



HAL
open science

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

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 Pays de la Loire. [Contrat] 011472-13, INRAE. 2021. hal-03789297

HAL Id: hal-03789297

<https://hal.inrae.fr/hal-03789297>

Submitted on 27 Sep 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 des Pays de la Loire

Pays de la Loire



Chiffres clés du secteur agricole

- L'agriculture représente 69% de la surface du territoire régional.
- L'élevage valorise 46% des surfaces agricoles.
- Le secteur agricole représente 34% des émissions de GES régionales.
- Lié aux émissions de méthane (CH₄), l'élevage est responsable de 80% des émissions régionales du secteur.
- Le potentiel d'atténuation est de 7,05 Mt CO₂eq/an, soit près de 23% des émissions de GES régionales.

Les principales actions d'atténuation :

- **La gestion de la fertilisation** dont le potentiel d'atténuation annuel est de 0,32 Mt CO₂eq pour un gain de 33 €/t CO₂eq ;
- **Le développement de l'agroforesterie intra-parcellaire et l'implantation de haies** dont le potentiel d'atténuation annuel est de 2,73 Mt CO₂eq pour un coût de 34 €/t CO₂eq ;
- **Le développement de la méthanisation et l'installation de couvertures/torchères** dont le potentiel d'atténuation annuel est de 1,92 Mt CO₂eq pour un coût de 122 €/t 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 2016, les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la région Pays de la Loire représentent 7% des émissions de GES nationales, soit un peu plus de 31 Mt CO₂eq émises. En recul de 11% depuis 2008, ce chiffre devrait être réduit selon les objectifs du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) à 16,3 Mt CO₂eq en 2030 et 5,5 Mt CO₂eq en 2050 (OORCE, 2021).

L'agriculture ligérienne est le premier secteur émetteur de GES. Les émissions de GES n'ont baissé que d'environ 1% en l'espace de six ans. La baisse pourrait être drastique si des pratiques permettant de réduire les émissions GES, préserver et accroître le stockage de carbone dans les sols et la biomasse, sont mises en œuvre.

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 Pays de la Loire 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 2016, la région Pays de la Loire a contribué à hauteur de 7% à l'ensemble des GES de la France (BASEMIS® 2018), soit 31 millions de tonnes en équivalent de CO₂ (Mt CO₂eq). A forte vocation agricole, la région ligérienne se caractérise par une agriculture très émettrice de GES. Valorisant près de 69% du territoire régional (soit 2,2 Mha; Agreste Pays de la Loire (2019)), le secteur agricole détient le premier rang des émissions de GES régionales. Il a émis près de 10,5 Mt CO₂eq de GES, soit 34% des émissions de GES régionales.

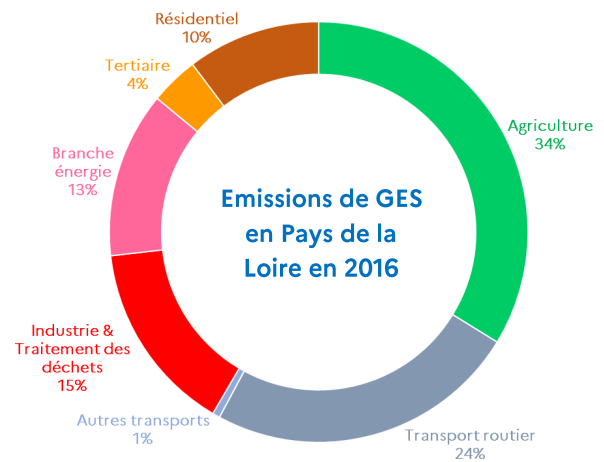
Avec 2,4 millions de bovins, les Pays de la Loire sont la première région productrice de viande bovine. Les surfaces toujours en herbe et les prairies occupent près de 46% des surfaces agricoles (Agreste Pays de la Loire, 2019). Source d'émissions de méthane (CH₄), l'élevage est responsable de 80% des émissions de GES d'origine agricole de la région.

Les cultures contribuent à hauteur de 11% des émissions de GES d'origine agricole de la région, soit 1,2 Mt CO₂eq. Les terres arables occupent près de 73% de la surface agricole utile (SAU) de la région, les céréales et les oléoprotéagineux étant les principales productions végétales avec près de 37% des surfaces agricoles (Agreste Pays de la Loire, 2019).

