



HAL
open science

Leviers techniques pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole en BFC

Nosra Ben Fradj, Laure Bamière

► **To cite this version:**

Nosra Ben Fradj, Laure Bamière. Leviers techniques pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole en BFC. [Contrat] 011472-3, INRAE. 2021. hal-03794279

HAL Id: hal-03794279

<https://hal.inrae.fr/hal-03794279>

Submitted on 3 Oct 2022

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.

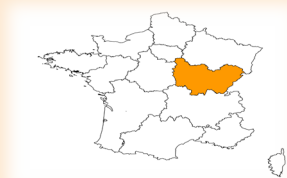
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ILS L'ONT FAIT

Leviers techniques pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole de Bourgogne-Franche-Comté

Bourgogne-Franche-Comté



Chiffres clés du secteur agricole

- L'agriculture représente 52% du territoire régional.
- Une région orientée vers l'élevage bovin extensif.
- Avec 1,2 Mha, les surfaces toujours en herbe prédominent le paysage agricole.
- Le secteur agricole représente 30% des émissions de GES régionales.
- Avec 57% des émissions de GES agricoles, le méthane est le premier gaz émis, suivi par le protoxyde d'azote (33%).
- Le potentiel d'atténuation est de 6,13 Mt CO₂eq/an, soit près de 27% des émissions de GES régionales.

Les principales actions d'atténuation :

- **Le développement de l'agroforesterie intra-parcellaire et l'implantation de haies** dont le potentiel d'atténuation annuel est de 1,88 Mt CO₂eq ;
- **La mise en œuvre de couverts végétaux** dont le potentiel d'atténuation annuel est de 1,59 Mt CO₂eq ;
- **Le développement de la méthanisation et l'installation de couvertures/torchères** dont le potentiel d'atténuation annuel est de 0,97 Mt CO₂eq.

A noter qu'une fiche introductive vient détailler le périmètre, la méthode et les précautions d'usage des éléments présentés dans cette fiche régionale.

Contexte et périmètre de la fiche

En 2018, l'ensemble des activités de la région Bourgogne-Franche-Comté a émis 22,3 Mt CO₂eq de gaz à effet de serre (GES). Ce chiffre devrait être réduit selon les objectifs du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) à 12,7 Mt CO₂eq en 2030 et 5,3 Mt CO₂eq en 2050 (OORCE 2021).

L'agriculture en Bourgogne-Franche-Comté est le deuxième secteur émetteur de GES, après les transports. Le bilan du secteur agricole peut être amélioré par le biais de la mise en œuvre des pratiques permettant de réduire les émissions de GES, préserver et accroître le stockage de carbone dans les sols et la biomasse.

Afin de déterminer et analyser le potentiel d'atténuation de ces pratiques, l'Agence de la Transition écologique, ADEME, a accompagné des travaux phares sur le sujet : l'étude de INRAE « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? », le projet BANCO et l'étude de INRAE « Stocker du carbone dans les sols agricoles », plus communément appelée étude « 4 pour 1000 ».

Cette fiche présente les principaux résultats de ces travaux pour la région Bourgogne-Franche-Comté et promeut les pratiques les plus atténuantes. Elle est organisée en trois parties :

1. Le contexte régional
2. Les leviers d'atténuation et leurs potentiels
3. Les dispositifs d'accompagnement des pratiques clés

Contexte régional

Les émissions de GES

En 2018, la région Bourgogne-Franche-Comté a contribué à hauteur de 5% à l'ensemble des émissions de GES métropolitaines, soit 22,3 millions de tonnes en équivalent de CO₂ (Mt CO₂eq). Valorisant un peu plus de la moitié du territoire régional (Agreste BFC, 2019), le secteur agricole a émis 6,7 Mt CO₂eq (soit 30% des émissions de GES régionales) alors qu'il ne consomme que 4% de l'énergie finale de la région.

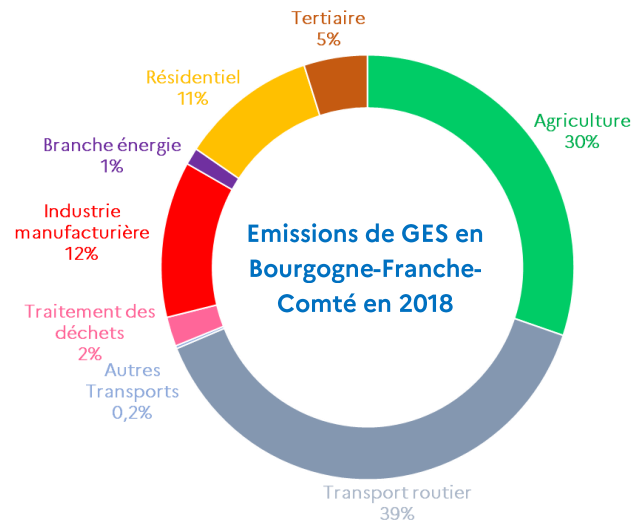
Le méthane (CH₄) est le premier poste de GES émis par l'agriculture. Lié à la fermentation entérique des ruminants et la gestion des effluents d'élevage, il représente 57% des émissions de GES agricoles de la région. Ce chiffre reflète l'activité agricole prépondérante dans la région qui est l'élevage. L'élevage bovin est de type extensif et les surfaces toujours en herbe avec près de 1,2 Mha (47% des surfaces agricoles; Agreste BFC, 2019) prédominent le paysage agricole.

Le protoxyde d'azote (N₂O) est le deuxième poste de GES constituant 33% des émissions de GES agricoles de la région. Il est induit par le stockage des effluents d'élevage mais aussi par l'utilisation d'engrais azotés pour la fertilisation des cultures, les grandes cultures représentant 28% de la surface agricole utile (SAU) régionale (environ 0,72 Mha; Agreste BFC, 2019).

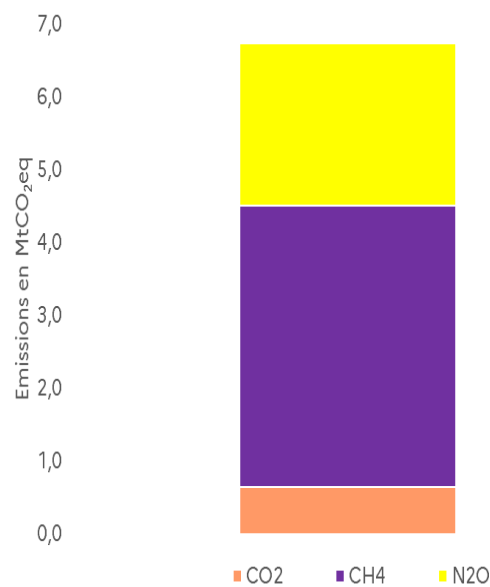
Enfin, les émissions dioxyde de carbone (CO₂) provenant de la combustion de combustibles fossiles ne représentent que 10% des émissions de GES agricoles de la région. Les consommations d'énergie du secteur agricole s'élèvent à 3 190 GWh dont 73% sont associées à l'utilisation des produits pétroliers et 11% à l'électricité (OPTER — ORECA BFC, 2018a).

