



**HAL**  
open science

## **CARBON DAIRY – Le plan carbone de la production laitière**

Catherine Brocas, Samuel Danilo, Gaëlle Gueguen, Sindy Moreau,  
Jean-Baptiste Dollé

► **To cite this version:**

Catherine Brocas, Samuel Danilo, Gaëlle Gueguen, Sindy Moreau, Jean-Baptiste Dollé. CARBON DAIRY – Le plan carbone de la production laitière. *Innovations Agronomiques*, 2020, 79, pp.61 - 74. 10.15454/dh20-qf53 . hal-03014912

**HAL Id: hal-03014912**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03014912v1>**

Submitted on 19 Nov 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## CARBON DAIRY – Le plan carbone de la production laitière

Brocas C.<sup>1</sup>, Danilo S.<sup>1</sup>, Gueguen G.<sup>1</sup>, Moreau S.<sup>1</sup>, Dollé J-B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de l'élevage, Service environnement, MNE, 149 rue de Bercy, F-75595, Paris cedex 12

**Correspondance:** catherine.brocas@idele.fr

### Résumé

L'élevage bovin contribue en France pour environ 12% des émissions de GES (CITEPA, 2019). Conscient de l'importance de réduire l'empreinte carbone du lait, Carbon Dairy avait pour objectif de construire le plan carbone de la production laitière. Cette construction s'appuie sur une méthodologie d'évaluation environnementale basée sur l'analyse de cycle de vie. Émissions de GES et stockage carbone ont été évalués chez 4870 éleveurs laitiers. Les émissions de GES sont en moyenne de 1,02 kg éq. CO<sub>2</sub>/L lait vendu. Le stockage carbone les compense à hauteur de 10 à 47% en fonction du système fourrager. Une grande variabilité entre exploitations est observée. Les plus performantes sur les émissions de GES émettent 0,84 kg éq. CO<sub>2</sub>/L lait soit -19% par rapport à la moyenne. Au-delà des aspects environnementaux, un parallèle aux résultats économiques a été conduit à partir d'un panel de 1 143 éleveurs bretons. Pour ces élevages, ceux qui présentent les plus faibles émissions de GES ont des charges opérationnelles plus faibles de 14€/1000l en moyenne. Parmi les leviers qui ressortent de ce projet on retient : la gestion des effectifs, l'optimisation des intrants et l'efficacité globale du système. Ils sont des points clés pour la réduction des émissions de GES.

**Mots-clés :** Empreinte carbone du lait, émissions de gaz à effet de serre, stockage carbone, bovin lait, CAP'2ER®.

### Abstract: CARBON DAIRY: a carbon actions plan for dairy farms

In France, cattle farming contributes about to 12% of greenhouse gas (GHG) emissions (CITEPA, 2019). Aware of the importance of reducing the milk carbon footprint, Carbon Dairy aimed to build the milk production carbon footprint reduction road map. Based on Life Cycle Analysis (LCA) methodology, the calculation of GHG emissions and carbon sequestration was conducted on 4,870 dairy farms. GHG emissions average 1,02 kg eq. CO<sub>2</sub> / L milk. GHG emissions compensation varies from 10 to 47% depending on the forage system. Significant differences are observed between farms. The most efficient farms GHG emissions average 0,84 kg eq. CO<sub>2</sub> /L milk which represent a 19% reduction comparing to the average. The link between the economy and GHG emissions was confirmed on the basis of the results of 1,143 farmers from Brittany. The most efficient farms in GHG emissions saved 14€/1000l of milk in operating cost. Herd management, input optimization and overall system efficiency are the keys to reducing GHG emissions.

**Keywords:** Milk carbon footprint, GHG emissions, carbon sequestration, dairy farm, CAP'2ER®.

## Introduction

### Contexte

La production laitière est à la fois une activité émettrice de Gaz à Effet de Serre (GES) mais également une activité intervenant dans la régulation climatique grâce au stockage de carbone dans les sols. Ce double rôle confère à l'élevage un enjeu important dans la lutte contre le changement climatique et dans le maintien de la durabilité technico-économique et sociale de l'activité. Des techniques existent pour réduire les émissions de GES de l'activité d'élevage. Elles ont été synthétisées dans l'expertise collective de Pellerin et al. (2013). Cependant, aucun projet de déploiement de grande ampleur n'avait encore été mené afin d'étudier leur efficacité et lever les freins opérationnels/professionnels et structurels pour mobiliser l'ensemble de la filière.

### Objectifs généraux du projet

Fort de ce constat, le principal objectif du projet était de promouvoir une démarche permettant à la production laitière de réduire de 20 % son empreinte carbone, à échéance de 10 ans. Pour atteindre cet objectif, les partenaires visaient à :

- Apporter aux éleveurs et à leur environnement technique, les **outils et méthodes** pour appréhender la problématique, orienter et modifier leurs itinéraires techniques dans un objectif de réduction des émissions de GES et de préservation du carbone stocké dans les sols,
- **Promouvoir les systèmes d'élevage de demain et les pratiques innovantes associées** de manière à assurer la durabilité technico-économique, environnementale et sociale des élevages laitiers, et ainsi améliorer le rapport entre changement climatique et élevage,
- **Lancer une dynamique nationale** visant à démontrer aux éleveurs et aux conseillers agricoles l'intérêt et la faisabilité d'une feuille de route climatique pour la production laitière,
- **Elaborer la feuille de route climatique** de la production laitière déclinant les plans d'action carbone par système de production ainsi que la stratégie partenariale à mettre en place au niveau national.

## 1. Matériels et méthodes

### 1.1 Calcul de l'empreinte carbone du lait

Les élevages laitiers ont été évalués de manière individuelle à l'aide de l'outil CAP'2ER® (outil d'évaluation de la performance environnementale et d'appui technique en élevage de ruminants) développé par l'Institut de l'Élevage (IDELE, 2018b).

CAP'2ER® repose sur le concept de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) et suit les recommandations internationales (FAO, 2016 ; FIL, 2010 ; IPCC, 2006). L'ACV consiste à évaluer les impacts environnementaux d'un produit (changement climatique, bilan azote, consommation d'énergie, biodiversité, stockage carbone) depuis l'extraction des matières premières mobilisées aux différentes étapes du cycle de production jusqu'à sa consommation et son élimination.

