

Synthèse

Le bilan des Gaz à Effet de Serre en exploitation laitière herbagère

Renier Mélanie

Stage de fin d'études d'ingénieur VetAgro Sup

Option « Agriculture, Environnement et Territoire »

Promotion 2007-2010

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



Contexte de l'étude, objectifs annoncés et problématique

1.1. L'effet de serre et l'agriculture

Selon le GIEC, notre planète se réchauffe et les Gaz à Effet de Serre contribuent fortement à ce réchauffement climatique. La lutte contre se réchauffement climatique est aujourd'hui un enjeu universel encadré par différents textes (Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique de 1992, protocole de Kyoto). Au niveau national, des inventaires d'émissions sont tenus à jour par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) : l'énergie est responsable de 45.5 % des émissions, suivi du transport à hauteur de 26 % puis de l'agriculture à 18 %¹.

Les gaz à effet de serre sont souvent au devant de la scène médiatique. Le Grenelle de l'environnement ou encore les réflexions autour d'une taxe² sur les émissions de GES créent un contexte favorable à une réflexion sur les émissions de gaz à effet de serre en exploitation agricole. En outre, l'enjeu est de taille pour le secteur agricole : le changement climatique n'est pas sans conséquences sur les productions agricoles et l'agriculture émet 79.2 % des émissions nationales de méthane et 83.1 % de celles de protoxyde d'azote. Or, ces deux gaz ont respectivement un Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) de 25 et 298 (Solomon S. et al, 2007), c'est à dire que leur capacité à réchauffer l'atmosphère est 25 et 298 fois supérieure à celle du CO₂ sur une période de cent ans.

1.2. Les mécanismes de production des GES en agriculture

Trois gaz à effet de serre sont émis par les activités agricoles :

<u>Le méthane (CH₄)</u>	Formé lors de la décomposition de la matière organique en milieu anaérobie. Production d'origine digestive (aussi appelé fermentation entérique et dégagé lors des éructations) ou associées aux déjections
<u>Le protoxyde d'azote (N₂O)</u>	Formé lors de la transformation de l'azote du sol en azote disponible (nitrites et nitrates).
<u>Le dioxyde de carbone (CO₂)</u>	Formé lors d'une combustion (de fioul, de gasoil) et de la respiration des organismes vivants (le CO ₂ émis lors des respirations n'est pas comptabilisé dans les bilans de GES).

¹ Ne sont prises en compte dans les 18 % que les émissions liées à la fermentation entérique, aux sols agricoles, et à la gestion des déjections animales.

² Eléments sur la Taxe Carbone : la commission Rocard préconise un montant progressif de la taxe à hauteur de 32 € / t CO₂ au début pour atteindre 100 € en 2030. François Fillon annonce ensuite un montant de 14 € / t CO₂. Ensuite, ce montant évolue à 17 € / t CO₂ suite à l'annonce de Nicolas Sarkozy. Le 29 décembre 2009, le projet de loi est alors censuré par le Conseil constitutionnel. Motif : « le projet crée une rupture d'égalité devant les charges publiques ». En effet, le texte n'était pas équitable car il prévoyait des exceptions pour certaines entreprises considérées comme les plus polluantes (et soumises au marché européen des quotas d'émissions de CO₂). Le 23 mars 2010, François Fillon annonce l'abandon de la taxe carbone et souhaite une mise en place européenne. Cette mise en place au niveau européen n'est pas d'actualité à l'heure actuelle.

1.3. Les mécanismes de compensation des émissions de GES

Alors que les exploitations agricoles émettent des GES, elles ont aussi le moyen de compenser ces émissions.

