

Contexte, définition et cadre réglementaire

Rédacteurs : Aurélie Tailleux (Arvalis - Institut du végétal), Cécile Le Gall (Terres Inovia), Elise Lorinquer (Idele)

L'agriculture contribue de manière significative à trois enjeux environnementaux principaux : (i) le changement climatique, (ii) la préservation des ressources énergétiques et (iii) la qualité de l'air, en tant que :

- secteur émetteur de gaz et consommateur d'énergie
 - *par voie directe via les flux émis, stockés ou produits induits directement par les processus agricoles (émissions de CH₄, N₂O par les processus de nitrification/dénitrification, consommation et production d'énergie)*
 - *par voie indirecte via les flux émis et stockés lors de la production des intrants, des ressources énergétiques, des équipements et des bâtiments agricoles ainsi que lors de la gestion des déchets*
- pourvoyeur de solutions au changement climatique et à la préservation des ressources énergétiques notamment.

Les paragraphes ci-dessous présentent pour chacun de ces enjeux :

1. la contribution du secteur agricole aux émissions nationales et les mécanismes d'émission ;
2. les objectifs et dispositifs de réduction français par polluant ;
3. les interactions éventuelles entre les différents polluants

Dans cette partie Contexte, les éléments concernant la contribution du secteur agricole aux échelles nationale et internationale sont issus de travaux d'inventaires qui ne prennent en compte que la voie directe.

Contenu

1. Changement climatique et gaz à effet de serre (GES).....	3
1.1. Définition et mécanismes du processus de changement climatique.....	3
1.2. Contribution du secteur agricole aux émissions et captation.....	4
1.3. Objectifs et dispositifs publics de réduction	6
2. Préservation des ressources énergétiques	11
2.1. Définition	11
2.2. Contribution du secteur agricole.....	11
2.3. Objectifs et dispositifs publics de réduction	14
3. Qualité de l'air	17
3.1. Polluants de l'air : définition et impacts.....	17
3.2. Contribution du secteur agricole.....	20
3.3. Objectifs et dispositifs réglementaires de réduction	22
4. Climat, Air, Energie : des enjeux à traiter conjointement	25
4.1. Implication des émissions agricoles aux différents enjeux et interactions.....	25
4.2. Une approche de plus en plus globale des politiques publiques	31
5. Liste des références bibliographiques.....	32

1. Changement climatique et gaz à effet de serre (GES)

1.1. Définition et mécanismes du processus de changement climatique

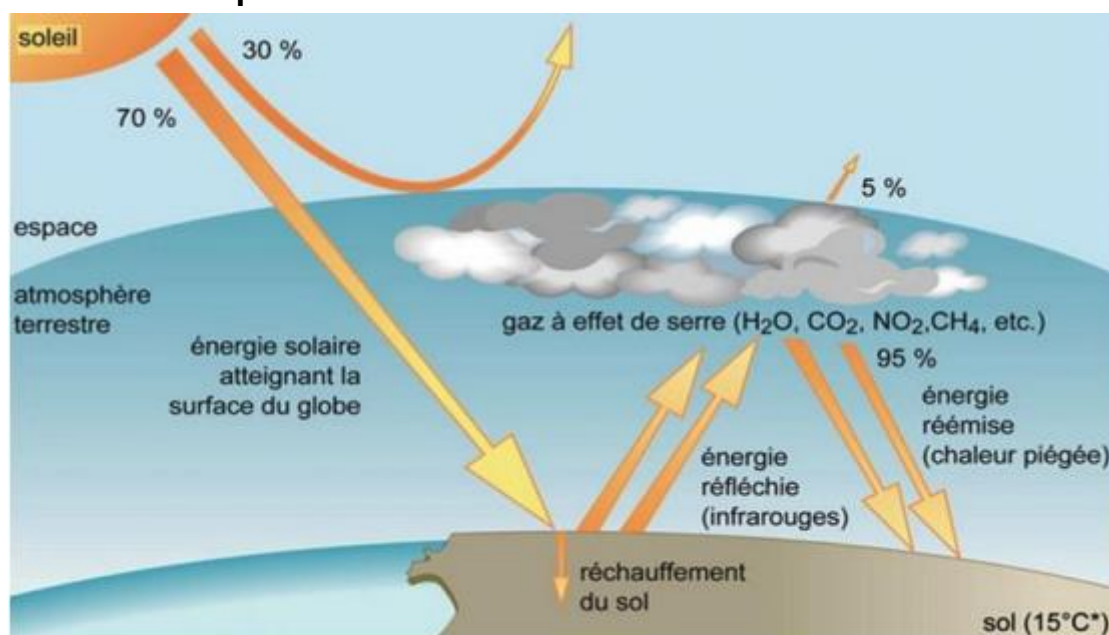


Figure 1 : bilan radiatif solaire (fiche Arctique CNES)

L'effet de serre est un phénomène naturel qui empêche une partie des rayons infrarouges provenant de la Terre de traverser l'atmosphère pour s'échapper vers l'espace. Bénéfique lorsqu'il maintient à la surface de la Terre une température moyenne de 15°C, il devient facteur de déséquilibres lorsqu'il s'accroît fortement.

Plusieurs gaz sont responsables d'un accroissement de l'effet de serre et notamment le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O). Il y a aussi les gaz synthétiques fluorés¹ (HFC, PFC, SF₆), mais dont l'impact global est plus faible.

Outre l'augmentation de la concentration de GES dans l'atmosphère induite par les émissions des différents secteurs d'activité, l'homme modifie aussi l'**albédo** ([voir fiche 3.1.3](#)), c'est-à-dire la quantité de rayonnement solaire réfléchi, de la surface de la Terre. Sur les derniers siècles, l'homme a considérablement modifié son environnement, en intégrant notamment beaucoup de surfaces avec un faible albédo, c'est à dire absorbant une grande partie du rayonnement solaire (*en particulier via les développements urbains et des axes de transports routiers, avec beaucoup de surfaces sombres absorbant plus le rayonnement : asphalté, toit des habitations, etc.*) : la chaleur qui s'en dégage représente une source de chaleur additionnelle, qui participe au changement climatique.

La contribution à l'effet de serre des différents gaz est variable et est caractérisée par leur potentiel de réchauffement global (PRG ; [voir fiche 3.1.1](#)). Le potentiel de changement global d'un gaz se définit comme le forçage radiatif (c'est-à-dire la puissance radiative que le gaz à effet de serre renvoie vers le

¹ Dans les inventaires nationaux, les flux de gaz fluorés ne sont pas rattachés au secteur agricole. En revanche, dans le cadre de GES'TIM+, des références sont proposées pour les étapes de stockage des productions agricoles puisque l'objectif est de couvrir l'ensemble des activités avant la première transformation.

sol), cumulé sur une durée définie, le plus souvent de 100 ans. Cette valeur se mesure relativement au CO₂ et l'impact sur l'effet de serre de chacun des gaz s'exprime en gramme équivalent CO₂ (CO₂ eq). Le Tableau 1 présente le PRG des 3 principaux gaz à effet de serre émis par l'agriculture : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) – source : CITEPA.

Tableau 1 : Potentiel de Réchauffement Global des principaux gaz émis par le secteur agricole

GAZ A EFFET DE SERRE	Coefficient Potentiel de Réchauffement Global à 100 ans			
	GIEC, 1995	GIEC, 2001	GIEC, 2007 <i>utilisé dans les inventaires (4^{ème} rapport d'évaluation)</i>	GIEC, 2014 <i>(5^{ème} rapport d'évaluation)</i>
CO ₂	1	1	1	1
CH ₄	21	23	25	28
N ₂ O	310	296	298	265
HFC (fonction du HFC)	140 à 11 700	120 à 12 000	124 à 14 800	<1 à 12 400
PFC (fonction du PFC)	6 500 à 9 200	5 700 à 11 900	7 390 à 12 200	<1 à 11 100
SF ₆	23 900	22 200	22 800	23 500

L'impact global sur l'effet de serre d'une activité donnée, est ainsi exprimé en quantité d'équivalent CO₂, par addition des contributions des différents gaz aux différents niveaux de cette activité.

Ces valeurs de PRG sont déterminées par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et revues au cours du temps en fonction de l'avancée des connaissances. Actuellement, ce sont les valeurs du GIEC de 2007 qui sont utilisées pour établir les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, comme défini par la CCNUCC (Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques), et ce jusqu'à la fin de la seconde période d'engagement du Protocole de Kyoto (2013-2020).

1.2. Contribution du secteur agricole aux émissions et captation

a) Les émissions directes

A l'échelle mondiale, l'agriculture, représentée dans le secteur intitulé AFAT (Agriculture, Foresterie et Autres affectations des Terres), émet directement 11% des GES soit un peu moins de 5.3 Gt eq CO₂ (GIEC, 2014). Trois gaz concernent principalement le secteur agricole : le **méthane (CH₄)** le **protoxyde d'azote (N₂O)** et enfin les émissions de dioxyde de carbone (**CO₂**- 0,87% du total mondial de GES, secteurs de la sylviculture et de la pêche compris).

