

Comment réduire les gaz à effet de serre émis par l'agriculture ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 01.06.Q06

2021, révisée en janvier 2025

Mots clés : méthane, protoxyde azote, dioxyde carbone, gaz effet serre, GES, système agricole

Face à cette question, que peuvent faire les agriculteurs pour diminuer les émissions de GES¹ et stocker plus de carbone ?

Pour y répondre, cette fiche synthétise la séance publique de l'Académie d'Agriculture de France du 2 juin 2021

Rappel de définitions : CH₄ = méthane ; N₂O = protoxyde d'azote ; CO₂ = dioxyde de carbone

Importance des émissions de GES liés à l'agriculture

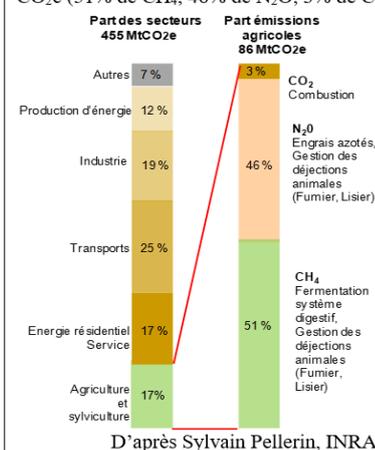
D'après le Citepa², en 2017 l'agriculture française aura contribué pour 17 % des émissions de GES, soit 86 Mt³ d'équivalent CO₂⁴ sur les 455 Mt d'équivalent CO₂ pour l'ensemble de l'activité française.

Dans ces 86 Mt d'équivalent CO₂ (Figure 1) :

- seulement 3 % sont dus au CO₂ lui-même, principalement en provenance du fioul (tracteurs) et du chauffage des serres ;
- 46 % des tonnes équivalent CO₂ sont dus aux émissions de protoxyde d'azote (N₂O) produit lors des réactions de nitrification et de dénitrification ;
- 51 % des tonnes équivalent CO₂ sont liés au méthane (CH₄) produit lors de fermentations en conditions anaérobies, donc à la production animale par fermentation entérique et gestion des déjections animales.

Cette particularité de l'agriculture est due au fort pouvoir de réchauffement global du N₂O (298 fois celui du CO₂) et du CH₄ (25 fois celui du CO₂).

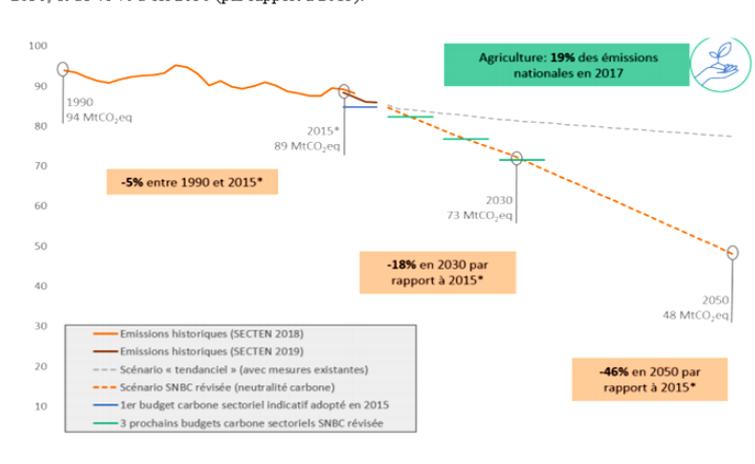
Figure 1 : en France, le secteur agricole représente 17 % des émissions de gaz à effet de serre exprimées en CO₂e (51% de CH₄, 46% de N₂O, 3% de CO₂)



Compte tenu de l'importance de l'enjeu "Réduction des GES pour atteindre la neutralité carbone en 2050 en France" (tous secteurs confondus), soit une baisse attendue de 83 % des émissions de GES entre 2015 et 2050, il est clair que l'agriculture devra participer à ces efforts de réduction. La Stratégie Nationale Bas Carbone (version 2018) prévoit pour l'agriculture une baisse de 20 % par rapport à 2015 d'ici 2030, et de 46 % d'ici 2050 (Figure 2).

Mais le caractère diffus et la nature complexe des processus SNBC d'émissions font que l'estimation des émissions est assortie d'incertitudes fortes, aussi les possibilités

Figure 2 : Historique et projection des émissions du secteur de l'agriculture (1990-2050), en Mt de CO₂e ; la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) prévoit pour l'agriculture une baisse de 20 % d'ici 2030, et de 46 % d'ici 2050 (par rapport à 2015).



