



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

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 PACA. [Contrat] 011472-14, INRAE. 2021. hal-03789308

HAL Id: hal-03789308

<https://hal.inrae.fr/hal-03789308>

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 de Provence-Alpes-Côte d'Azur

Provence-Alpes-Côte d'Azur



Chiffres clés du secteur agricole

- L'agriculture représente 24% du territoire régional, soit près de 0,59 Mha.
- Les espaces pastoraux s'étendent à 67% des surfaces agricoles.
- Le secteur agricole représente 3% des émissions de GES régionales.
- Les émissions de GES sont partagées entre le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et le dioxyde de carbone (CO₂).
- Le potentiel d'atténuation est de 0,59 Mt CO₂eq/an, soit 1% des émissions de GES régionales.

Les principales actions d'atténuation :

- **L'économie d'énergie** dont le potentiel d'atténuation annuel est d'environ 0,1 Mt CO₂eq pour un gain de 125 €/t CO₂eq ;
- **L'insertion de couverts végétaux** dont le potentiel d'atténuation annuel est de 0,15 Mt CO₂eq pour un coût de 11 €/t CO₂eq ;
- **Le développement de l'agroforesterie intra-parcellaire et l'implantation de haies** dont le potentiel d'atténuation annuel est de 0,17 Mt CO₂eq pour un coût de 33 €/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

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) représentent 10% des émissions de GES nationales. Entre 2007 et 2016, les émissions de GES régionales ont baissé de 11%. La baisse devrait continuer pour atteindre respectivement les objectifs de 31,5 et 10,8 Mt CO₂eq de GES fixés pour 2030 et 2050 (OORCE, 2021).

Bien que l'agriculture en PACA n'émette que 3% des émissions de GES régionales, elle peut améliorer son propre bilan si des pratiques agricoles 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 PACA 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 PACA a contribué à hauteur de 9% à l'ensemble des émissions de GES de la France métropolitaine, soit 40,7 millions de tonnes en équivalent CO₂ (Mt CO₂eq). L'agriculture, qui occupe 24% du territoire régional (soit près de 0,59 Mha; Agreste PACA, 2019), a émis un peu plus de 1,2 Mt CO₂eq, soit environ 3% des émissions de GES régionales.

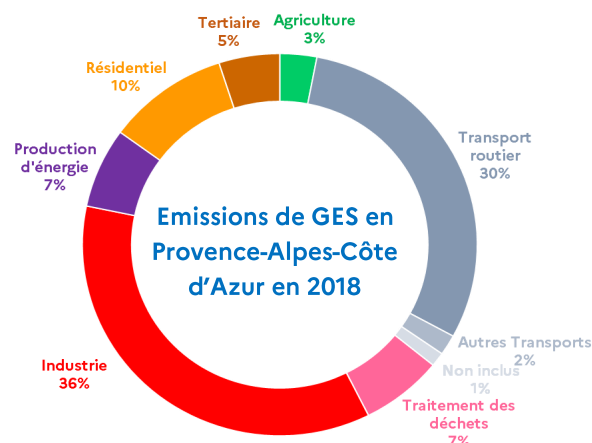
La réalisation d'un diagnostic ClimAgri® en PACA a permis d'étudier de manière détaillée les émissions de GES du secteur agricole et leur répartition dans la région (ClimAgri® PACA, 2015). Il en ressort que les émissions de GES d'origine agricole sont principalement sous forme de méthane (CH₄). Elles représentent plus de 36% des émissions de GES agricoles de la région. Elles proviennent principalement de la fermentation entérique des ruminants et, dans une moindre mesure, de la gestion des effluents d'élevage.

Les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) représentent 31% des émissions de GES agricoles de la région. Outre le stockage des effluents, la fertilisation des cultures est la principale source d'émission du protoxyde d'azote. Les grandes cultures (en particulier les céréales et les oléo-protéagineux) et les vignes sont les principales activités végétales, occupant plus de 0,09 Mha (Agreste PACA, 2019).