Les végétaux fixent le carbone de l'atmosphère lors de la photosynthèse. En agriculture, une partie des végétaux est utilisée mais une autre forme la matière organique (MO), riche en carbone et peut être stockée dans le sol. Cette MO va à terme être minéralisée mais le stockage de MO dans les sols dure en moyenne quelques dizaines d'années (Arrouays et al, 2002). Ce stockage de carbone dans les sols forme ce que l'on appelle un « puits à carbone » et peut être pris en compte en compensation des émissions lorsque l'on réalise un bilan des émissions de GES. Les activités agricoles susceptibles de stocker du Carbone sont celles qui permettent soit d'accroître les entrées de MO (prairies, haies), soit de retarder les sorties par minéralisation (par exemple grâce aux techniques du sol simplifiées).

1.4. La demande de l'ADAGE et la problématique du stage

A l'heure actuelle, l'élevage est souvent montré du doigt pour son impact significatif sur le réchauffement climatique et les systèmes herbagers sont accusés d'émettre d'avantage de méthane que les systèmes conventionnels lorsque la production de lait par vache est faible. Par ailleurs, l'agriculture est un des secteurs économiques capables de compenser ces émissions en développant des « puits de carbone ». Perdus dans une foule d'informations et poussés par un débat grandissant autour de la taxe Carbone, les éleveurs de l'association ont souhaité mener, début 2010, une étude au sein de leur ferme sur les gaz à effet de serre.

La question centrale à laquelle nous devons répondre est :

Quel est le bilan Gaz à Effet de Serre d'exploitations laitières en système herbager, comment se situent-elles par rapport à d'autres exploitations et comment réduire leur contribution au réchauffement climatique ?

Cette question peut se décliner sous forme de question sous-jacente auxquelles il nous faudra répondre. A savoir :

- Quelle est l'**empreinte carbone** d'une ferme herbagère ? Quelles sont les **caractéristiques des émissions** de GES d'exploitations herbagères ? Quelle est l'importance du **stockage de carbone** sous les prairies ?
- Peut-on faire le lien entre **émissions de GES** et **système d'exploitation** ?
- Quelles sont les **voies de réduction** des émissions à travailler ? Quelles sont les solutions techniques permettant de réduire sa contribution au réchauffement climatique ? Quelles sont les **conséquences** sur l'exploitation des moyens de maîtrise des émissions de GES et ces conséquences sont-elles compatibles avec les objectifs des éleveurs de l'ADAGE ?

2. Elément de méthode

2.1. Quelles sont les exploitations étudiées

L'objectif de l'étude est, d'une part, de mesurer la contribution au réchauffement climatique d'exploitations laitières herbagères, et d'autre part, de voir où se situent ces exploitations herbagères vis-à-vis des exploitations conventionnelles voisines basées sur une part de maïs dans la ration plus importante.

L'échantillon doit donc :

- être composé d'exploitations laitières herbagères³ en nombre suffisant,
- apporter une certaine diversité en termes de systèmes d'exploitation. C'est pourquoi les exploitations enquêtées ont des systèmes fourragers variés avec une part de maïs dans la SFP allant de 0 % à 60 %.

Lorsque les exploitations ont plusieurs ateliers, l'exploitation est considérée comme un ensemble de deux sous-systèmes. Seul l'atelier laitier est alors étudié. Ainsi, les cultures de ventes, les ateliers hors sol ou les ateliers de bovins allaitants ne sont pas pris en compte dans cette étude. Lorsque les résultats sont exprimés par rapport à la SAU, nous utilisons la surface dédiée au lait. C'est à dire, la surface de l'exploitation utilisée pour le troupeau laitier. A savoir, les surfaces fourragères et les cultures intra-consommées par le troupeau.