En France, le **CH₄** et le **N₂O** représentent respectivement 45% et 41% des émissions du secteur agricole. Ces deux gaz sont principalement d'origine agricole : le secteur représente respectivement 70% et 87% des émissions métropolitaines. Les 14% restant concernent les émissions de **CO₂** liées à la combustion de ressources énergétiques fossiles (charbon, gaz naturel, gazole...) (CITEPA, 2018).

En 2017, les activités agricoles étaient directement responsables de 20% des émissions de gaz à effet de serre de la France (soit 85.5 millions t CO₂ eq), avec 40% des émissions agricoles liées aux sols

agricoles², 47% à l'élevage³ et 12% à l'utilisation d'énergie en agriculture⁴ (d'après les inventaires nationaux des émissions de gaz à effet de serre secteurs par secteurs, CITEPA, 2018, hors secteur Utilisation des Terres et Forêt incluant notamment le stockage de carbone dans le sol et la biomasse). Bien qu'entre 1990 et 2017 ses émissions aient diminué d'environ 8% (soit une économie de 7 millions de tonnes d'équivalents CO₂), le secteur agricole/sylvicole reste un des plus contributeurs à l'effet de serre en France.

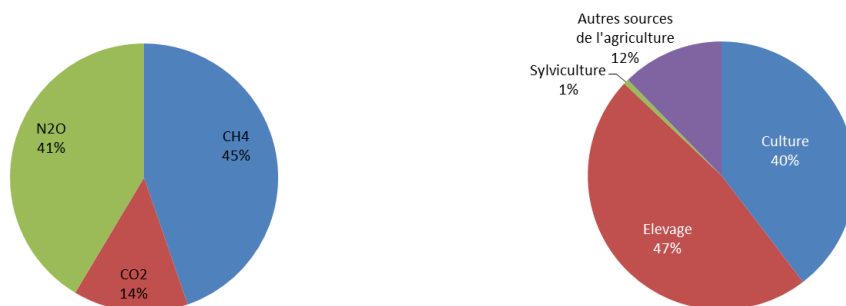


Figure 2 : Bilan Agriculture / sylviculture net hors émissions CO₂ des énergies renouvelables, en particulier issues de la biomasse et hors UTCATF (Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie) (SECTEN, 2018)

Le **CH₄** est un gaz produit essentiellement par l'élevage (il peut être également produit par les rizières mais en France ces émissions sont minoritaires). Il est principalement issu des fermentations entériques des animaux et également lors de la gestion des effluents au bâtiment et au stockage.

Le **N₂O** est un gaz produit essentiellement par l'émission des sols liée à la fertilisation azotée dans le secteur des productions végétales. Il est émis par des processus biologiques dans les sols cultivés, dans l'horizon superficiel principalement. Le N₂O est produit à différentes étapes du cycle de transformation de l'azote, par différentes familles de bactéries. Les émissions sont épisodiques, et très conditionnées par l'environnement : type de sol (en particulier le pH et la structure) et excès d'eau (anoxie) à la surface du sol dépendant des conditions climatiques (pluie et température notamment). Elles sont considérées comme proportionnelles au flux d'azote apporté au sol d'origine minérale et organique mais surviennent aussi suite à des flushs de minéralisation de la matière organique du sol ou des résidus de culture. Il est aussi émis depuis l'azote lessivé et lors du dépôt atmosphérique de l'azote ammoniacal précédemment volatilisé, ainsi que lors du stockage des déjections.

Le **CO₂** est un gaz dont l'émission dans le secteur agricole résulte de la consommation d'énergie (en particulier les carburants fossiles) dans les exploitations agricoles. Toutefois les émissions de CO₂ en rapport avec celles de CH₄ et de N₂O, sont plus limitées, et elles sont comptabilisées, par convention, dans le secteur des activités liées à l'énergie. Néanmoins, dans diverses approches globales de diagnostic ou bilan des émissions GES du secteur agricole, elles peuvent être intégrées au bilan du secteur.

² Ceci comprend les émissions directes des sols cultivés (y compris la fertilisation minérale et organique par les effluents d'élevage) et des sols pâturés mais ne tient pas compte des émissions indirectes, induites par la production des intrants.

³ Ceci comprend les émissions liées à la fermentation entérique et aux déjections animales (en bâtiment d'élevage et au stockage) ; cela comprend également les émissions de N₂O par voies indirectes (lessivage, redéposition)

⁴ Ceci comprend les émissions liées à la consommation de combustibles en agriculture

b) La captation de CO₂

Par ailleurs, le secteur agricole présente avec la forêt la particularité de pouvoir capter du CO₂ et de le capter sur du long terme. Il peut ainsi contribuer à réduire sa concentration dans l'atmosphère.

Dans les inventaires nationaux, cette contribution est estimée dans le secteur Utilisation des Terres et Forêt (UTCATF) en comptabilisant l'augmentation ou la réduction des quantités de carbone stockées dans les sols agricoles et forestiers et dans la biomasse pour les prairies et les cultures pérennes et la forêt. Le bilan net de ce secteur (qui intègre notamment également les feux de forêts, le brûlage des résidus de culture, la minéralisation de l'azote lors de la perte de carbone du sol) représente 30 à 50 millions de tonnes de CO₂ selon les années, ce qui permet de compenser environ 10% des émissions totales de gaz à effet de serre (en CO₂ eq) des autres secteurs et environ la moitié des émissions du secteur agricole. Le bilan net de stockage carbone du sol pour les terres agricoles s'élève en 2017 à 1.2 millions t CO₂ eq⁵.

En revanche, les flux de CO₂ intervenant dans le cycle court du carbone (ex : CO₂ captés dans des produits récoltés puis émis rapidement après lors de leur fin de vie) ne sont pas comptabilisés ([voir Fiche 2.5.](#)).

1.3. Objectifs et dispositifs publics de réduction

a) Les cadres aux niveaux national et international

Le Tableau 1 présente les différents cadres définissant les objectifs et stratégies aux échelles internationale et nationale.

La France définit ses objectifs de réduction en cohérence avec les décisions prises par la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement climatique (CCNUCC) ainsi que par l'Union européenne dans le cadre d'une mise en œuvre conjointe de ses obligations vis-à-vis de la CCNUCC.

Ainsi les engagements de la France s'inscrivent en grande partie dans un cadre européen, qui s'articule autour de grandes politiques en fonction des secteurs.

Un système d'échange de quotas d'émissions (SEQE) (dit EU ETS en anglais) couvre les émissions du secteur énergétique et industriel, ainsi que de l'aviation domestique au niveau européen sous la forme d'un marché carbone fixant un objectif de réduction d'émissions de GES au niveau européen de -43% vs 2005. Ce système d'échange de quotas d'émissions est mis en œuvre par une Directive, révisé en 2018 pour prolonger le système sur une phase IV jusqu'en 2030.

Pour les secteurs hors du SEQE, dont l'agriculture, des objectifs nationaux ont été actés dans une décision de partage de l'effort pour 2020 et un règlement de partage de l'effort pour 2030, où la France doit atteindre une réduction d'émissions de GES pour ces secteurs de -37% vs 2005.

Enfin, à partir de 2021 et jusqu'en 2030, l'ensemble des Etats-membres se sont engagés collectivement à développer les absorptions de CO₂ du secteur des terres et des forêts (UTCATF, LULUCF en anglais)

⁵ Ces estimations sont cependant dépendantes de la méthode d'estimation des surfaces avec des conversions de prairie à culture et inversement, ainsi que de l'utilisation des facteurs par défaut proposés par le GIEC pour estimer les variations de stock de carbone suite à des changements de pratiques. Ces deux points font actuellement l'objet de travaux d'amélioration (Voir section 3.2).

par un règlement fixant des règles de comptabilités engageant les Etats-membres à améliorer les absorptions par rapport à une référence (règle de non débit).

Au niveau français, La Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) (2015) a fixé pour la première fois par voie législative des objectifs visant à combiner efficacement la lutte contre le dérèglement climatique, et le renforcement de l'indépendance énergétique. Elle fixe un objectif la réduction de 40 % les émissions de GES en 2030 par rapport à 1990 et de diviser par 4 les émissions de GES en 2050 par rapport à la référence de 1990. Cette loi introduit la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) décrite à l'article L22 2-1 B du Code de l'Environnement. Cette stratégie constitue la feuille de route à suivre par les différents secteurs économiques et pour la société pour atteindre les objectifs nationaux de réduction d'émissions de gaz à effet de serre auxquels s'est engagée la France. La SNBC définit également des plafonds d'émissions de gaz à effet de serre à l'échelle nationale à court et moyen termes : ce sont les budgets-carbone. Ils sont fixés sur des périodes de 5 ans (à l'exception du premier budget carbone 2015-2018).

