

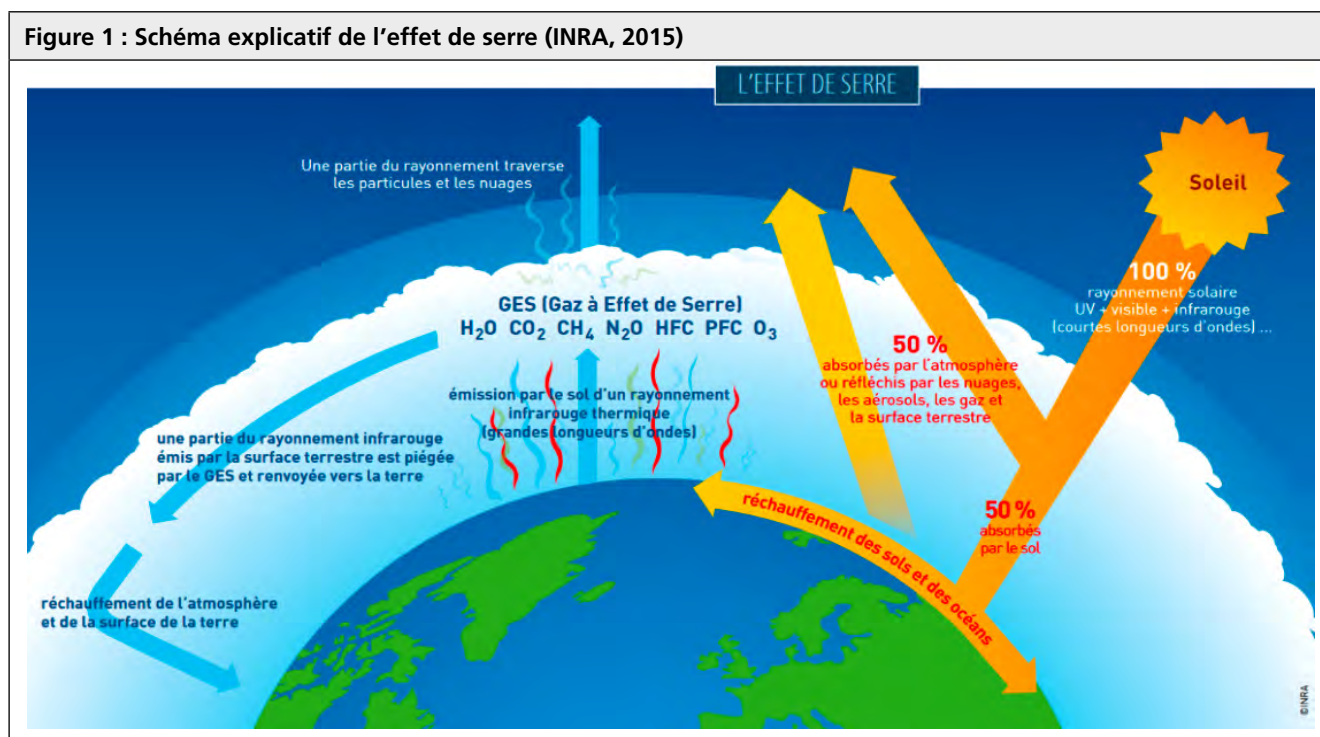


# Diagnostic de gaz à effet de serre et leviers d'action pour réduire les émissions agricoles

## Changement climatique et gaz à effet de serre (GES)

L'atmosphère joue le même rôle que les parois d'une serre. En l'absence de nuages, elle laisse passer la plus grande partie des rayons du soleil mais retient les rayons infrarouges émis par le sol, notamment grâce aux **gaz dit à effet de serre**, comme la vapeur d'eau et le CO<sub>2</sub>, qui sont présents naturellement dans l'atmosphère. Sans cet effet de serre, la Terre serait à une température moyenne de -18 °C. Ce **phénomène naturel** est donc essentiel pour le maintien et le développement de la vie.

Depuis l'ère industrielle, l'être humain consomme des énergies fossiles (gaz, charbon, pétrole) et amplifie l'effet de serre en émettant de grandes quantités de gaz à effet de serre. Les combustibles fossiles sont de loin les plus grands contributeurs au changement climatique mondial étant responsables de plus de 75 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre et de près de 90 % de toutes les émissions de dioxyde de carbone (Nations Unies). En parallèle, la déforestation a fortement contribué à détruire les puits de carbone, garants d'un certain équilibre climatique. La modification de l'atmosphère qui résulte des activités humaines conduit à un **effet de serre « additionnel »**, qui se traduit par un **réchauffement global**, et au-delà, par une modification du système climatique de la planète (Figure 1).



Après la seconde guerre mondiale, la demande alimentaire a généré une forte augmentation de la production agricole et une intensification de la production qui a profondément modifié les cycles de l'azote et du carbone (moteurs thermiques, utilisation d'engrais d'origine minérale, aliments concentrés importés, chauffage des bâtiments agricoles, etc.). Le milieu agricole et notamment l'élevage, par l'ouverture de ces cycles de carbone et d'azote, émet des gaz à effet de serre participant à l'amplification de l'effet de serre, à savoir le **dioxyde de carbone** (CO<sub>2</sub>), le **méthane** (CH<sub>4</sub>) et le **protoxyde d'azote ou oxyde nitreux** (N<sub>2</sub>O).

En plus des gaz à effet de serre, l'agriculture émet également des **particules atmosphériques**, c'est-à-dire des mélanges de polluants solides et/ou liquides en suspension dans l'air, mais également des **précurseurs de ces particules comme l'ammoniac** (NH<sub>3</sub>). Les particules fines engendrées ont un impact sur la qualité de l'air et causent des problèmes de santé. Quant à l'ammoniac, son **dépôt excessif en milieu naturel** peut conduire à l'**acidification** et à l'**eutrophisation** des milieux sans oublier qu'une part des émissions d'ammoniac dans l'atmosphère se convertit en protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O).



Figure 2 : Principales sources d'émissions des gaz à effet de serre, de l'ammoniac et des particules fines

GES	GES	GES	Pas GES
<b>CO<sub>2</sub> -</b> Dioxyde de carbone	<b>CH<sub>4</sub> -</b> Méthane	<b>N<sub>2</sub>O -</b> Protoxyde d'azote	<b>NH<sub>3</sub> - Ammoniac</b> et <i>particules fines</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Consommation d'énergies directes</b> (carburant, électricité)</li> <li>• <b>Consommation d'énergies indirectes liées aux intrants</b> (fabrication et transports des engrais, des aliments, des fourrages, de la paille, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fermentation entérique</b></li> <li>• <b>Gestion des déjections</b> (bâtiment, stockage, pâturage)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gestion des déjections</b> (bâtiment, stockage, pâturage)</li> <li>• <b>Épandages organique et minéral</b></li> <li>• <b>Émissions liées au sol</b> (lessivage de l'azote, redéposition de l'ammoniac, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gestion des déjections</b> (bâtiment, stockage, pâturage)</li> <li>• <b>Épandages organique et minéral</b></li> <li>• <b>Travail du sol, récolte</b></li> <li>• <b>Utilisation d'engins agricoles</b></li> <li>• <b>Séchage et stockage</b></li> </ul>

En Suisse, l'agriculture est responsable en 2021 de plus de 80 % des émissions nationales de CH<sub>4</sub>, d'environ 57 % de celles de N<sub>2</sub>O et de 94 % de celles de NH<sub>3</sub> (OFEV, 2023).