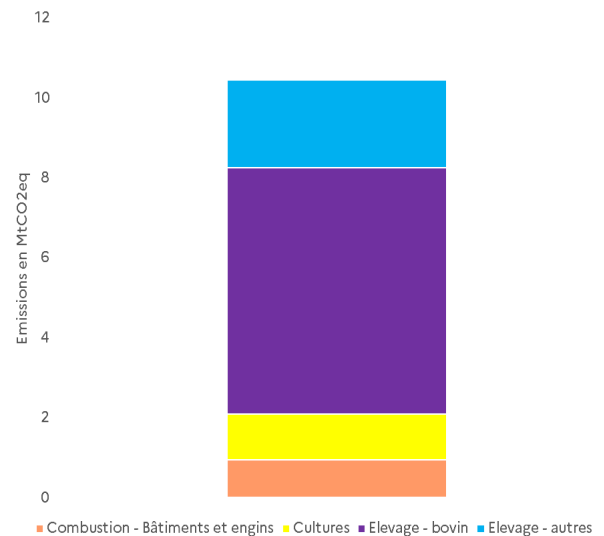
Résultant de la combustion de l'énergie fossile, les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) contribuent de 9% à l'ensemble des émissions de GES agricoles de la région. En 2016, le secteur agricole a consommé 4 500 GWh, soit 5% d'énergie finale de la région. Les engins agricoles sont le poste le plus consommateur avec 54% des consommations du gasoil. 37% des consommations sont associés à l'utilisation de l'électricité et le butane-propane pour le chauffage des bâtiments.

Les stocks de carbone et leurs évolutions

En 2016, le secteur Utilisation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Forêt (UTCATF) en Pays de la Loire a séquestré 2,13 Mt CO₂eq (BASEMIS® 2018). Ce puits a connu une augmentation annuelle de 42% entre 2008 et 2016. Cela est dû, en grande partie, à l'accroissement forestier qui a constitué un puits de 3,6 Mt CO₂eq, tandis que la récolte de bois et le défrichage, sources d'émissions de carbone, ont émis



Source : BASEMIS® (2018) - Air Pays de la Loire



Répartition des émissions directes de GES du secteur agricole en Pays de la Loire par activité agricole en 2016
Source : BASEMIS® (2018) - Air Pays de la Loire

1,35 Mt CO₂eq la même année. Les changements d'affectation des sols, en particulier l'artificialisation et le retournement des prairies, ont cependant été la cause d'émissions estimées à 0,034 Mt CO₂eq. Cependant, avec un rythme d'artificialisation de 11,9% (en 2015; Agreste Pays de la Loire, 2018), les stocks de carbone se trouvent ainsi menacés.

Le potentiel d'accroissement des stocks de carbone dans les sols agricoles varie selon le type de couvert. Il est plus élevé sur les terres en cultures annuelles et prairies temporaires, du fait d'un faible stock initial. Les prairies permanentes, avec un stock initial déjà élevé et une part plus faible de la SAU régionale (0,532 Mha soit 16% de la SAU), ont un potentiel de stockage additionnel plus faible.

Le potentiel de stockage des sols agricoles pourrait être accru si des bonnes pratiques agricoles permettant de réduire les émissions de GES et d'accroître les stocks de carbone dans le sol et la biomasse (ex. l'agroforesterie

et les haies) étaient adoptées par les agriculteurs. Un large éventail de pratiques agricoles, regroupées en quatre grandes actions, a été donc sélectionné afin d'identifier les principaux leviers d'atténuation des émissions de GES agricoles. Toutefois, les potentiels et les coûts d'atténuation des différentes actions ainsi que leur mobilisation dépendent du profil agricole de la région.