2.2. Quelle est l'étendue de l'étude ?

Les agriculteurs de l'ADAGE sont préoccupés par leur **impact global** sur l'environnement. C'est pourquoi il est nécessaire que cette étude s'intéresse aux émissions de GES ayant lieu directement sur l'exploitation mais aussi aux émissions en amont de l'exploitation. Deux types d'émissions sont donc pris en compte⁴ :

- Les **émissions dites directes**, c'est à dire celles résultant d'une activité ayant lieu sur le site de l'exploitation agricole. Par exemple, on peut citer les émissions provenant de la fermentation entérique des animaux ou encore celles dues à la combustion du fioul.
- Les **émissions dites indirectes** : c'est à dire celles qui ont lieu à l'extérieur de la ferme mais qui restent dues à son activité agricole. Par exemple, la fabrication des engrais minéraux entraîne des émissions de GES en amont de l'exploitation agricole. Ces émissions ne se font pas sur la ferme mais sont en lien direct avec l'activité agricole.

2.3. Les postes pris en compte

Pour chacun des postes étudiés, les éléments de calculs utilisés sont ceux du guide méthodologique Ges'tim (Institut de l'élevage 2009/2010). Certains éléments manquants ont été recherchés dans Planète (Solagro) et dans Bilan Carbone (Ademe).

Sont étudiés dans cette étude, les émissions dues :

- Aux animaux : dégagement de méthane et de protoxyde d'azote par le rumen.
- Aux déjections animales, qui, en se dégradant émettent du méthane et du protoxyde d'azote. Les déjections émettent des GES aux bâtiments (avant raclage), au stockage (en fumière, fosse, et au champ), au pâturage (lorsque les déjections sont émises à l'extérieur des bâtiments).

³ La part de maïs dans la Surface Fourragère Principale (SFP) est un élément permettant de caractériser le système de manière simple. Par ailleurs, c'est une donnée facilement disponible auprès des agriculteurs. Aussi, nous avons décidé de considérer qu'une exploitation est dite herbagère lorsque le maïs représente moins de 20 % de la SFP.

⁴ Cette méthode induit une différence importante par rapport aux inventaires nationaux réalisés par le CITEPA. En effet, nous rattachons ici une partie des émissions du secteur de la chimie (engrais, produit phytosanitaires) ou encore de l'énergie (extraction du pétrole, combustion de fioul) au secteur agricole.

- À la transformation de l'azote au niveau des sols. L'azote peut provenir d'apport minéraux et/ou organiques, de la dégradation des résidus de culture et des apports par les eaux de ruissellement et par les retombées atmosphériques.
- Aux consommations d'énergie. Les émissions de CO₂ prises en compte sont la somme des dégagements de CO₂ ayant eu lieu lors de la production de la ressource et ayant eu lieu lors de la combustion de la ressource.
- Aux consommations d'intrants qui, lors des étapes de production (implantation de la culture, entretien et récolte de la culture), de transport vers l'usine, et de transformation, émettent des GES.
- A l'utilisation de matériel agricole, qui, lors des étapes de fabrication, émettent des GES.

