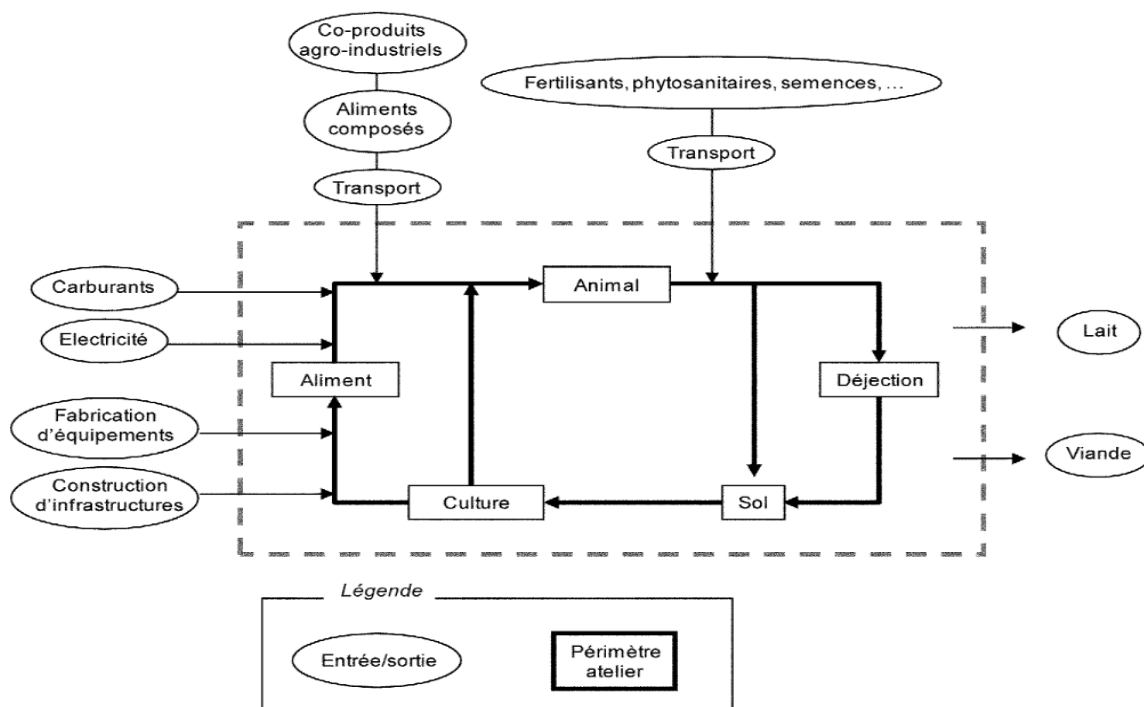
## **Estimation de l'empreinte carbone des aliments concentrés importés sur la ferme d'élevage ; comparaison avec celle de l'herbe pâturée**

Le mode d'élevage hors-sol signifie qu'aucun des aliments n'est produit sur la ferme. Nous proposons la ration type présentée dans le tableau 2 pour des vaches produisant 32 kg de lait brut avec un taux butyreux de 40 g/kg et un taux protéique de 33 g/kg.

Tableau 2 : Ration quotidienne des animaux

Aliments	MS/animal)	Quantité (kg)
Ensilage de maïs		16
Orge		2
Paille ou fourrage grossier		0,5
Tourteau de soja		5,3
Complément minéral vitaminé		0,35
<b>Total</b>		<b>3,85</b>

Figure 3 : Schéma des flux d'émission de GES et de sortie des produits animaux



Le maïs est, en général, cultivé dans des exploitations proches du lieu d'élevage. A l'inverse, l'orge est produit dans des régions éloignées de la ferme d'élevage. Les graines de soja sont importées d'Amérique du Sud (Argentine, Brésil) ou des Etats-Unis, et sont traitées dans des usines de transformation en France pour produire le tourteau. L'aliment concentré final est préparé par des industriels de l'alimentation animale qui le livrent jusqu'à la ferme d'élevage. Face à la difficulté d'établir l'empreinte carbone des cultures et l'empreinte carbone du transport des aliments venant de différents pays, les données présentées dans le tableau 3 sont vraisemblablement sous-estimées. Les résultats du tableau 3 montrent clairement que la valeur proposée de l'empreinte carbone des aliments (734 kg C-eqCO<sub>2</sub> par an et par animal) constitue un handicap majeur de l'élevage hors-sol par rapport à un élevage à l'herbe dont l'empreinte carbone des aliments est nulle, voire positive.