Les stocks de carbone et leurs évolutions

En Bourgogne-Franche-Comté, les sols forestiers et les prairies constituent d'importants stocks de carbone dont le potentiel est estimé à 917 Mt CO₂eq (Alterre, 2018). Le stock dans les sols est deux fois plus important que dans la biomasse forestière (Alterre, 2018). Si les forêts représentent environ 56% du stock du fait de leurs surfaces concernées (près de 1,8 Mha soit 37% du territoire régional), les prairies en représentent 44%. Cependant, un déstockage annuel de 1,1 Mt CO₂eq est enregistré durant les 20 dernières



Source : OPTER — ORECA Bourgogne-Franche-Comté (2018b)



Répartition des émissions de GES du secteur agricole entre les activités agricoles en Bourgogne-Franche-Comté en 2018

Source : OPTER — ORECA Bourgogne-Franche-Comté (2018b)

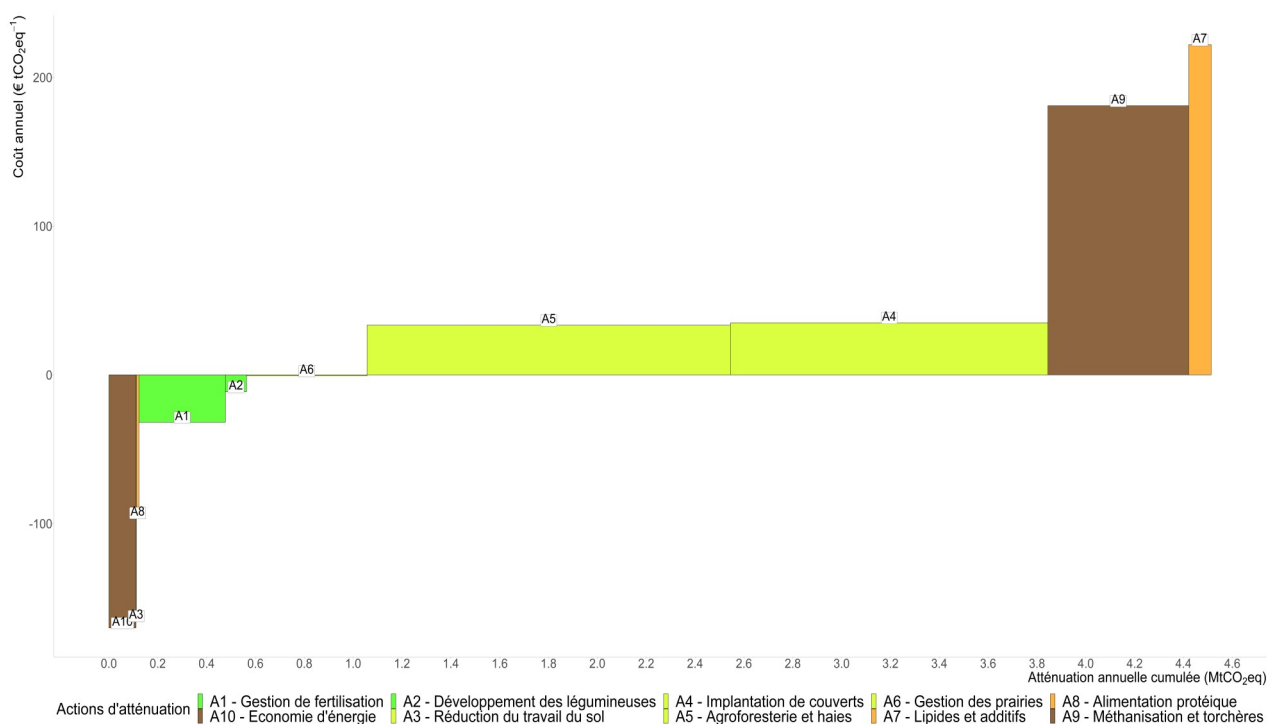
années en raison de la mise en culture des prairies et de l'artificialisation des sols (Alterre, 2018).

Un large éventail de pratiques agricoles, regroupées en quatre grandes actions, a été sélectionné afin d'identifier les leviers d'atténuation permettant de réduire les émissions de GES et d'accroître le stock de carbone dans le sol et la biomasse. Toutefois, les potentiels et les coûts d'atténuation des différentes actions ainsi que leur mobilisation dépendent du profil agricole de la région.

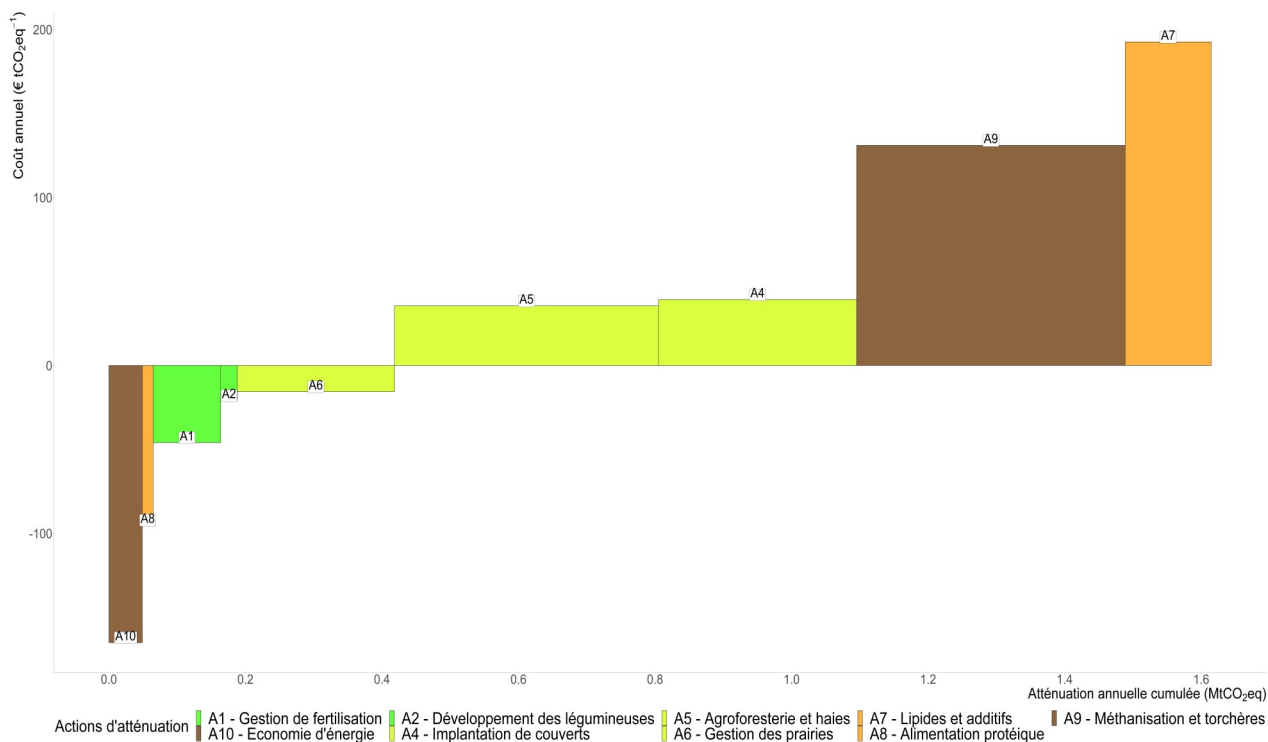
Les leviers d'atténuation des émissions de GES du secteur agricole en Bourgogne Franche-Comté :