### Diagnostic de gaz à effet de serre et équivalent CO<sub>2</sub>

Les différents GES se distinguent entre autres par la **quantité d'énergie** qu'ils sont capables d'absorber et par leur « **durée de vie** » dans l'atmosphère. Pour pouvoir comparer les contributions de différents gaz à effet de serre sur le réchauffement global, sur une période donnée, une unité de comparaison a été créée : le **pouvoir ou potentiel de réchauffement global (PRG)** (Figure 3).

Figure 3 : Potentiel de réchauffement global et durée de vie moyenne dans l'atmosphère (GIEC, 2021 ; GES'TIM+, 2020)

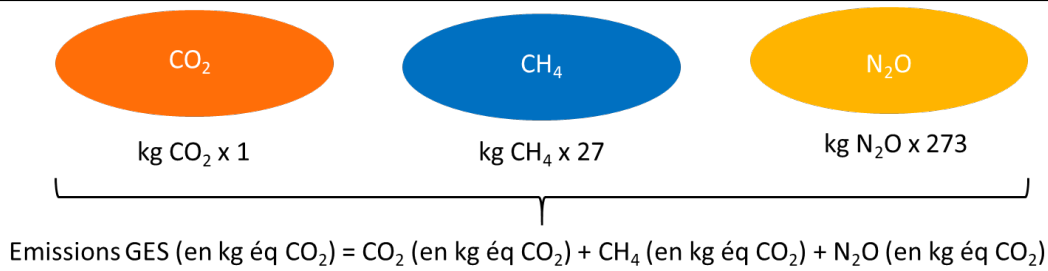
	<b>CO<sub>2</sub></b> Dioxyde de carbone	<b>CH<sub>4</sub></b> Méthane (non fossile)	<b>N<sub>2</sub>O</b> Protoxyde d'azote
Durée de vie dans l'atmosphère	• <b>&lt; 500 ans</b>	• <b>12 ans</b>	• <b>109 ans</b>
PRG sur une période de 100 ans	• <b>1</b>	• <b>27</b>	• <b>273</b>

Ainsi, sur une période de 100 ans, une molécule de CH<sub>4</sub> a un pouvoir de réchauffement 27 fois supérieur et une molécule de N<sub>2</sub>O un pouvoir de réchauffement 273 fois supérieur comparativement à celui d'une molécule de CO<sub>2</sub>.

L'**équivalent CO<sub>2</sub>** (abrégé éq CO<sub>2</sub>) est l'unité qui permet de comparer les impacts des différents GES et de pouvoir cumuler leurs émissions. Les émissions en équivalent CO<sub>2</sub> sont obtenues en multipliant les émissions d'un GES par son potentiel de réchauffement global (PRG) pour l'horizon temporel considéré (Figure 4).



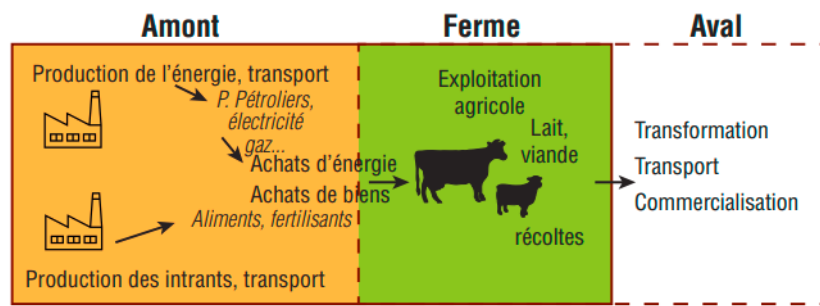
Figure 4 : Principes de calcul des émissions en équivalent CO<sub>2</sub> lors d'un diagnostic de GES en élevage



Pour donner un ordre d'idée, une **tonne d'équivalent CO<sub>2</sub>** (abrégé T<sub>éq</sub> CO<sub>2</sub>) est émise tous les 4600 km environ en voiture thermique (ADEME).

Le diagnostic de GES d'une exploitation agricole a pour objectif de calculer les émissions de GES en équivalent CO<sub>2</sub> en se limitant au périmètre des activités agricoles. Cela signifie que lors d'un diagnostic est pris en compte l'ensemble des processus nécessaires à la production de denrées agricoles sur le **périmètre intégrant l'amont et l'exploitation agricole** jusqu'à leur sortie au portail de la ferme (Institut de l'élevage, 2022). Les activités en aval de l'exploitation ne sont donc pas considérées (Figure 5).

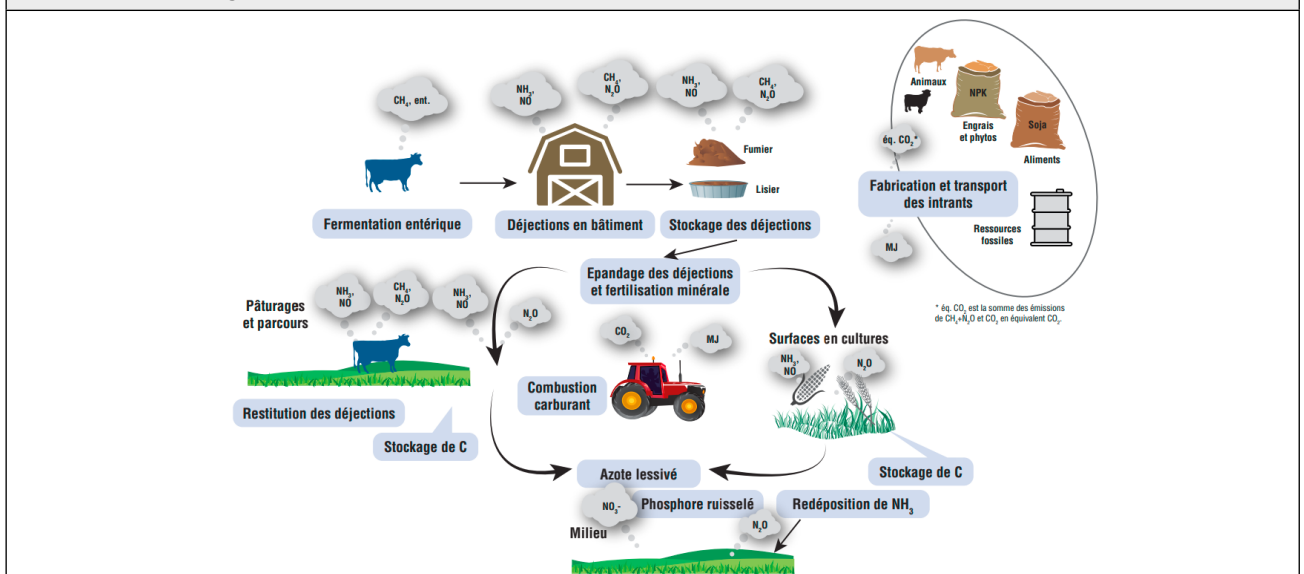
Figure 5 : Périmètre considéré pour le diagnostic de GES d'une exploitation agricole (Institut de l'élevage, 2022)



Les émissions, qu'elles soient directes ou non, peuvent avoir des sources variées (Institut de l'élevage, 2022) (Figure 6) :

- Pour l'élevage : les émissions entériques, les émissions des déjections au bâtiment, au stockage (et traitement), à l'épandage et au pâturage ;
- Pour les cultures et les prairies : l'effet de la fertilisation et les effets différés du redépôt de l'azote volatilisé et de l'azote lessivé, le déstockage de carbone dans le sol et dans la biomasse ;
- Pour toutes les activités : les émissions induites par la combustion de ressources énergétiques.