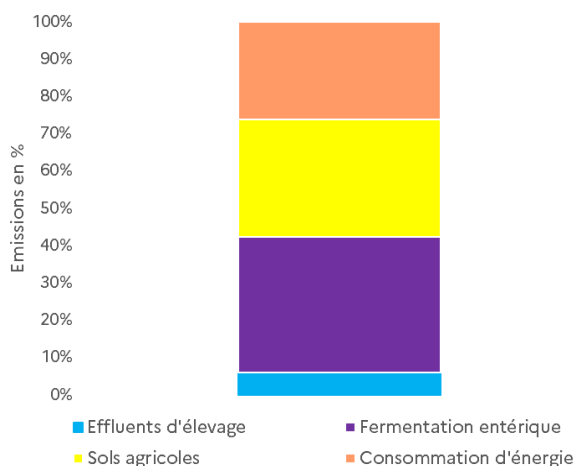
Dues à l'utilisation des combustibles, les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) contribuent à hauteur de 26% à l'ensemble des émissions de GES agricoles de la région. La consommation totale d'énergie par le secteur agricole est estimée à 4 140 GWh. Le chauffage des serres et le process de vinification sont les postes les plus consommateurs d'énergie directe avec respectivement 27% et 26% des consommations énergétiques. Ensuite viennent les engins agricoles (15%), la conservation des fruits et l'irrigation (12% chacun). Les pratiques d'élevage ne consomment que 1% d'énergie directe du secteur agricole.

Les stocks de carbone et leurs évolutions

Les stocks de carbone en région PACA sont estimés à 870 Mt CO₂eq (ClimAgri® PACA, 2015). 70% du stock de



Source : AtmoSud (2021)



Répartition des émissions de GES du secteur agricole en Provence-Alpes-Côte d'Azur par activité agricole en 2015
Source : ClimAgri® PACA (2015)

carbone se trouve dans la biomasse aérienne et les surfaces boisées qui couvrent 44% du territoire régional (soit 1,4 Mha). Les stocks sont aussi importants dans les sols agricoles, en particulier dans les prairies et parcours pastoraux. Avec 208 Mt CO₂eq, les prairies naturelles représentent 84% du stock d'origine agricole.

Les sols agricoles constituent également un potentiel de stockage de carbone additionnel, à condition que de bonnes pratiques agricoles permettant de réduire les émissions de GES et d'accroître le stock du carbone dans le sol et la biomasse (ex. l'agroforesterie et les haies) soient adoptées par les agriculteurs. Néanmoins, l'adoption de certaines pratiques en PACA a connu une régression, notamment l'implantation des haies dont les surfaces ont baissé de 10% entre 2010 et 2012, passant de 44 233 ha à 39 178 ha. De plus, l'artificialisation continue de gagner du terrain aux dépens des terres agricoles qui ont perdu 6 800 ha entre 2010 et 2015 (Agreste PACA, 2019).

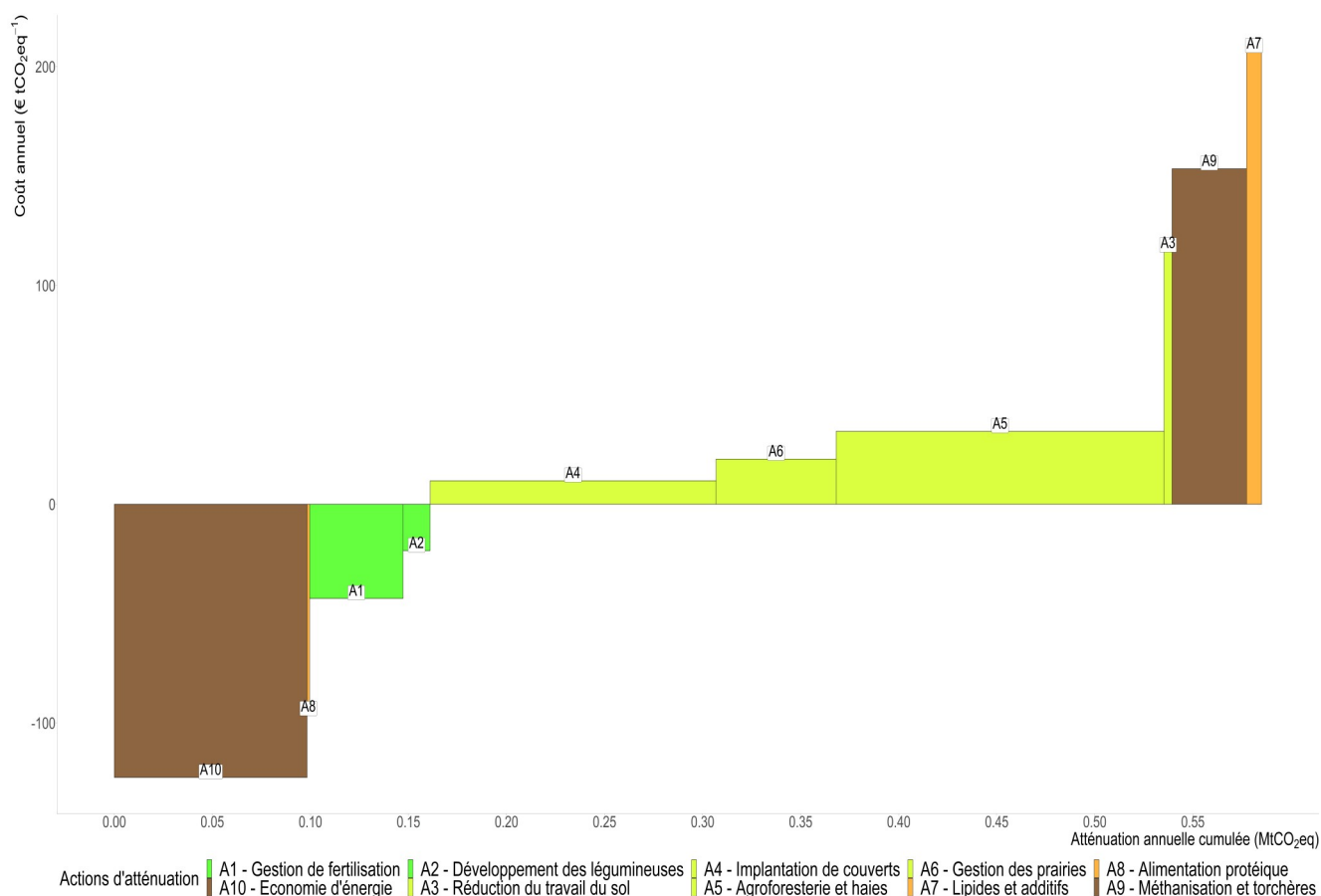
Les leviers d'atténuation des émissions de GES du secteur agricole en Provence-Alpes-Côte d'Azur