Les graphiques ci-dessous représentent le coût et le potentiel d'atténuation des différentes actions, en les classant par coût d'atténuation croissant. Ils

permettent de mettre en lumière les principaux leviers d'atténuation des émissions de GES en Bourgogne-Franche-Comté, plus particulièrement en ex-Bourgogne et ex-Franche-Comté. Le déploiement de l'ensemble des leviers permettrait d'atteindre un potentiel d'atténuation régional d'environ 6,13 Mt CO₂eq/an.



a) Ex-Bourgogne



b) Ex-Franche-Comté

Coûts et potentiels d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre des principaux leviers d'action en ex-Bourgogne et ex-Franche-Comté. L'axe des abscisses représente le potentiel d'atténuation cumulé (Mt CO₂eq) et l'axe des ordonnées indique le coût en € par unité de CO₂eq évitée.

Les couleurs correspondent aux quatre leviers d'atténuation : réduction des apports de fertilisants minéraux azotés (vert), stockage du carbone dans le sol et la biomasse (vert clair), modification de la ration des animaux (orange) et valorisation des effluents pour produire de l'énergie et réduire la consommation d'énergie fossile (marron).

Ces graphiques sont interprétés comme suit :

	Ex-Bourgogne	Ex-Franche-Comté
Caractéristiques du secteur agricole	Avec environ 72% de la SAU régionale, l'agriculture en ex-Bourgogne a émis 4,5 Mt CO ₂ eq en 2018, soit 20% des émissions de GES de la région. Les grandes cultures (en particulier les céréales et les oléagineux) et l'élevage bovin de viande sont les principales activités agricoles. Les vignobles y sont également importants.	Ne représentant que 28% de la SAU régionale, l'agriculture en ex-Franche-Comté a émis 2,2 Mt CO ₂ eq en 2018, soit près de 10% des émissions de GES de la région. L'élevage bovin laitier est l'activité agricole prédominante.
L'ensemble des leviers permettrait d'atteindre un potentiel d'atténuation de :	4,51 Mt CO ₂ eq dont 85% est estimé pour un coût inférieur à 36 € par tonne de CO ₂ eq (€/t CO ₂ eq)	1,61 Mt CO ₂ eq/an dont 68% de ce potentiel est estimé pour un coût inférieur à 40 €/tCO ₂ eq
Classés par ordre de coût croissant, les potentiels des différents leviers sont :		
Pour un coût négatif, un potentiel d'atténuation annuel de :	1,06 Mt CO ₂ eq	0,42 Mt CO ₂ eq
Actions concernées	<p>A10 – Economie d'énergie contribue à 2% du potentiel d'atténuation de l'ex-Bourgogne pour un gain de 170 €/t CO₂eq;</p> <p>A3 – Réduction du travail du sol représente 0,03% du potentiel pour un gain de 165 €/t CO₂eq</p> <p>A8 – Alimentation protéique : 0,23% du potentiel pour un gain de 96 €/t CO₂eq</p> <p>A1 – Gestion de la fertilisation : 8% du potentiel pour un gain de 32 €/t CO₂eq</p> <p>A2 – Développement des légumineuses : 2% du potentiel pour un gain de 11 €/t CO₂eq</p> <p>A6 – Gestion des prairies : 11% du potentiel d'atténuation pour un gain de 1 €/t CO₂eq</p>	<p>A10 – Economie d'énergie : contribue à 3% du potentiel d'atténuation de l'ex-Franche-Comté pour un gain de 165 €/t CO₂eq;</p> <p>A8 – Alimentation protéique : 1% du potentiel pour un gain de 95 €/t CO₂eq</p> <p>A1 – Gestion de la fertilisation : 6% du potentiel pour un gain de 46 €/t CO₂eq</p> <p>A2 – Développement des légumineuses : 2% du potentiel pour un gain de 21 €/t CO₂eq</p> <p>A6 – Gestion des prairies : 14% du potentiel d'atténuation pour un gain de 16 €/t CO₂eq</p>
Pour un coût positif inférieur à 100 €/t CO ₂ eq, un potentiel d'atténuation annuel de :	2,79 Mt CO ₂ eq	0,68 Mt CO ₂ eq
Actions concernées	<p>A5 – Agroforesterie et haies : 33% du potentiel d'atténuation pour un coût de 33 €/t CO₂eq</p> <p>A4 – Insertion des couverts végétaux : 29% du potentiel et un coût de 35 €/t CO₂eq</p>	<p>A5 – Agroforesterie et haies : 24% du potentiel et un coût de 36 €/t CO₂eq</p> <p>A4 – Insertion des couverts végétaux : 18% du potentiel et un coût de 39 €/t CO₂eq</p>
Pour un coût positif supérieur à 100 €/t CO ₂ eq, un potentiel d'atténuation annuel de :	0,67 Mt CO ₂ eq	0,52 Mt CO ₂ eq
Actions concernées	<p>A9 – Méthanisation et torchères : 13% du potentiel pour un coût de 181 €/t CO₂eq</p> <p>A7 – Lipides et additifs : 2% du potentiel pour un coût de 222 €/t CO₂eq</p>	<p>A9 – Méthanisation et torchères : 24% du potentiel pour un coût de 131 €/t CO₂eq</p> <p>A7 – Lipides et additifs : 8% du potentiel pour un coût de 193 €/t CO₂eq</p>

Les principales pratiques clés en Bourgogne-Franche-Comté

Des deux précédentes représentations ressortent les trois principales pratiques clés (tableau en page 6) :

A4 — Développement de couverts végétaux

Les pratiques de couverts végétaux pouvant être mis en œuvre en Bourgogne-Franche-Comté sont les cultures intermédiaires (Cultures Intermédiaires Pièges A Nitrate ou CIPAN, CI courtes ou longues), l'enherbement permanent et hivernal des vignobles et les bandes enherbées pérennes introduites en bordure des cours d'eau. Leur adoption assure un stockage additionnel de carbone organique dans le sol via la restitution des résidus de cultures intermédiaires, ou via la restitution des produits de tonte des couverts herbacés. Ces couverts génèrent plusieurs services agro écosystémiques, tels que la structuration du sol et le contrôle des adventices, des nématodes, des champignons, etc.