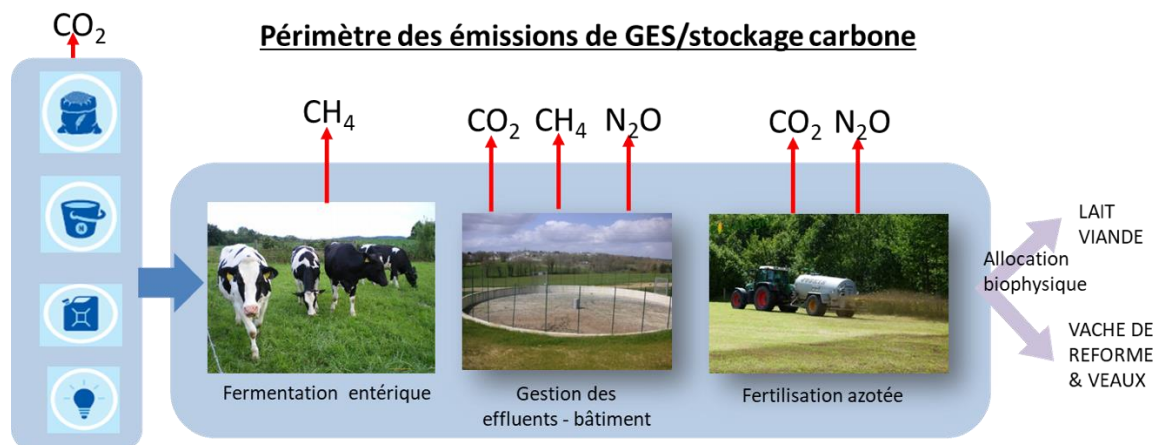
Dans le cadre de l'application de l'ACV, le périmètre retenu s'arrête à la sortie de la ferme (Figure 1), c'est-à-dire au portail de l'exploitation. Deux niveaux d'investigation sont proposés par l'outil CAP'2ER® :

- Le Niveau 1 couvre l'échelle atelier. Il a pour objectif de sensibiliser les éleveurs aux impacts environnementaux de leur activité avec une collecte rapide et simplifiée sur l'atelier.
- Le Niveau 2 couvre l'échelle de l'exploitation avec les différents ateliers qui la composent. L'objectif de ce niveau 2 est de réaliser une évaluation fine des impacts environnementaux de l'exploitation, d'identifier les leviers d'actions afin de mettre en place un plan d'action pour améliorer l'empreinte carbone de l'exploitation.

Les gaz à effet de serre principaux comptabilisés pour le secteur agricole sont le méthane ( $\text{CH}_4$ ), le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) et le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). Les émissions de GES sont exprimées en kg équivalent  $\text{CO}_2$  en tenant compte du pouvoir de réchauffement global (PRG) de chacun des 3 gaz, qui sont respectivement 1, 25 et 298 pour le  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  et le  $\text{N}_2\text{O}$ .

On recense 5 postes principaux de pertes d'émissions de GES :

- L'animal (vaches laitières et renouvellement) via les fermentations entériques qui émettent du  $\text{CH}_4$  entérique.
- La gestion des effluents couvrant les émissions de méthane et protoxyde d'azote sur toute la chaîne des effluents : bâtiment / stockage et pâturage.
- La fertilisation des cultures comptabilisant les émissions directes de protoxyde d'azote (engrais organique et minéral) et les émissions indirectes liées au sol (lessivage de l'azote, redéposition de l'ammoniac, retournement des prairies, etc.).
- L'énergie directe : comptabilisant les émissions de  $\text{CO}_2$  liées aux consommations d'énergies directes utilisées sur l'exploitation (carburant et électricité).
- Les intrants : comptabilisant les émissions en équivalent  $\text{CO}_2$  liées à la fabrication et aux transports.



**Figure 1 :** Périmètre de l'évaluation des émissions de GES de l'atelier laitier (CAP'2ER®)

Après avoir calculé l'ensemble des émissions de GES de l'atelier laitier, il est nécessaire de répartir ces émissions en fonction des différents produits sortant de l'atelier à savoir : le lait, les veaux et autres animaux vendus vivants et les animaux destinés à la production de viande (vaches de réforme). Différentes allocations peuvent être retenues pour attribuer un poids carbone aux différentes sorties. Celle retenue dans le cadre de l'outil CAP'2ER® est l'allocation biophysique. Le principe de cette dernière consiste à affecter la phase de gestation et d'élevage de la génisse à la production de viande, tandis que les impacts environnementaux au cours de la vie de la vache laitière sont affectés au lait au prorata des besoins en énergie pour chaque stade physiologique (Gac et al., 2014).

Au-delà des émissions de GES liées aux processus de production, les flux de carbone liés à l'utilisation des sols et aux changements de pratiques sont également pris en compte dans l'évaluation de l'empreinte carbone du lait. C'est particulièrement le cas pour les aliments importés qui entrent dans la composition des rations et qui sont liés à la conversion des terres, comme le soja. Ainsi, pour le tourteau de soja, les données utilisées considèrent ce déstockage de carbone.

Pour le maïs et les céréales produites en France, nous considérons un déstockage moyen de 160 kg C / ha / an après la conversion des pâturages en terres cultivées (Dolle et al., 2013) au cours des vingt dernières années. Des études sur la séquestration du carbone dans les prairies menées dans le cadre des projets European Grass Green (Soussana et al., 2007) et CarboEurope (Schulze et al.,

2009) montrent que les prairies sont des puits nets de CO<sub>2</sub> atmosphérique, stockant entre 500 et 1 200 kg de carbone / ha / an en fonction de la gestion (densité animale, mode d'utilisation, fertilisation). Selon ces résultats, nous supposons que les prairies permanentes augmentent chaque année la teneur en carbone du sol de 570 kg de carbone par ha. L'inclusion de prairies dans la rotation des terres cultivées augmente le retour de la biomasse dans la matière organique du sol. Ainsi, le bilan carbone annuel moyen du sol pour la rotation des cultures avec des prairies a été calculé en supposant que les terres cultivées libèrent 950 kg de carbone par an et que la prairie augmente de 570 kg de carbone par an et par hectare. On considère également que les haies stockent le carbone avec 125 kg de carbone par 100 mètres linéaires. Enfin, l'unité fonctionnelle utilisée pour exprimer les résultats est la quantité de lait vendu corrigé en matière grasse et protéines (litres) avec un taux butyreux de 40 g/kg et un taux protéique de 33 g/kg.

Cette méthodologie permet d'obtenir trois indicateurs carbone pour le lait, exprimés en kg éq. CO<sub>2</sub>/L lait vendu corrigé :

- Les émissions de GES.
- Le stockage carbone.
- L'empreinte carbone nette qui prend en compte les émissions de GES et le stockage carbone.

### *1.2 Description de l'échantillon de fermes diagnostiquées*

Le projet a été conduit sur les 6 principales régions laitières françaises qui représentent 65% de la production laitière nationale : Bretagne, Pays de la Loire, Normandie, Hauts de France, Lorraine et Rhône-Alpes. Cet échantillon illustre la diversité des systèmes de production rencontrés en France et permet de disposer d'une synthèse par système fourrager défini en fonction de la situation géographique (plaine ou montagne) et de la part de maïs dans la surface fourragère principale (SFP) de l'exploitation.