En 2017, dans le cadre de son engagement à l'Accord de Paris (2015) visant à maintenir le réchauffement de la planète « bien en deçà de 2 °C », la France a annoncé dans son Plan Climat un objectif de neutralité carbone d'ici 2050. Cela signifie qu'elle s'engage d'ici 2050 à ce que, globalement, la quantité de gaz à effet de serre émise par les activités conduites sur le territoire soit égale à la quantité de gaz à effet de serre capturée (par des puits naturels ou artificiels). Cet objectif implique de diviser par un facteur supérieur à 6 nos émissions, et non plus par 4 (estimation publiée dans la révision du projet de SNBC2, parue en décembre 2018 et approuvée en commission mixte paritaire). Le plan Climat vise également la réduction de l'empreinte environnementale des français, notamment à travers la lutte contre l'importation de produits forestiers ou agricoles importés contribuant à la déforestation.

Le projet de loi énergie climat (voté en 2019, mais non promulguée à l'heure actuelle) vise à permettre la réalisation de la trajectoire vers la neutralité carbone. Elle actualise les objectifs de la politique de l'énergie et du climat pour tenir compte du Plan climat adopté en 2017, de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) et de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE).

Une version projet de révision de la SNBC a ainsi été publiée en décembre 2018 pour tenir compte des engagements de l'Accord de Paris. Celle-ci s'appuie sur les travaux Rüdiner et al, 2018. Pour le secteur agricole, la stratégie vise une réduction de 20 % des émissions du secteur par rapport à 2015 à l'horizon du quatrième budget carbone (2029-2033) et de 46 % à l'horizon 2050. Pour atteindre ces objectifs, les hypothèses prises en compte tiennent compte d'ici 2050 des évolutions suivantes :

- Baisse de 25 % du cheptel bovin laitier,
- Baisse de 24 % du cheptel bovin autre que laitier,
- Réduction de 33 % de la fermentation entérique par substitution de glucides par des lipides dans l'alimentation des bovins,
- Augmentation de la méthanisation : 85% des effluents collectables sont méthanisés,
- Baisse de 85% du surplus azoté,
- Baisse de 44% d'énergie consommée par les exploitations agricoles,
- Couverture des sols maximisée avec notamment, incluant l'implantation des cultures intermédiaires,
- Diminution de la baisse tendancielle des prairies permanentes,

- Production croissante d'énergie et de matériaux biosourcés par le système agricole,
- Changements de comportements alimentaires (respect des recommandations nutritionnelles en matière de réduction de la consommation de viande et de charcuterie, d'augmentation de la consommation de protéines végétales (légumineuses), réduction du gaspillage alimentaire, augmentation de la consommation de produits locaux, bio, de qualité, durables et de saison).

b) Les dispositifs mis en place par la France pour atteindre ses objectifs.

A l'échelle nationale, différents dispositifs existants ou à l'étude permettent d'encourager la mise en œuvre de pratiques agricoles contribuant à l'atténuation du changement climatique.

C'est le cas de dispositifs permettant d'apporter une rémunération de la mise en œuvre de certaines pratiques :

➤ **Aides versées dans le cadre de la PAC (deuxième pilier) :**

- mesures Agro-Environnementales et Climatiques de la PAC pour la période 2014-2020 ;
 - MAEC Systèmes : maintien de pratiques pour les systèmes herbagers extensifs/limitation intensification et retour de la matière organique au sol ; maintien et changement de pratiques pour les systèmes de polyculture-élevage/limitation des intrants ; changement de pratiques pour les grandes cultures/limitation des intrants ;
 - MAEC localisées : réduction voire suppression des engrais, introduction de légumineuses dans les systèmes irrigués (en particulier dans les systèmes en monoculture de maïs) ;
- aides à la conversion de l'agriculture biologique ;
- aides aux investissements pour les exploitations agricoles via le Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles (200M euros/an sur 2014/2020) dont couverture de fosses, gestion des effluents pour l'élevage ;
- aides aux investissements des outils de récolte et de transformation dans le cadre du plan protéines végétales et réduction de la fertilisation minérale pour le secteur végétal.

➤ **Les certificats d'économie d'énergie, cf 2.3**

- **Le label Bas-Carbone** : met en place un cadre innovant et transparent offrant des **perspectives de financement à des projets locaux** de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le label Bas Carbone a pour objectif de contribuer à l'atteinte des objectifs climatiques de la France en incitant à la mise en place d'actions locales bénéfiques pour le climat et en récompensant les comportements vertueux de réduction des émissions de gaz à effet de serre qui vont au-delà des pratiques usuelles. A travers le label, l'Etat garantit la qualité et la réalité des réductions d'émissions engendrées par ces projets, afin de favoriser la redirection de flux financiers privés vers des actions favorables au climat.
Pour cela, le label bas-carbone reconnaît des « réductions d'émission », dont la qualité environnementale est garantie, pouvant être achetées par des acteurs souhaitant compenser leurs émissions, ce qui permet le financement des projets.

Des collectivités, des entreprises, et même des citoyens, sont prêts à rémunérer des actions bénéfiques pour le climat sur une base volontaire. Le label bas-carbone permet la valorisation

de réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) qui ne pourraient pas être réalisées sans le projet (émissions additionnelles). Elles sont réalisées par des personnes physiques ou morales dans des secteurs d'activité variés (de l'entreprise à l'association non lucrative type ONG ou association caritative). Les méthodes de mesure de réduction des émissions mises en œuvre doivent être reconnues officiellement et faire l'objet d'une vérification. Le label bas-carbone vise à susciter le développement de projets dans tous les secteurs diffus : forêt, agriculture, transports, bâtiment, etc.

Trois méthodes portant sur le secteur de la forêt et une méthode pour l'agriculture ont été approuvées en octobre 2019. La méthode approuvée dans le secteur agricole est portée par l'Institut de l'élevage (IDELE) et valorise les réductions d'émissions résultant de la mise en œuvre de plans d'actions dans les élevages bovins (laitiers et allaitants) s'appuyant sur un diagnostic multicritère. Cette méthode vise à déployer des leviers de réduction d'émissions de GES connus à l'échelle de l'exploitation et adaptés au contexte particulier de celles-ci tout en valorisant les résultats.

Aux niveaux régional et local, les collectivités sont mobilisées à travers les plans régionaux : anciennement les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie (SRCAE), et depuis peu les Schémas Régionaux d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (SRADDET) et à l'échelle infrarégionale, les Plan Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET) et les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA), cf 4.2.

Tableau 2 - Cadre réglementaire pour les émissions de GES et le stockage de carbone d'origine agricole en 2018 - Echelons International, européen, national et local

	Objectifs de réduction des émissions	Plafonds d'émission	Stockage de carbone
International	• Protocole de Kyoto (1997) / amendement de Doha (2012) – 2^{ème} période d'engagement (2013-2020) : obj. de 18% de réduction des émissions pour chaque pays signataire par rapport à 1990 • Accord de Paris (2015) : obj. de maintenir en dessous de 2°C l'élévation de la température mondiale		• Protocole de Kyoto (1997) / amendement de Doha (2012) : introduit la notion de neutralité carbone = compensation possible des émissions de GES par des activités de séquestration de carbone lié à l'usage des terres, des changements d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF)
Union européenne	• Stratégie de long terme de la Commission Européenne à l'horizon 2050 (2018) : vision pour parvenir à une économie neutre pour le climat d'ici à 2050 ; Elle prépare les discussions pour la définition de la politique énergétique et climatique à 2030 et 2050. • Directive sur les énergies renouvelables (2018) : obj. d'atteindre 14% d'énergie renouvelable dans le secteur des transports d'ici 2030, avec plafond d'incorporation à 7% pour les biocarburants – pour être certifié énergie renouvelable, un biocarburant doit démontrer une réduction des émissions de 50% par rapport au carburant d'origine fossile de référence • Directive sur l'efficacité énergétique (2018) • Accord du Conseil Européen sur le cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030 (2014) – base du futur paquet énergie-climat 2030 : obj. de réduction de 40% les émissions de GES d'ici 2030 par rapport à 1990	A l'horizon 2020 • Paquet énergie-climat 2020 (2012): fixe pour chaque Etat Membre des plafonds d'émission • Marché de quotas d'émissions (2005) / 1^{ère} révision (2014) A l'horizon 2030 • Cadre Energie Climat 2030 • Règlement de partage de l'effort (ESR), fixe pour chaque Etat membre des plafonds d'émissions • Marché de quotas étendu en phase IV 2021-2030 • Règlement sur les objectifs de développement du secteur UTCATF (LULUCF)	• Règlement (UE) 841/2018 fixant les règles pour comptabiliser les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre du secteur de UTCATF (2018) : 2030
France	• Loi Energie-Climat (2019) : obj. de neutralité carbone pour 2050 • Plan Climat (2017) : obj. de neutralité carbone pour 2050 ; pour le secteur agricole, engagement à réduire les émissions • SNBC⁶ (2015) / 1^{ère} révision (2018) : obj. de la SNBC2 est l'atteinte de la neutralité carbone d'ici 2050 ; pour le secteur agricole l'objectif de réduction est de -46%, 3 axes se dégagent : réduire les émissions de N2O, améliorer le bilan GES de l'élevage, stocker du carbone dans les sols et la biomasse, substituer les énergies fossiles par de la biomasse. • Loi de transition énergétique pour la croissance verte (2015) : obj. de réduire de 40% les émissions de GES d'ici 2030 par rapport à 2005	• SNBC (2018): fixe un budget carbone pour chaque année sur la période 2018-2022	• SNBC (2015 et 2018) : pour le secteur agricole, propose comme axe de travail d'augmenter les stocks de carbone dans les sols et les écosystèmes agricoles • Plan Climat (2017) : pour le secteur agricole, engagement à améliorer la capture du carbone dans les sols • Initiative « 4 pour 1000 » (2015) : obj. d'augmenter le stock de carbone des sols ; L'ordre de grandeur fixé au niveau mondial est de 0.4%
Régional, local	• Plans Climat, Air, Energie Territorial (2012) • Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Energie (2011)		