Au sein de cet ensemble, les pratiques relatives à l'enherbement des vignobles affichent les plus faibles potentiels d'atténuation du fait de leurs assiettes restreintes (29 037 ha). La pratique « Insertion et allongement des cultures intermédiaires » dans les systèmes de grandes cultures peut se développer sur une surface de 1,22 Mha, soit 48% de la SAU de la région. Elle permet à elle seule d'atténuer 1,52 Mt CO₂eq.

Quant à la pratique « Implantation des bandes enherbées » à proximité des cours d'eau, celle-ci ne concerne qu'environ 0,025 Mha. Elle est la pratique la plus coûteuse (avec des coûts d'atténuation entre 657 €/t CO₂eq et 603 €/t CO₂eq). Malgré un potentiel d'atténuation par hectare élevé, cette pratique affiche une faible atténuation régionale en raison des faibles surfaces concernées. Néanmoins, les bandes enherbées sont principalement implantées pour limiter les pollutions de l'eau et le stockage de carbone peut être considéré comme un co-bénéfice

A5 — Agroforesterie et haies

Outils clés de la biodiversité, l'agroforesterie intra-parcellaire et les haies en bordure de champs

permettent, outre le stockage de carbone dans le sol et dans la biomasse ligneuse, la création de zones de refuge pour la faune agricole et les auxiliaires des cultures, la régulation des flux hydriques, la protection des sols contre l'érosion et la réduction de la pollution chimique du système hydrographique.

L'agroforesterie intra-parcellaire en Bourgogne-Franche-Comté représente un potentiel d'atténuation important, s'élevant à 1,28 Mt CO₂eq pour une assiette de 0,26 Mha. Le coût de mise en œuvre de l'agroforesterie est relativement élevé (aux alentours de 90 €/ha), en raison de la conversion d'une partie des surfaces cultivées en rangées d'arbres.

Les haies stockant moins de carbone dans la biomasse que l'agroforesterie et ayant une empreinte moindre au sol, la pratique « Implantation de haies » affiche un coût d'atténuation supérieur à celui de l'agroforesterie. Pouvant se développer sur 0,56 Mha, elle représente environ 10% du potentiel d'atténuation.

A9 — Méthanisation et torchères

La méthanisation consiste à produire le méthane à partir de la digestion anaérobie des déjections animales liquides ou solides (lisier et fumier). Le méthane produit peut être injecté dans le réseau de gaz naturel ou valorisé par combustion dans des chaudières ou des moteurs de cogénération pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité. C'est ce dernier mode de valorisation qui a été retenu dans l'étude. Il est également important de signaler que l'ajout des cosubstrats (ex. résidus de culture, déchets d'industries alimentaires) n'a pas été intégré dans les calculs d'atténuation et de coût.

Le développement de méthanisation contribue de 10% du potentiel pour un effectif de 4 162 exploitations concernées. Le coût technique de 8 283 €/exploitation/an correspond au coût de l'installation d'une unité de méthanisation de puissance de 50 kW.

La pratique « Couverture et torchère » se réfère à la couverture des fosses de stockage pour récupérer le méthane produit, et l'installation de torchères pour brûler ce méthane. Ne s'appliquant qu'aux effluents liquides stockés, la pratique ne concerne que les exploitations produisant des quantités insuffisantes de lisier pour installer une unité de méthanisation.

Tableau récapitulatif des potentiels et coûts d'atténuation des principales pratiques clés en Bourgogne-Franche-Comté

Actions	A4 - Insertion de couverts végétaux						A5 - Agroforesterie et haies				A9 - Méthanisation et torchères					
	A. Développement (Insertion et allongement) de cultures intermédiaires		B1. Enherbement permanent des vignobles		B2. Enherbement hivernal des vignobles		C. Implantation de bandes enherbées		A. Développement de l'agroforesterie intra-parcellaire		B. Implantation de haies		A. Méthanisation		B. Couverture et torchère	
Sous-régions	B	FC	B	FC	B	FC	B	FC	B	FC	B	FC	B	FC	B	FC
Assiette maximale totale (Mha; exploitations pour A9)	0,947	0,269	0,009	0	0,020	0	0,018	0,007	0,208	0,053	0,435	0,124	2 785	8 066	1 376	3 985
Potentiel de stockage de carbone dans le sol, unitaire (tC/ha/an) → total régional (MtC/an)	0,37 → 0,354	0,31 → 0,084	0,6 → 0,005	0	0,3 → 0,006	0	0,23 → 0,004	0,14 → 0,001	0,42 → 0,088	0,37 → 0,02	0,03 → 0,015	0,03 → 0,004	0	0	0	0
Potentiel d'atténuation de GES et de stockage de carbone dans la biomasse, unitaire (tCO ₂ eq/ha/an ou tCO ₂ eq/exploitation/an) → total régional (MtCO ₂ eq/an)	-0,07 → -0,063	-0,09 → -0,023	-0,17 → -0,002	0	-0,01 → -0,0002	0	0,43 → 0,008	0,27 → 0,002	3,41 → 0,709	3,42 → 0,18	0,92 → 0,402	0,96 → 0,12	133,7 → 0,37	179,8 → 0,25	25,33 → 0,2	36,6 → 0,15
Potentiel d'atténuation totale (MtCO ₂ eq/an)	1,24	0,28	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	1,03	0,25	0,46	0,13	0,37	0,25	0,20	0,15
Coût unitaire pour l'agriculteur (€/unité de production: ha, exploitation)	36	27	-25	0	-15	0	657	603	93	90	70	72	8 283	8 283	10 075	10 075
Coût total (M€)	34,2	7,3	-0,2	0,0	-0,3	0,0	11,8	4,1	19,3	4,8	30,4	9,0	23,1	11,4	81,3	40,2
Coût d'atténuation de la tonne de CO ₂ eq (€/tCO ₂ eq)	28	26	-12	0	-14	0	511	754	19	19	67	67	62	46	398	275

B : Bourgogne

FC : Franche-Comté

Cette pratique permet de réduire 0,53 Mt CO₂eq pour des coûts d'atténuation élevés (entre 275 et 398 €/t CO₂eq), compte tenu du faible nombre d'exploitations concernées (12 052 exploitations) et de l'importance du coût de la mise en œuvre. Estimé à 10 075 €/exploitation/an, ce coût correspond à la mise en œuvre de la pratique à l'échelle d'une exploitation moyenne ayant une capacité de stockage de 750 m³ et une surface à couvrir de 215 m².