Deux diagnostics ont été mis en œuvre sur la durée du projet distant de 3 années comptables. Une première évaluation a été conduite en 2015 (année comptable 2013) chez 3 348 éleveurs laitiers avec CAP'2ER® niveau 2. Cette évaluation a été reconduite en 2017 (année comptable 2016) chez 3 135 éleveurs. Parmi ces élevages, 2 300 ont réalisé un diagnostic CAP'2ER® niveau 2 en 2015 et 2017.

L'évaluation de l'empreinte carbone du lait nécessite la collecte d'un large éventail de données. Le questionnaire de collecte consiste en 150 questions organisées en 6 sections : 1) Effectifs des troupeaux de bovins et production de lait et viande ; 2) Bâtiment et gestion des effluents ; 3) Conduite des cultures ; 4) Aliments achetés et rations de chaque catégorie animale ; 5) Consommation d'énergie (carburant et électricité) ; 6) Informations générales. Suite à cette collecte des données, les conseillers (Entreprise de Conseil en Elevage et Chambre d'agriculture) ont présenté les résultats et identifié des pistes d'amélioration avec les éleveurs. Un réseau de 58 fermes innovantes, réparties sur les 6 régions, a bénéficié d'un accompagnement renforcé dans la mise en œuvre de la démarche bas-carbone par la construction d'un plan d'action adapté au contexte et aux objectifs de chaque éleveur et un suivi technique annuel.

En complément, pour 1 143 éleveurs laitiers de la région Bretagne, des données économiques (charges opérationnelles, produits et marge brute de l'atelier laitier) ont été collectées lors du diagnostic initial. En 2017, 366 fermes ont renouvelé à la fois le diagnostic CAP'2ER® niveau 2 et un bilan économique.

### *1.3 Traitement statistique mobilisé pour l'analyse des résultats*

Un des objectifs était d'identifier les pratiques à mettre en œuvre pour réduire les émissions de GES. Une première étape d'analyse de corrélation des émissions de GES avec les données structurelles (SAU, nombre de VL, etc.) et les pratiques (production laitière par vache, quantité de concentrés, etc.) complétée d'une analyse des corrélations entre variables a permis de conserver 40 variables

indépendantes et corrélées. Ensuite, la méthode de régression pénalisée Lasso (package glmnet dans R) a permis de sélectionner les pratiques combinées qui expliquent la variabilité des émissions de GES. Ces résultats ont été consolidés par une comparaison des pratiques des élevages les plus performants en termes d'émissions de GES (le TOP 10% : moyenne du décile inférieur, c'est-à-dire aux 10 % des élevages dont les émissions de GES sont les plus faibles) aux autres élevages de l'échantillon (MOY 90% : moyenne de l'échantillon sans le TOP10%). Pour cela, nous avons utilisé le modèle de régression obtenu pour hiérarchiser les pratiques en utilisant les coefficients des pentes des variables sélectionnées et ainsi calculer le gain potentiel associé à chaque pratique si tous les éleveurs atteignaient les résultats du TOP10%.

Suite à la mise en œuvre des diagnostics CAP'2ER® dans les élevages, des entretiens individuels auprès de 42 fermes innovantes visaient à comprendre leurs points de vue vis à vis de la thématique carbone, des solutions techniques proposées et de la démarche dans sa globalité.

## 2. Résultats

L'ensemble des données de 4 870 éleveurs a permis de déterminer le niveau d'efficience environnementale des élevages, de mettre en relation les résultats environnementaux avec les indicateurs de pratiques, d'apprécier le lien entre efficience environnementale et efficience économique et d'identifier les pistes d'améliorations (IDELE, 2017 ; IDELE, 2018a).

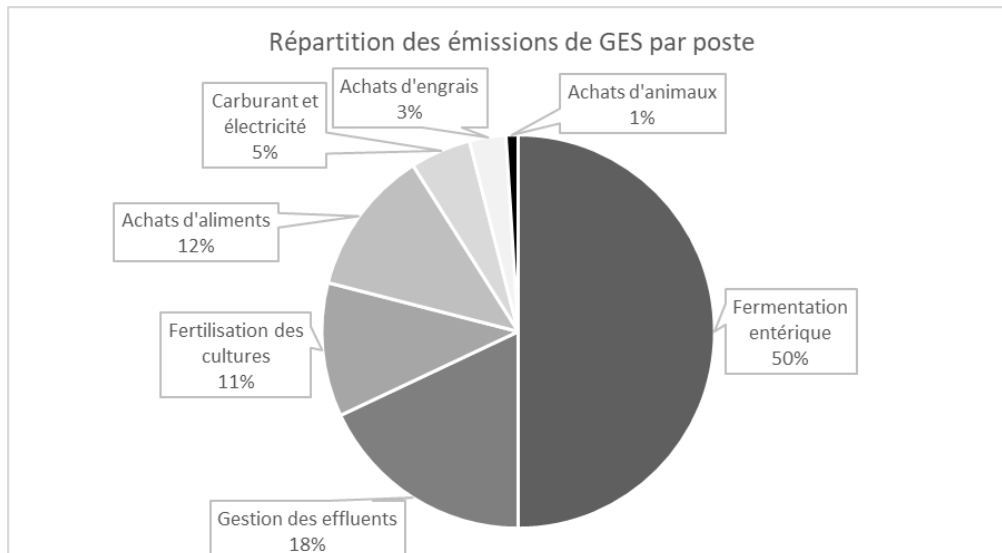
### *2.1 Les élevages avec un faible impact carbone se caractérisent par une meilleure efficience technique*

Les caractéristiques et les performances varient considérablement entre les différents contextes pédoclimatiques, les stratégies des éleveurs (race, système de production, taille, etc.) et la conduite technique de l'élevage (efficience, santé, reproduction, rationnement, etc.). Sur cet échantillon, la ferme laitière moyenne produit 482 000 litres de lait corrigé avec 65 vaches laitières et 66 ha de SAU lait (Tableau 1). Le chargement est de 1,6 UGB par hectare. L'âge au premier vêlage est de 29,2 mois et le taux de renouvellement de 30%. La quantité de concentrés consommée par les vaches laitières est de 163 g/l et la fertilisation azotée totale des cultures dédiées à l'atelier laitier est de 139 kg N / ha. Le premier décile et le dernier décile de chacune des caractéristiques des fermes de l'échantillon (Tableau 1) démontrent la diversité des systèmes et conduite d'élevage rencontrés dans cette étude.