Figure 6 : Les différents postes d'émissions des impacts environnementaux sur une exploitation agricole (Institut de l'élevage, 2022)



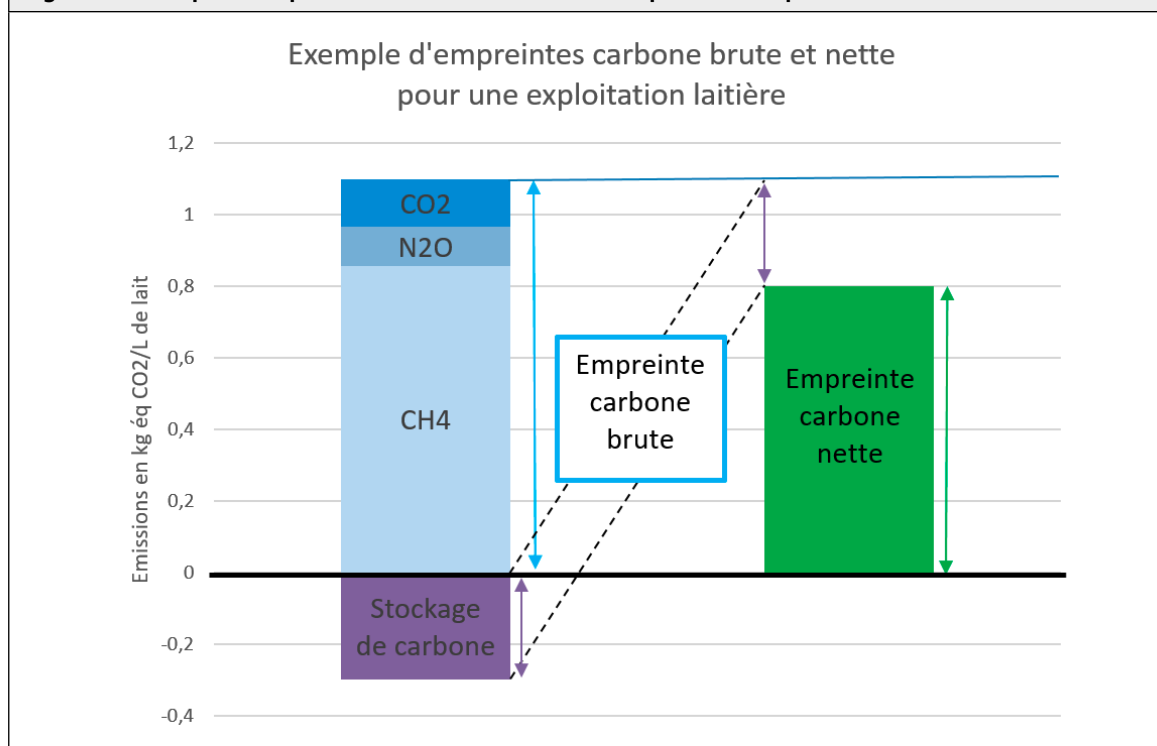


Lors d'un diagnostic de GES en élevage, deux empreintes carbone peuvent être calculées :

- L'empreinte carbone **brute** qui ne prend en compte que les émissions ;
- L'empreinte carbone **nette**, qui soustrait à l'empreinte carbone brute, la quantité de CO<sub>2</sub> stockée grâce à l'exploitation (par les haies, les prairies, etc.).

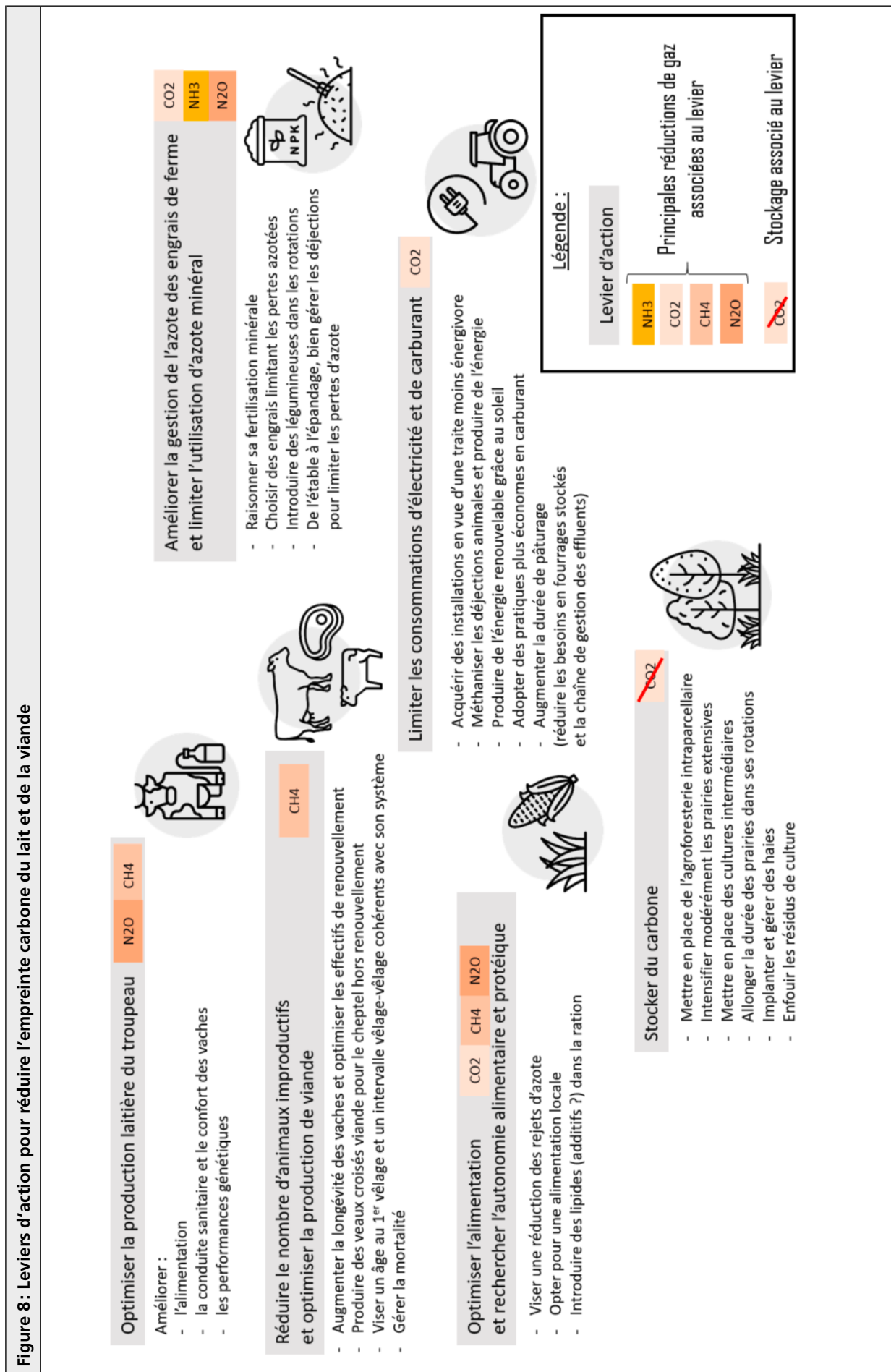
L'empreinte carbone peut être ramenée au **produit**, à savoir au litre de lait (Figure 7) ou au kilogramme de viande produits. Elle peut aussi être exprimée par **hectare** de surface agricole. Il est important de regarder en parallèle ces empreintes carbone car l'amélioration de l'une peut se faire au détriment de l'autre.