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 PACA. L'ensemble de leviers affiche un potentiel d'atténuation cumulé d'environ 0,59 Mt CO₂eq par an dont 91% est estimé pour un coût d'atténuation inférieur à 34 € par tonne de CO₂eq (€/t CO₂eq). Classés par ordre de coût croissant, les potentiels des différents leviers sont :

- **Un potentiel d'atténuation annuel de 0,16 Mt CO₂eq pour un coût négatif** portant sur les actions A10 - Economie d'énergie, A8 - Alimentation protéique, A1 - Gestion de fertilisation et A2 - Développement des légumineuses. Dans cet ensemble, le gain varie de 21 €/t CO₂eq pour A2 - Développement des

légumineuses à 125 €/t CO₂eq pour A10 - Economie de l'énergie. Avec 0,1 Mt CO₂eq, l'économie d'énergie contribue à hauteur de 17% du potentiel d'atténuation total, alors que la gestion de la fertilisation azotée représente 8% du potentiel (soit près de 0,05 Mt CO₂eq) pour un gain de 43 €/t CO₂eq. Portant sur environ 32120 ha, l'action «Développement des légumineuses» ne permet d'atténuer que 0,01 Mt CO₂eq, soit 2% de l'atténuation totale. Quant à l'action Alimentation protéique, celle-ci affiche le plus faible potentiel d'atténuation (0,001 Mt CO₂eq) pour un gain de 96 €/t CO₂eq.

- **Un potentiel d'atténuation annuel de 0,37 Mt CO₂eq pour un coût inférieur à 100 €/t CO₂eq** au travers des actions A4 - Implantation de couverts végétaux, A6 - Gestion des prairies et A5 - Agroforesterie et haies. Permettant la réduction des concentrations en nitrate dans les eaux, ainsi que la protection contre l'érosion et le maintien de la biodiversité,



Coûts et potentiels d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre des principaux leviers d'action en Provence-Alpes-Côte d'Azur. 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).

l'implantation de couverts végétaux pourrait atténuer jusqu'à 0,15 Mt CO₂eq, soit 25% du potentiel d'atténuation pour un coût de 11 €/t CO₂eq. Avec 0,06 Mt CO₂eq et un coût de 21 €/t CO₂eq, l'action « Gestion des prairies » ne contribue qu'à 10% du potentiel d'atténuation. « Agroforesterie et haies » est l'action avec le plus fort potentiel d'atténuation (0,17 Mt CO₂eq, soit 29% du potentiel) pour un coût de 33 €/tCO₂eq.