**Tableau 1:** Présentation des exploitations de l'échantillon global

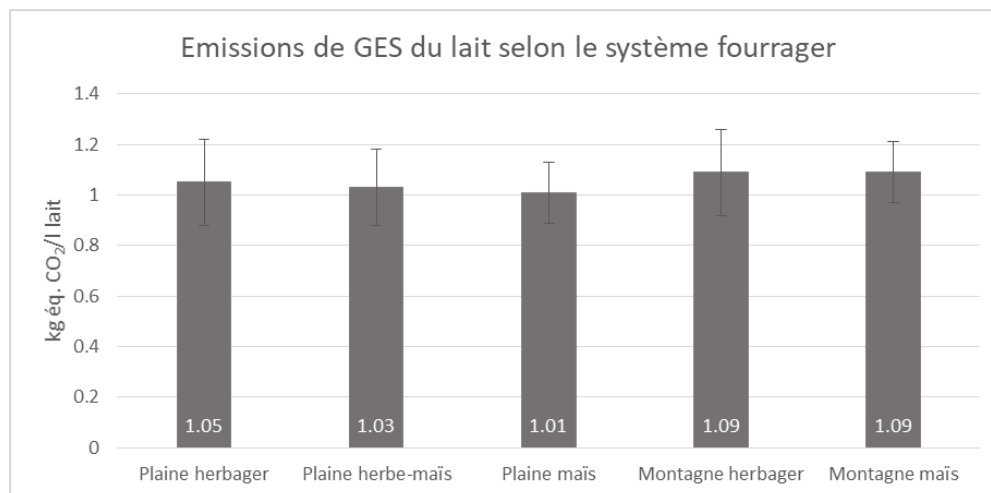
Caractéristiques des fermes	Moyenne	1 <sup>er</sup> décile	Dernier décile
SAU, ha	99	47	166
SAU lait, ha	66	35	105
Nombre de vache	65	38	99
Production laitière, *1000 l	482	262	753
Chargement apparent UGB/ha	1,55	1,04	2,07
Production laitière corrigée l/VL/an	7 431	5 822	8 863
TB, g/l	40,3	38,1	42,6
TP, g/l	32,3	31,1	33,8
Quantité de concentrés VL, g/l lait	163	98	240
Age au 1 <sup>er</sup> vêlage, mois	29,2	26	34
Taux de renouvellement, %	30%	18%	43%
Fertilisation azotée totale, kgN/ha lait	139	50	240
Herbe valorisée des prairies, t MS/ha	6,7	3,9	9,7

**Premier constat, 3 principaux postes d'émissions de GES ressortent : (i) la fermentation entérique (50%), (ii) la gestion des effluents et les apports d'azote sur les cultures (30%) et (iii) les intrants (20%)** (Figure 2). Cette répartition des émissions par poste permet une première hiérarchisation des différentes pistes de réduction des émissions de GES. La fermentation entérique et la gestion des effluents représentent près de 70% des émissions de GES de l'atelier. Ce constat démontre l'impact majeur de la présence d'animaux improductifs sur l'empreinte carbone du lait.



**Figure 2** : Répartition des émissions de GES par poste de l'échantillon global

Les résultats des émissions de GES (sans prise en compte du stockage/déstockage du carbone) par système fourrager sont comprises entre 1,01 à 1,09 kg CO<sub>2</sub>/ L de lait corrigé (Figure 3). Tous systèmes confondus, les émissions de GES sont de 1,02 kg CO<sub>2</sub>/ L de lait corrigé.



**Figure 3** : Emissions de GES du lait (kg éq. CO<sub>2</sub>/lait) selon le système fourrager de l'échantillon global

Les émissions de GES sont donc peu différentes d'un système à l'autre. En revanche, on observe une forte variabilité, variant de 24 et 34%, au sein d'un même système fourrager.

Les 648 élevages qui présentent les émissions de GES les plus faibles, avec un résultat de 0,84 kg CO<sub>2</sub>/L de lait corrigé (moyenne du décile inférieur, TOP10%), se caractérisent par une meilleure efficacité technique. La comparaison (Tableau 2) des résultats techniques de ces élevages à la moyenne des autres fermes de l'échantillon (MOY90%) montre qu'ils produisent 993 litres de lait/VL de

plus, tout en consommant 21 g/l de concentrés en moins, réduisant l'excrétion azotée des vaches laitières et utilisent moins de tourteau de soja (11 vs 17 g/l). Le renouvellement des vaches laitières nécessite l'élevage de moins de génisses avec un taux d'élevage de 38 UGB génisses pour 100 vaches laitières contre 46 pour la moyenne (MOY90%). Ces élevages présentent également un taux de valorisation du lait produit plus important, ce qui traduit des quantités de lait jeté pour raison sanitaire (mammites, boiteries, etc.) plus faibles. Enfin, la conduite des cultures dédiées au troupeau laitier se traduit par des apports en azote (organique et minéral) réduit de 4,7 kg N/1000l par rapport à la moyenne (MOY90%).

Ces résultats sont confirmés par la régression linéaire pénalisée qui a permis d'identifier les pratiques qui expliquent la variabilité des émissions de GES. Le modèle à 10 variables explique 71% de la variabilité (Tableau 2). La variation des émissions de GES entre les élevages est liée à la conduite de l'élevage et des cultures avec comme principaux indicateurs la production laitière par vache (l/VL/an), le nombre de génisses nécessaire au renouvellement du troupeau laitier (ratio UGB génisses/UGB VL), l'âge au 1<sup>er</sup> vêlage, l'optimisation de l'azote dans la ration des vaches laitières (azote excrété par les vaches laitières en g/l de lait), l'optimisation de la fertilisation azotée des cultures et la valorisation du lait produit en réduisant les pertes de lait pour raison sanitaire comme les mammites, boiteries, etc. (ratio lait non valorisé sur lait produit).

La performance carbone (émissions de GES) des élevages est donc principalement due à une meilleure gestion des effectifs en réduisant les phases improductives (élevage des génisses, santé/alimentation et productivité laitière) et l'utilisation des intrants : usage moindre des concentrés, meilleure gestion de la fertilisation, réduction des consommations d'énergies directes, choix du type de correcteur azoté, etc. Ce constat est valable quel que soit le système fourrager.