**Figure 7 : Exemple d'empreintes carbone brute et nette pour une exploitation laitière**



Dans la suite de cette fiche thématique sont abordés plus spécifiquement les **leviers d'atténuation** des émissions du secteur agricole dans les élevages de bovins. Cependant, un grand nombre des leviers indiqués sont tout à fait applicables dans des élevages de petits ruminants.

Le schéma ci-après (Figure 8) reprend les différents leviers d'atténuation évoqués dans cette fiche pour réduire l'empreinte carbone du lait et de la viande. Chacun des intitulés grisés correspond à un objectif de levier qui est lié à différentes mesures. Chacun des leviers a un impact sur un ou des gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) et/ou sur l'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Dans la partie suivante est détaillé chacun des leviers de ce schéma récapitulatif.





## Leviers d'action pour améliorer l'empreinte carbone du lait ou de la viande

En ce qui concerne les élevages laitiers, diminuer l'empreinte carbone brute du litre de lait produit peut passer par une réduction des émissions globales de l'exploitation à litrage constant ou par une augmentation de la production de lait à émissions constantes. Pour les élevages laitiers ou allaitants, diminuer l'empreinte carbone brute du kilogramme de viande produite peut passer par une réduction des émissions globales de l'exploitation à quantité de viande produite constante ou par une augmentation de la production de viande à émissions constantes (Figure 9).

**Figure 9 : Calcul des empreintes carbone brutes du lait et de la viande et leviers généraux pour les réduire**

$$\text{Empreinte carbone brute du lait} \downarrow = \frac{\text{Emissions de GES} \downarrow}{\text{Nombre de litres de lait produit} \uparrow}$$

$$\text{Empreinte carbone brute de la viande} \downarrow = \frac{\text{Emissions de GES} \downarrow}{\text{Nombre de kg de viande produite} \uparrow}$$

↓ Diminution  
 ↑ Augmentation

### En bovin lait, optimiser la production laitière du troupeau

Jusqu'à ce qu'une vache produise du lait, elle entraîne des coûts d'élevage et des impacts environnementaux, ceux-ci surtout sous forme d'émissions de gaz à effet de serre. Il est souhaitable, tant d'un point de vue économique qu'environnemental, que ces coûts et impacts environnementaux puissent être répartis sur le plus grand nombre possible de litres de lait.

L'optimisation de la production laitière peut passer par l'amélioration :



*L'optimisation de la production laitière est un levier majeur pour la réduction de l'empreinte carbone.*

- de l'**alimentation** : s'assurer que les vaches mangent à volonté, favoriser l'ingestion de fourrages en équilibrant la ration en énergie et protéine, couvrir les besoins en minéraux, oligo-éléments et vitamines;
- de la **conduite sanitaire** (diminution du nombre de mammites et de boiteries);
- du **confort** des vaches (limiter le stress);
- des **performances génétiques** laitières.

### Réduire le nombre d'animaux improductifs et optimiser la production de viande

#### Augmenter de la longévité des vaches et optimiser les effectifs de renouvellement

En bovin lait, l'**augmentation de la durée de vie productive des vaches laitières**<sup>1</sup> et l'optimisation des effectifs de génisses de renouvellement a plusieurs avantages au niveau environnemental mais aussi économique (Python et al., 2023) :

- L'impact environnemental et les coûts liés à l'élevage sont répartis sur une durée de vie productive plus longue.
- Les vaches n'atteignent leur potentiel de production qu'à partir d'un grand nombre de lactations (5<sup>ème</sup> lactation, cf. Projet « Durée de vie des vaches laitières suisses », 2021-2024, lancé par le FiBL, la HAFL et AGRIDEA).
- Le nombre d'animaux pour la remonte est réduit et par conséquent les coûts liés à l'élevage diminuent.

1. Initiative parlementaire 19.475 et programme de paiements directs 2023 « Allongement de la durée de vie productive des vaches »



### Produire des veaux croisés viande pour le cheptel hors renouvellement

Dans les exploitations laitières, un nombre d'animaux réduit pour la remonte permet dans le même temps de viser une **production de viande plus efficiente** en pratiquant systématiquement une insémination avec des taureaux de race à viande pour tous les veaux qui ne sont pas utilisés pour le renouvellement.

### Viser un âge au 1<sup>er</sup> vêlage et un intervalle vêlage-vêlage cohérents

**Diminuer l'âge au premier vêlage**, en visant un **âge au premier vêlage cohérent** avec son système, permet de réduire le nombre de génisses présentes sur l'année dans l'élevage, ce qui diminue le ratio animaux présents/animaux productifs. En bovin lait, cela permet de limiter les périodes lors desquelles les animaux ne produisent pas de lait mais émettent des gaz à effet de serre. En bovin viande, cela améliore la productivité par UGB exprimée en kg de viande vive. L'impact carbone d'une génisse laitière juste avant le vêlage est, selon une moyenne française, de 2,8 Téqu CO<sub>2</sub> pour un vêlage à 24 mois et de 6,3 Téqu CO<sub>2</sub> pour un vêlage à 36 mois, soit 2,25 fois supérieur (GES'TIM+, 2020).

La **réduction et le maintien d'un bon intervalle vêlage-vêlage (IVV) en bovin viande** permet également une augmentation de la production de viande vive par UGB et une diminution de l'empreinte carbone. L'objectif d'IVV dans les troupeaux allaitants, pour que la rentabilité soit au rendez-vous, est d'un veau par vache par an (IVV proche de 365 jours) et ce, quelque que soit la race.

Pour les exploitations laitières suisses se pose la question, d'un point de vue environnemental, d'**augmenter volontairement l'IVV en prolongeant la lactation** - pour autant que la persistance soit bonne - et donc de faire saillir volontairement les animaux plus tard. Cela permettrait en effet de réduire le nombre de veaux par vache et par an. Le projet en cours « Les lactations prolongées - une option pour les exploitations laitières suisses ? » (2022-2024) a mis en évidence qu'allonger volontairement le délai de mise à la reproduction (DMR), se traduit par une réduction de l'impact environnemental du fait de la diminution du nombre de veaux nés : par rapport à un DMR<90j, il y a une réduction de près de 0,5 Téqu CO<sub>2</sub>/vache/an pour 90j<DMR<150j et de près d'1 Téqu CO<sub>2</sub>/vache/an pour DMR>150j.

### Limiter la mortalité

La mortalité des veaux est plus élevée chez les vaches primipares. Augmenter la longévité des vaches (cf. ci-dessus) permet ainsi de diminuer les pertes de veaux et d'améliorer ainsi sa productivité de viande vive par UGB. La **réduction de la mortalité des veaux passe notamment par :**

- Une **bonne préparation au vêlage** de la vache gestante (ration équilibrée sans carence minérale, durée du tarissement, isolement de la vache avant le vêlage, surveillance accrue par l'éleveur, etc.).
- Un **suivi attentif du veau dans les premiers jours de vie** (colostrum de bonne qualité et en quantité suffisante, lieux adaptés évitant la transmission de maladies, soin au cordon ombilical, etc.).