⁶ Stratégie Nationale Bas Carbone

2. Préservation des ressources énergétiques

2.1. Définition

Différentes métriques sont utilisées pour estimer les productions et consommations d'énergie. Celles-ci peuvent par exemple être quantifiées en termes :

- d'énergie primaire, qui correspond à l'énergie non transformée après extraction (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel électricité primaire),
- et/ou d'énergie finale, soit l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité à l'exploitation...) (ADEME, 2016).

L'énergie finale n'est qu'une fraction de l'énergie primaire initiale, une fois que celle-ci a été transformée en énergie secondaire, stockée, transportée et enfin distribuée au consommateur final.

2.2. Contribution du secteur agricole

En 2015, le secteur agriculture, forêt, pêche consomme directement 4,5 Mtep par an, ce qui représente moins de 3 % de la consommation d'énergie finale de la France. A l'échelle des exploitations agricoles, la consommation énergétique moyenne, toutes OTEX confondues, est de 3 542 ktep sur la période 2007-2015.

En termes de contribution à la production d'énergie renouvelable (ENR), le secteur agricole participe à hauteur de 4.6 Mtep en énergie finale, soit 20% de la production nationale (ADEME et al, 2018).

a) Consommation d'énergie directe du secteur agricole par exploitation agricole et évolution

L'ensemble des exploitations montre une quantité moyenne d'énergie utilisée égale à 14.5 tep / exploitation et affiche une augmentation de ces quantités de + 8% entre 2012 et 2015. Ramenée à l'hectare de SAU, la quantité d'énergie moyenne utilisée est de 0.20 tep/ha, dont 21% de fioul domestique, 19% d'électricité et irrigation, 19% d'achats d'aliments du bétail, 15% de fertilisation et 9% d'amortissement énergétique du matériel, les autres postes représentant encore 19% de l'énergie totale.

b) Répartition par type d'énergie

Les produits pétroliers représentent 70% de la consommation d'énergie finale. La répartition des carburants utilisés montre que le fioul domestique et le fioul lourd constituent la moitié de ces consommations (49%). En 2011, le GNR (gazole non routier) ne représentait que 5% des consommations. Son utilisation a été rendu obligatoire au cours de la campagne agricole 2011. L'électricité constitue 18% des consommations d'énergie directes, suivie par le gaz naturel avec 8% et le GPL avec 5%.

53% de la consommation totale d'énergie est utilisé par les tracteurs et engins automoteurs, soit 2 090 ktep. Le deuxième poste le plus consommateur est le poste bâtiments d'élevage avec 11% soit 430 ktep et vient ensuite les serres et abris haut avec 10% soit 400 ktep. La consommation des autres postes est comprise entre 2 et 5% de la consommation totale d'énergie au sein des exploitations agricoles (Etude Agriculture et Efficacité énergétique, ADEME et al, 2018).

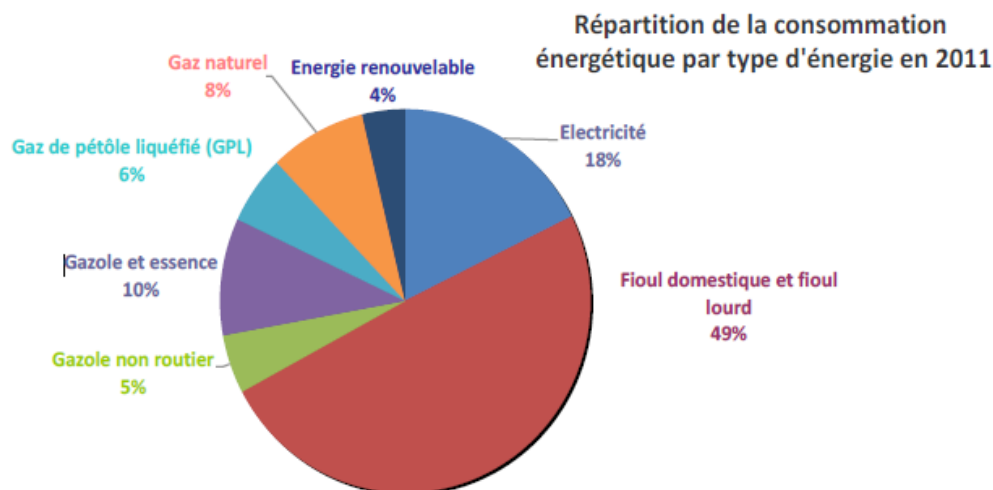


Figure 3 : Répartition des consommations énergétiques des exploitations agricoles par type d'énergie dans les exploitations agricoles en 2011 (SSP, Agreste Primeur 311 dans ADEME, 2018)

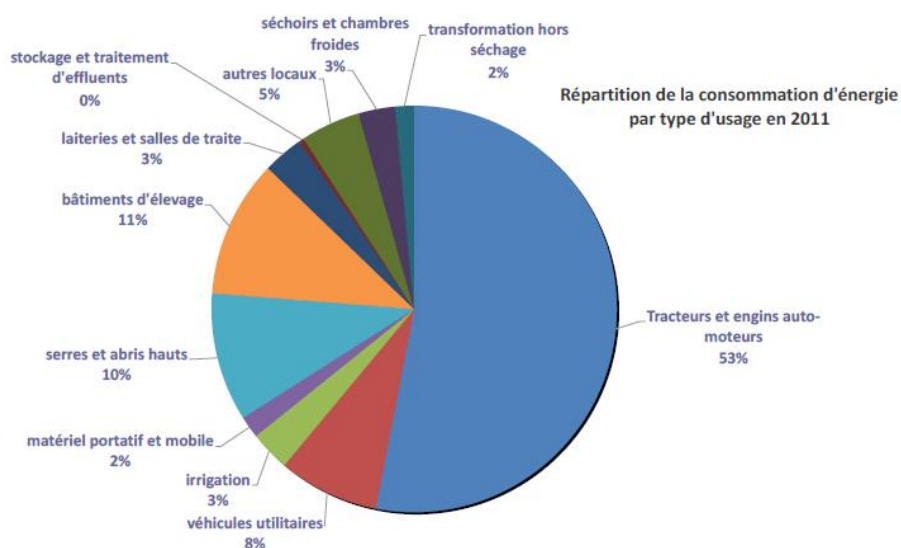


Figure 4 : Répartition des consommations énergétiques des exploitations agricoles par type d'usage dans les exploitations agricoles en 2011 (SSP, Agreste Primeur 311 dans ADEME, 2018)

c) Consommation et production d'énergie renouvelable du secteur agricole

La Figure 5 représente la part agricole dans la production nationale des différentes formes d'ENR (énergies renouvelables) en 2015.

En 2011, la consommation d'ENR par le secteur agricole ne représente que 4 % de la consommation d'énergie des exploitations, en grande partie liée à l'autoconsommation de bois ou de biomasses agricoles autres produites directement sur l'exploitation (Source : Chiffres et statistiques n°517, Mai 2014, CGDD). Le secteur des serres (maraîchage et horticulture) est le principal utilisateur de cette biomasse. Le développement des installations solaires (eau chaude, photovoltaïque), et plus encore des installations de méthanisation est récent. Ce développement n'est ainsi pas encore quantifié dans les données statistiques agricoles ou énergétiques.

