

Elevage et gaz à effet de serre : le bilan des émissions de l'animal à la filière

P. Dumortier¹, F. Rabier², Y. Beckers¹, A. Vanlierde², E. Jérôme¹ et M. Mathot²

¹ *Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech*

² *Centre wallon de Recherches Agronomiques*

1 Introduction

Depuis plusieurs années, de nombreux rapports, directives et groupes de réflexions s'interrogent sur les systèmes de productions animales quant à leurs impacts sur l'environnement. Les systèmes basés sur les ruminants sont prépondérants en Région wallonne et sont considérés globalement comme responsables de l'émission de quantités importantes de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère^{1, 2}.

Durant l'entièreté de leur cycle de production, les ruminants rejettent de manière directe et indirecte les trois principaux gaz à effet de serre (Dioxyde de carbone - CO₂, méthane - CH₄, Protoxyde d'azote - N₂O). Les émissions directes sont principalement liées aux animaux, à leur gestion, aux processus de digestion et à la restitution des effluents d'élevage dans l'environnement. Les émissions indirectes sont principalement fonction des quantités et de la nature des intrants nécessaires aux productions animales.

Réduire les émissions de GES liées aux activités d'élevage demande en premier lieu d'établir un cadastre précis des émissions, ensuite de cibler des priorités et de développer des stratégies d'actions. Ce document se propose de présenter les principaux résultats des travaux conduits au sein de la Région wallonne et dédiés à la problématique des émissions de GES par les systèmes de productions de lait mais aussi de viande par les bovins.

2 Principe de la mesure

Les 3 GES pris en compte dans le bilan des émissions ayant un impact différent sur le réchauffement de l'atmosphère, leur contribution relative s'exprime grâce à leur pouvoir de réchauffement global (PRG). Ce facteur permet de comparer, sur une période définie, l'effet d'un kg de gaz donné sur le réchauffement de l'atmosphère, par rapport à celui d'un kg de CO₂. Les flux (F) de GES sont finalement exprimés en termes d'équivalents CO₂ (CO₂ eq.) en effectuant le produit de la masse de chaque gaz et de son PRG. Sur une échelle de 100 ans, le PRG du N₂O est de 298 et celui du CH₄ est de 25¹. Le bilan de GES pour un système s'établit selon l'équation 1.

$$F_{\text{GES}} = F_{\text{CO}_2} \times \text{PRG}_{\text{CO}_2} + F_{\text{CH}_4} \times \text{PRG}_{\text{CH}_4} + F_{\text{N}_2\text{O}} \times \text{PRG}_{\text{N}_2\text{O}} \quad (1)$$

¹ GIEC, 2007. Climate Change 2007, the Physical Science Basis. Contribution du groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat. GIEC, Genève, Suisse.

² Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T D, Castel V & De Haan C, 2006. Livestock's long shadow: Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization.

Quantifier les émissions de GES des activités de l'élevage nécessite la mise en place d'une méthode de calcul ou de mesure. Pour ce faire, une exploitation type est généralement décomposée en un certain nombre de compartiments. Suivant la figure 1, sont comptabilisées les émissions indirectes (I), les émissions liées à la consommation d'énergie fossile (E), les émissions liées au stockage des effluents (S), les émissions des bovins à l'étable (B) et les échanges au pâturage (P). L'émission totale de chaque GES est la somme des flux associés à chaque compartiment. Par convention, les flux d'importation (entrées) dans le système sont comptés négativement et les flux d'exportation (sorties) positivement.

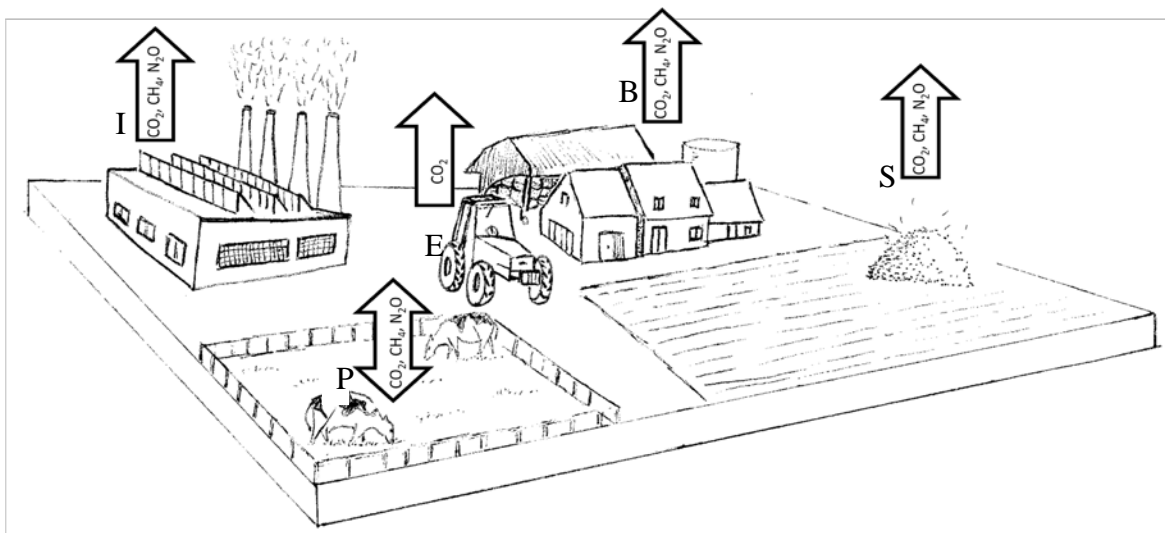


Figure 1. Représentation des échanges de gaz à effet de serre à l'échelle d'une exploitation d'élevage de bovins (I=émissions indirectes, E=émissions liées à la consommation d'énergie fossile, S=émissions liées au stockage des effluents, B=émissions des bovins à l'étable et P=échanges au pâturage).