*Limiter la mortalité des veaux passe notamment par un suivi attentif des veaux après leur naissance.*



## Optimiser l'alimentation et rechercher l'autonomie alimentaire et protéique

### Viser une réduction des rejets d'azote

La volatilisation de  $\text{NH}_3$ , les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$ , les pertes de nitrates par lixiviation (« lessivage ») proviennent de la dégradation de composés azotés présents dans les engrais de ferme (majoritairement de l'urée, très volatile, essentiellement présente dans l'urine) en lien avec l'azote ingéré par les animaux. Plus l'excès de matière azotée dans l'alimentation est important, plus il y a d'azote dans l'urine et donc de risques de perte (Decker et al., 2021). La **réduction des apports azotés à l'animal** - tout en respectant les besoins nutritionnels de son stade physiologique et de son niveau de production - permet de limiter les émissions azotées. Le **taux d'urée du lait** est un bon indicateur de l'excrétion azotée et peut permettre d'ajuster l'alimentation pour éviter les excédents (Decker et al., 2021).

Pour réduire les excréments d'azote chez les ruminants sans trop dégrader leurs performances, il est possible (RMT élevages et environnement, 2019) :

- d'**augmenter la proportion d'aliment peu dégradé dans le rumen** pour accroître les apports de protéines directement à l'animal - cela peut se faire en utilisant des protéines protégées contre la dégradation ruminale par les micro-organismes ;
- de **créer un léger déficit en protéines dégradables pour les microbes** de façon à ce qu'ils recyclent une partie de l'urée endogène pour synthétiser leurs protéines. Ce mécanisme est particulièrement efficace sur le plan environnemental, car il peut conduire à réduire très fortement l'excrétion d'urée par l'animal.

Les **tannins** permettent une réduction d'excrétion d'azote dans l'urine et de taux d'urée du lait sans impacter le rendement corrigé en lait et ses taux (Herremans et al., 2020). Ce sont des métabolites secondaires végétaux présents dans certaines plantes

(lotier, esparcette par exemple) qui se lient avec la matière azotée (MA) dans le rumen et la protègent de la dégradation des micro-organismes. Cette protection réduit la dégradation de la MA au niveau de la panse : la production d'ammoniac est réduite, le foie recycle moins d'azote en urée et davantage de MA non dégradée est assimilée au niveau de l'intestin.



*L'analyse de fourrages permet d'ajuster la quantité de concentrés de la ration aux besoins de l'animal.*

### Opter pour une alimentation locale

L'optimisation de la ration au regard de l'empreinte carbone peut également passer par le choix d'une alimentation locale : ce peut être par exemple par le **remplacement du tourteau de soja importé** par du tourteau de soja produit plus localement (soja du Danube) ou par la substitution du soja par d'autres sources de protéines (Koster et al., 2022). Sur ce premier point, la Suisse est en avance par rapport à ses voisins européens : en 2022, plus de 92 % du soja fourrager importé provenait d'Europe (Réseau suisse pour le soja, 2023) contre moins de 10 % pour l'Union européenne (Académie d'Agriculture de France, 2021).

### Introduire des lipides ou des additifs dans la ration

La réduction des émissions peut se faire par l'**ajout de lipides ou d'additifs** dans les rations (cf. fiches techniques « Lipides et émissions de méthane entérique » et « Efficacité des inhibiteurs de méthane entérique »).

Pour les animaux recevant plus de 1 kg de concentrés par jour, la substitution de glucides par des lipides insaturés réduit les émissions de méthane entérique. Parmi les options possibles, l'intégration de lipides peut se faire sous forme de graines oléagineuses extrudées substituées aux glucides (lin, colza par exemple) ; et pour compléter, si nécessaire, des huiles incorporées dans un aliment concentré (huile de soja, huile de colza par exemple). Attention toutefois à ne pas dépasser le seuil de 5 % de matière grasse dans la matière sèche totale ingérée, pour ne pas risquer de perturber le fonctionnement du rumen (Tenaud et Trévisiol, 2015).

En ce qui concerne les additifs, des potentiels intéressants se dessinent pour la réduction des émissions issues de la fermentation entérique. Par exemple, Bovaer-10® a été inscrit par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) comme le premier additif alimentaire efficace pour réduire les émissions de méthane provenant de la fermentation entérique. Cependant, qu'en sera-t-il de l'acceptation sociale de ces additifs en Suisse ?





## Améliorer la gestion de l'azote des engrais de ferme et limiter l'utilisation d'azote minérale

### Raisonnement sa fertilisation minérale

En amont de l'exploitation, les phases de production des engrais minéraux nécessitent l'extraction de minerais et roches sédimentaires, l'utilisation de ressources énergétiques fossiles au cours de plusieurs phases de transformation en usine et du transport. Concernant les engrais azotés minéraux, les procédés de fabrication sont plus particulièrement impactants du fait :

- de l'utilisation de gaz naturel comme matière première lors de la fabrication de l'ammoniac (par exemple, pour les engrais de nitrate ou sulfate d'ammonium);
- des émissions de N<sub>2</sub>O lors de la production d'acide nitrique, rentrant dans la fabrication de nitrate d'ammonium.

À l'échelle de l'exploitation, les fertilisants minéraux azotés sont à l'origine de la plus grande partie des émissions de N<sub>2</sub>O.

Diminuer leur recours permettrait de réduire les émissions de N<sub>2</sub>O associées<sup>2</sup>. Une diminution des apports peut être obtenue :

- en les ajustant mieux aux besoins de la culture, avec des objectifs de rendement réalistes (ex : prise en compte des 5 derniers rendements de la culture, retrait des deux valeurs extrêmes et moyenne des 3 rendements restants);
- en valorisant mieux les fertilisants organiques;
- en prenant en compte les effets de la minéralisation du sol et de la minéralisation de la matière organique épandue, du précédent cultural, de l'azote contenu dans l'éventuelle eau d'irrigation;
- en améliorant l'efficacité de l'azote fourni à la culture par les conditions d'apport (retard du premier apport au printemps, apports fractionnés, enfouissement localisé de l'engrais, modulation intra parcellaire, conditions climatiques lors de l'apport, etc.).

### Choisir des engrais limitant les pertes azotées

Le choix des engrais peut également permettre de diminuer les émissions d'ammoniac et donc les pertes d'azote. Par exemple, les engrais contenant de l'azote nitrique génèrent jusqu'à 90 % d'émissions de NH<sub>3</sub> en moins comparé à un engrais uréique ou ammoniacal (ADEME, 2012). Par ailleurs, le choix d'engrais avec inhibiteurs de nitrification (engrais dits « retard » ou « à libération progressive ») permet de limiter les pertes en N<sub>2</sub>O et donc les pertes d'azote.

### Introduire des légumineuses dans les rotations

L'introduction de légumineuses dans les rotations (cultures principales, intermédiaires) ou des cultures à plus faible besoin en azote, le maintien d'une plus forte proportion de légumineuses dans les prairies temporaires permet de limiter les besoins en engrais azotés de ces surfaces, les légumineuses ayant la particularité de fixer l'azote de l'air. Par ailleurs, elles laissent dans le sol des résidus riches en azote permettant de réduire la fertilisation de la culture suivante.

### De l'étable à l'épandage, bien gérer les déjections pour limiter les pertes d'azote

Une bonne gestion des déjections – de l'étable jusqu'à l'épandage en passant par le stockage – est primordiale pour éviter les pertes en azote.

À l'étable, un **écoulement facilité de l'urine** (surfaces inclinées de 3 %, rigole d'évacuation, sols perforés), des **surfaces régulièrement nettoyées** avec une fréquence de raclage la plus élevée possible et adaptée à la fréquentation des différentes parties de l'étable et des déjections, un **climat d'étable limitant les températures élevées et les échanges d'air rapides** permettent de limiter les pertes d'ammoniac (Baumgartner et al., 2008).