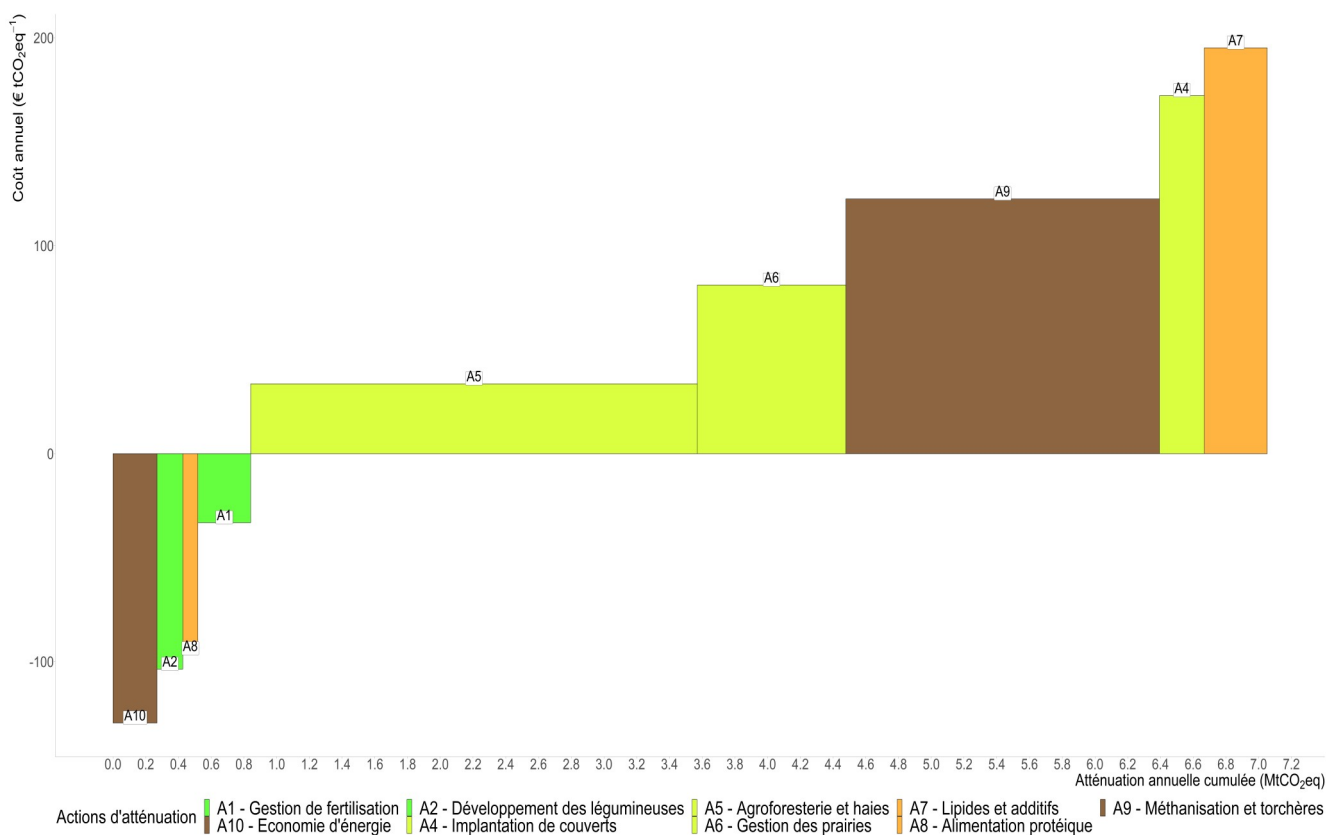
Les leviers d'atténuation des émissions de GES du secteur agricole en Pays de la Loire

La figure suivante représente le coût et le potentiel d'atténuation des différentes actions, en les classant par coût d'atténuation croissant. Elle permet de mettre en lumière les principaux leviers d'atténuation des émissions de GES en Pays de la Loire. L'ensemble de leviers affiche un potentiel d'atténuation cumulé d'environ 7,1 Mt CO₂eq par an dont 63% est estimé pour un coût d'atténuation inférieur à 82 € par tonne de CO₂eq (€/t CO₂eq). Classés par ordre de coût croissant, les potentiels des différents leviers sont :

- **Un potentiel d'atténuation annuel de 0,84 Mt CO₂eq pour un coût négatif** portant sur les actions A10 —

Economie d'énergie, A2 — Développement des légumineuses, A8 — Alimentation protéique et A1 — Gestion de fertilisation. Dans cet ensemble, le gain varie de 33 €/t CO₂eq pour A1 — Gestion de la fertilisation à 129 €/t CO₂eq pour A10— Economie de l'énergie. La gestion de fertilisation représente 7% du potentiel d'atténuation, soit 0,32 Mt CO₂eq. Avec 0,16 Mt CO₂eq, l'économie d'énergie contribue à hauteur de 4% de l'atténuation totale. Portant sur 0,53 Mha, l'action « Développement des légumineuses » ne représente que 2% du potentiel d'atténuation (0,16 Mt CO₂eq). Enfin, l'action Alimentation protéique affiche le plus faible potentiel d'atténuation (0,09 Mt CO₂eq).