3 Bilan de GES d'une exploitation allaitante type

Dans le cadre du projet CLIMAGRO³, nous avons estimé le bilan de GES d'une exploitation de type bovins allaitants. Nous avons étudié une ferme allaitante typique de la Région wallonne au départ des données fournies par la DAEA (Direction de l'analyse économique agricole, SPW) et évalué pour les différents compartiments de la Figure 1 les émissions de GES sur base de facteurs d'émissions recensés dans la littérature⁴. Le projet avait également pour objectif de déterminer la sensibilité des différents flux déterminés aux variations de la charge en bétail, exprimée en UGB ha⁻¹.

Comme présenté à la figure 2, les compartiments identifiés se divisent en 2 catégories : les sources de GES (I, E, S et B) et les puits de GES (P). Il apparaît aussi clairement que dans ce type d'exploitation, les émissions associées aux bovins et au stockage des effluents ont un impact déterminant alors que les émissions indirectes et la consommation d'énergie fossile n'ont que peu d'impact sur les émissions de GES des exploitations allaitantes en Région wallonne. Nous constatons également que les émissions de GES par unité de surface augmentent avec la charge en bétail. Les échanges au niveau de la prairie (P) permettent de compenser une partie des émissions de GES des autres compartiments. Selon nos estimations,

³ Projet d'intérêt général sollicité et financé par le Service Public de Wallonie (D GARNE - convention CLIMAGRO - 2010/41-CC MAE).

⁴ Dumortier P, Degard C, Aubinet M, Beckers Y, Bodson B & Moureaux C, 2012. Rapport CLIMAGRO : Evaluation de l'impact climatique de la mesure agro-environnementale n°7 : faible charge en bétail. 58p.

l'exploitation allaitante est un puits de GES par unité de surface pour une charge en bétail inférieure à 1,5 UGB ha⁻¹. Elle est par contre une source de GES par unité de surface pour des charges supérieures. Notons cependant qu'exprimées par unité de production (*i.e.* kg de poids vif produit), les émissions totales de GES d'un système allaitant sont, selon nos estimations, indépendantes de la charge en bétail et valent en moyenne 10 ± 20 kg éq. CO₂ kg⁻¹ poids vif produit.

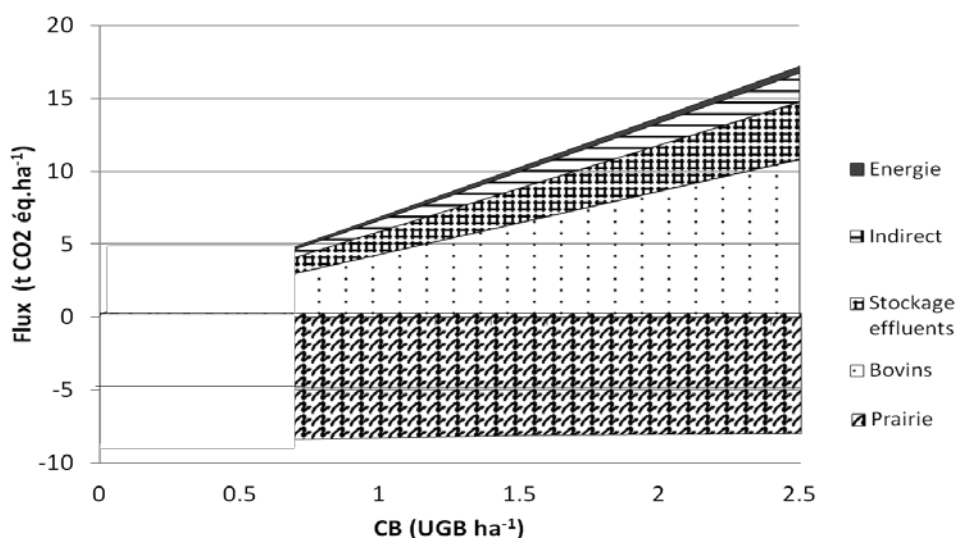


Figure 2. Evolution des flux nets de gaz à effet de serre par compartiment en fonction de la charge en bétail par unité de surface.

Remarquons finalement que l'incertitude sur le flux total est de ± 15 t de CO₂ éq. ha⁻¹ soit plus de 100% du résultat (résultat non présenté). Cette incertitude est principalement liée à l'estimation des échanges de GES au pâturage. En effet, selon les conditions pédoclimatiques et le mode de gestion, les échanges de GES à l'échelle de la prairie peuvent fortement varier.

4 Bilan de GES au niveau de l'exploitation

Dans le cadre du projet Optenerges⁵ (www.optenerges.eu), des bilans de GES ont été réalisés pour des exploitations d'élevage situées dans la Région Grand Duché de Luxembourg-Lorraine-Provence du Luxembourg. Ces bilans ont été établis à l'aide d'un outil spécifique développé par le partenaire luxembourgeois⁶. Cet outil permet également de calculer les crédits GES, partie positive du bilan, c'est-à-dire le stockage de carbone dans le sol par les prairies pâturées de l'exploitation et/ou la substitution des sources d'énergies fossiles par des sources renouvelables. Les résultats présentés ici proviennent uniquement d'un échantillon de 62 élevages (production de lait et de viande bovine) situés en Province du Luxembourg.

⁵ Le projet Optenerges a été financé par l'Union Européenne (fonds FEDER – programme INTERREG IV A (Lorraine-Luxembourg-Wallonie) et cofinancé par la Région wallonne pour la Wallonie.