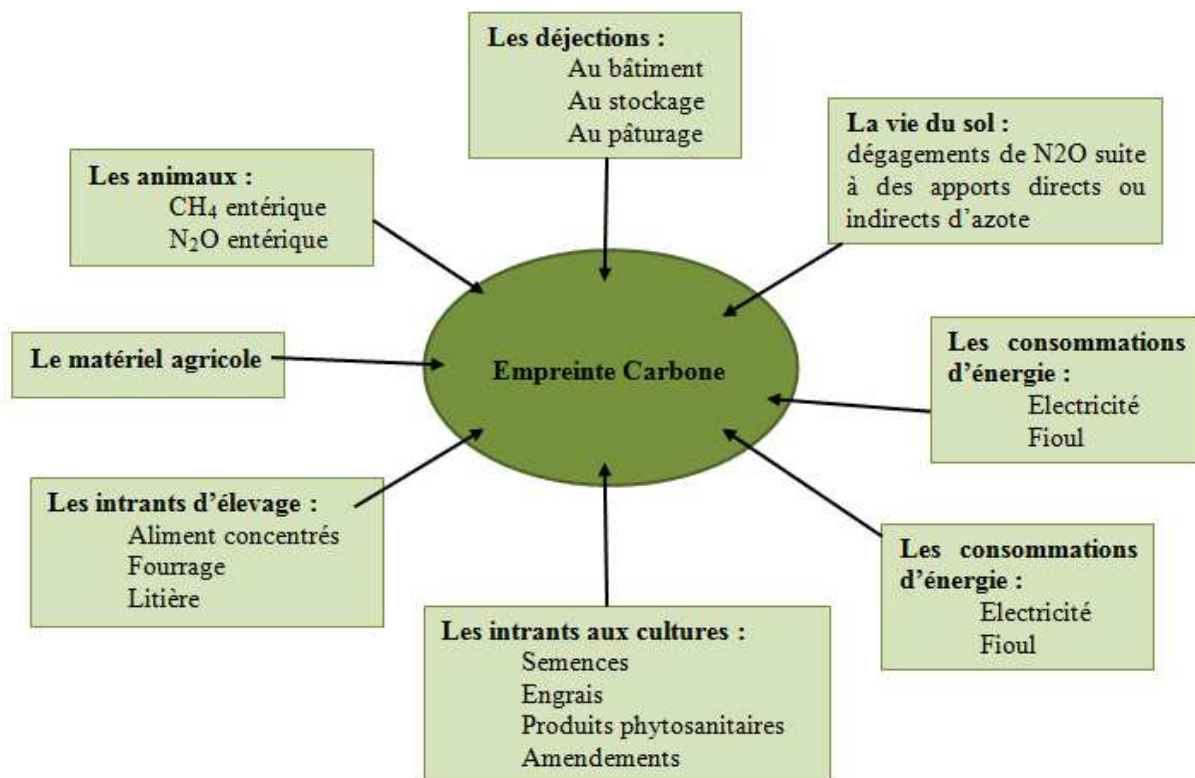


Figure 1. Les postes d'émissions pris en compte dans notre étude pour calculer l'empreinte Carbone

En plus des postes d'émissions, cette étude tient compte du stockage de carbone sous les prairies et sous les haies. Les valeurs considérées sont détaillées dans le tableau suivant (sources Arrouays et al, 2002).

Prairie permanente de moins de 30 ans	500 kg C/an/ha
Prairie permanente de plus de 30 ans	200 kg de C/an/ha
Prairie temporaire	$(p*500 - c*1000) / r$ où : <i>p</i> est la durée de vie de la prairie, <i>c</i> le nombre de culture et <i>r</i> la durée de la rotation.
Haies	125 kg C / ml (mètre linéaire)

3. Résultats de l'étude

Les résultats seront exprimés :

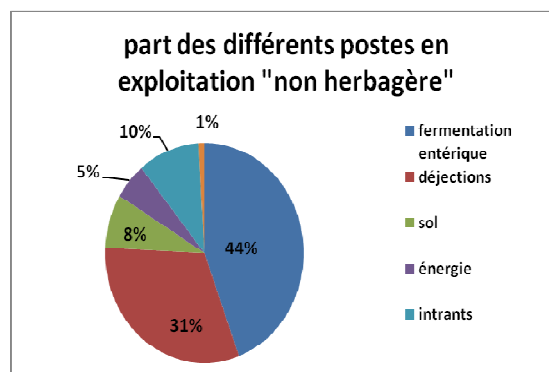
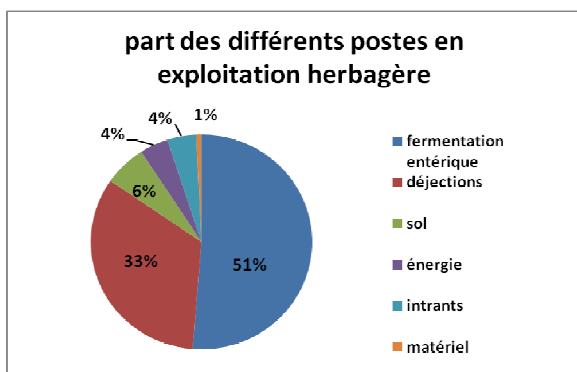
- par hectare de SAU. C'est la SAU de l'atelier laitier qui est utilisée.
- aux 1000 litres, le litrage utilisé est un **litrage standard**⁵. Une répartition des émissions entre le lait et la viande est effectuée grâce à des allocations économiques.