- **Un potentiel d'atténuation annuel de 3,64 Mt CO₂eq pour un coût inférieur à 100 €/t CO₂eq** rapportant aux actions A5 — Agroforesterie et haies et A6 — Gestion des prairies. Le développement de l'agroforesterie et l'implantation des haies pourraient réduire jusqu'à 2,73 Mt CO₂eq, soit 39% du potentiel d'atténuation pour un coût de 34 €/t CO₂eq. Avec un coût plus élevé (81 €/t CO₂eq), l'action « Gestion des prairies » ne permet d'atténuer que 0,91 Mt CO₂eq (13% du



Coûts et potentiels d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre des principaux leviers d'action en Pays de la Loire. 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).

potentiel cumulé).

- **Un potentiel d'atténuation annuel de 2,57 Mt CO₂eq pour un coût supérieur à 100 €/t CO₂eq** au travers des actions A9 — Méthanisation et torchères, A4 — Développement de couverts végétaux et A7 — Lipides et additifs en alimentation des ruminants. Valorisant les effluents d'élevage, l'action « Méthanisation et torchères » est la deuxième action la plus atténuante, représentant un potentiel de 1,92 Mt CO₂eq (soit 27% du potentiel total) pour un coût de 122 €/t CO₂eq. Le potentiel d'atténuation de l'action A4 — Développement de couverts végétaux est beaucoup moins important et ne permet d'atténuer que 4% du potentiel (soit 0,27 Mt CO₂eq) pour un coût de 150 €/t CO₂eq. Pour un coût relativement plus élevé (195 €/t CO₂eq), l'action relative à l'ajout des lipides et des additifs en alimentation des bovins permet de réduire 0,38 Mt CO₂eq (soit 4% du potentiel).

De cette représentation ressortent les principales actions d'atténuation clés suivantes (tableau, page 5) :

- **A1 — Gestion de fertilisation**

Ayant pour but de réduire les émissions de N₂O, ce levier d'actions se décline en trois pratiques à savoir : la diminution de la fertilisation minérale, la valorisation des effluents d'élevage et autres déchets organiques se substituant à l'azote minéral, et l'amélioration de l'efficacité de l'azote apporté (tableau ci-après, page 5). Etant la pratique la plus stockante, la mobilisation de nouvelles sources de carbone exogène est la moins coûteuse. A cet ensemble, on peut ajouter l'action A2 – Implantation des légumineuses dont l'atténuation escomptée provient essentiellement d'une restitution d'un surplus d'azote à la culture suivante et la sous-action A6C – Désinténification des prairies les plus intensives.

- **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 la pollution

chimique du système hydrographique.

Avec près de 2,1 Mt CO₂eq, l'agroforesterie intra-parcellaire en Pays de la Loire représente, à elle seule, 30% du potentiel d'atténuation régional pour une assiette de 0,472 Mha. Son coût de mise en œuvre est également élevé (95 €/ha), suite à 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 emprise au sol moindre, la pratique « Implantation de haies » affiche un coût d'atténuation trois fois et demi plus élevé que celui de l'agroforesterie. Représentant 9% du potentiel d'atténuation total, elle est la cinquième pratique la plus atténuante de la région.

- **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 est la pratique la plus atténuante de la région permettant de réduire près de 1,2 Mt CO₂eq/an (environ 17% de l'atténuation totale de la région) pour un effectif de 6 266 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 kWe.

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.