- **Un potentiel d'atténuation annuel de 0,05 Mt CO₂eq pour un coût supérieur à 100 €/t CO₂eq** représenté par les actions A3 — Réduction du travail du sol, A9 — Méthanisation et torchères et A7 — Lipides et additifs. Si l'on considère la totalité du profil du sol (0 – 100 cm), la première action ne permet pas de stocker du carbone dans le sol, d'où le faible potentiel d'atténuation (0,004 Mt CO₂eq soit 1% du potentiel d'atténuation cumulé) pour un coût relativement important (116 €/t CO₂eq). La méthanisation et l'installation de couverture/torchère peuvent atténuer jusqu'à 0,04 Mt CO₂eq (soit 6% du potentiel) pour un coût de 153 €/t CO₂eq. Pour un coût d'atténuation plus élevé (207 €/t CO₂eq), l'ajout des lipides et additifs dans l'alimentation animale ne permet d'atténuer que 1% du potentiel total. Ce coût est relatif à l'addition des matières premières à la ration, en particulier pour la pratique A7A — Substitution glucides-lipides.

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

- **A4 — Développement de couverts végétaux**

Les pratiques de couverts végétaux pouvant être mis en œuvre en PACA sont les cultures intermédiaires (Cultures Intermédiaires Pièges A Nitrate ou CIPAN, CI courtes ou longues), l'enherbement hivernal des vignobles et les bandes enherbées pérennes introduites en bordure des cours d'eau. L'adoption de ces pratiques assure un stockage additionnel de carbone organique dans le sol *via* la restitution au sol 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, la pratique relative à l'enherbement hivernal des vignobles est la plus rémunératrice, la seule pratique ayant un coût d'atténuation négatif. De plus, elle affiche le potentiel d'atténuation le plus élevé du fait de son assiette importante (près de 70 000 ha) et de sa capacité de stockage de carbone au sol.

La pratique « Insertion et allongement des cultures intermédiaires » dans les systèmes de grandes cultures peut se développer sur une surface de 114 555 ha, soit 19% de la SAU de la région. Elle permet d'atténuer près de 0,07 Mt CO₂eq pour un coût de 20 €/t CO₂eq.

Quant à la pratique « Implantation des bandes enherbées » à proximité des cours d'eau, celle-ci ne concerne qu'environ 2 474 ha. Elle est la pratique la plus coûteuse (avec un coût d'atténuation de 510 €/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.

En Provence-Alpes Côte d'Azur, l'agroforesterie intra-parcellaire est la pratique la plus atténuante, contribuant à hauteur de 17% de l'atténuation totale. Cependant, en comparaison avec d'autres régions de grandes cultures, ce potentiel est relativement faible en raison de l'assiette restreinte (22 361 ha) sur laquelle l'agroforesterie pourrait se développer.

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

Tableau récapitulatif des potentiels et coûts d'atténuation des principales pratiques clés en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Actions	A4 - Insertion de couverts végétaux			A5 - Agroforesterie et haies		A10 - Economie d'énergie						
Sous-actions	A. Développement cultures intermédiaires (courts ou longs en zones vulnérables et non vulnérables)	B2. Enherbement hivernal des vignobles	C. Bandes enherbées	A. Développement de l'agroforesterie intra-parcellaire	B. Implantation des haies	A1. Bâtiments avicoles- échangeurs thermiques	A2. Bâtiments avicoles- aérothermes	A3. Bâtiments avicoles- isolation	B1. Serres chauffées- isolation	B2. Serres chauffées- ballon d'eau chaude	C1. Tracteurs- passage régulier au banc d'essai	C2. Tracteurs- écoconduite
Assiette maximale totale	0,115 Mha	0,070 Mha	0,002 Mha	0,022 Mha	0,071 Mha	2,977 M. volailles	2,977 M. volailles	2,977 M. volailles	260 ha de serres	86 ha de serres	10 927 tracteurs	33 111 tracteurs
Potentiel de stockage de carbone dans le sol, unitaire → total régional	0,17 tC/ha/an → 0,02 MtC/an	0,3 tC/ha/an → 0,021 MtC/ an	0,24 tC/ha/ an → 0 MtC/ an	0,31 tC/ha/an → 0,007 MtC/an	0,02 tC/ha/an → 0,002 MtC/ an	0	0	0	0	0	0	0
Potentiel d'atténuation de GES et de stockage de carbone dans la biomasse, unitaire → total régional	-0,04 tCO ₂ eq/ ha/an → 0 MtCO ₂ eq/an	-0,01 tCO ₂ eq/ ha/an → 0 MtCO ₂ eq/an	0,41 tCO ₂ eq/ha/ an → 0 MtCO ₂ eq/an	3,41 tCO ₂ eq/ha/ an → 0,076 MtCO ₂ eq/an	0,83 tCO ₂ eq/ ha/an → 0,059 MtCO ₂ eq/an	0,0009 tCO ₂ eq/tête/ an → 0 MtCO ₂ eq/an	0,00006 tCO ₂ eq/tête/ an → 0 MtCO ₂ eq/an	0,00009 tCO ₂ eq/tête/ an → 0 MtCO ₂ eq/an	62,6 tCO ₂ eq/ ha/an → 0,016 MtCO ₂ eq/an	36,69 tCO ₂ eq/ha/ an → 0,003 MtCO ₂ eq/an	1,01 tCO ₂ eq/ tracteur/an → 0,011 MtCO ₂ eq/an	2,03 tCO ₂ eq/ tracteur/an → 0,067 MtCO ₂ eq/an
Potentiel d'atténuation totale (MtCO ₂ eq/ an)	0,07	0,08	0,00	0,10	0,07	0,0002	0,0002	0,0003	0,02	0,00	0,01	0,07
Coût unitaire pour l'agriculteur (€/ unité de production: ha, volailles, ha de serres, tracteurs)	12	-15	662	63	58	0,03	-0,01	-0,03	-7169	1829	-122	-278
Coût total (M€)	1,4	-1,1	1,3	1,4	4,1	0,1	0,0	-0,1	-1,9	0,2	-1,3	-9,2
Coût d'atténuation de la tonne de CO ₂ eq (€/tCO ₂ eq)	20	-14	510	14	64	436	-201	-349	-115	50	-120	-137