¹ GES = Gaz à Effet de Serre

² Citepa : Centre Interprofessionnel Technique de la pollution Atmosphérique

³ Mt = millions de tonnes

⁴ équivalent CO₂e = unité permettant de comptabiliser et donc d'additionner les différents GES ; l'abréviation utilisée dans les textes scientifiques pour millions de tonnes d'équivalent CO₂ est MtCO₂e, toutefois, pour cette fiche, nous avons retenu la formulation complète, plus facile pour le lecteur.

d'atténuation restent incertaines.

Par ailleurs, compte tenu des méthodes de calcul du CITEPA, une partie des émissions liées indirectement à l'agriculture ne sont pas comptabilisées dans ce secteur. Pour réduire réellement l'impact de l'agriculture, il faut prendre en compte les émissions indirectes exposées ci-après.

Les émissions de GES par l'agriculture française : des calculs à affiner

Avant d'aborder les aspects techniques qui permettent de réduire les émissions de GES, il est nécessaire de revenir sur les questions de méthode d'évaluation des émissions de GES par l'agriculture. En effet, dans les calculs du Citepa, beaucoup d'émissions liées à l'agriculture française ne sont pas prises en compte. Par exemple :

- Les émissions liées à la fabrication des intrants nécessaires à l'agriculture (engrais, produits phytosanitaires, etc.) sont prises en compte dans les émissions du *secteur Industrie* et non dans le *secteur Agriculture* ; pourtant, ces émissions sont très importantes : 10,9 Mt d'équivalent CO₂ (les engrais représentent environ 85 % des émissions totales de GES d'une culture de blé conventionnelle).
- La conversion des prairies en cultures – qui fait baisser les taux de matière organique des sols et donc émet du CO₂ – et la conversion de terres agricoles vers d'autres usages (bétonisation des terres) sont comptabilisées dans le *secteur Terre* (ou UTCAF⁵) ; on admet que ce domaine émet 8,9 Mt d'équivalent CO₂ pour la France (total CO₂ + N₂O + CH₄). Néanmoins le *secteur UTCAF* dans son ensemble est un puits de carbone, car il intègre le stockage du CO₂ par la forêt (29,7 Mt d'équivalent CO₂ stockés en moyenne entre 2013 et 2018).
- Les calculs du Citepa ne prennent pas en compte les importations et les exportations des produits agricoles (par exemple les importations de soja ou les exportations de céréales). Pour celles-ci, et contrairement à une idée répandue, les émissions de GES liées aux produits agricoles exportés excèdent celles des produits importés d'environ 9 Mt d'équivalent CO₂, soit environ 8 % des émissions de GES de l'agriculture française.

En cumulant l'ensemble des émissions directes et indirectes (au sens large, donc en incluant le *secteur Terre* et le bilan import/export), on peut estimer les émissions de GES dues à l'agriculture française à 118 Mt d'équivalent CO₂ (Figure 3).

Il faut ajouter que les connaissances sur les émissions diffuses de

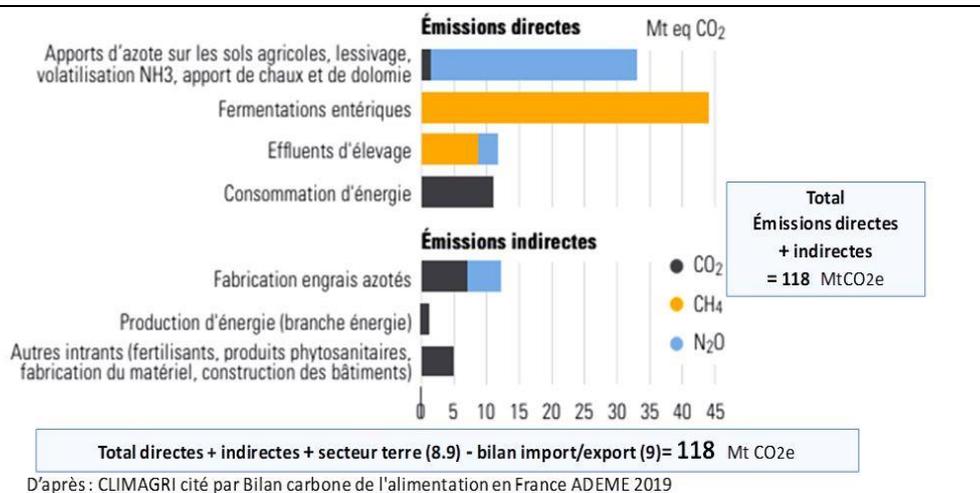


Figure 3 : Émissions directes et indirectes des GES en agriculture

protoxyde d'azote (N₂O), au champ, sont encore très peu fiables, car très variables dans le temps et dans l'espace. Or le pouvoir de réchauffement global du N₂O est très élevé (298 fois celui du CO₂ !) et pèse très lourd dans le calcul des émissions de l'agriculture.