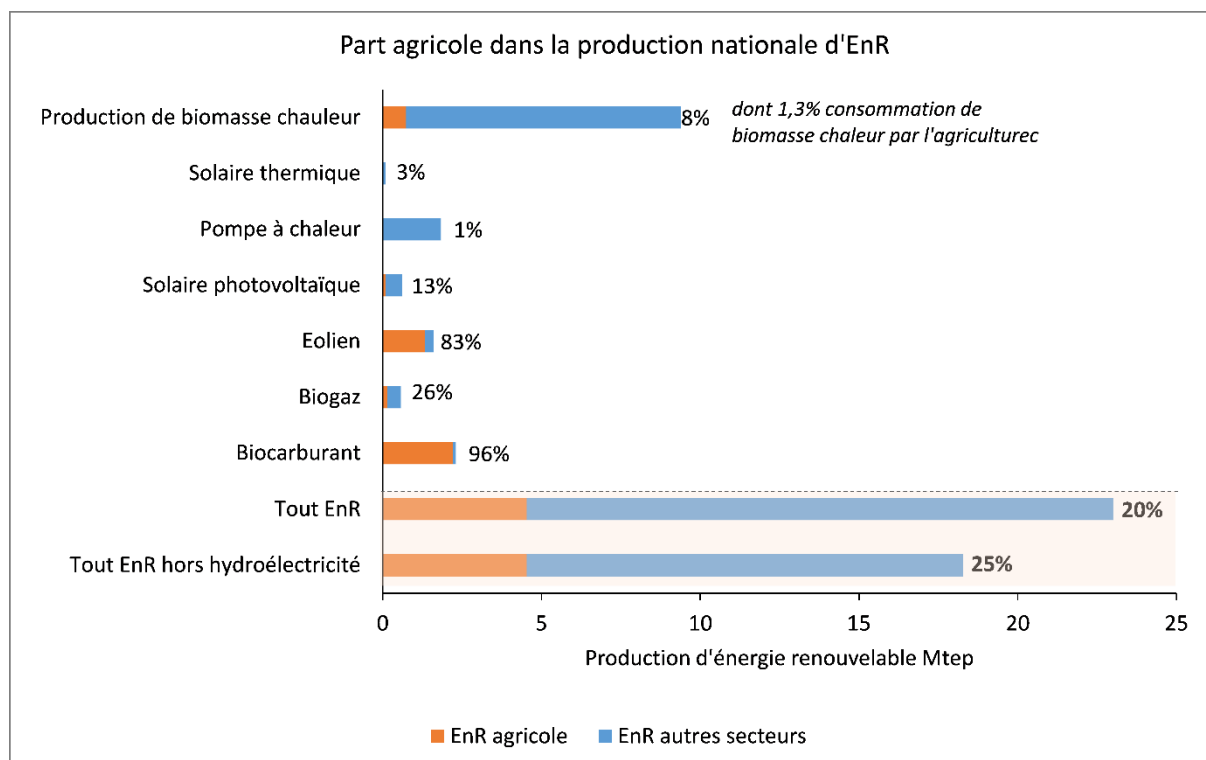


Figure 5 : Part agricole dans la production d'ENR en France par type d'ENR en 2015 (ADEME, 2018)

2.3. Objectifs et dispositifs publics de réduction

A l'échelle internationale

De même que pour le changement climatique, des objectifs sont définis à l'échelle européenne dans le cadre du Paquet Energie Climat.

A l'échelle nationale

En France, la loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte puis la loi Energie Climat proposent de nouveaux outils de gouvernance nationale et territoriale pour répondre aux objectifs nationaux sur les enjeux énergie de même que sur l'enjeu changement climatique (1.3).

La loi climat énergie (votée en 2019, non promulguée à l'heure actuelle) actualise les objectifs de la politique de l'énergie pour tenir compte du Plan climat adopté en 2017, de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) et de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et décline également les engagements pris au niveau européen à l'horizon 2030. Les objectifs sont les suivants :

- neutralité carbone à l'horizon 2050 ;
- baisse de 40% de la consommation d'énergies fossiles par rapport à 2012 d'ici à 2030 (contre 30% précédemment) ;
- report à 2035 (au lieu de 2025) de la réduction à 50% de la part du nucléaire dans la production électrique (fermeture de 14 réacteurs).

Sur l'enjeu énergie, le secteur agricole est en particulier concerné par deux dispositifs visant à réduire les consommations d'énergie.

Le dispositif des Certificats d'Economies d'Energie (CEE) constitue l'un des principaux instruments de la politique de maîtrise de la demande énergétique. Le dispositif des CEE, créé en 2006, repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie appelés les "obligés" (électricité, gaz, GPL⁷, chaleur et froid, fioul domestique et carburants pour automobiles). Ceux-ci sont ainsi incités à promouvoir activement l'efficacité énergétique auprès de leurs clients et des autres consommateurs d'énergie : ménages, collectivités territoriales ou professionnels. Un objectif pluriannuel est défini et réparti entre les opérateurs en fonction de leurs volumes de ventes d'énergie. En fin de période, ces obligés doivent justifier de l'accomplissement de leurs obligations par la détention d'un montant de CEE équivalent à ces obligations. A défaut de justifier du respect de leurs obligations à l'issue de la période considérée, les fournisseurs d'énergie sont tenus de verser une pénalité libératoire. Pour remplir leurs obligations, les obligés ont le choix des actions qu'ils souhaitent mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité (résidentiel, tertiaire, industriel, agricole, transport, notamment) et auprès des différents types de clients (ménages, entreprises, collectivités publiques, notamment). Pour le secteur agricole, 22 actions faisant l'objet d'opérations standardisées de fiches sont éligibles à ce dispositif (MTES, 2021).

⁷ Gaz pétrole liquéfié

Guide GES'TIM+ v1.2

Projet réalisé par Arvalis, en partenariat avec l'Idèle, le Ctifl, l'Ifv, l'Itavi, l'Ifip et Terres Inovia. Avec la participation financière de l'ADEME - Agence de la transition écologique.

Août 2023.

A l'échelle locale

Ainsi que pour les enjeux changement climatique et qualité de l'air, les collectivités sont mobilisées à travers des plans régionaux : anciennement les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie (SRCAE), et depuis peu les Schémas Régionaux d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADDET), et à l'échelle infrarégionale, les Plan Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET) et les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA), cf 4.2.

Les régions mettent en place des mesures pour le soutien aux investissements Énergie Gaz à Effet de Serre dans le cadre des Plans de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles (PCEA). Ces plans s'inscrivent dans les Programmes Régionaux de Développement Durable Rural (PRDR) et fonctionnent sur le principe d'appel à projet. Les orientations nationales sont définies par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation en cohérence avec le projet agro-écologique. Les régions sont libres de suivre ou non ces orientations nationales en matière d'investissement énergétiques. Ainsi, si toutes les régions soutiennent dans le cadre de ces plans ce type d'investissements, il existe de fortes disparités (ADEME, 2018).

Tableau 2 - Cadre réglementaire pour les consommations et productions d'énergie en 2018 - Echelons International, européen, national et local

	Objectifs de réduction / production	Mesures
International		
Union européenne	• Directive sur les énergies renouvelables (2018) : obj. d'atteindre 14% d'énergie renouvelable dans le secteur des transports d'ici 2030, avec plafond d'incorporation à 7% pour les biocarburants – pour être certifié énergie renouvelable, un biocarburant doit démontrer une réduction des émissions de 50% par rapport au carburant d'origine fossile de référence • Nouvelles Directives sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétiques adoptés visant une part de 32% d'énergies renouvelables au niveau européen en 2030 et un effort d'efficacité énergétique de 32.5% en 2030 au niveau européen.	
France	• Loi Energie-Climat (2019) : - 40% conso énergie finale à l'horizon 2030 (référence 1990) • Loi du 17 Août 2015, relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (TECV) : - 20% conso énergie finale à l'horizon 2030 et - 50% à l'horizon 2050 (référence 2012) ; - 30% à l'horizon 2030 conso énergie primaire fossile (référence 2012) ; part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 • Programmation Pluriannuelle de l'Energie (actuellement 2019-2023, révision tous les 5 ans), initiée par la loi TECV	• Certificat d'économies d'énergie
Régional Local	• Schémas régionaux climat, air, énergie (SRCAE) – Loi Grenelle II du 29/06/10 • Orientations régionales pour l'air, l'énergie et le climat (horizon 2020/50), servant de cadre pour les collectivités territoriales. • Plans Climat Air Energie Territoriaux (PCAET) – Loi de Transition Énergétique pour la croissance verte (LTECV) du 18/08/15 • Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations agricoles (PCAÉ)	

3. Qualité de l'air

Par définition (Article L220-2 du Code de l'environnement), constitue une pollution atmosphérique au sens du présent titre l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, ou la présence, dans l'atmosphère et les espaces clos, d'agents chimiques, biologiques ou physiques ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives.

Les polluants atmosphériques sont des gaz ou des particules. Les principaux polluants d'origine agricole ciblés par la réglementation sont l'ammoniac (NH_3), les oxydes d'azote (NO et NO_x), les particules (TSP, PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$), les composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM), le dioxyde de soufre (SO_2) et les produits phytosanitaires.

Concernant les **produits phytosanitaires**, aucune méthode d'inventaire n'est actuellement disponible. Ceux-ci ne sont pas traités dans le cadre de GES'TIM+. L'étude Guiral et al, 2016, dresse cependant un état de l'art sur ces questions aux acteurs de la recherche, du développement agricole, de l'évaluation environnementale et de la décision publique.