⁶ Optenerges, 2011. Manuel méthodologique, Bilan GES – Méthode Conviv. 32 p. – disponible sur www.optenerges.eu

4.1 Principaux postes émetteurs et crédits carbonés

Que ce soit pour la production de lait ou de viande (voir exemple pour l'atelier lait à la Figure 3), les émissions de GES liées aux animaux représentent environ 60% des émissions totales. Les émissions venant de l'achat des intrants tels que les aliments, les fertilisants ou encore les combustibles (moyens de production) comptent pour environ ¼ du total tandis que l'empreinte carbone des productions végétales (émissions liées au sol, à l'application des engrais et à la combustion du carburant) est de ±15%.

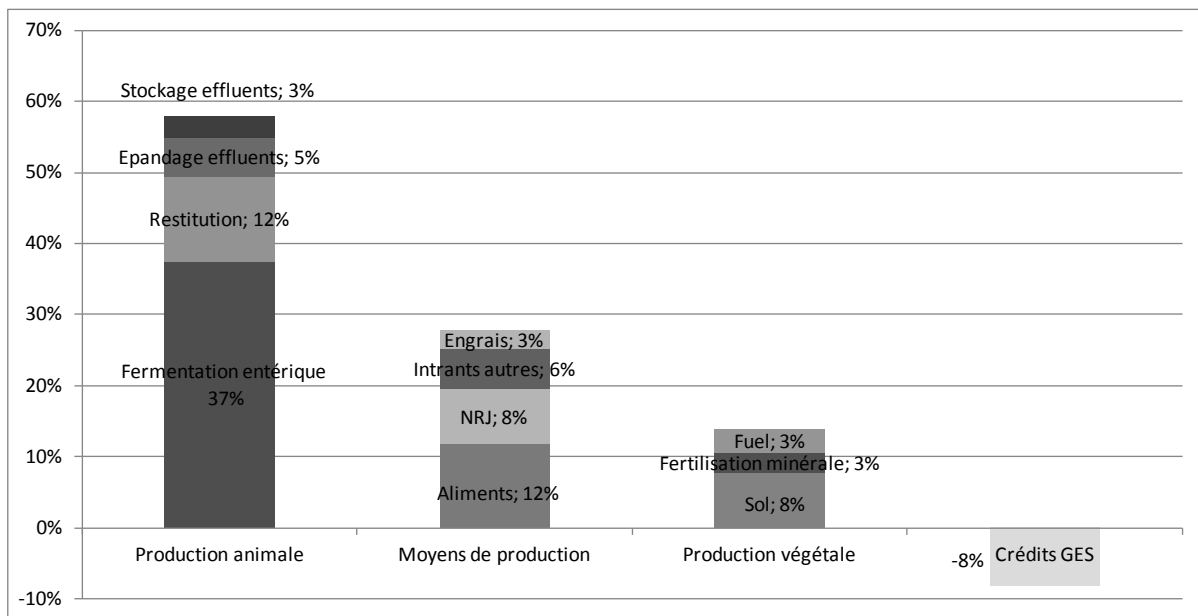


Figure 3. Importance relative des différents postes émetteurs de Gaz à Effet de Serre (GES) pour la production de lait et crédits GES estimés.

En moyenne pour la production de lait, la prise en compte des crédits GES permet de compenser 8% des émissions totales, contre 15% pour la production de viande (résultat non présenté). Les résultats mettent aussi en évidence une variabilité importante entre les différents types de fermes et également entre les fermes d'un même type (Figure 4). Cela suggère un potentiel d'amélioration existant dans la diversité des pratiques mises en œuvre dans nos exploitations. En moyenne, à travers toutes les fermes ayant un atelier laitier, la production d'un litre de lait entraîne l'émission brute (sans tenir compte des crédits GES) de 1.81 ± 0.68 kg eq. CO_2 . Pour la viande, la moyenne des émissions brutes est de 17.92 ± 7.95 kg eq. CO_2 par kg de viande vive.

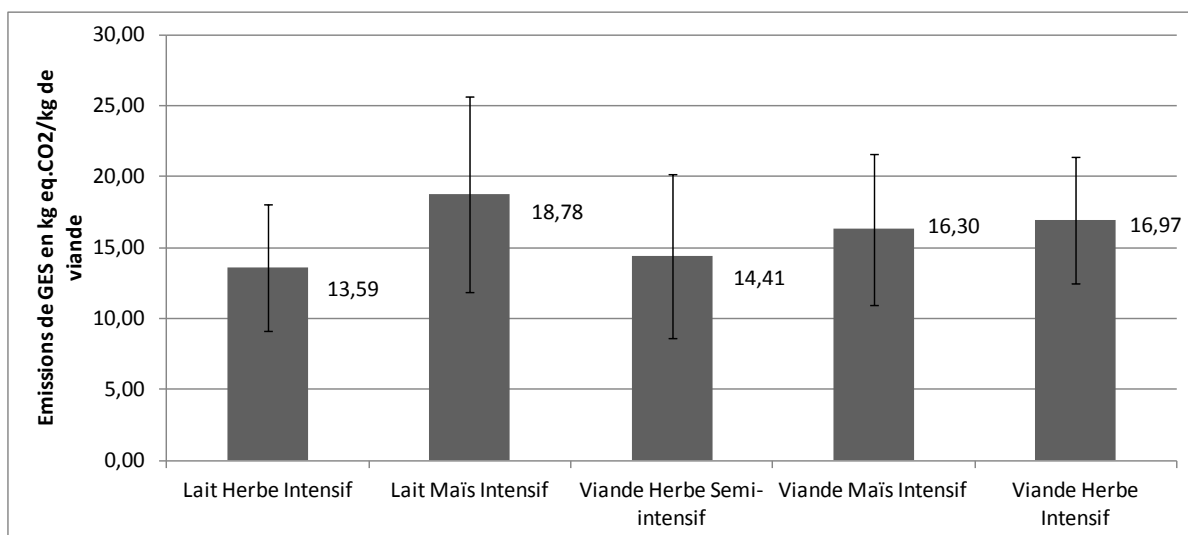


Figure 4. Emissions moyennes de Gaz à Effet de Serre (GES) ramenées au produit pour la production de viande pour différents types d'exploitations.