un coût d'atténuation supérieur à celui de l'agroforesterie (64 €/t CO₂eq contre 14 €/t CO₂eq). Représentant 11% du potentiel d'atténuation, elle est la sixième pratique la plus atténuante de la région.

• **A10 — Economie d'énergie**

Divisée en sept pratiques, cette action porte sur la réduction de la consommation d'énergie liée au chauffage des serres et des bâtiments d'élevage avicole de chair ainsi qu'aux engins agricoles.

La première pratique concerne la réduction des émissions de GES liées au chauffage des bâtiments d'élevage de volailles de chair. Des modifications du mode de chauffage (via l'installation de matériel de nouvelle génération ou d'échangeurs de chaleur) et une amélioration de l'isolation sont ainsi envisagées.

L'amélioration de l'isolation procure le gain le plus élevé mais avec une atténuation très faible (272 tCO₂eq). L'installation des matériels de chauffage de nouvelle génération (ex. aérothermes) vient en deuxième position pour les coûts négatifs mais présente des atténuations moins élevées que pour les échangeurs thermiques. Seuls ces derniers présentent un coût d'atténuation positif.

La deuxième pratique porte sur la réduction de la consommation d'énergie liée au chauffage des serres horticoles et maraîchères. Deux options techniques sont retenues : 1. l'installation d'un double écran thermique, et 2. l'installation de ballon de stockage d'eau chaude, standard en serre horticole ou de type open buffer en serre maraîchère. Des deux options, le double écran thermique permet le gain le plus élevé par tonne de CO₂eq pour une atténuation d'environ 16 300 tCO₂eq.

La troisième pratique concerne la réduction de la consommation de fioul des engins agricoles, notamment les tracteurs. Les deux solutions techniques sont : le passage sur banc d'essai moteur et la formation à l'éco-conduite. Les deux solutions sont associées à des gains. Cependant, l'éco-conduite est la solution permettant le gain par tonne de CO₂eq et l'atténuation des émissions les plus forts (67 100 tCO₂eq), en raison de l'assiette trois fois plus élevée et un coefficient d'atténuation unitaire deux fois plus élevé dans le cas de l'éco-conduite.

Les dispositifs d'accompagnement des pratiques clés en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Le déploiement des pratiques agricoles clés au niveau des territoires dépend des politiques de soutien mises en place. Certaines pratiques respectant les bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE) font l'objet des aides du premier pilier de la Politique Agricole Commune (PAC). Les pratiques clés retenues respectent au moins 5 normes de conditionnalité à savoir : la couverture minimale des sols, la plantation des bandes tampons le long des cours d'eau, le maintien de la matière organique des sols et des particularités topographiques.

D'autres pratiques sont déjà inscrites dans le plan de Développement Rural Régional (PDRR) au titre du second pilier de la PAC. Sont proposées des mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC) afin d'accompagner les exploitations agricoles pour maintenir et développer des pratiques favorables à l'environnement. Par ailleurs, le dispositif d'aides à l'investissement relatif au Plan de la Compétitivité et l'Adaptation des Exploitations agricoles (PCEA) permet aux exploitations de mieux s'adapter aux nouveaux enjeux environnementaux, énergétiques et sociaux.