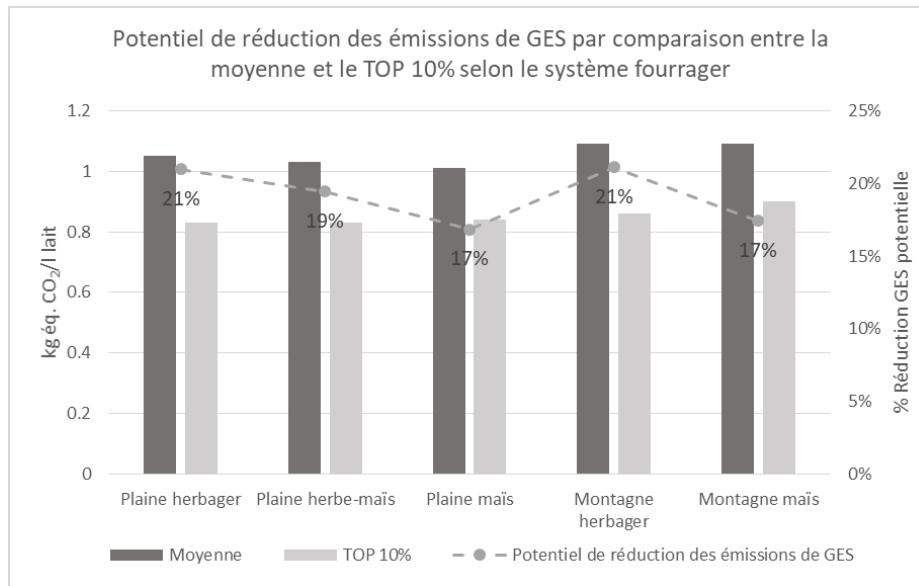
L'atteinte de l'objectif de réduction de 20% de l'empreinte carbone du lait est accessible par la mise en œuvre des pratiques des élevages du TOP10% chez l'ensemble des éleveurs. Les différences d'émissions de GES observées (Figure 4) entre le TOP10% et la moyenne de l'ensemble des éleveurs de l'échantillon mettent en évidence un potentiel de réduction des émissions de GES de 19% tous systèmes confondus. Ce potentiel varie de 17 à 21% en fonction du système fourrager.

**Tableau 2** : Modèle de régression et pratiques qui expliquent la variabilité des émissions de GES\* entre le TOP 10% et la moyenne des éleveurs restant (MOY 90%)

Variables	moyenne MOY 90%	moyenne TOP 10%	Ecart TOP10% par rapport à MOY90%	Hiérarchisation des pratiques
Ratio UGB génisses / UGB VL	0,46	0,38	-17%	2
Production laitière corrigée - l/VL/an	7332	8325	14%	1
Azote organique et minéral - kg N/1000l	19,1	14,4	-25%	4
Carburant - litre / 1000l	21	18	-14%	6
Azote excrété par les VL - g/litre	15	13	-13%	3
Ratio lait non valorisé / lait produit	0,035	0,022	-37%	5
% UGB achetés / UGB totaux	0,018	0,015	-17%	8
Age au 1er vêlage - mois	29,4	27,4	-7%	10
Quantité de tourteaux de soja - g/l lait	17,0	11	-35%	9
Quantité de concentré g/l de lait vendu corrigé	206	185	-10%	7
R <sup>2</sup> modèle à 10 variables				0,71

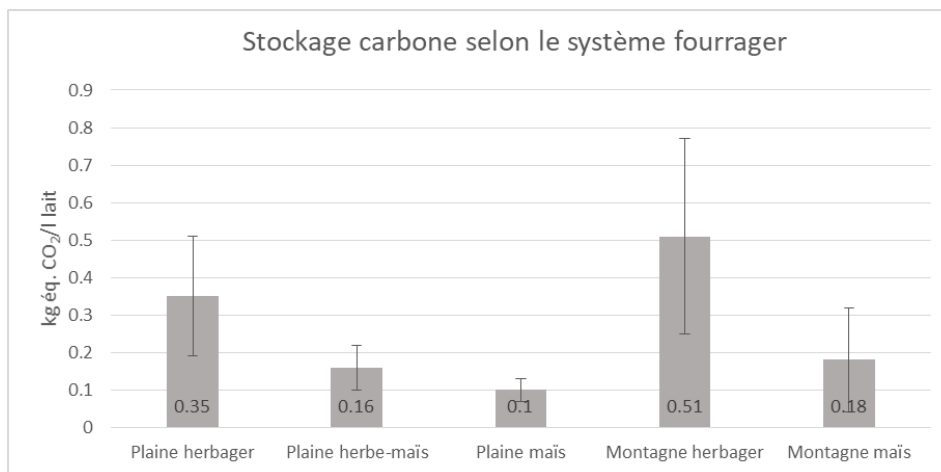
\*L'analyse de régression a été conduite sur les émissions de GES totales de l'atelier par litre de lait (sans allocation entre le lait et la viande)





**Figure 4** : Comparaison des émissions de GES de l'échantillon global aux 10% des élevages dont les émissions de GES sont les plus faibles (TOP 10%) selon le système fourrager

La prise en compte du stockage carbone des prairies et des haies ainsi que du déstockage des cultures permet de compenser de 10 à 47% des émissions de GES selon le système (Figure 5). L'empreinte carbone nette moyenne du lait est de 0,88 kg CO<sub>2</sub>/L lait et varie de 0,58 à 0,91 kg CO<sub>2</sub>/L lait. Ce sont les systèmes herbagers qui compensent le plus leurs émissions et qui ont l'empreinte carbone nette la plus faible.

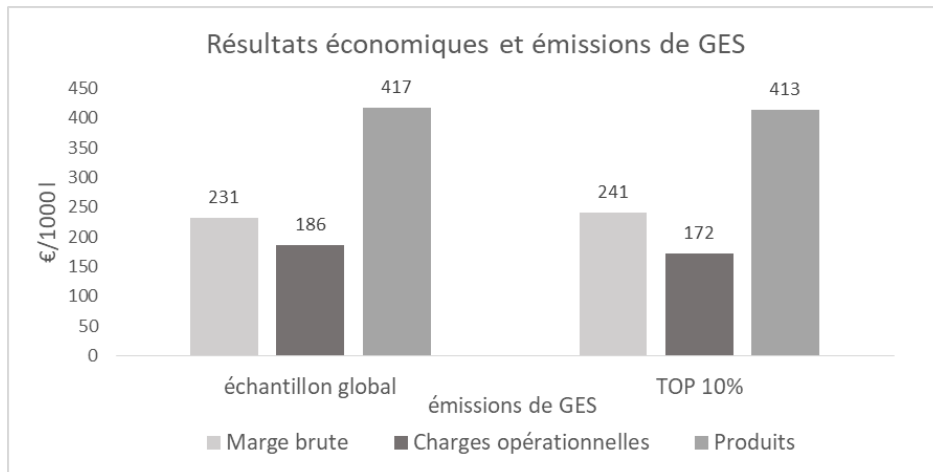


**Figure 5** : Stockage carbone du lait moyen en fonction du système fourrager en kg eq. CO<sub>2</sub>/L lait de l'échantillon global

Les élevages qui ont les émissions de GES les plus faibles (TOP10%) présentent un stockage du carbone équivalent aux autres éleveurs de l'échantillon avec 305 kg de carbone stocké/ha contre 300 kg carbone/ha pour les autres éleveurs (MOY 90%) de l'échantillon. Par contre, le stockage carbone exprimé en litre de lait vendu corrigé est plus faible avec 0,11 kg eq. CO<sub>2</sub>/L contre 0,14 kg eq. CO<sub>2</sub>/L. Ce résultat s'explique par une productivité à l'ha plus importante (9 535 l/ha SFP contre 7 883 l/ ha SFP).