4.2 Quelle unité pour quel résultat ?

Exprimées par unité de surface, les émissions traduisent l'empreinte environnementale du système et celle-ci peut être extrapolée à l'échelle du territoire. A l'opposé, exprimées par unité de produit, les émissions traduisent l'efficacité du système de production. Aux vues de nos résultats, les émissions ramenées à la surface augmentent significativement avec l'intensité de la production (Figure 5.

Emissions de GES liées à la production de viande par kg de viande vive (a) et ha (b) et l'intensité de la production (kg de viande ha⁻¹).5b) tandis que la tendance inverse est observée lorsqu'elles sont exprimées par unité de produit (Figure 5. Emissions de GES liées à la production de viande par kg de viande vive (a) et ha (b) et l'intensité de la production (kg de viande ha⁻¹).5a). L'augmentation des émissions par ha s'explique par un chargement plus important dans les exploitations plus productives ainsi que par l'utilisation de plus d'intrants. En ce qui concerne le comportement des émissions par unité de produit, une dilution des émissions sur une plus grande quantité de produit est observée.

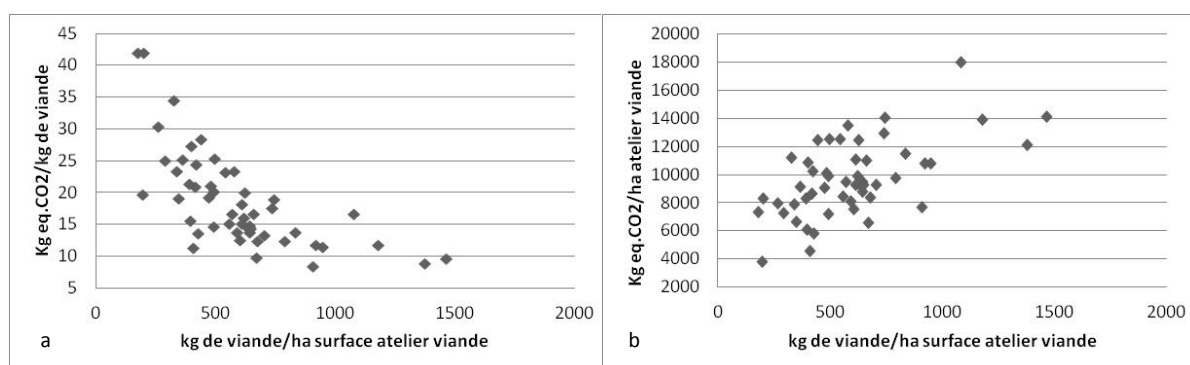


Figure 5. Emissions de GES liées à la production de viande par kg de viande vive (a) et ha (b) et l'intensité de la production (kg de viande ha⁻¹).

La Figure 5a montre un comportement en deux phases: une décroissance ± « linéaire » suivie d'un amortissement des émissions de GES à partir d'une productivité à de ±800 kg de viande vive ha⁻¹. Au-delà de cette valeur, l'intensification de la production ne permet plus de réduire

les émissions de GES. Ce comportement est lié, d'une part à la possibilité de réduire les émissions par animal en augmentant la productivité de ceux-ci et, d'autre part, aux économies d'échelles pour certains facteurs de production (carburant, électricité) qui peuvent être réalisées en augmentant l'intensité de production. Cependant ces réductions sont limitées et s'estompent dès lors que la liaison au sol disparaît, la production n'étant alors liée qu'aux intrants achetés.

Ces premiers bilans réalisés sur des élevages wallons, ont permis de calculer des valeurs repères d'émissions pour des ateliers lait et viande ainsi que des potentiels de crédits carbone. Même si des tendances sont observées, la grande variabilité des résultats obtenus permet difficilement, vu la taille de l'échantillon relativement réduite et la variabilité des situations, de mettre en évidence, à ce stade, les pratiques à promouvoir afin de réduire les émissions de GES.

5 Bilan de carbone d'une prairie permanente en Région wallonne

L'Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech (ULg, GxABT) a initié début 2010 un projet de recherches subventionné par la Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (Service Public de Wallonie, DGARNE, Département du Développement - Direction de la Recherche) dont la finalité est de déterminer le bilan de carbone (C) et des GES d'une prairie permanente en Région Wallonne. De par leur potentiel de séquestration du carbone dans le sol, les prairies peuvent en effet jouer un rôle important dans l'atténuation des émissions de GES des systèmes d'élevage. Néanmoins, les résultats des bilans de C et de GES des parcelles présentent une grande variabilité, essentiellement liée aux conditions pédoclimatiques et aux modes de gestion. La principale source d'incertitudes des bilans de GES des exploitations d'élevage portant sur les échanges au niveau de la parcelle (voir chapitre 3), il apparaît nécessaire de poursuivre et de développer les analyses sur des sites spécifiques. Plus particulièrement, il est primordial de s'interroger sur le cas de la Région wallonne et de déterminer si la quantité moyenne de carbone stocké par les prairies en Région wallonne permet de compenser les émissions de GES liées à la fertilisation (N_2O) et aux animaux pâturant ces mêmes prairies (CH_4). Dans le cadre de ce projet, nous mesurons et analysons les flux de C échangés à l'échelle d'une prairie permanente de l'exploitation agricole de Monsieur Adrien Paquet à Dorinne (commune d'Yvoir, province de Namur). L'élevage se compose essentiellement de vaches allaitantes et des veaux non sevrés de l'année, de race Blanc Bleu Belge. Le système d'alimentation pour ces animaux se base principalement sur la prairie permanente durant la période estivale et les produits conservés de la prairie durant la période hivernale.