Les émissions présentées dans les résultats pourront être de deux sortes :

- les **émissions brutes**, calculées avant de prendre en compte le stockage de carbone dans les sols
- les **émissions nettes**, calculées après prise en compte du stockage de carbone.

3.1. Quel est l'importance des différents postes ?

Quel que soit le système d'exploitation, le **premier poste d'émission** est la **fermentation entérique**. Ensuite, les déjections animales occupent le deuxième poste. Nous avons pu observer une différence dans la répartition des postes selon les systèmes d'exploitation : chez les herbagers, le poids des fermentations entériques est plus important que chez les exploitations non herbagère. Par contre, le poids des consommations d'énergie et des intrants est réduit en système herbager.

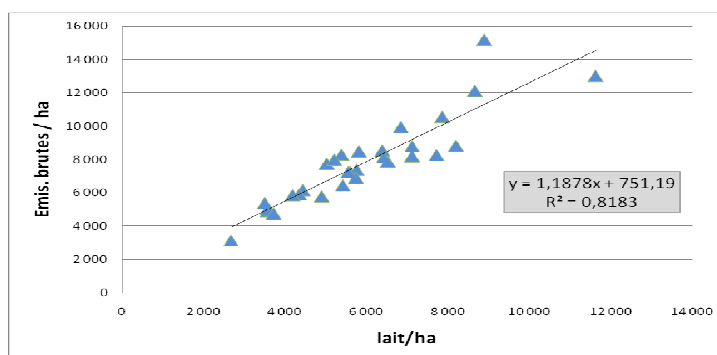


3.2. Peut-on faire le lien entre niveau d'émission et système d'exploitation ?

- o Lorsque les émissions sont exprimées à l'unité de surface :

Sur l'ensemble des exploitations enquêtées, on observe une corrélation entre niveau de production laitière à l'hectare et niveau d'émissions de GES à l'hectare (voir le Graphique 1).

Graphique 1. Corrélation entre émissions à l'hectare et production de lait à l'hectare



⁵ $lait\ standard = lait\ brut * (0.337 + 0.116 * \%MG + 0.06 * \%TP)$

Ainsi, au delà du système fourrager, c'est l'intensification de la production à l'hectare qui conditionne le niveau d'émission de GES à l'hectare.

Or, les agriculteurs herbagers ont fait le choix de désintensifier la production, notamment en basant leur système d'exploitation sur l'herbe pâturée, d'où un niveau d'émission de GES réduit.

o Lorsque les émissions sont exprimées en équivalent CO2 par litre de lait produit :

Lorsque l'on s'intéresse à l'ensemble des individus, on observe qu'il n'y a pas de corrélation entre le niveau des émissions brutes par litre de lait et les différentes caractéristiques des systèmes. Par ailleurs, la comparaison des herbagers et des non herbagers montre que les **émissions brutes** par litre de lait sont à un niveau proche.

Ainsi, les émissions brutes de GES par unité de lait produit ne sont pas différentes d'un système à l'autre.

Lorsque l'on étudie les résultats de l'ensemble des exploitations sans les classer entre herbager et non herbager, quatre groupes distincts ressortent de l'étude des exploitations :

- Groupe 1 : Les exploitations peu productives à l'hectare et aux niveau d'émissions à l'hectare très faible et au niveau d'émissions nettes par litre de lait faible, permis par un stockage de carbone important.
- Groupe 2 : Les exploitations très productives à l'hectare et au niveau d'émissions à l'hectare élevé du à l'intensification à l'hectare. ces exploitations ont aussi un niveau d'émissions (brutes et nettes) aux mille litres élevé, ce qui s'explique par un recours important aux intrants.
- Groupe 3 : Les exploitations moyennement productives à l'hectare et au niveau d'émission à l'hectare moyen mais au niveau d'émissions aux mille litres élevé
- Groupe 4 : Les exploitations moyennement productives à l'hectare et au niveau d'émission à l'hectare moyen mais ayant réussi à réduire leurs émissions aux mille litres par une productivité à l'animal élevée.