Bien que cette pratique contribue de 10% de l'atténuation régionale (soit un potentiel de de 0,73 Mt

Tableau récapitulatif des potentiels et coûts d'atténuation des principales pratiques clés en Pays de la Loire

Actions	A1 - Gestion de la fertilisation azotée					A5 - Agroforesterie et haies		A9 - Méthanisation et couverture/torchère	
Sous-actions	A. Réduire la dose d'azote	B. Mieux valoriser les apports organiques	C. Améliorer l'efficacité de l'azote						
Gestion de fertilisation proposée	A. Faire un calcul de bilan azoté avec un objectif de rendement mieux ajusté	B1. Mieux prendre en compte le N organique	C1. Suppression du premier apport d'azote	C2. Utiliser des inhibiteurs de nitrification	C3. Enfouir les engrais dans le sol	A. Développement de l'agroforesterie intra-parcellaire	B. Implantation des haies	A. Méthanisation	B. Couverture et torchères
		B2. Réduire les pertes par volatilisation							
		B3. Mobilisation de nouvelles sources de C exogènes							
Assiette maximale totale (M unité de production : ha pour A1 et A5, exploitations pour A9)	0,872	0,921	0,130	0,170	0,361	0,472	0,655	0,006	0,018
Potentiel de stockage de carbone dans le sol, unitaire → total régional	0	0,09 tC/ha/an → 0,004 MtC/an	0	0	0	0,27 tC/ha/an → 0,12 MtC/an	0,02 tC/ha/an → 0,02 MtC/an	0	0
Potentiel d'atténuation de GES et de stockage de carbone dans la biomasse, unitaire → total régional	0,16 tCO ₂ eq/ha/an → 0,14 MtCO ₂ eq/an	0,05 tCO ₂ eq/ha/an → 0,09 MtCO ₂ eq/an	0,14 tCO ₂ eq/ha/an → 0,02 MtCO ₂ eq/an	0,17 tCO ₂ eq/ha/an → 0,03 MtCO ₂ eq/an	0,07 tCO ₂ eq/ha/an → 0,03 MtCO ₂ eq/an	3,4 tCO ₂ eq/ha/an → 1,61 MtCO ₂ eq/an	0,93 tCO ₂ eq/ha/an → 0,61 MtCO ₂ eq/an	189,24 tCO ₂ eq/exploitation/an → 1,19 MtCO ₂ eq/an	40,25 tCO ₂ eq/exploitation/an → 0,73 MtCO ₂ eq/an
Potentiel d'atténuation totale (MtCO ₂ eq/an)	0,14	0,11	0,02	0,03	0,03	2,06	0,66	1,19	0,73
Coût unitaire pour l'agriculteur (€/ha)	-7	201	-21	10	-6	95	71	8 283	10 075
Coût total (M€)	-5,9	-11,6	-2,7	1,6	-2,1	44,9	46,7	51,9	182,8
Coût d'atténuation de la tonne de CO ₂ eq (€/tCO ₂ eq)	-43	-106	-145	56	-78	22	70	44	250

CO₂eq), son coût d'atténuation est parmi des plus élevés (250 €/t CO₂eq), compte tenu du faible nombre d'exploitations concernées (18 147 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 des pratiques clés en Pays de la Loire

La mise en place de pratiques agricoles de réduction des émissions de GES et de séquestration de carbone dans le sol et la biomasse bénéficie d'une panoplie de soutiens nationaux, régionaux et locaux. A l'échelle nationale, et dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC), des mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC) sont entrées en vigueur depuis 2015.

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 principales actions d'atténuation.

• La gestion de fertilisation azotée pour réduire les émissions de N₂O

Du fait que la région est concernée par le bassin hydrographique Loire-Bretagne, des mesures réglementaires ont été implémentées afin de limiter les risques de pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole dans la région, telles que la Directive Européenne Nitrate n° 91/676/CEE du 12 décembre 1991 (The Nitrates Directive, 1991) et le Programme d'Action Nitrates national. De plus, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne incite à l'installation des pratiques

agricoles favorables pour l'eau telles que l'implantation des légumineuses afin de lutter contre les pollutions diffuses.

Ces mesures sont soutenues par le Plan de compétitivité et d'adaptation des exploitations agricoles (PCAE, volet végétal) qui s'inscrit dans le cadre de l'opération : Investissement pour les grandes cultures, les prairies et le végétal spécialisé du Programme de Développement Rural (PDRR) des Pays de la Loire. Une enveloppe de crédits de 39,55 M€ a été prévue sur la période 2014 - 2020 pour financer l'installation des équipements permettant une meilleure répartition et modulation de la fertilisation organique et minérale à l'échelle des exploitations agricoles.