## 2.2 Un lien fort entre les résultats environnementaux et la performance économique.

Pour les 1 143 élevages bretons où les données économiques étaient disponibles (marge brute année comptable 2013), une comparaison entre économie et environnement a été réalisée. Les exploitations avec les émissions de GES les plus faibles (TOP 10%) se caractérisent par une meilleure efficacité technico-économique (Figure 6). Ainsi en 2013, les élevages TOP 10% de cet échantillon présentent des émissions de GES de 13% inférieures à la moyenne, ils dépensent en moyenne 14€/1000l de moins en charges opérationnelles et ont une marge brute supérieure à la moyenne de 10€/1000l.



**Figure 6** : Résultats économiques des élevages avec les émissions de GES les plus faibles (TOP 10%) comparés à la moyenne de l'échantillon de 1 143 élevages

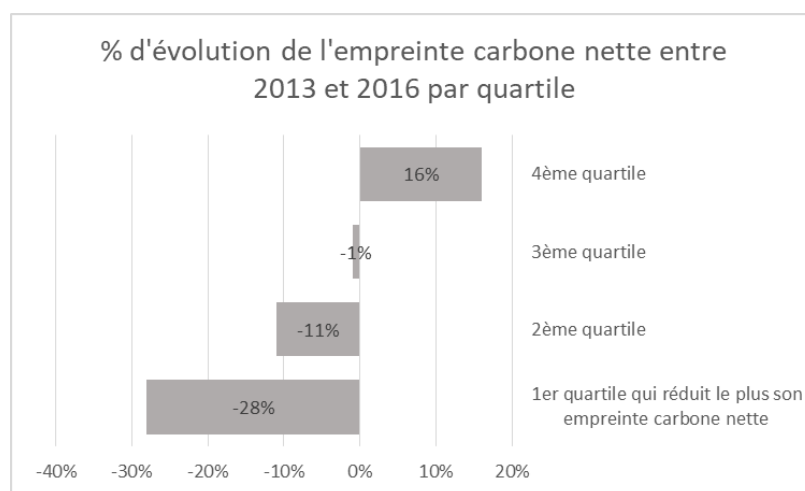
## 2.3 Evolution des résultats au cours du projet

La réduction de l'empreinte carbone nette est en moyenne de 3% en 3 ans pour les élevages ayant réalisé 2 diagnostics. Cette baisse s'explique principalement par une meilleure gestion des intrants avec une baisse des consommations de concentrés (-7g/l) et de la fertilisation azotée minérale et organique (-16 kg N/ha) ainsi qu'une augmentation de la production laitière par ha SFP (+500 l/ha) qui est associée à une moindre consommation d'azote organique et minéral en valeur absolue et un meilleur rendement en herbe valorisé (+1.2 kg MS/ha). Le stockage carbone est resté stable.

Parmi ces fermes, 366 élevages disposaient des résultats économiques à mettre en parallèle des résultats carbone. Sur ce dernier échantillon, les élevages qui ont réduit le plus leurs émissions de GES entre 2013 et 2016 (-21%) ont économisé 27€/1000l (charges opérationnelles) alors qu'en moyenne l'économie est de 17€/1000l pour une réduction des émissions de GES de 5%. Ces résultats associent à la fois un effet conjoncturel et une amélioration des performances techniques. Ils confirment le lien entre réduction des émissions de GES et réduction des charges opérationnelles.

## 2.4 Une démarche opérationnelle qui doit renforcer le transfert de connaissances et l'accompagnement technique

Parmi l'ensemble des élevages engagés dans la démarche, 58 fermes innovantes ont été accompagnées par la construction d'un plan d'actions carbone détaillé et un suivi annuel. A la fin du projet, 37 fermes ont réduit leur empreinte carbone nette, 6 fermes présentaient une empreinte carbone stable et les 16 autres fermes ont dégradé leurs résultats. La répartition des élevages en fonction de leur réduction de l'empreinte carbone nette montre (Figure 7) que la réduction est de 28% en moyenne pour le quartile le plus performant contre une augmentation de 16% pour le quartile le moins performant.



**Figure 7** : Evolution de l'empreinte carbone nette des 58 fermes innovantes entre 2013 et 2016 par quartile

En fin de projet, les conseillers et fermes innovantes ont réalisé un bilan sur la mise en œuvre de la démarche. Les actions proposées aux 58 fermes innovantes ont été mises en place dans 76% des situations. Les leviers mis en œuvre peuvent être regroupés en 4 thématiques :

- Energie et bâtiment qui a été la thématique sélectionnée en priorité par les éleveurs par l'installation de récupérateur de chaleur, pré-refroidisseur, méthanisation, etc. (31% des élevages).
- La conduite du troupeau avec la réduction de l'âge au 1<sup>er</sup> vêlage, l'amélioration de la production laitière, etc. (22% des élevages).
- Valorisation de la ration et autonomie protéique par le remplacement du tourteau de soja, la réduction des quantités de concentrés, la gestion du pâturage, l'implantation de méteils, etc. (30% des élevages).
- La conduite des cultures et le stockage de carbone par l'implantation de prairies et haies, la réduction de la fertilisation minérale, etc. (17% des élevages).

Conseillers et éleveurs ont également échangé sur les raisons de l'absence de réduction de l'empreinte carbone. Les principales raisons avancées sont :

- Les aléas climatiques ou la conjoncture économique,
- Le manque de temps et d'organisation et/ou de suivi,
- Les investissements à engager,
- L'apprentissage de nouvelles compétences et la peur du risque associé à de nouvelles pratiques,
- Des projets non mis en œuvre (changement de projet et orientation), retardés pour raison administrative (méthanisation) ou non concluants (impacts négatifs sur les résultats techniques et le travail),
- Des projets en cours de mise en œuvre dont les effets ne seront visibles que dans plusieurs années (passage tout herbe, passage en agriculture bio),
- Le choix de leviers aux effets réduits en terme de réduction des GES (pré refroidisseurs, etc.),
- Des élevages très performants en début de projet (empreinte carbone nette <0,8 kg CO<sub>2</sub>/l lait) qui ont dégradé à la marge leurs résultats.