Les variations du stock de carbone de la parcelle expérimentale s'obtiennent en réalisant le bilan des différents flux à l'échelle de la prairie (Productivité nette du Biome, NBP, $kg\ C\ ha^{-1}\ an^{-1}$ voir Equation 2). Cette approche nécessite de prendre en compte non seulement les flux de GES échangés entre l'écosystème et l'atmosphère (F_{CO_2} , F_{CH_4}) mais également les flux de C organique aux frontières de la parcelle :

$$NBP = F_{CO_2} + F_{CH_4} + F_{fertilisation} + F_{compléments} + F_{récolte} + F_{viande,lait} + F_{lessivage} \quad (2)$$

Où : F_{CO_2} est l'échange net de dioxyde de carbone entre la prairie et l'atmosphère ; F_{CH_4} sont les émissions de méthane par le bétail ruminant ; $F_{fertilisation}$, $F_{compléments}$, $F_{récolte}$ sont les flux de C organique respectivement importés par fertilisation ou sous forme de nourriture

complémentaire pour le bétail, exportés lors de la fauche ; F_{viande} représente le C exporté sous forme de viande ; $F_{\text{lessivage}}$ représente le flux de C dissous dans les eaux et lessivé.

5.1 Résultats des deux premières années de mesures

Nous présentons au

Tableau 1 les résultats du bilan de carbone de la parcelle d'étude pour deux années complètes de mesures (mai 2010 à mai 2012). Durant la période de croissance active de la biomasse, cette prairie a été pâturée par des animaux proche de l'entretien (vaches adultes gestantes) ou dont les performances de croissance restent modestes (génisses en croissance). Le chargement moyen annuel était de 1.7 Unité Gros Bétail (UGB) ha^{-1} la première année et 2.1 UGB ha^{-1} la deuxième.

Tableau 1 : Flux et bilan de carbone sur une prairie permanente.

Flux ($\text{kg C ha}^{-1} \text{an}^{-1}$)	Année 1	Année 2
F_{CO_2}	1229 \pm 535	204 \pm 307
F_{CH_4}	123 \pm 6	106 \pm 5
$F_{\text{fertilisation}}$	-1110 \pm 92	-
$F_{\text{compléments}}$	-1034 \pm 31	-
$F_{\text{récolte}}$	377 \pm 35	-
F_{viande}	226 \pm 178	196 \pm 155
$F_{\text{lessivage}}$	70 \pm 70	70 \pm 70
NBP	-120 \pm 577	576 \pm 351

La NBP a été calculée avec l'équation 2.

Pour les deux années de mesures, le bilan net des flux de CO_2 échangés entre la prairie et l'atmosphère (F_{CO_2}) est positif, mettant en évidence un déstockage de l'ordre de 1200 kg C ha^{-1} pour la première année et de 200 kg C ha^{-1} pour la deuxième année de mesure (première ligne du Tableau 1).

Les valeurs annuelles des autres composantes du bilan montrent que ce dernier est fortement influencé par le mode de gestion (fertilisation, fauche, compléments alimentaires). En effet, les apports annuels de C lors de la fertilisation ($F_{\text{fertilisation}}$) et sous forme de nourriture complémentaire ($F_{\text{compléments}}$) sont de plus de 2000 kg C ha^{-1} la première année alors qu'ils sont nuls la deuxième année de mesure. En plus, la prairie a été fauchée la première année et pas la deuxième. En conséquence, si l'écosystème se comporte comme une source de C plus importante la première année que la deuxième année (ne tenant compte que des flux de CO_2), la situation s'inverse lorsque les autres flux de C sont pris en compte dans le budget.

Finalement, considérant les incertitudes sur les estimations, la prairie étudiée est en moyenne neutre pour le stockage – déstockage du carbone (228 \pm 338 $\text{kg ha}^{-1} \text{an}^{-1}$). Notons que ces résultats sont ceux d'un bilan de C et non d'un bilan de GES. Nous ne tenons donc pas compte des émissions de N_2O ni du fait qu'à quantités émises égales, le CH_4 a un impact différent du CO_2 sur l'effet de serre. La prise en compte de ce dernier effet se traduirait par la multiplication par un facteur 25 du terme F_{CH_4} du Tableau 1. Dans ce cas, nous constatons que les émissions de CH_4 des animaux pâturant la parcelle ne sont pas compensées par un stockage du carbone dans le sol. La parcelle étudiée se comporte donc comme une source de GES.

Il est très important de signaler que ces résultats sont à relativiser dans la mesure où l'année 2010 et le printemps 2011 ont été marqués par des périodes de sécheresse très particulières, limitant fortement la capacité photosynthétique de la prairie et obligeant l'agriculteur à compléter les animaux au pâturage. Ils ne sont dès lors pas représentatifs d'une année climatique moyenne. Cela montre bien que l'établissement d'un bilan de carbone robuste nécessite des mesures sur plusieurs années afin de tester la répétabilité des résultats. Ces constatations montrent également tout l'intérêt de s'interroger sur la vulnérabilité des stocks de carbone face aux changements climatiques. A ce sujet, de récentes études européennes ont montré que des vagues de chaleur et des conditions sévères de sécheresse entraînaient une diminution de la séquestration de carbone par les prairies, voire même une inversion des puits en sources. Finalement, précisons qu'au delà de leur capacité à stocker du carbone dans les sols, les prairies possèdent de nombreux atouts environnementaux (lutte contre le ruissellement et l'érosion, effets sur la qualité de l'eau, etc.). Elles sont également le support d'une importante biodiversité. Il ne faut également pas oublier que les systèmes d'élevage basés sur les prairies, comme c'est le cas à Dorinne, fournissent l'alimentation nécessaire aux ruminants, seuls animaux capables de tirer parti de cette biomasse pour produire des protéines animales de grande valeur nutritionnelle pour l'homme.