*Tableau 3 : Estimation de l'empreinte carbone annuelle de la ration alimentaire d'une vache laitière en mode de production hors-sol*

Ingredients	Empreinte carbone (kg CO <sub>2</sub> /kg MS)	kg eqCO <sub>2</sub> /an	k C-eqCO <sub>2</sub> /an
Ensilage maïs	0,212	1 241	338
Orge	0,398	290	79
Paille	0,097*	18	5
Tourteau soja	0,560*	1 083	295
Complément M-V	0,480*	61	17
<b>Total</b>	-	-	<b>734</b>

(\*Ces valeurs ont été synthétisées par l'auteur à partir de données bibliographiques éparses)

A ces dépenses carbonées dues exclusivement à l'élaboration des aliments importés sur la ferme, il faut ajouter celles de leur stockage et de leur distribution quotidienne aux animaux, celles des animaux (émissions de CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub>), du stockage et de l'utilisation des déjections animales et des effluents de l'élevage, de la construction et du fonctionnement des bâtiments lourdement équipés pour ce type d'élevage. Ces éléments sont présentés ci-dessous.

### **Comparaison des pertes de C métabolique des animaux en élevage hors-sol et au pâturage**

Pour simplifier, on estimera que **les pertes de C métabolique des animaux sont comparables entre les deux modes d'élevage**. En effet, la diminution des pertes métaboliques due à un déplacement moindre des animaux à l'attache plutôt qu'au pâturage, est compensée par une augmentation de la fermentescibilité de la ration concentrée distribuée en digestifs hors-sol et du métabolisme des produits de la digestion apportés en plus grande quantité aux animaux.

### **Comparaison de l'empreinte carbone des déjections des animaux en élevage hors-sol et au pâturage**

Les déjections des animaux qui pâturent sont épandues sur la surface herbagée lors de leur déplacement. Elles sont naturellement dégradées et utilisées sur place par l'écosystème prairial qui en tire profit. Ce mode d'élevage produit du fumier ou du lisier pendant la seule période d'hivernage, lesquels nécessitent un usage modéré de matériel tracté pour leur épandage.



Dans le cas de vaches élevés en mode hors-sol, le lisier rassemblant les fèces et l'urine (environ 60 litres par jour et par animal<sup>1</sup>) sont collectés durant toute l'année dans de vastes fosses situées à l'extérieur du bâtiment d'élevage. Ce stockage du lisier pendant plusieurs mois, en milieu anaérobie, émet de l'ammoniac gazeux (NH<sub>3</sub>) et du méthane dont les effets sur l'environnement, en particulier l'effet de serre du méthane, sont particulièrement nocifs. Les volumes importants d'effluents sont épandus sur des surfaces herbagées ou des terres de culture à l'aide machines tractées qui consomment de l'énergie fossile et émettent du CO<sub>2</sub>. Nous évaluons les émissions d'équivalent-CO<sub>2</sub> au cours de cette étape à **100 kg de C-eqCO<sub>2</sub> par animal et par an**.

Outre le fait que l'utilisation du lisier provoque de nombreuses nuisances olfactives et des risques sanitaires pour les populations proches des lieux d'épandage, elle est responsable de l'eutrophisation des lacs et rivières, voire du littoral maritime (algues en Bretagne) et de la contamination des eaux par les nitrates qui peuvent être considérées comme des externalités négatives de ce type d'élevage.

### **Empreinte carbone de la construction, du fonctionnement et de l'équipement des bâtiments d'élevage des vaches laitières en mode hors-sol**

Le mode d'élevage hors-sol utilise des bâtiments de grande dimension qui consomment beaucoup d'énergie pour leur fonctionnement (éclairage, curage automatique, distribution des aliments, machines à traire ou robots de traite, tanks à lait réfrigérés...). Bien qu'il soit difficile d'évaluer la totalité des consommations d'énergie au niveau des bâtiments et des équipements, lesquelles sont associées à des productions de C-CO<sub>2</sub>, on peut les estimer à une valeur moyenne de **700 kg de C-eqCO<sub>2</sub> par an et par animal**.

A l'opposé, les vaches élevées à l'herbe séjournent à l'extérieur pendant une grande partie de l'année et sont traitées sur place à l'aide d'un matériel léger peu consommateur d'énergie.

### **Poste sanitaire des animaux à intégrer dans le calcul de l'empreinte carbone du mode d'élevage hors-sol**

Ce type d'élevage intensif est source de nombreuses pathologies animales (acidose ruminale, boiteries, mammites, hémolactations, rétention placentaire, anœstrus, kystes ovariens, déplacement de caillette, métrite, fièvre vitulaire...) dues, pour la plupart, à un excès d'énergie et à un défaut d'aliments grossiers dans les rations. L'intervention

---

<sup>1</sup> La gestion du lisier de l'étable à l'épandage [https://ardennes.chambreagriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/GrandEst/045\\_Inst\\_Ardennes/RUB\\_Techniques/Batiment/Fiche15\\_La\\_Gestion\\_du\\_Lisier\\_1\\_.pdf](https://ardennes.chambreagriculture.fr/fileadmin/user_upload/GrandEst/045_Inst_Ardennes/RUB_Techniques/Batiment/Fiche15_La_Gestion_du_Lisier_1_.pdf)

fréquente du vétérinaire avec ce mode d'élevage a un coût carboné (et financier !) élevé incluant les déplacements du professionnel, la fabrication des médicaments utilisés, leur acheminement et l'impact des drogues sur l'environnement. Nous estimons que ces postes correspondent à des **pertes de C-eqCO<sub>2</sub> d'environ 100 kg par an**.