A ces dispositifs, s'ajoutent la MAEC – systèmes grandes cultures permettant d'accompagner les exploitations qui s'engagent à améliorer sur le long terme leur performance environnementale. Outre la diversification des systèmes de cultures et la limitation des traitements phytosanitaires, cette mesure implique la réduction de la fertilisation azotée dans les exploitations à dominante céréalière et/ou oléo-protéagineuse à travers l'implantation des légumineuses sur 5% de la surface agricole.

• Le développement de l'agroforesterie intra-parcellaire et l'implantation de haies pour accroître le stockage du carbone dans la biomasse et les sols

Depuis 2010, la mise en place des systèmes agroforestiers est soutenue par le Plan de Développement Rural Régional (PDRR) des Pays de la Loire à travers la mesure 8.2. Cette sous mesure a pour objectif d'inciter la plantation d'arbres exploités pour leur bois et autres produits forestiers, sur des parcelles agricoles. Financée par le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER), le soutien financier est octroyé pour une surface minimale de 1 hectare pour une densité comprise entre 30 et 100 arbres/ha. Le taux d'aide publique est fixé à 80% des coûts d'implantation, aucun autre financement public ne pouvant y être cumulé. D'autres conditions et critères d'éligibilité sont fixés par le règlement d'intervention régional.

La sous mesure 4.4 du PDRR portant sur les

investissements en faveur du patrimoine naturel et des continuités écologiques, prévoit également le financement des investissements non productifs⁽¹⁾ tels que les travaux de réhabilitation et de plantation de haies. Ce financement n'est ouvert qu'aux groupements d'agriculteurs, des coopératives ou des Groupements d'Intérêt Economique et Environnemental (GIEE).

En lien avec le plan de relance « Plantons de haies »⁽²⁾, l'appel à projet « Liger Bocage et Agroforesterie » a été lancé en Pays de la Loire en vue de préserver le bocage, une des facettes caractéristiques de la région. Cela à travers la valorisation et la mobilisation des dispositifs existants, la consolidation de la mise en place des stratégies locales et la diffusion de l'action en faveur du bocage et de l'agroforesterie. Au-delà de la plantation des haies et la mise en place des systèmes agroforestiers, ce dispositif assure la restauration et la gestion durable des linéaires existants via l'utilisation des plants labellisés et de techniques paillages 100% biodégradables.

Afin de maintenir le paysage bocager ligérien, un dispositif de paiements pour services environnementaux (PSE) a été accepté par la Commission Européenne en 2020. En interaction avec la PAC, le plan de biodiversité et les assises de l'eau, ce dispositif s'inscrit dans une nouvelle logique d'action publique portant sur la rémunération des actions qui contribuent à restaurer ou maintenir l'écosystème dont la société tire des bénéfices. Etant donné les multiples services écosystémiques rendus par les haies, le dispositif PSE peut être associé avec « Label Haie » afin de garantir la gestion durable des haies d'une part, et de légitimer une rémunération supplémentaire à celle de la PAC. En vue de tester ce dispositif en Pays de la Loire, 3 PSE expérimentaux portant sur l'amélioration de la gestion des haies pour le stockage du carbone, l'eau et la biodiversité ont été retenus pour financement par l'agence de l'eau de Loire-Bretagne.

- **Le développement de la méthanisation et l'installation de couvertures/torchères pour réduire les émissions de CH₄ liées au stockage des effluents d'élevage**

En Pays de la Loire, la filière de méthanisation est en

développement. A ce jour, il existe 105 unités de méthanisation, dont 58% sont installées à la ferme. L'ensemble des installations valorisent près de 1,13 M tonnes (Mt) d'effluents d'élevage (AILE, 2021). D'après l'état des lieux du schéma régional biomasse, la région dispose des ressources suffisantes pour développer des unités de méthanisation en 2030, soit + 6,58 Mt par rapport à 2016, constituées principalement d'effluents d'élevage.

Les filières de biogaz font l'objet des incitations financières mises en place dans le cadre de la politique française de lutte contre l'effet de serre et de développement des énergies renouvelables. Depuis 2011, la dynamique de développement de ces filières est à la hausse 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).