6 Les engrais de ferme : une source importante de gaz à effet de serre ?

Les déjections animales sont principalement composées de carbone et d'azote. Suite à leur émission, ces déjections peuvent être la source de composés qui, contribuent au phénomène d'effet de serre, soit directement (CH_4 et N_2O), soit indirectement suite à l'évolution d'autres composés émis (nitrates - NO_3 et ammoniac - NH_3). Ces derniers pourront aboutir, en proportions variables, à la production de N_2O . Ces GES peuvent être émis à partir des déjections animales que ce soit en étable, durant leur stockage, après retour au sol durant le pâturage ou après épandage. Les émissions sont influencées par de nombreux facteurs qui interagissent et modifient les conditions de dégradation des matières organiques. Parmi ceux-ci, les principaux sont a) la température qui, jusqu'à un certain point, peut influencer positivement l'activité des micro-organismes et les réactions chimiques, induisant des émissions plus importantes (typiquement pour le CH_4), b) la composition des déjections, par exemple, le type de matière organique ou la teneur en azote ammoniacal, source de composés azotés menant potentiellement à la production de N_2O et NH_3 , c) la disponibilité en oxygène qui, si elle est faible (anaérobiose), est favorable aux émissions de CH_4 alors qu'en conditions sub-optimales, ni totalement en aérobie ni en anaérobiose, elle induit des émissions de N_2O et d) la disponibilité/teneur en eau qui influence les dégradations chimiques notamment en modifiant la disponibilité en oxygène. Au regard de cela, on conçoit aisément que l'estimation des émissions de GES par les déjections est complexe

Des essais ont été menés par le CRA-W et par l'UCL (financement : Service Public de Wallonie, D'GARNE, Département du Développement - Direction de la Recherche)⁷ afin d'étudier les émissions de N_2O et de CH_4 à l'étable et lors du stockage de fumiers mous (stabulation entravée avec raclage) ou de fumiers plus pailleux (litière accumulée). Ces essais montrent, pour de animaux ayant ingéré des quantités similaires d'aliments (MSI), que les fumiers pailleux ont émis plus de GES en étable (31 g CO_2 eq./kg MSI) que les fumiers mous

⁷ Mathot M., Lambert R., Decruyenaere V., Stilmant D., 2011. Filière de gestion des effluents d'élevage : impact environnemental de la production et du stockage. Rapport final d'activité de la subvention D31-1211 du service Public de Wallonie, D'GARNE, Département du Développement - Direction de la Recherche

(3 g CO₂ eq./kg MSI)⁸ mais surtout qu'ils ont émis largement plus de CH₄ et de N₂O lors de leur stockage à l'extérieur (Figure 6). Les fumiers mous ayant été très peu émetteurs. Par ailleurs, on a observé que les émissions des GES étaient liées à la saison de stockage avec des émissions moins importantes lors d'un stockage en conditions froides (hiver) par rapport à un stockage en conditions moins froides (printemps).

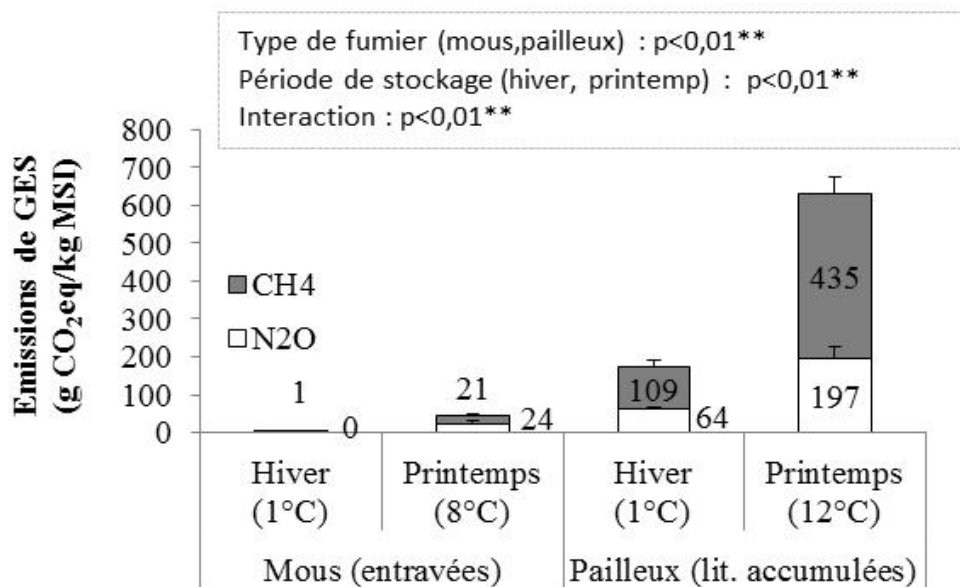


Figure 6. Emissions de GES (CH₄ et N₂O en CO₂ eq.) par kg de MSI lors du stockage de fumiers mous (stabulations entravées avec raclage quotidien) et pailleux (litières accumulées).