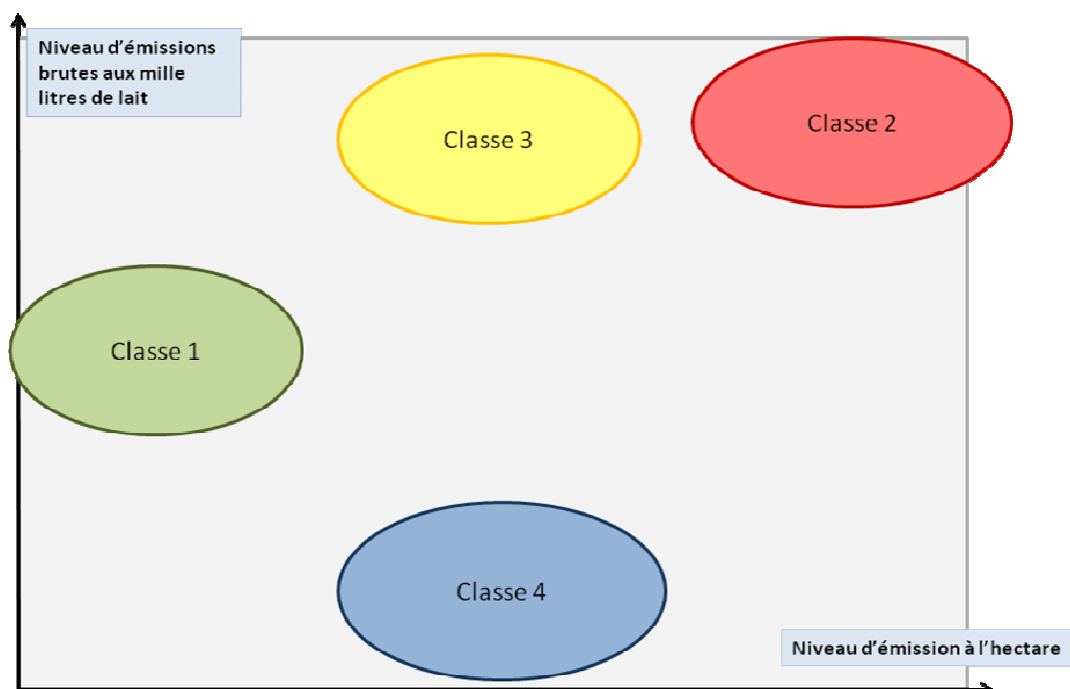


Figure 2. Positionnement des quatre groupes d'exploitations de l'étude vis-à-vis des émissions de GES

Les groupes 3 et 4 se différencient au niveau des émissions brutes par litre de lait. Les résultats des exploitations de la classe 4 sont intéressants mais difficiles à expliciter. Il semble que le niveau de production à la vache et à l'hectare de SAU permet à ces exploitations d'amortir les émissions sur une quantité de lait produite relativement élevée. Par ailleurs, on sait qu'intensifier la production à l'animal permet de réduire les quantités de méthane (principal GES en exploitation agricole) par unité de lait (Sauvant, 1992 ; Vermorel, 1995) ce qui peut aider les exploitations à réduire leurs émissions. Cependant, le groupe 2 nous montre que l'intensification trop élevée de la production entraîne un accroissement des émissions, malgré une baisse de méthane, et notamment expliquée par un recours accru aux intrants.

La recherche de l'optimum entre production laitière par vache et autonomie semble donc un moyen efficace de limiter les émissions de GES par litre de lait sans pour autant conduire à un accroissement des émissions des autres postes.