Les dispositifs d'accompagnement en Bourgogne-Franche-Comté

La mise en place de pratiques agricoles de réduction des émissions de GES et de stockage de carbone dans le sol et la biomasse bénéficie de nombreux soutiens nationaux, régionaux et locaux.

Dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC), et pour bénéficier des aides du premier pilier, certaines pratiques sont rendues obligatoires au titre de la conditionnalité qui repose sur le respect de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE). Par ailleurs, d'autres pratiques font l'objet d'incitations du Plan de Développement Rural Régional (PDRR) en tant que second pilier de la PAC. A ce titre, de nouvelles mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC) et des dispositifs d'aides aux investissements (ex. le Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations agricoles PCAE) sont entrés en vigueur depuis 2015. Si les MAEC sont proposées afin d'accompagner les exploitations agricoles pour maintenir et développer des pratiques favorables à l'environnement, les PCAE sont mobilisés afin d'améliorer la performance économique et environnementale des exploitations agricoles.

Pour contribuer à l'atteinte des objectifs climatiques de la France, le dispositif du Label bas-carbone, piloté par le Ministère de la Transition Ecologique, permet d'accompagner le déploiement des actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre et/ou de stockage de carbone dans divers secteurs d'activité, dont l'agriculture. Dans ce cadre, divers acteurs, dont les entreprises et les collectivités, peuvent ainsi apporter une valorisation économique à des agriculteurs qui mettent en place des actions de ce type.

A ces mesures s'en ajoutent d'autres qui sont

spécifiques à chacune des pratiques clés et qui peuvent être décidées régionalement.

• Le développement de couverts végétaux pour augmenter le stockage de carbone dans les sols et réduire les émissions de N₂O

En zones vulnérables (ZV), la Directive « Nitrates » impose, depuis 2012, les couverts végétaux afin d'assurer une meilleure protection des sols nus contre le ruissellement et l'érosion. A cet effet, au travers du programme régional d'actions nitrates, une couverture végétale doit être mise en place afin de limiter les fuites d'azote au cours des périodes pluvieuses. La couverture peut être assurée par une CIPAN ou CI courtes ou longues, entre autres cultures. Les ZV situées sur les bassins de Seine, Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée sont concernées par cette mesure. De plus, dans le cadre de la PAC, l'octroi de certaines aides du premier pilier est conditionné par le respect de la BCAE — couverture minimale du sol. Par ce biais, un couvert automnal et hivernal doit être mis en place en ZV conformément à la réglementation relative à la gestion des nitrates.

Au titre de la BCAE — bandes tampons le long des cours d'eau (inscrite dans le cadre du premier pilier de la PAC), les bandes tampons pérennes en bordure de certains cours d'eau sont rendues obligatoires pour limiter la pollution des eaux superficielles. Des bandes enherbées d'au moins 5 mètres de largeur devront, en effet, être créées et maintenues. Le traitement phytosanitaire et la fertilisation sont interdits et seul l'entretien mécanique est autorisé. Les bandes enherbées de largeur maximale de 10 m peuvent être retenues dans la BCAE VII relative au maintien des éléments topographiques.

Au respect de la conditionnalité, le dispositif de verdissement incite la mise en place des couverts végétaux dans les exploitations agricoles avec plus de 15 ha de terres arables. A ce titre, les CIPAN peuvent être déclarées en surface d'intérêt écologique (SIE) équivalente à 5% de la surface arable. Les bandes enherbées rattachées à une parcelle en terre arable sont également éligibles.

Au-delà des plans d'action nitrates, de la conditionnalité (BCAE) et du verdissement, la mise en place de couverts végétaux est soutenue par les MAEC

inscrites dans le cadre du 2nd pilier de la PAC au titre du FEADER. La MAEC localisée – création et maintien d'un couvert herbacé permanent (bandes ou parcelles enherbées; COUVER06) incite à l'implantation des bandes enherbées dans les zones représentant un enjeu environnemental important. En viticulture, l'entretien des couverts naturels entre les rangs de vignes est soutenu par la MAEC - Entretien des couverts naturels efficaces sur les inter-rangs de vigne (COUVER11). De plus, les agriculteurs souhaitant remplacer les surfaces de grandes cultures par un couvert végétal d'intérêt floristique ou faunistique, favorable au maintien et à la protection de la biodiversité et aux insectes pollinisateurs et auxiliaires de culture, peuvent bénéficier de la MAEC - Création et entretien d'un couvert d'intérêt floristique ou faunistique (COUVER07). La mise en place de ce type de couvert se fait sur des surfaces supplémentaires autres que celles requises par les BCAE, le verdissement et le programme régional d'actions nitrates.

- **Le développement de l'agroforesterie intra-parcellaire et l'implantation de haies pour accroître le stockage de carbone dans la biomasse et le sol**

En vue d'augmenter la dynamique de la plantation de haies et les alignements d'arbres sur les terres agricoles, le programme «Plantons des haies!» a été lancé. S'inscrivant dans le cadre du plan France relance, le programme prévoit des aides à la plantation des linéaires ligneux et aux actions d'animation autour de l'agroforesterie et des haies. Un objectif national de 7 000 km de haies plantées entre 2021 et 2022 en France est fixé pour une enveloppe de 50 M€. En Bourgogne-Franche-Comté, ce programme est transposé au travers de deux dispositifs : « la prise en charge de l'animation » et « le soutien à l'investissement ».

Le premier dispositif concerne les actions de coordination et d'accompagnement des démarches de plantation et de gestion durable des haies et de l'agroforesterie. Le déploiement de ce dispositif se fait à travers deux appels à projets (AAP) : « Coordination de l'animation » et « Animation – Structures d'appui technique ». Le premier AAP vise à engager une « structure coordinatrice » ayant pour mission non seulement d'organiser les opérateurs d'appui

technique autour du programme « Plantons des haies ! », mais aussi à promouvoir la plantation des haies et leur valorisation auprès des techniciens et les agriculteurs. Par ce biais, le réseau Bocag'Haies a été retenu pour accomplir ces missions. Quant au deuxième AAP, il regroupe les actions d'élaboration du projet de plantation (diagnostic et accompagnement au projet) et d'accompagnement technique (appui au montage et au dépôt administratif des demandes d'investissements au titre de la sous-mesure 4.4 du PDRR).