On retrouve les principaux freins identifiés dans d'autres études (Bamière et al., 2017) avec le manque de compétences ou l'accès à l'information, l'aversion au risque, l'incapacité à réaliser l'investissement initial, ou à supporter les coûts de transition, l'augmentation de la charge de travail, la capacité à s'investir en temps et le poids des habitudes.

### 3. Discussion

L'objectif de réduction de l'empreinte carbone du lait de 20% est atteignable au regard de ces résultats. Le potentiel de réduction des émissions de GES est en moyenne de 19% et relève d'ajustement technique permettant de réduire le coût de production par une optimisation du système et une meilleure gestion des intrants. Mais comment embarquer l'ensemble des éleveurs dans le train du changement ? L'expérience CARBON DAIRY a permis de tirer de nombreux enseignements pour faciliter le déploiement d'une démarche carbone dans les élevages.

Le principal retour d'expérience a été acquis par la réalisation d'entretiens individuels auprès de 42 des fermes innovantes. Il a permis de dresser un bilan global sur la perception de la démarche par les éleveurs. Dans pratiquement tous les cas, la démarche carbone a permis aux éleveurs d'acquérir de nouvelles connaissances (38). Les raisons de s'engager sont diverses mais trois réponses sont particulièrement citées :

- Améliorer les résultats économiques (40)
- Réduire l'impact environnemental (31)
- Répondre à la demande sociétale (30)
- Parmi les autres réponses, sont cités l'anticipation d'éventuelles réglementations ou approfondir l'optimisation de leur exploitation.

L'approche économique devra toujours être couplée à l'évaluation environnementale pour réussir à engager les éleveurs dans une démarche carbone.

Le carbone était une thématique nouvelle pour la moitié des éleveurs. La majorité d'entre eux se sentent à l'aise pour discuter avec un public non averti (31/42), averti (30/42) et se jugent suffisamment formés à la thématique carbone (24/42). Mais, on constate la nécessité de renforcer encore la formation et la sensibilisation des éleveurs pour permettre à l'ensemble des producteurs d'acquérir les connaissances indispensables à la maîtrise de la thématique carbone.

En synthèse, les éleveurs considèrent que la démarche a permis (Figure 8) d'acquérir de nouvelles compétences, le diagnostic CAP'2ER® est utile et ils le conseilleraient à un autre éleveur. Mais l'indicateur carbone n'est pas encore un facteur de décision dans les orientations de l'exploitation partagé par l'ensemble des éleveurs.

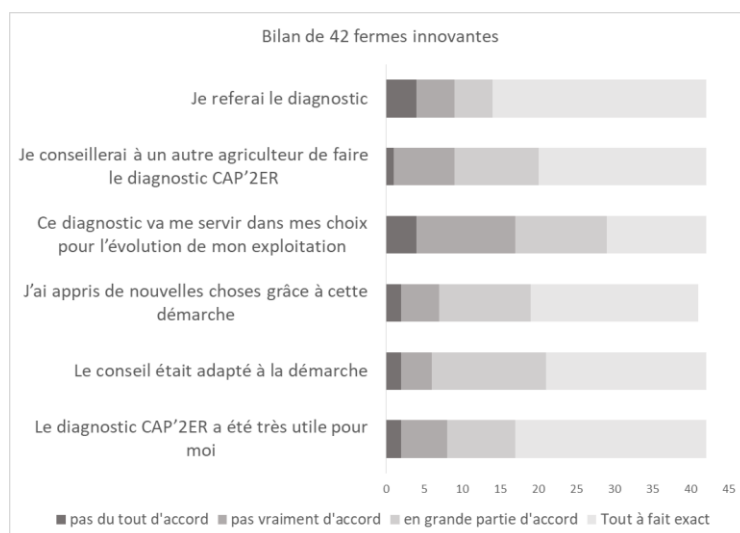


Figure 8 : Bilan de la démarche auprès de 42 fermes innovantes.

Le 2<sup>ème</sup> retour d'expérience majeur est le bilan réalisé sur les 58 fermes innovantes par les conseillers. Il a permis d'identifier les principaux freins à l'adoption des pratiques : le manque de compétences ou d'accès à l'information, l'aversion au risque, l'incapacité à réaliser l'investissement initial, ou à supporter les coûts de transition, l'augmentation de la charge de travail, la capacité à s'investir en temps et le

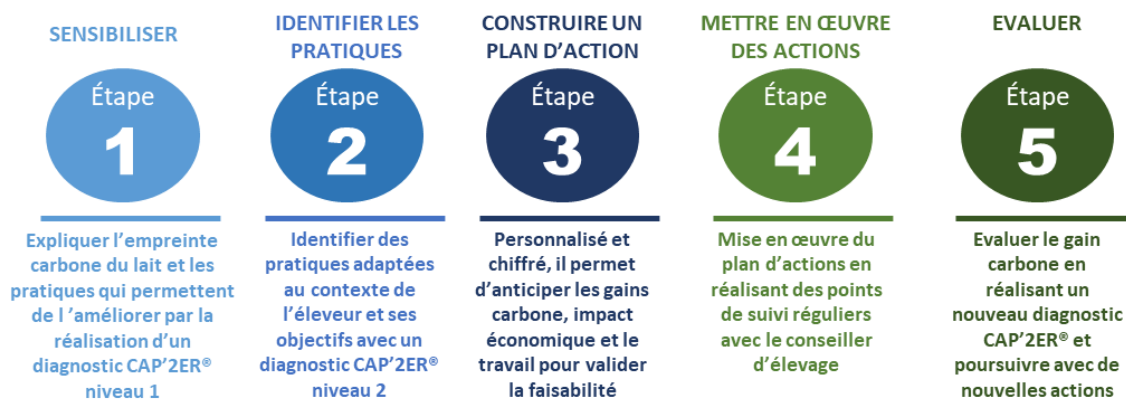
pois des habitudes. L'autre enseignement acquis lors de ce bilan est le temps nécessaire à la mise en œuvre des leviers d'action (âge au 1<sup>er</sup> vêlage, unité de méthanisation, phase de test avant de déployer une nouvelle pratique sur les cultures, etc.) et le maintien dans le temps d'une empreinte carbone faible. Une année climatique défavorable peut se traduire par une dégradation de l'empreinte carbone en fonction des choix de l'éleveur pour s'adapter à la situation (baisse de la production vendue ou achat de concentrés pour compenser une moindre qualité des fourrages par exemple). La conjoncture économique de la même façon peut impacter les résultats.