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 la suite de l'initiative « 4pour1000 », un réseau d'expérimentation a été également mis en place, en 2019, afin de développer des pratiques atténuantes et stockantes dans la région. Dans ce cadre, les agriculteurs sont accompagnés sur le terrain par les conseillers de l'Inter-réseau Régional Agriculture Energie Environnement (IRAE). Soutenues par l'Agence de la transition écologique (ADEME) et la Région, ces actions concernent particulièrement

l'enherbement, l'intégration de prairies temporaires dans la rotation, l'implantation de haies, ou encore l'économie d'énergie.

L'interface science-société du Groupe régional d'experts sur le climat en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD) promeut la transition énergétique et écologique en proposant des solutions d'adaptation et d'atténuation. En favorisant les interactions entre les scientifiques, les acteurs territoriaux (collectivités et associations) et la société civile, l'interface permet de transposer les connaissances scientifiques sur le climat et le changement climatique au niveau territorial.

- **L'économie d'énergie pour réduire, sur l'exploitation, la consommation d'énergie fossile des bâtiments et équipements agricoles pour limiter les émissions directes de CO₂**

La hausse des prix de l'énergie a favorisé la mise en place et le développement des pratiques permettant la réduction des consommations d'énergie fossile des exploitations. Différents dispositifs de soutien ont par ailleurs été mis en œuvre.

Le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE, créé par la loi de 2005 sur les orientations de la politique énergétique) constitue un des principaux instruments de la politique de maîtrise de la demande énergétique. Par ce biais, les fournisseurs d'énergie ayant l'obligation d'acquiescer des certificats soutiennent financièrement leurs clients à réaliser des économies d'énergie. Sont concernés par ce dispositif, le stockage d'eau chaude de type « Open Buffer » pour le chauffage de serres maraîchères, le contrôle et les préconisations de réglage du moteur d'un tracteur et les échangeurs de chaleur air-air dans les bâtiments d'élevage de volailles.

Les investissements d'économie d'énergie peuvent, aussi, être financés par la mesure 4.1.3 du PCAE relative aux « Investissements dans la performance énergétique des exploitations agricoles ». Cette mesure inclut l'amélioration de l'isolation des bâtiments agricoles. Les ballons de stockage d'eau chaude « Open Buffer » sont aussi éligibles à ce dispositif. Le soutien financier couvre 40 à 70% plafonné à 40 000 € d'investissement pour les exploitations individuelles et les sociétés⁽²⁾.

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

Les couverts végétaux assurent un stockage additionnel de carbone organique dans le sol tout en réduisant la pollution des eaux par les nitrates. De plus, la couverture végétale permet également la génération de plusieurs services agro-écosystémiques, tels que la structuration du sol et le contrôle des adventices, des nématodes, des champignons, etc.

En zones vulnérables (ZV), la Directive « Nitrate » impose, depuis 2012, les couverts végétaux afin d'assurer une meilleure protection des sols nus contre le ruissellement et l'érosion. De plus, dans le cadre de la PAC, l'octroi de certaines aides du premier pilier est conditionné, en particulier, par le respect de la BCAE — couverture minimale du sol. Cette mesure exige l'implantation de couvert automnal et hivernal 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. En PACA, cette mesure est appliquée pour restaurer la qualité des nappes alluviales du Gapeau et de l'Eygoutier, qui constituent une réserve pour l'alimentation en eau potable. 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 seulement 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-delà 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. Sont également éligibles les bandes enherbées rattachées à une parcelle en terre arable.

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

En PACA, la mise en place des systèmes agroforestiers et la plantation des haies ne sont pas soutenues par les sous-mesures 4.4 et 8.2 du PDR PACA. L'unique soutien PAC pouvant être alloué correspond aux dispositifs de maintien, de remplacement, de déplacement ou de destruction de haies au titre de la BCAE VII portant sur le « maintien des particularités topographiques ».

Afin de mettre en relation les porteurs de projets et les accompagnateurs spécialistes, un Partenariat Européen pour l'Innovation Systèmes Agroforestiers Méditerranéens (PEI SAM⁽³⁾) ; dans le cadre de la mesure 16.1 du PDR de la région PACA portant sur la création des Groupes Opérationnels du PEI) a vu le jour en 2018 pour une durée de 3 ans. Avec un financement FEADER, cette initiative permet d'évaluer les conditions de mise en place et de conduite des parcelles en agroforesterie maraîchère ou céréalière, en vue d'enrichir le référentiel technique et économique déjà acquis dans le cadre du projet SMART⁽⁴⁾ d'une part, et de favoriser l'émergence de systèmes agroforestiers répondant aux exigences climatiques de la région d'autre part.