Le déploiement du deuxième dispositif en Bourgogne-Franche-Comté se fera par le biais de la sous-mesure 4.4 du PDRR de la région portant sur les « Investissements non productifs en faveur de l'environnement ». Outre le financement du maintien et du rétablissement de la qualité de l'eau, de la lutte contre l'érosion des sols et de la préservation de la biodiversité, la mesure permet également de financer la reconstitution du paysage bocager de la région. Tous les planteurs⁽¹⁾ des linéaires ligneux sur des terres agricoles pourront bénéficier de ce dispositif. Les projets retenus sont financés par le FEADER, la région et les Agences de l'eau. Le taux d'aide publique (y compris le FEADER) est fixé à 80%.

- **Le développement de la méthanisation pour réduire les émissions de CH₄ liées au stockage des effluents d'élevage**

En Bourgogne-Franche-Comté, la filière de méthanisation est en cours de développement. En 2018, 52 unités de méthanisation sont en fonctionnement et 9 en cours de construction dont la majorité (54 unités) est agricole (ADEME BFC, 2019).

Pour renforcer le développement des filières de biogaz, des incitations financières sont mises en place dans le cadre de la politique française de lutte contre l'effet de serre et de développement des énergies renouvelables. La dynamique de développement de ces filières est à la hausse depuis 2011, grâce à la revalorisation du tarif d'achat de l'électricité produite à partir du biogaz, des tarifs d'injection dans le réseau de gaz naturel et des conditions de double valorisation (électricité/injection).

Au niveau national, l'ADEME soutient le développement de la filière méthanisation depuis près

de 15 années. Près de 1200 projets de méthanisation ont été accompagnés pour un total d'aides de 425 millions d'euros d'aides à l'investissement. D'autres dispositifs existent comme les aides ADEME à la décision pour mieux orienter et accompagner la prise de risque en amont des projets, ou les prêts sans garantie proposés par BPI France. Enfin le plan EMAA « Energie Méthanisation Autonomie Azote » a permis de faciliter le développement de la filière.

Le développement de la filière méthanisation est également porté par l'ADEME Bourgogne-Franche-Comté. Cofinancé par le Conseil régional au travers du contrat de plan Etat/Région, et les fonds européens (FEADER et FEDER), le soutien de l'ADEME permet le financement de l'animation de la filière, des études de projet et des investissements de méthanisation (ADEME BFC 2019). De plus, L'ADEME Bourgogne-Franche-Comté s'est engagée pour assurer un développement cohérent et pérenne de la filière via le suivi des installations et des expérimentations, les expertises techniques, la communication des études, la réalisation d'études prospectives, etc.

⁽¹⁾ Les planteurs désignent les agriculteurs et leurs groupements (CUMA, GIEE), les collectivités, les établissements de développement agricole, d'enseignement agricole et de recherche exerçant une activité agricole, les fondations, les associations et les organismes de réinsertion sans but lucratif exerçant une activité agricole (DRAAF Bourgogne-Franche-Comté, 2021).

Tableau récapitulatif des coûts et potentiels d'atténuation des trente-six pratiques agricoles en ex-Bourgogne

	Libellé Action	Pratique	Unité de production	Assiette maximale totale	Coût technique	Coût total	Potentiel unitaire de stockage de C additionnel	Potentiel total de stockage de C additionnel	Atténuation unitaire des émissions de GES	Atténuation totale de émissions de GES	Atténuation totale des émissions de GES et stockage de C	Coût d'atténuation
				(unité)	(€/unité/an)	(€/an)	(tC/ha/an)	(tC/an)	(tCO ₂ eq/unité/an)	(tCO ₂ eq/an)	(tCO ₂ eq/an)	(€/tCO ₂ eq)
Gestion de fertilisation	A1	Réduire la dose d'azote minéral apportée	ha	771048	-9.02	-6954726.62	0.00	0.00	0.25	196472.18	196472.18	-35.40
		Améliorer la prise en compte de l'azote organique apporté dans le calcul du bilan azoté	ha	772283	-2.68	-2071465.54	0.00	0.00	0.03	25937.65	25937.65	-79.86
		Améliorer l'efficacité des apports organiques	ha	772283	-2.54	-1963034.75	0.00	0.00	0.04	29179.98	29179.98	-67.27
		Mobiliser de nouvelles ressources organiques exogènes	ha	52447	16.33	856209.90	0.11	5663.83	-0.06	-3369.91	17397.46	49.21
		Retarder le 1er apport d'azote	ha	117558	-23.16	-2723064.21	0.00	0.00	0.22	26229.16	26229.16	-103.82
		Utiliser d'inhibiteurs de la nitrification	ha	150719	16.90	2546625.95	0.00	0.00	0.29	43551.71	43551.71	58.47
		Enfouissement des engrais minéraux	ha	109138	-8.95	-976240.24	0.00	0.00	0.14	15512.97	15512.97	-62.93
Légumineuses	A2	Légumineuses à graines en grandes cultures	ha de légumineuses	66805	19.36	1293143.13	0.00	0.00	1.11	74175.20	74175.20	17.43
		Légumineuses dans les prairies temporaires	ha de prairies	100881	-22.51	-2270378.99	0.00	0.00	0.12	12309.00	12309.00	-184.45
Semis direct	A3	Réduction du travail du sol - passage au semis direct	ha	797172	-0.31	-246533.01	0.00	0.00	0.00	1491.34	1491.34	-165.31
Insertion de couverts	A4	Développement (Insertion et allongement) de cultures intermédiaires	ha	947045	36.13	34213300.64	0.37	354334.45	-0.07	-63180.79	1236045.52	27.68
		Enherbement permanent des vignobles	ha	9065	-25.27	-229107.88	0.60	5468.44	-0.17	-1531.60	18519.34	-12.37
		Enherbement hivernal des vignobles	ha	19971	-15.24	-304364.59	0.30	5988.91	-0.01	-203.52	21755.83	-13.99
		Implantation de bandes enherbées	ha de bandes enherbées	17982	657.44	11822304.93	0.23	4220.61	0.43	7655.15	23130.73	511.11
Haies et Haies	A5	Développement de l'agroforesterie intra-parcellaire	ha de culture	207839	92.72	19270703.68	0.42	88133.18	3.41	709211.58	1032366.58	18.67
		Implantation de haies	ha de culture	435212	69.93	30435898.27	0.03	14876.13	0.92	401502.37	456048.16	66.74
Gestion des prairies	A6	Allonger la durée de pâturage	ha	403645	-28.07	-11329785.44	0.00	0.00	0.04	14721.34	14721.34	-769.62
		Insertion et allongement de prairies temporaires dans les successions de grandes cultures	ha (de séquence de cultures)	153418	-40.56	-6222529.95	0.17	25742.73	0.13	19713.37	114103.38	-54.53
		Réduire la fertilisation des prairies permanentes et temporaires les plus intensives	ha	563873	-6.52	-3674592.47	0.00	0.00	0.04	22983.35	22983.35	-159.88
		Intensification des prairies peu productives par augmentation du chargement animal	ha	2577	-4.00	-10300.39	0.00	0.00	-0.20	-519.82	-519.82	19.82
		Intensification modérée des prairies permanentes en augmentant la fertilisation azotée	ha	642999	32.53	20916807.39	0.30	194338.74	-0.58	-370698.47	341876.90	61.18
Lipides et additifs	A7	Substitution glucides-lipides	Têtes de bovins	317012	62.64	19856469.85	0.00	0.00	0.24	76101.29	76101.29	260.92
		Ajout de nitrate	Têtes de bovins	56763	10.42	591375.95	0.00	0.00	0.28	16032.08	16032.08	36.89
Alimentation protéique	A8	Ajustement des apports protéique pour les vaches	Têtes de vaches laitières	31680	-11.60	-367433.86	0.00	0.00	0.12	3888.21	3888.21	-94.50
		Passer en alimentation bi-phase pour les truies	Truies reproductrices, porcelets et porcs à l'engraissement	12750	-49.17	-626932.04	0.00	0.00	0.51	6462.32	6462.32	-97.01
Maîtrise et économie d'énergie	A9	Méthanisation	Nombre d'exploitations	2785	8283.00	23071800.08	0.00	0.00	133.66	372302.52	372302.52	61.97
		Couverture et torchère	Nombre d'exploitations	8066	10075.00	81268271.69	0.00	0.00	25.33	204321.61	204321.61	397.75
	A10	Bâtiments avicoles-échangeurs thermiques	Volailles de chair (têtes)	27855000	0.03	963900.03	0.00	0.00	0.00	2268.26	2268.26	424.95
		Bâtiments avicoles-aérothermes	Volailles de chair (têtes)	27855000	-0.01	-353074.33	0.00	0.00	0.00	1856.61	1856.61	-190.17
		Bâtiments avicoles-isolation	Volailles de chair (têtes)	27855000	-0.03	-889620.20	0.00	0.00	0.00	2767.78	2767.78	-321.42
		Serres chauffées-isolation	ha de serres	29	-7393.44	-217479.17	0.00	0.00	62.60	1841.50	1841.50	-118.10
		Serres chauffées-ballon d'eau chaude	ha de serres	10	1751.98	17457.23	0.00	0.00	36.69	365.61	365.61	47.75
		Tracteurs- passage régulier au banc d'essai	Tracteurs	14230	-168.24	-2394023.94	0.00	0.00	1.01	14417.95	14417.95	-166.04
Tracteurs-écoconduite	Tracteurs	43120	-370.82	-15989844.45	0.00	0.00	2.03	87381.49	87381.49	-182.99		