### **Bilan net de l'empreinte carbone d'une vache laitière élevée en mode hors-sol**

En situation d'élevage hors-sol de vaches laitières, il est excessivement difficile de faire un bilan complet des dépenses carbonées puisqu'une part de celles-ci portent sur des aliments importés dont l'origine, le système de culture, de transformation et d'acheminement jusqu'à la ferme, sont extrêmement variables. Les modes de fonctionnement des fermes varient également selon leur taille, leur degré de mécanisation et d'automatisation (présence de robot de traite et d'alimentation automatisée par exemple). Toutefois, Il est évident que les sources de dépenses carbonées sont infiniment plus nombreuses et quantitativement plus importantes avec ce type d'élevage qu'avec le mode de production à l'herbe. Le bilan des dépenses carbonées que nous avons estimées est le suivant : 734 kg C-eqCO<sub>2</sub> (préparation des aliments) + 100 kg C-eqCO<sub>2</sub> (stockage et épandage des déjections animales) + 700 kg C-eqCO<sub>2</sub> (bâtiments et installations de la ferme) + 100 kg C-eqCO<sub>2</sub> (poste sanitaire du cheptel) = **1 634 kg C-eqCO<sub>2</sub> par an et par animal**.

### **Conclusion générale**

**L'empreinte carbone annuelle d'une vache laitière élevée à l'herbe en mode extensif est neutre pour une charge animale de 1,5 UGB/ha, voire positive pour une charge moindre, alors que celle d'une vache conduite dans un système hors-sol est de l'ordre de 1 634 kg de C-eqCO<sub>2</sub>**. Les critiques adressées à l'élevage des bovins, responsable de production de GES et d'altération du climat, ne concernent que le mode d'élevage intensif des ruminants herbivores, ainsi que ceux des animaux monogastriques (volailles et porcs) qui ne sont pas traités ici, mais dont la production de type « industriel » recouvre les principaux reproches présentés ici.

Il est donc impératif de préciser le type de production des mammifères herbivores pour caractériser leur impact sur les flux de C et sur l'environnement. Ainsi, le message fréquemment diffusé dans les médias qui consiste à affirmer que consommer de la viande rouge a un effet délétère sur le climat puisque « les vaches émettent du méthane », doit préciser que cette allégation ne concerne pas les élevages utilisant les pâturages qui, au contraire, ont un impact vertueux sur l'environnement.

## Références bibliographiques

ARROUAYS D. & al. (2002). Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Expertise scientifique collective. Rapport INRA, 332 pages. <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/cbb40e809bbb5356d5fcc6a1f48e3121.pdf>

AUBERT C. (2023). Les vaches élevées en ferme-usine ou sur des prairies polluent-elles autant ? Basta.media. <https://basta.media/Les-vaches-elevees-en-ferme-usine-ou-sur-des-prairies-polluent-elles-autant-agriculture-intensive-carbone-bovins-effet-de-serre>

DOLLE J.B. *et al* (2009). L'empreinte carbone du lait et de la viande bovine. *Rencontres Recherches Ruminants*, 16, 233-236. [https://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009\\_06\\_03\\_Dolle.pdf](https://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009_06_03_Dolle.pdf)

DOLLE *et al* (2011). Les gaz à effet de serre en élevage bovin ; évaluation et leviers d'action. *INRA productions animales*, 24, 415-432. [file:///C:/Users/jjoua/Downloads/pberaud,+Prod\\_Anim\\_2011\\_24\\_5\\_02.pdf](file:///C:/Users/jjoua/Downloads/pberaud,+Prod_Anim_2011_24_5_02.pdf)

HERFURTH D. (2016). Impact des pratiques de gestion sur le stockage du Carbone dans le sol des écosystèmes prairiaux. 203 pages. HAL Id: tel-01343375 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01343375>

NOTRE PLANETE INFO (2015). Les prairies pâturées sont-elles vraiment des puits de carbone ? <https://www.notre-planete.info/actualites/4173-prairies-emissions-carbone>

PELLERIN S. *et al* (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 (France), 114 pages. <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/4pM-Synth%C3%A8se-Novembre2020.pdf>

Rapport thématique du Haut Conseil pour le Climat (Janvier 2024). Accélérer la transition climatique avec un système alimentaire bas carbone, résilient et juste. 168 pages. [https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2024/01/2024\\_HCC\\_Alimentation\\_Agriculture\\_25\\_01\\_webc\\_vdef\\_c.pdf](https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2024/01/2024_HCC_Alimentation_Agriculture_25_01_webc_vdef_c.pdf)

SAUVANT D., GIGER-REVERDIN S. (2009). Les variations du bilan carbone des ruminants d'élevage. *Rencontres Recherches Ruminants*, 16, 229-232. [https://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009\\_06\\_02\\_Sauvant.pdf](https://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009_06_02_Sauvant.pdf)