Pour favoriser la biodiversité autour et à l'intérieur des champs agricoles, le programme « Plantons des haies en Provence-Alpes-Côte d'Azur ! », inscrit dans le cadre du volet agricole du plan de relance, a pour objectif de parvenir à la plantation de 35 et 40 km de haies sur la période 2021 - 2022. Ce programme comprend deux volets : 1) un volet « animation » relatif au financement d'actions d'accompagnement et d'animation dans les territoires (enveloppe prévisionnelle de 250 000 €) ; et 2) un volet « investissement » destiné aux agriculteurs⁽⁵⁾ pour le développement de l'agroforesterie intra-parcellaire et la plantation des haies. Dans ce cas le taux d'aide est de 90% si les haies ou l'alignement d'arbres sont non productifs, et de 40% si l'alignement d'arbres est productif.

La mise en place des plantations agroforestières peut également être accompagnée par l'Association Française d'Agroforesterie (AFAF) et les chambres départementales d'agriculture de la région. Le soutien

accordé par l'AFAF inclut le financement du matériel de plantation, l'appui technique et le suivi. La Chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône a en effet fourni, au travers du projet Services Agro-Écologiques et Économiques (SAE), un appui technique pour l'installation de 1 300 m de haies entre 2019 et 2020. Financée par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) et le Conseil Départemental (CD ; au titre du Fonds Départemental de Gestion de l'Espace Rural), cette action cible la plantation de près de 10 km de haies diversifiées dans les exploitations agricoles à l'échelle départementale.

⁽¹⁾ Traitement réalisé par l'Observatoire du développement rural à partir des données du Référentiel Parcellaire Graphique 2012 (données surfaciques sur les haies) et de la couche végétation de la BD TOPO 2015 de l'IGN.

⁽²⁾ Sauf les GAEC à 3 associés qui bénéficient d'un soutien plafonné à 120 000 €

⁽³⁾ Projet porté par le Groupement Régional des Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural (GR CIVAM PACA), dont les partenaires sont : Groupe de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB), Institut National de la Recherche Agronomique (INRAE), EPL Aix-Valabre, Agribio 04, Agribio 06 et Agribio Var.

⁽⁴⁾ SMART : Systèmes Mixtes Agroforestiers : création de Références Techniques & économiques

⁽⁵⁾ La mention « Agriculteurs » comprend aussi les exploitations agricoles des établissements d'enseignement agricole et les groupements d'agriculteurs.

Tableau récapitulatif des coûts et potentiels d'atténuation des trente-six pratiques agricoles retenues pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