Réduire les émissions de l'agriculture : la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)

Le gouvernement a publié des documents expliquant les moyens qu'il pense mettre en œuvre pour atteindre les objectifs évoqués dans la *Stratégie Nationale Bas Carbone*.

- Développer l'agroécologie, l'agroforesterie et l'agriculture de précision, notamment pour réduire au maximum les surplus d'engrais azotés.

⁵ UTCAF ou UTCATF : Utilisation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Foresterie = *secteur Terre*

- Développer la bioéconomie pour fournir énergie et matériaux moins émetteurs de GES à l'économie française.
 - Faire évoluer la demande alimentaire (produits de meilleure qualité ou issus de l'agriculture biologique, prise en compte des préconisations nutritionnelles) et réduire le gaspillage alimentaire.
- Ce qui conduit aux objectifs chiffrés ci-dessous (liste non exhaustive) :
- Baisse de 25 % du cheptel bovin laitier.
 - Baisse de 33 % du cheptel bovin autre que laitier.
 - Baisse de 82 % du surplus azoté.
 - Couverture des sols maximisée selon les principes de l'agroécologie avec notamment :
 - Augmentation de 84 % des cultures intermédiaires pièges à nitrates.
 - Augmentation de 60 % des cultures intermédiaires à vocation énergétique.

Mais tout ceci est-il possible ?

Nous avons vu que les émissions de GES de l'agriculture sont principalement le protoxyde d'azote et le méthane. Pour chacun de ces deux GES, nous proposons de regarder les principales conclusions présentées par deux membres de l'Académie d'Agriculture de France (séance du 2 juin 2021).

Les grandes cultures et la réduction des émissions de protoxyde d'azote (N₂O) (Marie-Hélène Jeuffroy)

En se basant sur des dispositifs expérimentaux, l'intervenante compare différents systèmes de production en grande culture, et note que pour évaluer ces systèmes les impacts environnementaux (NO₃, N₂O, teneur en carbone du sol, IFT⁶, ...) doivent être tous considérés et non pris isolément, et en tire les conclusions suivantes :

- Les couverts (notamment les cultures intermédiaires) sont gagnants vis-à-vis de la production agricole, des fuites de nitrate et du stockage de C ; mais ils sont difficiles à gérer.
- La suppression du travail du sol n'améliore pas le stockage de carbone, mais peut stimuler les émissions de N₂O, notamment à cause des mulchs.
- Le stockage de carbone dans les sols requiert un surplus d'azote pour produire beaucoup de biomasse végétale. Réduire les pertes gazeuses azotées et stocker du carbone peut donc être antagoniste. Le stockage du carbone n'a lieu que sur une période transitoire.
- Un système favorable semble consister en l'utilisation de légumineuses pérennes (en culture principale et en couvert) : elles permettent de générer un surplus d'azote, de fournir de l'azote minéral à court et long terme pour le système, et d'apporter simultanément du carbone (C) au sol.

Réduire les émissions de GES des troupeaux de ruminants (J.L. Peyraud)

Les émissions de méthane se répartissent entre 71 % liés à la fermentation entérique, et 29 % liés à la gestion des effluents d'élevage. L'intervenante observe qu'il y a au moins une dizaine de possibilités pour l'atténuation des émissions des troupeaux, dont par exemple :

- La gestion des effluents : ces gains sont les plus faciles à réaliser (couverture des fosses, enfouissement rapide au moment de l'épandage, etc., ou méthanisation qui est un processus industriel).
- La gestion du troupeau :
 - Avancer l'âge du premier vêlage, produire plus de viande à partir du troupeau laitier.
 - Réduire les effectifs de bovins tout en maintenant la production de lait et de viande ; mais ces choix sont difficiles pour les filières.
- La modification de l'alimentation des troupeaux : plus de concentré, utilisation d'additifs, ...
- Le recouplage de l'élevage et des cultures.