La mise en œuvre d'une démarche carbone doit associer économie et environnement pour mobiliser les éleveurs. Elle doit également permettre de communiquer positivement sur les engagements des éleveurs (connaissance de l'empreinte carbone du lait, actions mises en œuvre et gain carbone réalisé) mais aussi sur les contributions positives de l'élevage avec le calcul du stockage carbone, le nombre de personnes nourries et l'entretien de la biodiversité. Ces indicateurs, calculés dans CAP'2ER®, ont été plébiscités par les éleveurs pour communiquer positivement auprès d'un public non averti.

Un effort de sensibilisation et de formation est indispensable pour faciliter le déploiement et l'appropriation de la thématique carbone par les éleveurs. Un accompagnement technique des élevages par la construction d'un plan d'action carbone personnalisé, adapté au contexte et aux objectifs de l'éleveur qui évalue l'impact économique et travaille sur l'exploitation, est la clé de voûte pour convaincre et garantir le succès. Enfin, pour renforcer le changement dans les élevages, la diffusion des résultats et pratiques des éleveurs pionniers est un moyen efficace pour favoriser la preuve par l'action.

## Conclusion

Le programme CARBON DAIRY a permis de mobiliser les principaux acteurs de la filière laitière autour d'une dynamique fédératrice et pragmatique. Son bilan a permis de tirer des leçons en terme d'organisation, d'innovations et de connaissances et de préparer le déploiement auprès de l'ensemble des éleveurs laitiers. De la diffusion des outils à l'élaboration d'un conseil carbone adapté, d'une coordination cohérente mobilisatrice à une stratégie de communication à destination de tous publics, ce travail de réflexion collective a permis aux organisations et à leurs représentants professionnels d'avoir une vision prospective de la route qui leur fait face. Ce travail a abouti à la rédaction d'une feuille de route pour la filière laitière et le lancement de la démarche Ferme Laitière Bas Carbone (FLBC) qui se donne comme objectif de réduire de 20% l'empreinte carbone du lait par l'engagement dans une démarche carbone de 50% des éleveurs en 2023 et 100% en 2028. L'adhésion des éleveurs à la démarche FLBC est volontaire et à la carte (Figure 9). En 2019, ce sont près de 10 000 éleveurs laitiers qui sont engagés.



**Figure 9** : Déroulé complet de la démarche carbone en 5 étapes à adapter en fonction des attentes et objectifs des éleveurs.

## Remerciements

L'équipe projet remercie :

- Les membres du comité de pilotage et du comité technique pour leur participation et leurs conseils avisés,
- Les éleveurs pour leur implication,
- Les conseillers pour leur motivation et leur engagement,
- Le ministère de l'agriculture et de l'alimentation ainsi que le LIFE pour le financement.

**Les partenaires de ce projet étaient :** Institut de l'Élevage, France Conseil élevage, CNIEL, ACSEL, BCELOUEST, CLASEL, ECLA, OXYGEN, OPTIVAL, Littoral Normand, Loire Conseil élevage, Comité Isérois élevage, Ardèche Conseil élevage, Coopérative éleveurs des Savoies, Chambre Régionale d'agriculture de Normandie, Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire, Chambre d'Agriculture Régionale du Nord pas de Calais, Chambre d'agriculture de la Mayenne, Chambre d'agriculture de Loire-Atlantique, Chambre d'Agriculture de Savoie Mont-blanc, Chambre d'Agriculture du Rhône, Chambre d'Agriculture du Maine et Loire, Chambre d'Agriculture de Vendée, Chambre d'Agriculture de la Sarthe, Chambre d'Agriculture des Vosges, Chambre d'Agriculture de Meurthe et Moselle, Chambre d'Agriculture de la Meuse.

## Références bibliographiques

Bamière L., Camuel A., De Cara S., Delame N., Dequiedt B., Lapierre A., Lévêque B., 2017. Analyse des freins et des mesures de déploiement des actions d'atténuation à coût négatif dans le secteur agricole : couplage de modélisation économique et d'enquêtes de terrain – Synthèse. 7 pages.

Citepa, juillet 2019. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format SECTEN

Dollé J.B., Faverdin P., Agabriel J., Sauvart D., Klumpp K., 2013. Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production. Fourrages 215, 181-191.

FAO, 2016. Environmental performance of large ruminant supply chains: Guidelines for assessment. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy.

FIL, 2010. Approche commune au calcul de l'empreinte carbone pour la production laitière. Guide de la FIL sur la méthodologie standard d'analyse de cycle de vie appliquée à l'industrie laitière. Bulletin de la Fédération Internationale du Lait (445), p47

Gac A., Salou T., Espagnol S., Ponchant P., Dollé J-B., van der Werf H.M.G., 2014. An original way of handling co-products with a biophysical approach in LCAs of livestock systems. Proceedings of the 9th International Conference LCA of Food Sans Fransisco, USA 8-10 October 2014, 7p.

IDELE, 2017. LIFE CARBON DAIRY : émissions de gaz à effet de serre et contributions positives. Dernière consultation le 15/10/19.  
[http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/resultats-par-systeme-fourrager-life-carbon-dairy.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/resultats-par-systeme-fourrager-life-carbon-dairy.html)

IDELE, 2018a. LIFE CARBON DAIRY : émissions de gaz à effet de serre et contributions positives. Dernière consultation le 15/10/19.  
[http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-et-contributions-positives-en-elevages-bovins-laitiers-resultats.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-et-contributions-positives-en-elevages-bovins-laitiers-resultats.html)

IDELE, 2018b. Guide méthodologique CAP'2ER®. Dernière consultation 15/10/19.  
[http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/guide-methodologique-cap2er.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/guide-methodologique-cap2er.html)

IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental panel on climate change. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, vol. 4.

Schulze E.D., Luysaert S., Ciais P., Freibauer A., Janssens I.A., Soussana J.F., Smith P., Grace J., Levin I., Thiruchittampalam B., Heimann M., Dolman A.J., Valentini R., Bousquet P., Peylin P., Peters W., Rodenbeck C., Etiope G., Vuichard N., Wattenbach M., Nabuurs G.J., Poussi Z., Nieschulze J., Gash J.H., 2009. Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance. *Nature Geoscience* 2, 842-850.

Soussana J.F., Allard V., Pilegaard K., Ambus P., Amman C., Campbell C., Ceschia E., Clifton-Brown J., Czobel S., Domingues R., Flechard C., Fuhrer J., Hensen A., Horvath L., Jones M., Kaspe G., Martin C., Nagy Z., Neftel A., Raschi A., Baronti S., Rees R.M., Skiba U., Stefani P., Manca G., Sutton M., Tuba Z., Valentini R., 2007. Full accounting of the greenhouse gas (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) budget of nine European grassland sites. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121, 121-134.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son URL ou DOI).