3.1. Polluants de l'air : définition et impacts

a) Définition particules primaires, particules secondaires, précurseurs

On distingue deux types de particules à l'origine de la pollution atmosphérique :

- **Les particules primaires** : ce sont des particules directement émises par l'action anthropique ainsi que par des processus naturels (éruption, érosion éolienne, ...). Les particules les plus grosses se déposent rapidement, alors que les particules fines peuvent rester en suspension dans l'air plusieurs jours voire quelques semaines et parcourir des milliers de kilomètres. Le secteur agricole émet ainsi directement dans l'atmosphère particules fines et grossières.
- **Les particules secondaires** : provenant de la transformation de polluants primaires, appelés précurseurs de particules, suite à différentes réactions chimiques. Les **principaux précurseurs de particules gazeux** sont les NO_x , les SO_x , le NH_3 et les COV. Le NH_3 est le principal précurseur de particules secondaires émis par l'agriculture. Basique, il réagit avec les composés acides tels que les NO_x ou les SO_x provenant de l'ensemble des sources anthropiques, pour former des particules très fines de nitrate ou de sulfate d'ammonium (nucléation). Ces particules secondaires peuvent également avoir des effets directs néfastes (ex : effet de l'ammoniac sur la santé humaine et animale).



Figure 6 : Source d'émission des particules (ADEME, 2012)

Qu'est-ce que les COV ? Les COV regroupent une multitude de substances, qui peuvent être d'origine biogénique (naturelle) ou anthropique (humaine). Il s'agit de molécules formées principalement de liaisons entre des atomes de carbone et des atomes d'hydrogène. Les COV sont volatils dans les conditions habituelles de température et de pression et peuvent être transportés plus ou moins loin par rapport à leurs lieux d'émission. Les plus connus sont le butane, le toluène, l'éthanol (alcool à 90°), l'acétone et le benzène que l'on retrouve dans l'industrie, le plus souvent sous la forme de solvants organiques (par exemple, dans les peintures ou les encres).

b) Les différentes classes et composition des particules

Une particule atmosphérique est constituée d'un mélange de polluants solides et/ou liquides, en suspension dans l'air. Leur taille s'établit sur six ordres de grandeur, de quelques nanomètres (10^{-9} m) à une centaine de micromètres (10^{-4} m). Les particules les plus grosses sont désignées sous le terme de poussières. Les plus fines sont nommées PM (Particulate Matter), terme complété d'un nombre renseignant sur leur diamètre. Les PM d'origine agricole sont principalement des PM_{10} (taille inférieure 10 μm), dont des $PM_{2.5}$ (taille inférieure 2.5 μm).

L'ensemble des particules en suspension dans l'air est enfin nommé TSP (Total Suspended Particles).

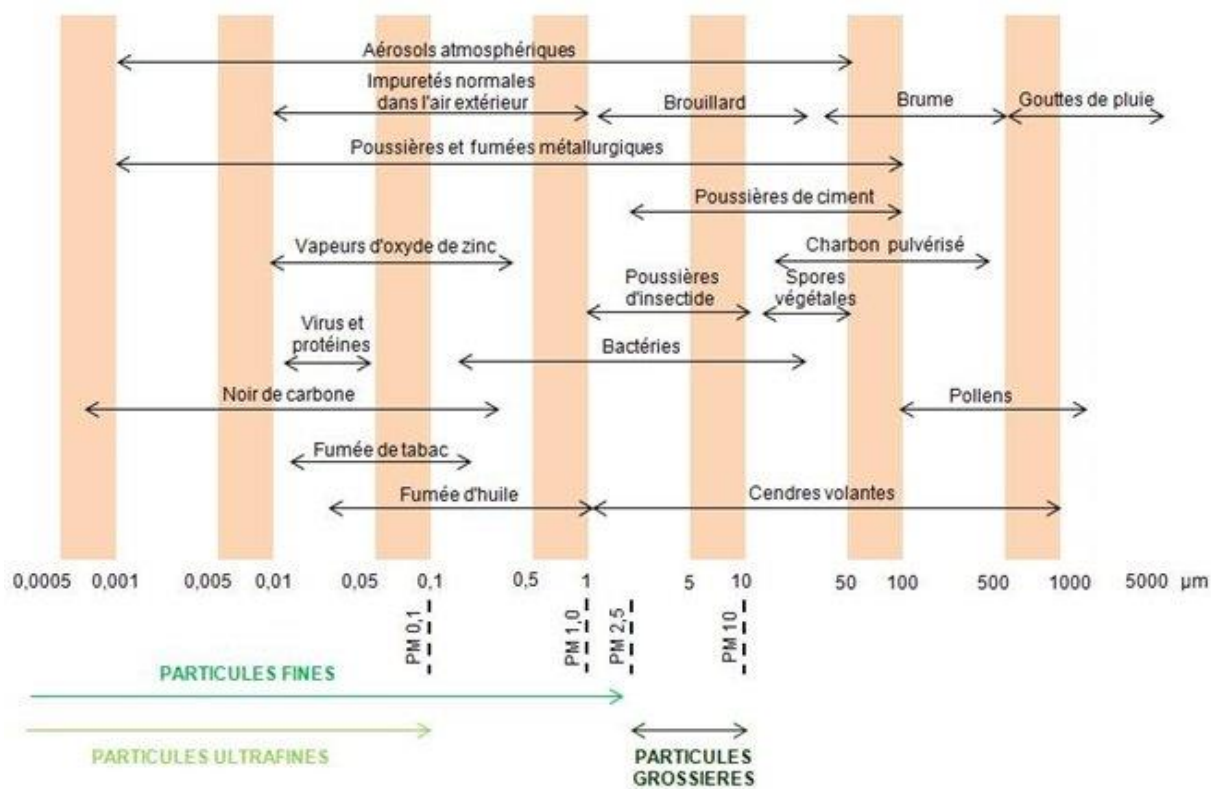


Figure 7 : Taille des particules – échelle et ordre de grandeur (CITEPA)

Note de lecture : la catégorie PM₁₀ inclut les PM_{2,5} ainsi que les particules grossières

La composition chimique des particules dépend de l'origine et des mécanismes de formation. Elle associe :

- du carbone élémentaire (ou carbone suie), provenant de toutes les combustions,
- une fraction minérale (éléments issus de l'érosion, sulfates, nitrates, titane, plomb, zinc...)
- des matières organiques, généralement constituées d'un mélange d'hydrocarbures, d'esters, d'alcools, de cétones, de polluants organiques persistants mais aussi de pollen et de spores.

Les particules fines (PM_{2,5}) contiennent plutôt de la matière organique et des espèces secondaires (nitrate d'ammonium, sulfates), tandis que les particules plus grossières sont riches en fractions minérales issues de processus mécaniques (particules terrigènes, sels de mer...).

c) Les impacts environnementaux et sanitaires induits par les polluants de l'air

Les particules et précurseurs contribuent à différents impacts environnementaux et sanitaires.

• Impact sur la santé humaine

Les **particules** sont à l'origine ou aggravent de nombreuses pathologies : en s'immisçant dans le système respiratoire, elles interviennent dans toutes sortes de maux, mêlant à la fois effets immédiats et à long terme : asthme, allergies, maladies respiratoires, accidents vasculaires cérébraux cardiovasculaires, ou encore cancers. Elles affectent globalement toute la population mais certains travailleurs sont plus particulièrement exposés. Une étude a montré qu'indépendamment de l'âge et du comportement tabagique, les éleveurs de porcs étaient les plus touchés par l'asthme et les bronchites chroniques. En plus de rendre les conditions de travail difficiles, la mauvaise qualité de l'air

dans les bâtiments d'élevage nuirait donc à la santé de l'exploitant et de ses animaux. Avec comme dommage collatéral, de moindres performances zootechniques.

Les **COV**, **NO_x**, **NH₃** et **SO₂** ont également des impacts identiques à celles de particules sur la santé humaine.

- **Acidification et eutrophisation**

NH₃, **NO_x** et **particules**, pouvant constituer un apport d'azote supplémentaire, perturbent aussi l'équilibre des écosystèmes terrestres et aquatiques par les phénomènes d'eutrophisation, favorisant la croissance de certaines espèces de la faune et de la flore au détriment d'autres et provoquant localement une perte de biodiversité, et acidification des sols, affectant les écosystèmes fragiles pauvres en éléments nutritifs comme les tourbières. Les particules sont par ailleurs impliquées dans le transport et le dépôt de polluants toxiques (métaux ou polluants organiques persistants comme les dioxines). Le **NH₃** et le **SO₂** participent quant à eux à l'acidification de l'air.

- **Changement climatique**

Les effets des **particules** sur le changement climatique sont complexes, car difficiles à quantifier. Selon la nature des particules, le rayonnement solaire peut être en effet :

- absorbé, il crée alors de la chaleur
- ou bien réfléchi, il refroidit alors l'air.

Les particules les plus fines peuvent aussi servir de noyaux de condensation dans la formation des nuages et influencer sur les régimes hydrologiques. Le **NH₃** contribue par voie indirecte ([voir fiche 4.1.3](#)) aux émissions de protoxyde d'azote.