Par ailleurs, une piste privilégiée de recherche est la réduction des émissions de méthane entérique, dont toutefois les gains possibles semblent difficiles à évaluer.

Conclusions et perspectives

Une étude réalisée par l'Inrae en 2013⁷ a cherché à évaluer différentes techniques d'atténuation des émissions de GES selon quatre grands domaines :

⁶ IFT : indice de fréquence de traitement (avec des produits phytosanitaires)

⁷ Pellerin et al, 2017

- la maîtrise du cycle de l'azote,
- le stockage de carbone dans les sols et dans la biomasse ligneuse,
- l'alimentation animale,
- la production et la consommation d'énergie.

Cette étude a permis de chiffrer les coûts de leur mise en œuvre en regard des effets d'atténuation, et distingue trois groupes de leviers représentant chacun environ un tiers du potentiel total d'atténuation.

- Le premier groupe, relève d'ajustements techniques (ajustement de la fertilisation ou des rations animales, isolation des bâtiments d'élevage, etc...) avec des économies d'intrant (N, énergie), sans perte de production.
- Le deuxième groupe est caractérisé par un coût faible (< 25 €/t d'équivalent CO₂ évitée) ; il s'agit notamment de leviers supposant des investissements (méthanisation, agroforesterie), en partie compensés par des revenus additionnels (biogaz, bois...).
- Le troisième groupe est caractérisé par un coût plus élevé (> 25 €/t d'équivalent CO₂) ; il s'agit notamment de leviers nécessitant des achats d'intrants spécifiques, du temps de travail dédié (ex : haies, cultures intermédiaires), ou entraînant des pertes de production.

Aucun système de culture ou d'élevage n'a toutes les bonnes propriétés vis-à-vis de la production et de l'environnement (diminution des GES et stockage de carbone, fuites de nitrate, réduction des pesticides, etc.). Choisir une priorité, comme réduire les GES, peut être antagoniste avec d'autres enjeux : il faut donc faire des compromis entre tous les objectifs.

L'ensemble des actions proposées dans l'étude Ademe Inrae de 2013 évalue des réductions de GES entre 26,5 et 29,7 Mt d'équivalent CO₂ par an en 2030. ; sous réserve que toutes ces actions soient mises en œuvre, on n'est donc pas loin des 18 % de réduction proposés par la *Stratégie Nationale Bas Carbone*. Mais les incertitudes portant sur le potentiel d'atténuation de chaque action demeurent élevées du fait de la forte variabilité des processus et des difficultés de mesures des émissions gazeuses.

Pour réussir ce challenge il faudra un effort d'acquisition de références, mais aussi une évolution des pratiques des agriculteurs, dont on sait qu'elles évoluent lentement et difficilement.

Philippe VIAUX, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Ce qu'il faut retenir :

Quand on parle d'émissions de GES il faut avoir à l'esprit que l'agriculture est un cas très particulier, car elle émet directement très peu de CO₂, contrairement aux autres secteurs d'activités ; l'essentiel de ses émissions de GES sont le CH₄ et le N₂O. Il faut aussi souligner que les chiffres de la *Figure 1* sous estiment les émissions de l'agriculture car ils ne tiennent pas compte de certains effets indirects (fabrication des engrais, retournement des prairies, etc.).

Les objectifs assignés par l'État pour réduire ces émissions sont très ambitieux (- 46% de GES en 2050), alors que les solutions techniques connues ont des effets limités.

Néanmoins certaines de ces solutions pourraient être mises en œuvre facilement avec un appui technique renforcé, d'autres par la mise en œuvre d'innovations. Certaines nécessiteront des aides publiques spécifiques pour les agriculteurs.

Pour en savoir plus :

- S. Pellerin, L. Bamière, D. Angers, F. Béline, M. Benoit, J-P. Butault, C. Chenu, C. Colnenne-David, S. De Cara, N. Delame, M. Doreau, P. Dupraz, P. Faverdin, F. Garcia-Launay, M. Hassouna, C. Hénault, M-H. Jeuffroy, K. Klumpp, A. Metay, D. Moran, S. Recous, E. Samson, I. Savini, L. Pardon, P. Chemineau : *Identifying cost-competitive greenhouse gas mitigation potential of French agriculture*, Environmental Science and Policy 77, 130-139, 2017