Tableau récapitulatif des coûts et potentiels d'atténuation des trente-six pratiques agricoles en ex-Franche-Comté

	Libellé Action	Pratique	Unité de production	Assiette maximale totale	Coût technique	Coût total	Potentiel unitaire de stockage de C additionnel	Potentiel total de stockage de C additionnel	Atténuation unitaire des émissions de GES	Atténuation totale de émissions de GES	Atténuation totale des émissions de GES et stockage de C	Coût d'atténuation
				(unité)	(€/unité/an)	(€/an)	(tC/ha/an)	(tC/an)	(tCO ₂ eq/unité/an)	(tCO ₂ eq/an)	(tCO ₂ eq/an)	(€/tCO ₂ eq)
Gestion de fertilisation	A1	Réduire la dose d'azote minéral apportée	ha	179368	-8.60	-1542757.55	0.00	0.00	0.23	41730.23	41730.23	-36.97
		Améliorer la prise en compte de l'azote organique apporté dans le calcul du bilan azoté	ha	179370	-4.40	-788332.60	0.00	0.00	0.05	8374.45	8374.45	-94.14
		Améliorer l'efficacité des apports organiques	ha	179370	-4.16	-747067.36	0.00	0.00	0.05	9402.28	9402.28	-79.46
		Mobiliser de nouvelles ressources organiques exogènes	ha	44407	-21.59	-958647.68	0.13	5681.32	-0.08	-3330.83	17500.69	-54.78
		Retarder le 1er apport d'azote	ha	24744	-22.95	-567844.08	0.00	0.00	0.22	5342.07	5342.07	-106.30
		Utiliser d'inhibiteurs de la nitrification	ha	35023	14.67	513758.07	0.00	0.00	0.26	9087.36	9087.36	56.54
		Enfouissement des engrais minéraux	ha	50746	-8.86	-449833.52	0.00	0.00	0.15	7438.01	7438.01	-60.48
Légumineuses	A2	Légumineuses à graines en grandes cultures	ha de légumineuses	17645	19.78	349009.20	0.00	0.00	1.11	19650.31	19650.31	17.76
		Légumineuses dans les prairies temporaires	ha de prairies	60596	-14.11	-854898.95	0.00	0.00	0.08	4695.30	4695.30	-182.08
Semis direct	A3	Réduction du travail du sol - passage au semis direct	ha	245881	2.80	689073.25	0.00	0.00	-0.05	-11082.17	-11082.17	-62.18
Insertion de couverts	A4	Développement (Insertion et allongement) de cultures intermédiaires	ha	268794	27.27	7330625.77	0.31	83893.18	-0.09	-22849.16	284759.19	25.74
		Enherbement permanent des vignobles	ha	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Enherbement hivernal des vignobles	ha	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Implantation de bandes enherbées	ha de bandes enherbées	6738	603.04	4063206.43	0.14	972.38	0.27	1825.92	5391.32	753.66
AF et Haies	A5	Développement de l'agroforesterie intra-parcellaire	ha de culture	52882	90.40	4780688.44	0.37	19717.32	3.42	180861.69	253158.51	18.88
		Implantation de haies	ha de culture	124325	72.03	8954884.27	0.03	3967.35	0.96	119159.34	133706.27	66.97
Gestion des prairies	A6	Allonger la durée de pâturage	ha	195907	-28.07	-5498838.49	0.00	0.00	0.04	7144.91	7144.91	-769.62
		Insertion et allongement de prairies temporaires dans les successions de grandes cultures	ha (de séquence de cultures)	92110	4.80	442385.31	0.28	25357.15	0.18	16481.03	109457.25	4.04
		Réduire la fertilisation des prairies permanentes et temporaires les plus intensives	ha	287124	-3.80	-1091456.88	0.00	0.00	0.02	6826.70	6826.70	-159.88
		Intensification des prairies peu productives par augmentation du chargement animal	ha	10070	-4.00	-40247.14	0.42	4264.65	-0.20	-2031.11	13605.92	-2.96
		Intensification modérée des prairies permanentes en augmentant la fertilisation azotée	ha	213932	12.14	2596294.00	0.20	43223.87	-0.31	-65330.30	93157.23	27.87
		Substitution d'une ou deux fauches par du pâturage	ha	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lipides et additifs	A7	Substitution glucides-lipides	Têtes de bovins	261955	86.57	22676423.67	0.00	0.00	0.32	84822.46	84822.46	267.34
		Ajout de nitrate	Têtes de bovins	146124	10.99	1605783.01	0.00	0.00	0.28	41219.62	41219.62	38.96
Alimentation protéique	A8	Ajustement des apports protéique pour les vaches	Têtes de vaches laitières	104088	-11.60	-1207259.10	0.00	0.00	0.12	12775.31	12775.31	-94.50
		Passer en alimentation bi-phase pour les truies	Truies reproductrices, porcelets et porcs à l'engraissement	6248	-49.17	-307196.70	0.00	0.00	0.51	3166.54	3166.54	-97.01
Maîtrise et économie d'énergie	A9	Méthanisation	Nombre d'exploitations	1376	8283.00	11399468.78	0.00	0.00	179.79	247441.37	247441.37	46.07
		Couverture et torchère	Nombre d'exploitations	3985	10075.00	40153569.41	0.00	0.00	36.61	145910.09	145910.09	275.19
	A10	Bâtiments avicoles-échangeurs thermiques	Volailles de chair (têtes)	1238000	0.04	50712.59	0.00	0.00	0.00	120.83	120.83	419.71
		Bâtiments avicoles-aérothermes	Volailles de chair (têtes)	1238000	-0.01	-16150.85	0.00	0.00	0.00	98.80	98.80	-163.47
		Bâtiments avicoles-isolation	Volailles de chair (têtes)	1238000	-0.03	-37149.68	0.00	0.00	0.00	147.90	147.90	-251.18
		Serres chauffées-isolation	ha de serres	12	-17655.03	-207905.21	0.00	0.00	62.60	737.22	737.22	-282.01
		Serres chauffées-ballon d'eau chaude	ha de serres	4	1062.70	3864.43	0.00	0.00	36.69	133.43	133.43	28.96
		Tracteurs- passage régulier au banc d'essai	Tracteurs	6661	-152.39	-1015116.33	0.00	0.00	1.01	6749.68	6749.68	-150.39
Tracteurs-écoconduite	Tracteurs	20186	-339.11	-6845358.76	0.00	0.00	2.03	40907.16	40907.16	-167.34		