Ces dispositifs peuvent être complétés par des aides à l'investissement octroyées par l'Agence de la Transition écologique (ADEME) et la Région au titre du plan biogaz. Dans ce cadre, un appel à projets est mis en place afin de sélectionner les projets les plus pertinents sur le plan environnemental, énergétique et social. Ne sont pas éligibles à ce dispositif, les unités bénéficiant des Certificats d'Economie d'Energie (CEE) ou admissibles au crédit impôt.

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.

La couverture des fosses est intégrée dans le PCAE – volet animal relatif à la modernisation des bâtiments d'élevage inscrit au sein de l'opération « Investissements dans les bâtiments d'élevage » du PDRR. Une enveloppe de 145,86 M€ a été prévue pour cette mesure pour la période 2014 - 2020.

Tableau récapitulatif des coûts et potentiels d'atténuation des trente-six pratiques agricoles retenues pour la région Pays de la Loire

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	Réduire la dose d'azote minéral apportée	ha	872419	-6.79	-5924318.76	0.00	0.00	0.16	138090.11	138090.11	-42.90	
	Améliorer la prise en compte de l'azote organique apporté dans le calcul du bilan azoté	ha	872975	-7.07	-6175199.60	0.00	0.00	0.05	45828.03	45828.03	-134.75	
	Améliorer l'efficacité des apports organiques	ha	872975	-6.70	-5851958.99	0.00	0.00	0.06	51307.93	51307.93	-114.06	
	Mobiliser de nouvelles ressources organiques exogènes	ha	48522	214.51	10408553.30	0.09	4128.54	-0.06	-2797.00	12340.99	843.41	
	Retarder le 1er apport d'azote	ha	130128	-20.84	-2711271.84	0.00	0.00	0.14	18698.98	18698.98	-145.00	
	Utiliser d'inhibiteurs de la nitrification	ha	169960	9.67	1642932.21	0.00	0.00	0.17	29426.47	29426.47	55.83	
	Enfouissement des engrais minéraux	ha	361083	-5.79	-2089086.98	0.00	0.00	0.07	26855.12	26855.12	-77.79	
Légumi- neuses	Légumineuses à graines en grandes cultures	ha de légumineuses	54929	19.36	1063258.86	0.00	0.00	1.11	61085.34	61085.34	17.41	
	Légumineuses dans les prairies temporaires	ha de prairies	479543	-36.14	-17328941.76	0.00	0.00	0.20	95956.12	95956.12	-180.59	
Semis direct	A3	Réduction du travail du sol - passage au semis direct	ha	1419179	23.54	33413477.35	0.00	0.00	0.00	-4188.26	-4188.26	-7977.89
Insertion de couverts	A4	Développement (Insertion et allongement) de cultures intermédiaires	ha	1389317	24.43	33942758.37	0.04	55916.84	-0.01	-7300.14	197728.29	171.66
		Enherbement permanent des vignobles	ha	16757	-25.75	-431574.04	0.54	9014.30	-0.13	-2187.01	30865.42	-13.98
		Enherbement hivernal des vignobles	ha	15529	-15.24	-236665.50	0.30	4656.81	-0.01	-158.25	16916.73	-13.99
		Implantation de bandes enherbées	ha de bandes enherbées	20860	663.27	13835979.34	0.24	5098.24	0.45	9464.41	28157.97	491.37
AF et Haies	A5	Développement de l'agroforesterie intra-parcellaire	ha de culture	472101	95.16	44924079.40	0.26	124978.96	3.40	1606342.72	2064598.90	21.76
		Implantation de haies	ha de culture	655169	71.29	46706070.60	0.02	15567.99	0.93	607246.43	664329.05	70.31
Gestion des prairies	A6	Allonger la durée de pâturage	ha	381810	-28.07	-10716889.73	0.00	0.00	0.04	13924.97	13924.97	-769.62
		Insertion et allongement de prairies temporaires dans les successions de grandes cultures	ha (de séquence de cultures)	1211196	67.86	82186582.56	0.17	204231.51	0.07	87169.61	836018.50	98.31
		Réduire la fertilisation des prairies permanentes et temporaires les plus intensives	ha	635641	-9.44	-6002312.69	0.00	0.00	0.06	37542.46	37542.46	-159.88
		Intensification des prairies peu productives par augmentation du chargement animal	ha	19267	-4.00	-77004.33	0.37	7205.78	-0.20	-3886.09	22535.12	-3.42
		Intensification modérée des prairies permanentes en augmentant la fertilisation azotée	ha	280570	29.19	8190408.35	0.17	47369.77	-0.63	-176321.82	-2632.67	-3111.07
		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	896059	78.83	70637560.23	0.00	0.00	0.30	268984.97	268984.97	262.61
		Ajout de nitrate	Têtes de bovins	416908	10.60	4420475.89	0.00	0.00	0.28	115681.15	115681.15	38.21
Alimentation protéique	A8	Ajustement des apports protéique pour les vaches	Têtes de vaches laitières	267866	-11.60	-3106823.52	0.00	0.00	0.12	32876.64	32876.64	-94.50
		Passer en alimentation bi-phase pour les truies	Truies reproductrices, porcelets et porcs à l'engraissement	117547	-49.17	-5779937.23	0.00	0.00	0.51	59578.71	59578.71	-97.01
Maîtrise et économie d'énergie	A9	Méthanisation	Nombre d'exploitations	6266	8283.00	51904817.04	0.00	0.00	189.24	1185837.66	1185837.66	43.77
		Couverture et torchère	Nombre d'exploitations	18147	10075.00	182829894.44	0.00	0.00	40.25	730496.98	730496.98	250.28
	A10	Bâtiments avicoles-échangeurs thermiques	Volailles de chair (têtes)	218284000	0.04	8504050.60	0.00	0.00	0.00	21847.04	21847.04	389.25
		Bâtiments avicoles-aérothermes	Volailles de chair (têtes)	218284000	-0.01	-3033621.96	0.00	0.00	0.00	17867.88	17867.88	-169.78
		Bâtiments avicoles-isolation	Volailles de chair (têtes)	218284000	-0.03	-7268180.90	0.00	0.00	0.00	26851.41	26851.41	-270.68
		Serres chauffées-isolation	ha de serres	314	-8847.46	-2775892.11	0.00	0.00	62.60	19641.99	19641.99	-141.32
		Serres chauffées-ballon d'eau chaude	ha de serres	125	1256.65	156809.05	0.00	0.00	36.69	4578.55	4578.55	34.25
		Tracteurs- passage régulier au banc d'essai	Tracteurs	24938	-158.11	-3942886.82	0.00	0.00	1.01	25268.42	25268.42	-156.04
		Tracteurs-écoconduite	Tracteurs	75570	-350.55	-26491149.55	0.00	0.00	2.03	153141.94	153141.94	-172.98