	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/	(tCO ₂ eq/an)	(tCO ₂ eq/an)	(€/tCO ₂ eq)
Gestion de fertilisation	A1	Réduire la dose d'azote minéral apportée	ha	78986	-6.07	-479778.79	0.00	0.00	0.17	13456.58	13456.58	-35.65
		Améliorer la prise en compte de l'azote organique apporté dans le calcul du bilan azoté	ha	78986	-1.30	-103047.84	0.00	0.00	0.02	1244.42	1244.42	-82.81
		Améliorer l'efficacité des apports organiques	ha	78986	-1.24	-97653.80	0.00	0.00	0.02	1399.22	1399.22	-69.79
		Mobiliser de nouvelles ressources organiques exogènes	ha	83851	-12.57	-1053861.85	0.10	8385.58	-0.07	-5907.26	24839.85	-42.43
		Retarder le 1er apport d'azote	ha	19140	-20.32	-388910.34	0.00	0.00	0.13	2456.79	2456.79	-158.30
		Utiliser d'inhibiteurs de la nitrification	ha	14893	10.28	153149.65	0.00	0.00	0.19	2782.08	2782.08	55.05
		Enfouissement des engrais minéraux	ha	7800	-10.74	-83742.58	0.00	0.00	0.19	1483.04	1483.04	-56.47
Légumi neuses	A2	Légumineuses à graines en grandes cultures	ha de légumineuses	8392	52.75	442670.40	0.00	0.00	1.16	9774.65	9774.65	45.29
		Légumineuses dans les prairies temporaires	ha de prairies	23727	-31.02	-736007.68	0.00	0.00	0.17	4004.53	4004.53	-183.79
Semis direct	A3	Réduction du travail du sol - passage au semis direct	ha	100647	4.71	473709.73	0.00	0.00	0.04	4088.00	4088.00	115.88
Insertion de couverts	A4	Développement (Insertion et allongement) de cultures intermédiaires	ha	114555	11.88	1360452.56	0.17	19648.03	-0.04	-4497.50	67545.28	20.14
		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	69569	-15.24	-1060230.77	0.30	20861.92	-0.01	-708.95	75784.75	-13.99
		Implantation de bandes enherbées	ha de bandes enherbées	1903	662.18	1260316.02	0.24	461.71	0.41	780.57	2473.52	509.52
AF et Haies	A5	Développement de l'agroforesterie intra-parcellaire	ha de culture	22361	63.26	1414583.33	0.31	7032.24	3.41	76149.26	101934.14	13.88
		Implantation de haies	ha de culture	71056	58.38	4148082.02	0.02	1722.63	0.83	58975.45	65291.77	63.53
Gestion des prairies	A6	Allonger la durée de pâturage	ha	38391	-28.07	-1077572.29	0.00	0.00	0.04	1400.14	1400.14	-769.62
		Insertion et allongement de prairies temporaires dans les successions de grandes cultures	ha (de séquence de cultures)	56236	16.51	928590.67	0.07	4007.12	0.10	5544.19	20236.97	45.89
		Réduire la fertilisation des prairies permanentes et temporaires les plus intensives	ha	60906	-5.76	-350608.17	0.00	0.00	0.04	2192.94	2192.94	-159.88
		Intensification des prairies peu productives par augmentation du chargement animal	ha	86979	-4.00	-347633.76	0.32	28224.82	-0.20	-17543.64	85947.35	-4.04
		Intensification modérée des prairies permanentes en augmentant la fertilisation azotée	ha	56273	37.47	2108668.29	0.03	1773.82	-0.98	-55080.19	-48576.18	-43.41
		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	20150	75.16	1514419.89	0.00	0.00	0.29	5756.00	5756.00	263.10
		Ajout de nitrate	Têtes de bovins	6684	10.81	72258.22	0.00	0.00	0.29	1907.94	1907.94	37.87
Alimentation protéique	A8	Ajustement des apports protéique pour les vaches	Têtes de vaches laitières	4284	-11.60	-49688.74	0.00	0.00	0.12	525.81	525.81	-94.50
		Passer en alimentation bi-phase pour les truies	Truies reproductrices, porcelets et porcs à l'engraissement	1522	-49.17	-74855.69	0.00	0.00	0.51	771.60	771.60	-97.01
Maîtrise et économie d'énergie	A9	Méthanisation	Nombre d'exploitations	156	8283.00	1288626.34	0.00	0.00	154.40	24020.03	24020.03	53.65
		Couverture et torchère	Nombre d'exploitations	451	10075.00	4539066.53	0.00	0.00	31.05	13987.50	13987.50	324.51
	A10	Bâtiments avicoles-échangeurs thermiques	Volailles de chair (têtes)	2977000	0.03	97656.39	0.00	0.00	0.00	223.73	223.73	436.48
		Bâtiments avicoles-aérothermes	Volailles de chair (têtes)	2977000	-0.01	-36788.13	0.00	0.00	0.00	183.21	183.21	-200.80
		Bâtiments avicoles-isolation	Volailles de chair (têtes)	2977000	-0.03	-94960.59	0.00	0.00	0.00	272.37	272.37	-348.65
		Serres chauffées-isolation	ha de serres	260	-7168.65	-1865723.79	0.00	0.00	62.60	16293.40	16293.40	-114.51
		Serres chauffées-ballon d'eau chaude	ha de serres	86	1828.55	156872.35	0.00	0.00	36.69	3147.83	3147.83	49.84
		Tracteurs- passage régulier au banc d'essai	Tracteurs	10927	-121.83	-1331163.39	0.00	0.00	1.01	11071.46	11071.46	-120.23
		Tracteurs-écoconduite	Tracteurs	33111	-277.99	-9204608.10	0.00	0.00	2.03	67099.78	67099.78	-137.18

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 Provence-Alpes-Côte-d'Azur. (2019). Mémento de la statistique agricole de la forêt et des industries agroalimentaires.

AtmoSud. (2021). AtmoSud - Inventaire énergétique et d'émissions de polluants et gaz à effet de serre. <https://cigale.atmosud.org/extraction.php>

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

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 :

- Amélie HIMPENS (Geres), Philippe ROSSELLO (GREC-SUD), Sandrine CANDELIER (ADEME—DR PACA), 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 4p1000 France
<https://www.inrae.fr/actualites/stocker-4-1000-carbone-sols-potentiel-france>
- Direction régionale de l'ADEME en Provence-Alpes-Côte d'Azur
www.paca.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 :
Sandrine Candelier (ADEME PACA Agriculture) : sandrine.candelier@ademe.fr