La **couverture de la fosse à lisier**<sup>3</sup> réduit le mouvement d'air au-dessus du lisier et réduit en premier lieu les émissions d'ammoniac, sans provoquer d'émissions supplémentaires de GES (Fischler et al., 2023). Les fosses à lisiers enterrées permettent de ralentir les processus de production de méthane en raison du refroidissement à moins de 10 °C (cf. projet AgroCO2ncept Flaachtal). Par ailleurs, la couverture permet de **limiter le volume des effluents stockés** à épandre en empêchant la dilution par l'eau pluviale, ce qui permet des économies d'énergie à l'épandage.

Le choix du **mode d'épandage des déjections** permet de limiter la volatilisation de l'ammoniac. Selon l'Ordonnance sur les paiements directs, les pendillards, les injecteurs par socs, les injecteurs à disques, ainsi que l'injection profonde de lisier sont considérés comme des techniques d'épandage diminuant les émissions lors d'application de lisier ou d'engrais de recyclage<sup>4</sup>. Réduire la surface de contact du lisier avec l'air et/ou le temps d'exposition en enfouissant le lisier épandu limite les pertes d'azote. Des **conditions météorologiques favorables** lors de l'épandage, à savoir de basses températures, une haute humidité relative (sans forte pluie suivant l'apport pour éviter le lessivage) et un vent faible, permettent également de réduire les pertes

2. Cf. suppression de la marge d'erreur de +10% notamment en azote (N) pour le Suisse-Bilanz 2024 qui incite à diminuer l'utilisation des engrais minéraux.

3. Entrée en vigueur début 2022, la dernière modification de l'Ordonnance sur la protection de l'air laisse six à huit ans aux exploitants pour couvrir efficacement leurs fosses existantes. La Confédération assume que d'ici 2030, tous les réservoirs à lisier ouverts seront couverts.

4. cf. Ordonnance sur la protection de l'air qui prévoit à partir du 1er janvier 2024 l'obligation d'utiliser un système d'épandage par pendillard



d'ammoniac jusqu'à 50 % (Spuhler, 2023). À noter également que les apports effectués le matin ou en soirée sont plus efficaces que ceux de midi. Par ailleurs, plus la **teneur en matière sèche du lisier** est importante, plus les pertes d'azote par volatilisation le sont également. Idéalement, le lisier est dilué à 1:1. Enfin, un **couvert végétal développé** réduit les pertes en azote.

L'**acidification du lisier** permet de limiter la volatilisation de l'ammoniac (au bâtiment, au stockage, à l'épandage) et les émissions de méthane via l'inhibition des flores méthanogènes (au bâtiment et au stockage) (RMT élevages et environnement, 2019).

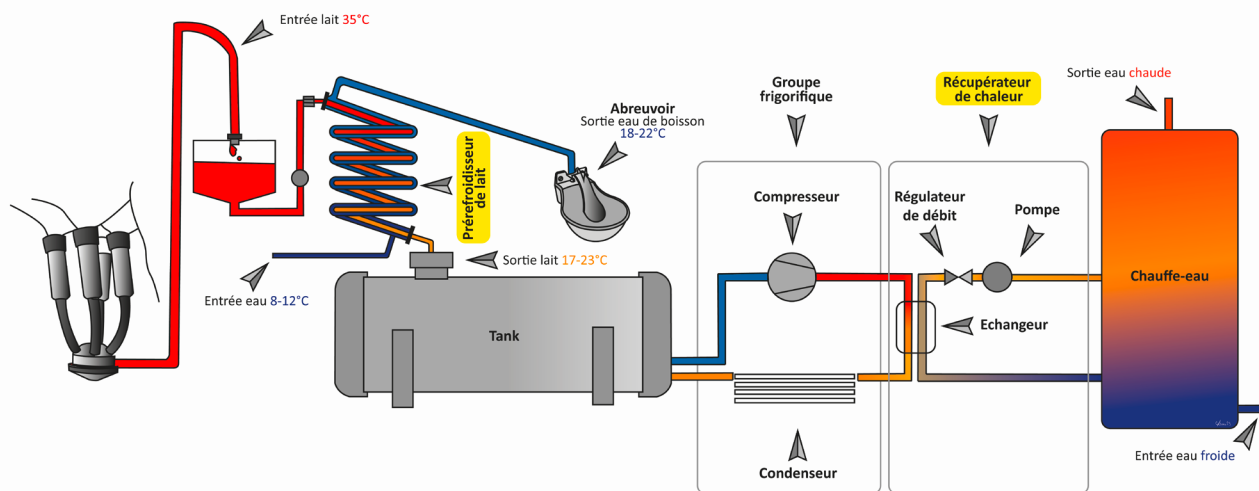
## Limiter les consommations d'électricité et de carburant et produire de l'énergie

### Acquérir des installations en vue d'une traite moins énergivore

En élevage laitier, le bloc de traite est le premier poste de consommation d'électricité avec en moyenne 85 % de la consommation qui lui est destinée. Dans la plupart des situations, le refroidissement du lait est responsable de près de la moitié de la consommation électrique, devant le chauffe-eau et la pompe à vide. L'aération du local de stockage du lait, le positionnement du tank ou du groupe frigorifique, si ce dernier est séparé de la cuve, et le nettoyage des condenseurs sont autant de solutions simples qui peuvent assurer jusqu'à 40 % d'économies (Loobuyck et Prévost, 2016). L'investissement dans du matériel permet d'aller plus loin dans la réduction de la facture énergétique. L'installation d'une **pompe à chaleur** peut permettre le rafraîchissement et la déshumidification d'une étable en même temps que la production d'eau chaude et / ou chauffage de locaux d'habitation ou d'élevage (Egger, 1996). Le **pré-refroidisseur de lait** diminue la température d'entrée du lait dans le tank et réduit ainsi son temps de fonctionnement (économies de 35 à 50 % sur sa consommation électrique). La mise en place d'un **variateur de fréquence de traite** limite la consommation d'électricité du moteur de la pompe en optimisant le fonctionnement de celle-ci.

La **pose de compteurs d'énergie** constitue le premier pas d'une démarche d'optimisation des consommations énergétiques. La mesure initiale permet de situer les performances de l'outil d'élevage tandis que son suivi permet de quantifier l'efficacité d'actions (pratiques d'élevage, changement de consignes, investissements) menées dans le cadre d'une stratégie de maîtrise des consommations énergétiques. La technique consiste à connaître et contrôler précisément les consommations d'énergie de chaque stade physiologique pour chacun des postes de consommation, afin de cibler les actions en faveur d'une réduction des consommations d'énergie (RMT élevages et environnement, 2019).

### Principes de fonctionnement d'un pré-refroidisseur de lait et d'un récupérateur de chaleur sur tank



Dessin: Lucia Bernasconi, AGRIDEA

*Remarque: Dans la réalité, les deux systèmes ne peuvent pas cohabiter car si le lait a été pré-refroidi, il y a moins de calories à récupérer au niveau du tank.*



### Méthaniser les déjections animales et produire de l'énergie

Les engrais de ferme peuvent être valorisés pour la production d'énergie. La fermentation des déjections animales sous l'action de microorganismes et en absence d'oxygène – la **méthanisation** –, permet la production de biogaz, mélange de méthane et de dioxyde de carbone. Ce **biogaz** peut servir à la production d'électricité et/ou de chaleur ou être injecté dans un réseau de gaz naturel. Même en l'absence de valorisation énergétique – avec utilisation de torchères –, la combustion du méthane en dioxyde de carbone est intéressante puisque le CH<sub>4</sub> a un pouvoir de réchauffement global 27 fois supérieur à celui du CO<sub>2</sub>.