Alors que les résultats sont identiques d'un système à l'autre lorsque l'on s'intéresse aux émissions brutes par litre de lait, **les exploitations herbagères sont plus performantes lorsque l'on s'intéresse aux émissions nettes** (les herbagers émettent 874 ± 193 kg d'éq CO₂/1000 L contre $1018 \text{ kg} \pm 235$ pour les exploitations non herbagères. En effet, leur capacité à stocker du carbone, supérieure à celle des exploitations conventionnelles, leur permet de compenser en moyenne 20 % de leurs émissions. C'est pourquoi le bilan des systèmes fourragers s'améliore lorsque l'on prend en compte le stockage de carbone.

3.3. Quelles sont les voies de réduction des émissions à travailler ?

Au travers de cette étude, nous avons pu dégager plusieurs voies de travail pour limiter les émissions de GES en exploitation agricole.

Le méthane entérique, un poste clé

Le **méthane entérique** semble le principal enjeu. Cependant, la piste la plus souvent développée pour en réduire les émissions, à savoir l'intensification de la production à l'animal, a montré ici ces limites : trop intensifier la production à l'animal induit un recours croissant aux intrants qui pénalise les exploitations au niveau des autres postes d'émission (c'est notamment le cas des exploitations du groupe 2).

Le développement des puits de carbone : un potentiel intéressant :

Alors que certaines exploitations stockent entre 1 000 et 1 900 kg d'éq CO₂/ha, d'autre ne stockent que quelques centaines de kilogrammes. Cette grande diversité dans les valeurs stockées traduit un potentiel intéressant : les agriculteurs peuvent compenser une part de leurs émissions en adoptant des techniques stockantes. Ces techniques sont celles qui permettent, soit d'accroître les entrées de MO, soit de retarder les sorties par minéralisation. En exploitations laitières, différentes techniques stockantes peuvent être développées, en voici les principaux exemples :

- **L'implantation des haies**
- La conversion des terres arables en **prairie**.
- Augmenter la durée de vie des prairies permet de limiter le déstockage lors du retournement.
- Le **non labour des terres** induit aussi un stockage de carbone potentiel de 0.1 à 0.2 t C/ha/an dû au ralentissement de la vitesse de biodégradation.

Les consommations d'énergie et d'intrants, un levier d'action efficace malgré un poids faible dans l'empreinte carbone :

Les consommations d'énergie et d'intrants ont un impact limité sur l'empreinte carbone de l'exploitation lorsqu'ils sont pris un par un mais en réduire la consommation peuvent réduire

efficacement les émissions de GES. Les systèmes herbagers réduisent les émissions dues aux consommations d'énergie et d'intrants alors qu'ils augmentent celles dues aux fermentations entériques. Cependant, les résultats globaux sont identiques d'un système à l'autre lorsqu'ils sont exprimés à l'unité de lait produit. Ainsi, nous pouvons conclure que la réduction des émissions dues aux intrants et aux consommations d'énergie est un bon moyen de pallier aux émissions de méthane entérique accrues en système herbager.

Au delà de l'impact sur les Gaz à Effet de Serre, il est important de considérer l'ensemble des impacts environnementaux de l'activité agricole et ce sans mettre en péril la rentabilité économique des exploitations. C'est le souci de l'agriculture durable définie comme une agriculture économe et autonome. Alors que les systèmes herbagers développés selon ces principes sont reconnus pour leur impact réduit sur la qualité des eaux et sur l'épuisement des ressources, ils sont critiqués vis-à-vis des GES car font souvent appel à un troupeau plus important pour produire un même litrage. Or, cette étude nous a permis de voir que les fermes herbagères ne sont pas plus émettrices de gaz à effet de serre à l'unité de lait produit que les autres fermes. Elles ont même une capacité de stockage de carbone supplémentaire ce qui leur permet d'être plus performantes au niveau des GES.