FOCUS

Assiette maximale technique

L'assiette maximale technique est la quantité de ressource maximale utilisable pour une pratique agricole, c'est-à-dire la surface ou l'effectif animal pour lesquels la pratique peut se déployer. Elle est calculée pour chaque pratique agricole à l'échelle régionale, en prenant en considération les contraintes techniques liées à sa mise en place ainsi que certains objectifs environnementaux tels que la réduction des herbicides et la préservation de la qualité des sols.

Potentiel d'atténuation

Le potentiel d'atténuation est estimé en multipliant le potentiel d'atténuation unitaire (t CO₂eq évité par ha, par animal...) par l'assiette sur laquelle l'action peut être mise en œuvre. Exprimé en t CO₂eq/an, le potentiel d'atténuation ne comprend pas les émissions induites en amont ou en aval de l'exploitation, liées à des achats ou à des ventes de produits.

Coût d'atténuation

Le coût d'atténuation d'une pratique agricole est le ratio entre son coût technique total et son potentiel d'atténuation. Il est interprété comme le prix minimal de la tonne de CO₂eq évitée pour qu'une pratique devienne rentable économiquement pour l'exploitant. Si le ratio est négatif, la pratique/action est dite « à coût négatif ». La mise en œuvre des pratiques/actions « à coût négatif » permet une diminution des émissions de GES et/ou un accroissement du stock de carbone dans les sols et la biomasse tout en fournissant à l'exploitant des économies de coûts et/ou un revenu additionnel.

Interactions et additivité entre les pratiques

Les potentiels d'atténuation sont d'abord calculés par pratique, puis agrégés à l'échelle de l'action, sous hypothèse d'additivité et sans prise en compte des interactions entre les actions et les pratiques.

REFERENCES

ADEME BFC. (2019). Méthanisation en Bourgogne-Franche-Comté. <https://bourgogne-franche-comte.ademe.fr/expertises/methanisation/contexte-regional-et-chiffres-cles>

Agreste BFC. (2019). Mémento de la statistique agricole. https://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Memento2019_cle4fd7e7.pdf

Alterre. (2018). Les sols et les forêts en Bourgogne-Franche-Comté : d'importants réservoirs de carbone, mais fragiles. https://www.alterrebourgognefranche-comte.org/depot_alterrebourgogne/depot_arko/basesdoc/4/309764/consulter-le-document.PDF

OORCE. (2021). Observatoire des objectifs régionaux climat énergie - Où en sont les régions dans la transition ? <https://www.observatoire-climat-energie.fr/regions/bourgogne-franche-comte/emissions-de-gaz-a-effet-de-serre/>

OPTEER - ORECA Bourgogne-Franche-Comté. (2018a). Consommation d'énergie par secteur (hors branche énergie). <http://www.opteer.org/>

OPTEER - ORECA Bourgogne-Franche-Comté. (2018b). Emissions de gaz à effet de serre (PRG) par secteur. <http://www.opteer.org/>

Partenaires & Remerciements

L'ADEME remercie INRAE, en particulier Nosra Ben Fradj et Laure Bamière, pour l'élaboration de ces fiches régionales qui capitalisent des travaux clés pour accompagner les acteurs locaux et agricoles en vue de la réduction des émissions GES, la préservation voire l'augmentation des stocks de carbone du secteur agricole.



Nous remercions également :

- Mathilde BONNET (ADEME - DR Bourgogne-Franche-Comté) pour la relecture de la fiche.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Etude INRA GES 2013 <https://www.ademe.fr/contribution-lagriculture-francaise-a-reduction-emissions-gaz-a-effet-serre>
- Etude BANCO <https://www.ademe.fr/banco-analyse-freins-mesures-deploiement-actions-dattenuation-a-cout-negatif-secteur-agricole>
- Etude INRAE 4pour1000 France <https://www.inrae.fr/actualites/stocker-4-1000-carbone-sols-potentiel-france>
- Direction régionale de l'ADEME en Bourgogne-Franche-Comté www.bourgogne-franche-comte.ademe.fr

CONTACTS

- Suivi technique national ADEME : Thomas EGLIN et Audrey TREVISIOL (Direction Bioéconomie et Energies renouvelables / Service Forêt Alimentation Bioéconomie)
- Contact en Direction régionale ADEME : Mathilde Bonnet (Pôle territoires durables) : mathilde.bonnet@ademe.fr