### Produire de l'énergie renouvelable grâce au soleil

Le **chauffe-eau solaire thermique** consiste à mettre en place des capteurs solaires thermiques qui permettent de valoriser l'énergie du rayonnement solaire, sous forme de chaleur, pour chauffer de l'eau. L'utilisation de cette eau chaude produite peut être par exemple utilisée en élevage ruminants pour un usage sanitaire ou pour l'eau de boisson dans les élevages de veaux de boucherie (RMT élevages et environnement, 2019).

La **pose de capteurs solaires photovoltaïques** – sur toiture ou sur mât (trackers/traqueurs solaires) – permet de transformer l'énergie lumineuse du soleil en électricité. Il est déconseillé d'implanter les panneaux sur des bâtiments accueillant des animaux en raison des risques de corrosion, liés aux émissions d'ammoniac, et d'empoussièrément (RMT élevages et environnement, 2019).

### Adopter des pratiques plus économes en carburant

L'**adoption de pratiques économes**, telles que la conduite économe (ou éco-drive) ou les techniques culturales simplifiées, est un premier levier pour limiter ses consommations de mazout. L'éco-drive permet ainsi de réaliser des économies entre 20 et 30 % de la consommation de carburant (Ecodrives, 2014). Le diagnostic des tracteurs (passage au banc d'essai), possible depuis plus de 10 ans en Suisse, permet de vérifier les performances et les caractéristiques techniques du tracteur et de faire une mise au point du moteur. Cette dernière peut permettre, outre une augmentation du rendement moteur et une baisse des régimes d'utilisation, une baisse de la consommation de carburant (Deillon, 2014).

Le passage à des **techniques culturales sans labour** permet également des économies de carburant tout en permettant une augmentation du stockage de carbone dans les premiers horizons du sol.

### Augmenter la durée de pâturage

Valoriser un maximum le pâturage quand les conditions sont bonnes (portance des sols, présence d'un couvert végétal en croissance, accessibilité des surfaces, etc.) permet de réduire les besoins en fourrages stockés et donc d'économiser du carburant.

Par ailleurs, le pâturage réduit la part de déjections émises en bâtiments et donc également les émissions de N<sub>2</sub>O, de CH<sub>4</sub> et de NH<sub>3</sub> associées<sup>5</sup>. Les émissions ammoniacales sont plus faibles que sur la chaîne de gestion des effluents (pertes au bâtiment – stockage – épandage), car la pénétration rapide de l'urine dans le sol limite le contact entre l'urine et les fèces, limitant l'action de l'uréase des fèces sur l'urée présente dans l'urine et donc la dégradation de l'urée urinaire sous forme d'ammoniac (RMT élevages et environnement, 2019).

## Augmenter le stockage de carbone

Diminuer l'empreinte carbone nette du lait peut passer par une augmentation du stockage de carbone. Le stockage du carbone n'est qu'une mesure temporaire, qui permettra de limiter l'accroissement du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère dans le proche avenir et de retarder ses conséquences sur le climat.

Différents leviers peuvent être mis en place dans cet objectif (Pellerin et al, 2013) :

- **l'amélioration de la valorisation des prairies permanentes peu productives** en augmentant modérément le chargement animal - voire la fertilisation quand elle est possible - en vue d'augmenter la production annuelle de biomasse et le retour au sol de carbone ;
- **remplacement de la fauche par le pâturage** qui permet une moindre exploitation de l'herbe (refus des animaux) et un apport de déjections ;
- augmentation des restitutions par les résidus de culture ;
- **insertion et l'allongement de la durée des cultures intermédiaires**, ces dernières étant des plantes de couverture non récoltées ;
- **passage au semis direct strict**. Bien qu'il s'agisse d'un sujet controversé, cette pratique permet, d'après la littérature, d'accroître le stock de carbone dans l'horizon de surface (0 à 30 cm) ;

5. Cf. programme de paiements directs 2023 « Contribution à la mise au pâturage »



- **la mobilisation de matières organiques**, bénéfiques pour la santé physique, chimique et biologique du sol ;
- **extension de la part des prairies temporaires dans les rotations**, soit en allongeant leur durée lorsqu'elles sont déjà présentes, soit en les introduisant lorsque ce n'est pas le cas.
- développement de **l'agroforesterie intraparcélaire** ;
- installation de **haies** et mise en place d'un plan de gestion adapté.



*Le stockage de carbone via les prairies ou les haies permet de diminuer son empreinte carbone nette.*

## Conclusion

Des leviers variés d'atténuation existent pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) et celles d'ammoniac sur une exploitation agricole. Ces leviers mettent particulièrement l'accent sur l'**efficience**, que ce soit au niveau de la **gestion du troupeau**, de son **alimentation**, de la **conduite des cultures** et de la **consommation d'énergie**. L'objectif est de valoriser au maximum en produit lait ou viande les intrants nécessaires au fonctionnement de l'exploitation afin de réduire son **empreinte carbone brute**. L'essentiel est d'avoir une **approche systémique** et de viser une **cohérence** et une **optimisation du système d'exploitation**, que ce dernier soit intensif ou extensif.

Certains leviers d'**atténuation** du changement climatique s'avèrent être aussi des pistes pour l'**adaptation** au changement climatique. À titre d'exemple, l'allongement de la lactation dans les troupeaux ou de la durée de vie des vaches laitières permet de diminuer le nombre d'animaux pour la descendance/les besoins de remonte et réduit ainsi les quantités de fourrages nécessaires - parfois délicats à produire en période de sécheresse.

Des **outils de diagnostic de GES** existent pour calculer ses **empreintes carbone brute et nette** et mettre en évidence les leviers d'action pertinents à mettre en place pour son exploitation afin de les réduire. Les diagnostics réalisés depuis 2015 en France mettent en évidence que les élevages les plus performants techniquement sont aussi ceux qui ont les émissions de gaz à effet de serre les plus faibles ramenées au kg de produit lait ou viande : dans l'hexagone, la **réduction de l'impact carbone du lait ou de la viande va en général de pair avec l'amélioration de ses résultats technico-économiques**.

Pour être pérenne, la réduction des émissions de gaz à effet de serre doit aller de pair avec un **renforcement de la durabilité** de l'exploitation avec un objectif de fermeture des cycles du carbone et de l'azote et de diminution de la **concurrence alimentaire** et la **concurrence pour l'utilisation des surfaces**.