- **Formation d'ozone**

Enfin, des liens étroits unissent la pollution **particulaire** et la formation d'ozone troposphérique. Elles possèdent en effet des précurseurs communs, dont les **NO_x** et les **COV**, et ont un impact sur les réactions photo-oxydantes. L'ozone troposphérique est néfaste pour la santé humaine et les écosystèmes et est également un gaz à effet de serre.

3.2. Contribution du secteur agricole

a) L'ammoniac (NH₃)

L'agriculture, et en particulier l'élevage, en est le principal émetteur.

Au niveau mondial, l'élevage serait responsable de 40 % des émissions de NH₃ et l'usage des engrais minéraux de 16 % des émissions (FAO, 2003), dont 56 % produits par les bovins, 22 % par les porcs et 14% par les volailles de 14 %.

Au niveau européen, le secteur agricole est responsable de la majorité des émissions de NH₃ (92 %) en 2016, l'Allemagne, la France et l'Espagne étant les pays les plus émetteurs. Entre 1990 et 2016, les émissions agricoles de NH₃ en Europe ont baissé de 24 % (Emep, 2016), notamment grâce à l'amélioration de l'épandage des engrais organiques (-38 %).

En France, sur les 606 kt de NH_3 émis dans l'air, l'agriculture représente 568 kt en 2017, soit environ 94 % des émissions nationales. Les autres postes d'émissions sont l'industrie manufacturière, le transport routier et la transformation de l'énergie (CITEPA, 2019). En 2017, l'élevage est responsable de 64 % des émissions de NH_3 au niveau national (gestion des fumiers et lisiers au bâtiment/stockage/épandage, animaux à la pâture/parcours), alors que le poste cultures (cultures avec engrais et amendements minéraux, épandage des boues, compost et déjections importées, et le brûlage des résidus de culture) serait responsable des 30 % restants (CITEPA, 2019, cf. Figure 8).

b) Les particules primaires (TSP, PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$)

En 2017, l'agriculture est responsable à l'échelle France de 54% des émissions de TSP, 20% des émissions de PM_{10} et de 9% des émissions de $\text{PM}_{2.5}$ (CITEPA, 2019, cf Figure 8).

Trois postes sont identifiés comme fortement contributeurs de particules primaires : le travail du sol, le brûlage des résidus et la gestion des effluents. À eux seuls, les travaux des champs émettraient 92% des TSP, 48% des PM_{10} et 8% des $\text{PM}_{2.5}$ issues des activités agricoles (CITEPA, 2019). Ces estimations ne prennent pas en compte les émissions de particules lors des épandages d'engrais et de pesticides.

Un processus naturel tel que l'érosion éolienne peut aussi conduire à des émissions lorsque les sols ne sont pas couverts, particulièrement par vents forts sur des sols secs. Néanmoins, l'impact de l'érosion éolienne sur les émissions de particules primaires n'est pas comptabilisé en France.

Les engins agricoles et sylvicoles contribueraient à hauteur de 27% dans les émissions de $\text{PM}_{2.5}$. Elles sont alors liées à la combustion et à l'abrasion des freins et des pneumatiques.

La part de la gestion des déjections dans les émissions agricoles de poussières totales agricoles est moins importante que celle des cultures avec 7% des TSP. En revanche la gestion des effluents émettrait 41% des PM_{10} et 45% des $\text{PM}_{2.5}$ émises par le secteur agricole. En effet, à l'intérieur des bâtiments, l'atmosphère sèche et les mouvements importants des différents animaux génèrent des émissions de particules issues de la litière, de l'alimentation et des animaux eux-mêmes (peau, poils, etc.).

c) Les oxydes d'azote (NO et NO_x), les composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM), le dioxyde de soufre (SO_2)

La Figure 8 présente les sources d'émission du secteur agricole pour chacun de ces flux.

Remarque concernant les NO_x et les COV : Les COVNM et NO_x de l'agriculture, à l'exception de ceux émis par le brûlage de résidus n'ont pas été pris en compte dans l'élaboration des objectifs de réduction réglementaires et ne sont ainsi pas pris en compte dans la Figure 8. Ces émissions sont intégrées dans le secteur des « Sources biotiques agricoles ». Ce secteur constitue 27% des émissions de NO_x hors total et 20 % des émissions de COVNM hors total en 2017.

Les émissions de COVNM issues de sources naturelles qui ne sont pas comptabilisées dans le total national sont des COV dits « biotiques », car générées naturellement par les espèces végétales (cultivées ou non). Ces émissions restent assez stables, entre 425 et 500 kt /an selon les années, au trois quart issus d'espèces cultivées (sources biotiques agricoles), le reste provenant surtout des forêts. Les fluctuations interannuelles dépendent des surfaces en question mais aussi des variations des conditions météorologiques.

Les émissions de NO_x du secteur « Sources biotiques agricoles » proviennent notamment de la gestion des déjections des animaux d'élevage et de la fertilisation organique et minérale des sols agricoles.

d) Synthèse contribution des différentes sources d'émissions de polluants atmosphériques du secteur agricole en France.

La Figure 8 présente la contribution des différentes sources d'émissions de polluants atmosphériques du secteur agricole en France.

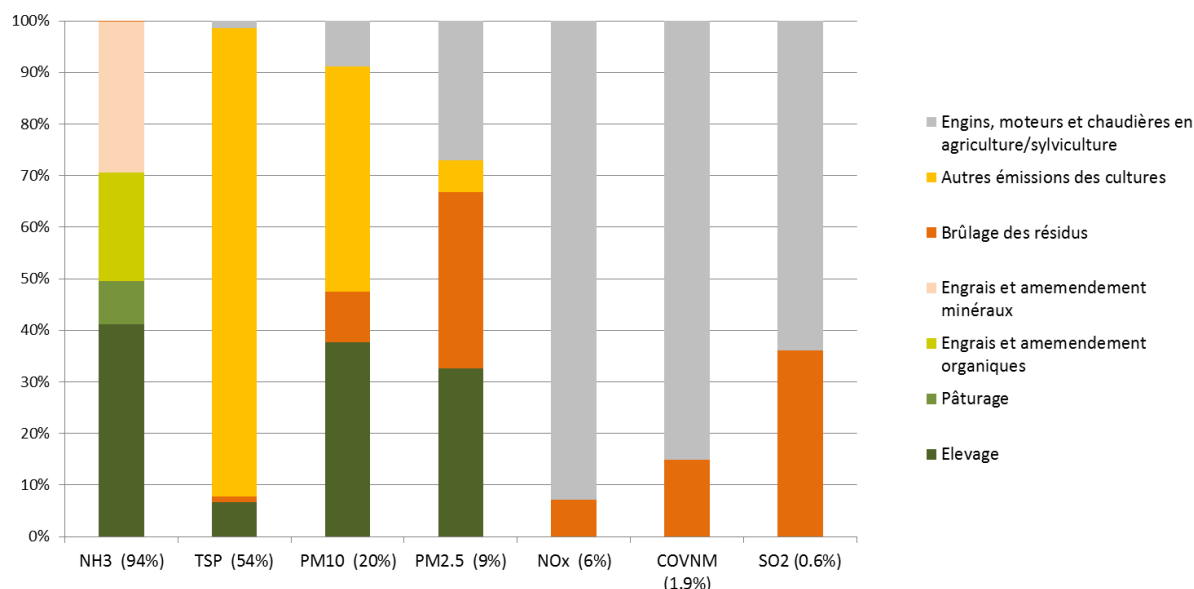


Figure 8 : source des émissions atmosphériques d'origine agricole en France, entre parenthèse : part du secteur agricole par rapport au total France (CITEPA, 2019)

3.3. Objectifs et dispositifs réglementaires de réduction

Les éléments présentés ci-dessous sont issus de Bedos et al, 2019. Les émissions vers l'air de polluants d'origine agricole sont encadrées par un corpus réglementaire principalement défini aux niveaux international et européen, qui se décline aux niveaux national et local (tableau 1).

Au niveau international, le Protocole de Göteborg de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance (CLRTAP, 2012) définit des plafonds nationaux d'émission de SO₂, NO_x, COV, NH₃ et PM_{2.5} sur la base d'objectifs de qualité environnementale pour les écosystèmes (charges critiques d'acidité, charge critique d'azote nutritif, niveaux critiques d'ozone). Le Protocole a été amendé le 4 mai 2012 avec de nouveaux engagements de réduction à horizon 2020 par rapport à l'année de référence 2005 (ex : -4% pour l'ammoniac et 27% pour les PM_{2.5}). En 2018, cet amendement est toujours en cours de ratification.