Les raisons d'un impact plus important des fumiers pailleux sont multiples. Parmi celles-ci, les apports de paille plus importants pour les fumiers pailleux ont certainement joué un rôle majeur à la fois en augmentant les quantités de carbone et d'azote qui peuvent potentiellement être émises, mais également en modifiant profondément les processus de dégradation des fumiers suite à leurs effets sur la structure des fumiers. Ces résultats illustrent que les conditions de stockage (période dans l'année) mais également la gestion des engrais de ferme influencent les émissions de GES à partir des déjections. Des choix de gestion des engrais de ferme peuvent donc permettre de réduire ces émissions. Ils doivent toutefois être effectués en prenant en considération d'autres problématiques tels que les plans de fertilisation, le bien-être animal ou les coûts de changement d'infrastructures.

7 L'alimentation du bétail peut-elle influencer les émissions de méthane par le bétail ?

Les ruminants émettent du CH₄ suite à la digestion des aliments. Ce fait est connu depuis de nombreuses années et il a, à la fois, un coût nutritionnel et environnemental. En effet, la volatilisation de CH₄ représente une perte d'énergie pour l'animal et la libération d'un puissant gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le coût environnemental s'estime généralement par une quantité de CH₄ émise par unité de produit (kg de lait, kg de viande) fournie et celle-ci est variable en fonction de plusieurs facteurs dont l'alimentation. Ce fait a également été étudié grâce à des essais sur du bétail (Blanc bleu belge culard) en croissance réalisés conjointement par le CRA-W et l'UCL (financement : Service Public de Wallonie).

⁸ Mathot M., Decruyenaere V., Stilmant D. and Lambert R. 2012. Effect of cattle diet and manure storage conditions on carbon dioxide, methane and nitrous oxide emissions from tie-stall barns and stored solid manure. Agriculture, Ecosystems and Environment 148, 134-144.

Dans ce cadre, pour des génisses, des différences importantes ont été observées en modifiant la part de concentrés (de 360 à 820 g/kg MSI), pauvres en fibres, dans les rations. Les émissions de CH₄ ont diminué avec un accroissement de la part de concentrés dans les rations (de 88 à 402 g CH₄/kg de gain de poids vif⁸). Ces observations permettront de mieux comptabiliser les émissions liées aux ruminants en fonction de leurs rations. Cependant, les émissions de méthane par les animaux s'inscrivent dans des problématiques à plus larges échelles (ferme, secteur, planète). En effet, un changement d'alimentation vers des rations moins méthanogènes peut induire des changements sur d'autres postes (ex : production et transport des concentrés) qui doivent être comptabilisés afin d'effectuer un choix pertinent dans l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle des systèmes de production.

8 Emissions de méthane par le bétail ruminant

Dans l'optique d'une réduction des émissions de GES des exploitations d'élevage, l'étude des émissions de méthane par la vache laitière s'avère particulièrement pertinente. En effet, le CH₄ a un pouvoir de réchauffement global 25 fois supérieur à celui du CO₂. De plus, la production de CH₄ entérique implique une perte de 6 à 12% de l'énergie brute ingérée par l'animal et donc une perte économique pour l'éleveur. Il ne faut toutefois pas oublier que le CH₄ est un résidu nécessaire de la rumination. Par conséquent, il n'est pas possible de « supprimer » sa production. Néanmoins, divers paramètres peuvent influencer la quantité de CH₄ émis par une vache laitière tels que l'alimentation, la génétique, la gestion du troupeau, etc.

Il est établi que la composition de la ration influence les émissions de CH₄. Ainsi une ration plus fibreuse tend à augmenter les émissions par rapport à une ration plus riche en amidon. Lors des expérimentations menées dans le cadre de ce projet, nous avons observé des variations des émissions de CH₄ selon la ration ingérée mais un effet animal est ressorti de façon plus prononcée encore. Ceci tend à montrer que des individus d'un même troupeau, d'une même race et recevant la même alimentation peuvent émettre des quantités significativement différentes de CH₄. Cela souligne l'importance des recherches menées à l'échelle de l'individu pour réduire les émissions de GES.

Pour réduire les émissions de CH₄ des vaches laitières, il est d'abord essentiel de comprendre parfaitement les liens de cause à effet qui agissent lors du processus de production de CH₄ entérique. Pour cela, il est nécessaire de disposer d'un grand nombre de données mettant en parallèle des valeurs de CH₄ émis individuellement, les rations, les méthodes de gestion des troupeaux, les caractéristiques génétiques, etc. Cependant les données CH₄ sont très difficiles à obtenir sur un grand nombre d'animaux avec les méthodes directes de mesure.

Dans ce contexte, le projet MethaMilk⁹ vise à développer un outil de mesure des émissions de CH₄ individuelles qui soit rapide, peu coûteux et mis facilement en œuvre sur un grand nombre d'individus. L'hypothèse de départ est la suivante : la production de CH₄ entérique découle des processus de fermentation au niveau du rumen ; par ailleurs, certains composants du lait découlent de ces mêmes fermentations. Un lien est alors établi entre ces deux paramètres via une équation permettant de prédire le CH₄ entérique émit par un individu à partir d'un simple échantillon de lait de ce même individu. Pour créer cette équation, des mesures de CH₄ émis on été réalisées *in vivo* par la méthode directe et, parallèlement, les laits

⁹ Le projet MéthaMilk est un projet de recherche subsidié par la Direction générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement de la Région Wallonne (D GARNE-DGO3).

correspondants ont été analysés par spectrométrie moyen-infrarouge (MIR)¹⁰. Ces spectres laitiers étant déjà obtenus en routine et à moindre coût notamment dans le cadre du contrôle laitier de Battice (dosage de la matière grasse, des protéines, etc.), cette méthode présente un grand intérêt pratique.