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

- Agreste Pays de la Loire. (2019). Mémento de la statistique agricole - Pays de la Loire. 44.
- Agreste Pays de Loire. (2018). 2006-2015 : ralentissement de la dynamique d'artificialisation en fin de période. <https://doi.org/10.2307/j.ctv6gqrf.24>
- AILE. (2021). Valorisation du biogaz en Pays-de-la-Loire - Etat des lieux. <https://aile.asso.fr/biogaz/la-filiere/carte-chiffres-cles/>
- BASEMIS. (2018). Inventaire 2008 à 2016 : consommations d'énergie, production d'énergie renouvelable, émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en Pays de la Loire: Vol. version 1.
- Martin, M., Saby, N., Toutain, B., Chenu, J., Ratié, C., & Boulonne, L. (2019). Statistiques sur les stocks de carbone (0-30 cm) des sols du réseau RMQS. <https://doi.org/https://doi.org/10.15454/RURZXN>
- OORCE. (2021). Observatoire des objectifs régionaux climat énergie - Où en sont les régions dans la transition ? <https://www.observatoire-climat-energie.fr/regions/centre-val-de-loire/emissions-de-gaz-a-effet-de-serre/>
- The Nitrates Directive (1991). Council Directive 91/676/EEC of 12/12/1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/676/2008-12-11>

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 :

- Patrick LEMARIE (CAB Pays de la Loire) et Lionel MAGNIN (FRCIVAM Pays de la Loire) pour avoir fourni les informations nécessaires pour la rédaction de la partie « Dispositifs d'accompagnement des pratiques clés en Pays de la Loire » ; Claire DELALANDE et Jean-François BLOT (ADEME - DR Pays de la Loire) pour la relecture de la fiche et la mise en contact avec la CAB et FRCIVAM de la région.

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 Pays de la Loire www.paysdelaloire.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 : www.ademe.paysdelaloire@ademe.fr