## Liens utiles

AgroCleanTech. Plateforme destinée à la transmission de connaissances et fournissant un service d'intermédiaire et d'information concernant l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et la protection du climat dans l'agriculture. Association développant des programmes d'encouragement dans les domaines de l'efficacité énergétique et de la protection du climat. [En ligne], URL : [www.agrocleantech.ch/fr/](http://www.agrocleantech.ch/fr/) (consulté le 07.07.2023)

Arbres et buissons fourragers dans l'alimentation des ruminants. Gresset F., Schoop J., AGRIDEA, avril 2022. Disponible et téléchargeable gratuitement sur le site d'Agridea : <https://agridea.abacuscity.ch/fr/> (consulté le 07.07.2023)

Projet « Durée de vie des vaches laitières suisses », 2021-2024, lancé par le FiBL, la HAFL et AGRIDEA. [En ligne], URL : [www.themes.agripedia.ch/fr/duree-dutilisation-des-vaches-laitieres-suisses/](http://www.themes.agripedia.ch/fr/duree-dutilisation-des-vaches-laitieres-suisses/) (consulté le 05.10.2023)

Eco-Drive en agriculture. [En ligne], URL : [www.agri-ecodrive.ch/](http://www.agri-ecodrive.ch/) (consulté le 07.07.2023)

Plateforme nationale d'ammoniac. Réduction des pertes d'ammoniac de l'agriculture. [En ligne], URL : [www.ammoniak.ch/fr/page-daccueil](http://www.ammoniak.ch/fr/page-daccueil) (consulté le 07.07.2023)



## Sources

- Académie d'Agriculture de France, 2021, [en ligne], *La France et l'Europe pourraient se passer du soja importé : Des membres de l'Académie font des propositions en ce sens !* URL : [www.academie-agriculture.fr/actualites/academie/la-france-et-leurope-pourraient-se-passer-du-soja-importe-des-membres-de](http://www.academie-agriculture.fr/actualites/academie/la-france-et-leurope-pourraient-se-passer-du-soja-importe-des-membres-de) (consulté le 13.07.2023)
- ADEME, 2012, [en ligne], *Les émissions agricoles de particules dans l'air, état des lieux et leviers d'action*. 19p. URL : <https://expertises.ademe.fr/professionnels/entreprises/reduire-impacts/reduire-emissions-polluants/emissions-dammoniac-nh3> (consulté le 10.07.2023)
- ADEME, DatAgir, [en ligne], *Impact CO2*, URL : <https://datagir.ademe.fr/apps/impact-co2/> (consulté le 23.06.2023)
- Baumgartner C., Birrer F., Boéchat S., Gnädinger R., Keck M., Uebersax A., 2008. *Réduction des pertes d'ammoniac dans les étables et aires d'exercice*. Fiche technique ammoniac. Production animale. Revue UFA. P. 31 à 34.
- Decker A., Zähler M., Dohme-Meier F., Böttger C., Münger A., Heimo D., Schrade S., [en ligne], *Optimiser l'apport en protéines à l'aide de la teneur en urée du lait*. Recherche Agronomique Suisse 12, 137-145, 2021. [www.agrarforschungschweiz.ch/fr/2021/10/optimiser-lapport-en-proteines-a-laide-de-la-teneur-en-uree-du-lait/](http://www.agrarforschungschweiz.ch/fr/2021/10/optimiser-lapport-en-proteines-a-laide-de-la-teneur-en-uree-du-lait/) (consulté le 22.08.2023)
- Deillon S., 2014, dans AGRI, hebdomadaire professionnel agricole de la Suisse romande, [en ligne], *Mise au point moteur : une pratique en progression*, URL : [www.agrihebdo.ch/moteurs](http://www.agrihebdo.ch/moteurs) (consulté le 10.07.2023)
- Eco-drive, 2014, [en ligne], *Roulez futé pour économiser du carburant*. URL : [www.agri-ecodrive.ch/](http://www.agri-ecodrive.ch/) (consulté le 7 juillet 2023)
- Egger K., 1996. *Récupération de chaleur dans les bâtiments d'élevage*, Programme d'action PACER – Energies renouvelables, Office fédéral des questions conjoncturelles. 75p.
- Fischler M., Uebersax A., Steiner B., [en ligne], *Lettre d'information Plateforme nationale d'ammoniac, n° 3 mai 2023*. Plateforme nationale d'ammoniac. URL : [www.ammoniak.ch/fr/page-daccueil](http://www.ammoniak.ch/fr/page-daccueil) (consulté le 07.07.2023)
- GES'TIM+, 2020, [en ligne], *Guide GES'TIM+ : la référence méthodologique pour l'évaluation de l'impact des activités agricoles sur l'effet de serre, la préservation des ressources énergétiques et la qualité de l'air*. Projet réalisé par Arvalis, en partenariat avec l'Idèle, le Ctifl, l'Ifv, l'Itavi, l'Ifip et Terres Inovia. Avec la participation financière de l'ADEME. 560p. URL : [www.arvalis.fr/recherche-innovation/nos-travaux-de-recherche/gestim/guide](http://www.arvalis.fr/recherche-innovation/nos-travaux-de-recherche/gestim/guide) (consulté le 10.07.2023)
- GIEC, 2021. *IPCC 2021 : 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, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Herremans S., Vanwindekens F., Decruyenaere V., Beckers Y., Froidmont E., 2020, *Effect of dietary tannins on milk yield and composition, nitrogen partitioning and nitrogen use efficiency of lactating dairy cows : A meta-analysis*.
- INRA, 2015. *Le climat change, la nature & l'agriculture aussi !* 15p.
- Institut de l'élevage (idele), 2022. *Guide simplifié de la méthodologie d'évaluation environnementale d'une exploitation agricole*, CAP'2ER. 20 p.
- Institut de l'élevage (idele), 2023. *Les sources de GES à l'échelle de l'exploitation*. Formation CAP'2ER® Niveau 2. Version du 28 avril 2023.
- Koster B., Hufschmid J., AGRIDEA, 2022. *Protection du climat dans l'élevage bovin. Résultats du projet Protection du climat dans le secteur bovin*. 26p.
- Loobuyck M., Prévost Mc., 2016. *Réduire la consommation électrique du tank grâce au pré-refroidissement du lait*, Institut de l'élevage et GIE Elevages de Bretagne. 8p.
- Nations Unies, Action Climat, [en ligne], *Causes du changement climatique*, URL : [www.un.org/fr/climatechange/science/causes-effects-climate-change](http://www.un.org/fr/climatechange/science/causes-effects-climate-change) (consulté le 18.10.2023)
- Office fédéral de l'environnement, 2023, [en ligne], *Sources de polluants atmosphériques : agriculture*, URL : [www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/air/info-specialistes/sources-de-polluants-atmospheriques/sources-de-polluants-atmospheriques---agriculture.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/air/info-specialistes/sources-de-polluants-atmospheriques/sources-de-polluants-atmospheriques---agriculture.html) (consulté le 23.10.2023)
- Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques*. Synthèse du rapport d'étude, INRA (France), 92 p.
- Python P., Rombach M., AGRIDEA, 2023. *Fiche d'information sur la production bovine. Ensemble de mesures pour une agriculture plus durable*. Version du 13 juin 2023. 6p.



Réseau suisse pour le soja, 2023, [en ligne], *Rapport annuel Réseau suisse pour le soja 2022*, URL : <https://www.sojanetzwerk.ch/fr/> (consulté le 13.07.2023).

RMT élevages et environnement, 2019, [en ligne], *Guide des Bonnes Pratiques Environnementales d'Élevage, Version 2019*. Ifip, ITAVI, idele. 356p. URL : [www.rmtelevagesenvironnement.org/les\\_outils\\_du\\_RMT](http://www.rmtelevagesenvironnement.org/les_outils_du_RMT) (consulté le 18.05.2023).

Spuhler M., AGRIDEA, 2023. *Ordonnance sur la protection de l'air: Obligations à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2024. Méthodes d'épandage réduisant les émissions*. 4p.

Tenaud A., Trévisiol A., 2015. ADEME. *Optimiser les apports protéiques pour réduire les rejets azotés. Apporter des lipides pour réduire les émissions de méthane chez les ruminants*. Fiche 8 de « Agriculture & environnement – Des pratiques clés pour la préservation du climat, des sols et de l'air, et les économies d'énergie. ». 10p.

© Crédits photographiques: Marie RUS

## Relecture

Véronique Frutschi Mascher et Jocelyn Altermath, Fondation Rurale Interjurassienne