L'équation actuelle (Figure 7) est basée sur 452 mesures réalisées en Belgique et en Irlande (grâce à la collaboration de l'équipe de Teagasc Moorepark) sur des vaches de race Holstein, Jersiaise et des vaches croisées. Plusieurs régimes sont représentés : différentes rations totales mélangées (RTM 1, 2 et 3) qui sont des rations classiques distribuées à l'étable selon la production laitière des animaux, une ration classique complétement en ensilage d'herbe (Ensilage d'herbe) et des animaux au pâturage (Herbe). Cette figure illustre bien les valeurs d'émission mesurables chez la vache laitière, soit de 200 à 900 g CH₄ jour⁻¹, ce qui représente de 10 à 45 g CH₄ kg⁻¹ de matière sèche ingérée.

L'équation présente des paramètres statistiques très intéressants (Tableau 2) avec un R²c et un R²cv supérieurs à 0.7. Ces résultats montrent qu'il est possible de prédire le CH₄ entérique émis par un individu via le spectre MIR du lait. Cependant, davantage de données doivent être récoltées afin de pouvoir couvrir toute la variabilité qui peut se rencontrer dans nos élevages.

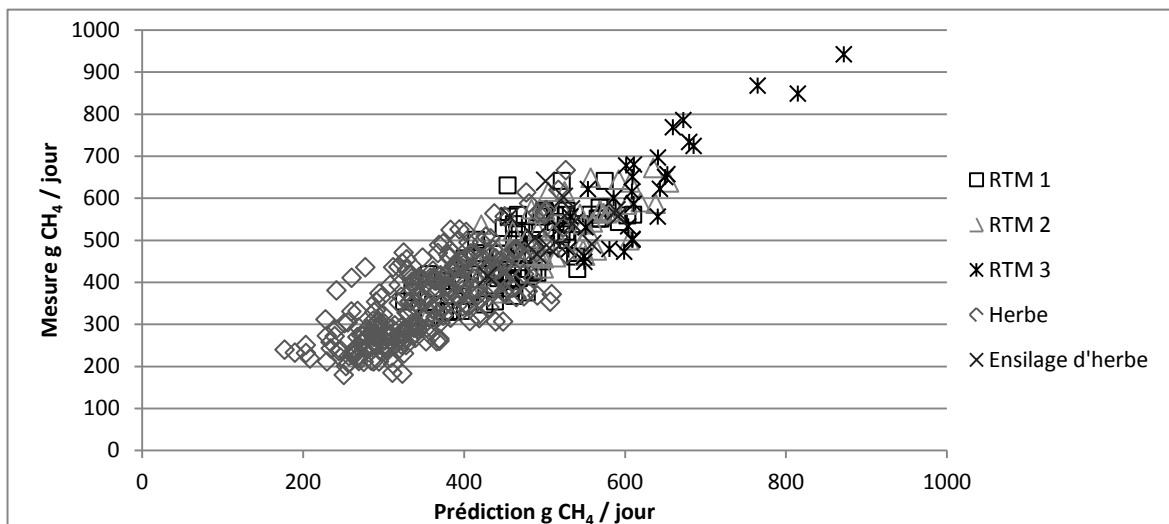


Figure 7. Relation entre les émissions de CH₄ entérique mesurées in vivo et celles prédites par spectrométrie moyen-infrarouge en fonction des régimes distribués.

Une fois l'équation améliorée de façon à couvrir toute la variabilité, elle pourra être appliquée sur la base de données spectrales reprenant plus d'un million de mesures spectrales des laits des vaches inscrites au contrôle laitier wallon. Diverses informations sur les individus correspondants sont également reprises dans cette base de données comme le numéro de lactation, le jour de prélèvement ou le patrimoine génétique. Dès lors, il sera possible d'étudier les liens entre ces différents paramètres et le CH₄ émis prédit grâce au spectre du lait. Enfin, des outils d'aide à la gestion ou à la sélection pourront être développés et combinés à une alimentation pertinente afin de minimiser les émissions de CH₄ de la part du cheptel laitier.

¹⁰ Dehareng F., C. Delfosse, E. Froidmont, H. Soyeurt, C. Martin, N. Gengler, A. Vanlierde, and P. Dardenne. 2012. Potential use of milk mid-infrared spectra to predict individual emission of dairy cows. *Animal* 6:1694-1701.

Tableau 2. Paramètres statistiques de l'équation de prédiction du CH₄ entérique.

	N	SD	R ² _c	R ² _{cv}	SEC	SECV
g CH ₄ /jour	452	126	0.76	0.70	62	69

9 Conclusions

Ces recherches menées en Région wallonne concernant les émissions de GES par les bovins démontrent la pertinence des inventaires, tenant compte des pratiques agricoles actuelles. Ces travaux d'inventaire doivent se poursuivre afin de prendre en considération leur variabilité interannuelle en relation avec l'évolution des pratiques agricoles et les changements climatiques. Ces recherches permettent aussi de mettre en évidence tant les compartiments émetteurs que les compartiments capteurs de nos systèmes de production bovine et, par voie de conséquence, de hiérarchiser très certainement les priorités d'action. Elles illustrent aussi la variabilité des flux de GES au sein d'un même système de production, laissant présager de réelles possibilités d'amélioration pour le futur.

Les recherches dédiées aux mesures sur site des flux associés à certains compartiments sont utiles à bien des égards. Elles sont précieuses pour procurer plus d'exactitudes aux méthodes des inventaires par l'usage de facteurs d'émissions réelles pour la Région wallonne. Ces recherches permettent aussi d'étudier la sensibilité des flux aux différents facteurs d'influence, qu'ils soient internes ou externes à l'exploitation. Elles devraient en conséquence permettre d'évaluer des scénarii ou des itinéraires techniques théoriques permettant de tendre vers une diminution des émissions, mais principalement d'identifier les plus prometteurs pour leur application sur le terrain.