Au niveau européen, deux directives abordent directement la problématique de la qualité de l'air. La directive « qualité de l'air » 2008/50/CE fixe des seuils de concentrations en particules PM₁₀ et PM_{2.5} et d'oxyde d'azote, ainsi qu'un objectif de réduction de 20 % de l'exposition aux PM_{2.5} entre 2010 et 2020. De son côté, la directive 2016/2284/UE révisant la directive NEC (« National Emission Ceilings ») définit les plafonds d'émission nationaux de chaque État membre pour le SO₂, NO_x, NH₃, COVnm et PM_{2.5} aux horizons 2020 et 2030 : Réduction en 2020 par rapport à 2005 de -4% pour le NH₃ et -27% pour les PM_{2.5}, réduction en 2030 par rapport à 2005 de -13% pour le NH₃ et -57% pour les PM_{2.5}. Lors de la révision de cette directive un plafond sur les émissions de CH₄, précurseur d'ozone et à 50%

d'origine agricole, avait aussi été envisagé. Les émissions de NH₃ et de poussières des élevages sont également règlementées à travers la directive « IED - Industrial emission directive » 2010/75/UE. Cette directive impose notamment aux élevages avicoles (> 40 000 volailles) et porcins (> 2 000 porcs de production ou > 750 truies) de déclarer leurs émissions, de respecter des valeurs limites d'émissions d'ammoniac au niveau du bâtiment et d'appliquer les meilleures techniques disponibles (MTD) d'ici le 21 février 2021, y compris au stockage et à l'épandage des déjections animales. L'inclusion des élevages bovins dans le périmètre de la directive a également été analysée mais n'a pas abouti dans la mesure où les avantages environnementaux ont été estimés limités au regard des coûts administratifs et de mise en conformité des bâtiments potentiellement importants pour un grand nombre d'exploitations agricoles (COM/2013/0286 final).

Au niveau national, ces réglementations européennes sont intégrées dans le droit français à travers différents lois, décrets et arrêtés. En particulier, l'arrêté du 10 mai 2017 précise les mesures du Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) imposé par la directive 2016/2284/UE. Ces mesures concernent notamment les émissions agricoles comme la restriction des conditions d'usage de l'urée entre février et avril, sa substitution par des engrais azotés moins émissifs, la mise en place d'un plan d'action visant à supprimer l'utilisation des matériels d'épandage les plus émissifs à horizon 2025 ou le développement de filières et techniques alternatives au brûlage à l'air libre des résidus agricoles. Bien que la présence dans l'air des produits phytopharmaceutiques (PP) ne soit pas réglementée au niveau européen, la France envisage leur surveillance dans l'air ambiant dans le cadre du plan ECOPHYTO II et du PREPA. Il est également attendu que les mesures mises en œuvre dans le cadre du plan ECOPHYTO II pour réduire de 50% l'usage des PP permettent également de maîtriser leur présence dans l'atmosphère. A titre d'exemple, le dispositif des certificats d'économie de produits phytopharmaceutiques (CEPP), mis en place sur le modèle des certificats d'économie d'énergie, inclut une fiche-action « 2017-003 Réduire la dose de produits phytopharmaceutiques au moyen de panneaux récupérateurs de bouillie en viticulture » ayant un effet à la fois sur l'usage et les pertes vers l'atmosphère (Arrêté du 9 mai 2017 définissant les actions standardisées d'économie de produits phytopharmaceutiques). Enfin, les évaluations de la dangerosité des nouvelles substances actives avant leur mise sur le marché réalisée par l'ANSES, incluent une estimation du niveau de contamination de l'air par les substances et leurs métabolites. Par ailleurs, pour le carbone suie, fraction majeure des particules issues de la combustion incomplètes d'énergie fossile (fuel) et de biomasse (bois), un travail d'expertise mené par l'ANSES recommande le suivi, la surveillance et l'acquisition de données pour ce polluant, actuellement non réglementé dans l'air ambiant (avis de l'ANSES, 2018). Le secteur agricole représente en 2016 14% des émissions nationales de carbone suie (CITEPA 2018, format SECTEN, périmètre métropole).

Aux niveaux régional et local, de même que pour les enjeux changement climatique et énergie, les collectivités sont mobilisées à travers les plans régionaux : anciennement les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie (SRCAE), et depuis peu les Schémas Régionaux d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADDET) et à l'échelle infrarégionale, les Plan Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET) et les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA), cf 4.2.

Tableau 4 - Cadre réglementaire pour les émissions de polluants atmosphériques d'origine agricole en 2018 - Echelons International, européen, national et local

	Réduction des émissions à la source	Plafonds d'émission	Qualité de l'air
International	Convention de Genève sur la Pollution Atmosphérique Transfrontalière à Longue Distance (1979) Protocole de Göteborg dit « multi-polluants, multi-effets » (2012) • Plafonds d'émissions nationaux (CEE-ONU) à l'horizon 2020 pour : SO₂, NO_x, NH₃, COVnm, PM_{2.5} ; • Code indicatif des bonnes pratiques agricoles pour limiter les émissions de NH₃ et de particules/BC.		
Union européenne	Directive 2010/75/UE "IED Industrial Emissions Directive" : Décision d'exécution 2017/302/UE : • Obligations pour certains élevages intensifs avicoles et porcins ; • Valeurs limites d'émissions (NH₃) pour les bâtiments d'élevage ; • Meilleures techniques disponibles (MTD) pour les exploitations agricoles.	Directive 2016/2284/UE NEC "National Emissions Ceilings" : • Plafonds d'émissions nationaux aux horizons 2020 et 2030 par rapport à 2005 pour : SO₂, NO_x, NH₃, COVnm, PM_{2.5} ; • Programmes nationaux contre la pollution atmosphérique : mesures limitant l'émission d'NH₃ ; • Dispositifs nationaux d'inventaire d'émissions et surveillance des impacts sur les écosystèmes.	Directive 2008/50/CE "Air quality directive" : • Méthodes d'évaluation de la qualité de l'air ambiant • Valeurs limites de concentrations dans l'air ambiant en moyennes annuelles et en nombre de jours de dépassement pour plusieurs polluants (dont NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} et O₃)
France	Arrêté du 31/08/08 relatif à la déclaration des émissions polluantes et des déchets : • Déclaration des émissions polluantes notamment pour les exploitations agricoles ciblées par la directive IED.	Décret 2017-949 et arrêté du 10/05/17 relatif au Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) : • Transcription de la directive NEC ; • 2017-2021 : réduire volatilisation NH₃, limiter brûlage à l'air libre et réduire présence de produits phytopharmaceutiques dans l'air.	Décret du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air : • Transcription de la directive 2008/50/CE.
	Plan Ecophyto II (2015) • Protocole harmonisé de surveillance des produits phytopharmaceutiques dans l'air, • Campagne nationale exploratoire • Réduction d'usage (-50% en 2025) et d'impacts, notamment par l'expérimentation des Certificats d'économie de produits phytopharmaceutiques (CEPP)		
Régional Local	Schémas régionaux climat, air, énergie (SRCAE) – Loi Grenelle II du 29/06/10 • Orientations régionales pour l'air, l'énergie et le climat (horizon 2020/50), servant de cadre pour les collectivités territoriales. Plans Climat Air Energie Territoriaux (PCAET) – Loi de Transition Energétique pour la croissance verte (LTECV) du 18/08/15		Plans de protection de l'atmosphère (PPA) – Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) de décembre 2016 • Recensement et établissement d'actions obligatoires de réduction des émissions de polluants (agglomérations > 250 000 hab.) et les zones en dépassement des normes de qualité de l'air.

4. Climat, Air, Énergie : des enjeux à traiter conjointement

Il existe de fortes interactions entre les 3 enjeux :

- certaines émissions contribuent directement ou indirectement à différents enjeux : certains polluants atmosphériques contribuent à l'effet de serre (ex : contribution de NH_3 à la production de N_2O par voie indirecte), la combustion d'énergie fossile représente en France de l'ordre des deux tiers des émissions de gaz à effet de serre (CITEPA) et contribue à l'émission de particules primaires et secondaires, ...
- les polluants atmosphériques s'inscrivent dans des cycles bio-géo-physico-chimiques complexes, les facteurs limitant l'émission de certains polluants peuvent favoriser l'émission d'autres polluants (ex : présence d'oxygène versus absence d'oxygène).
- le changement climatique a un effet sur les concentrations atmosphériques de certains polluants.

Du fait de ces interactions, les politiques publiques environnementales, et particulièrement sur les enjeux du climat, de l'air et de l'énergie, cherchent à être plus intégrées et transversales afin de mettre en œuvre des effets de synergie et d'assurer leur cohérence.

4.1. Implication des émissions agricoles aux différents enjeux et interactions

a) Impacts environnementaux des émissions atmosphériques et de la consommation d'énergie par le secteur agricole

La Figure 99 représente les différentes sources des consommations d'énergie, émissions de GES et émissions atmosphériques du secteur agricole et leur contribution à différents enjeux environnementaux. Ces contributions peuvent être directes ou indirectes, comme par exemple dans l'implication de précurseurs (NO_x , les SO_x , le NH_3 et les COV) dans la production de particules ou de certains gaz dans le changement climatique après réaction (NO_x , les SO_x , le NH_3 et les COV).

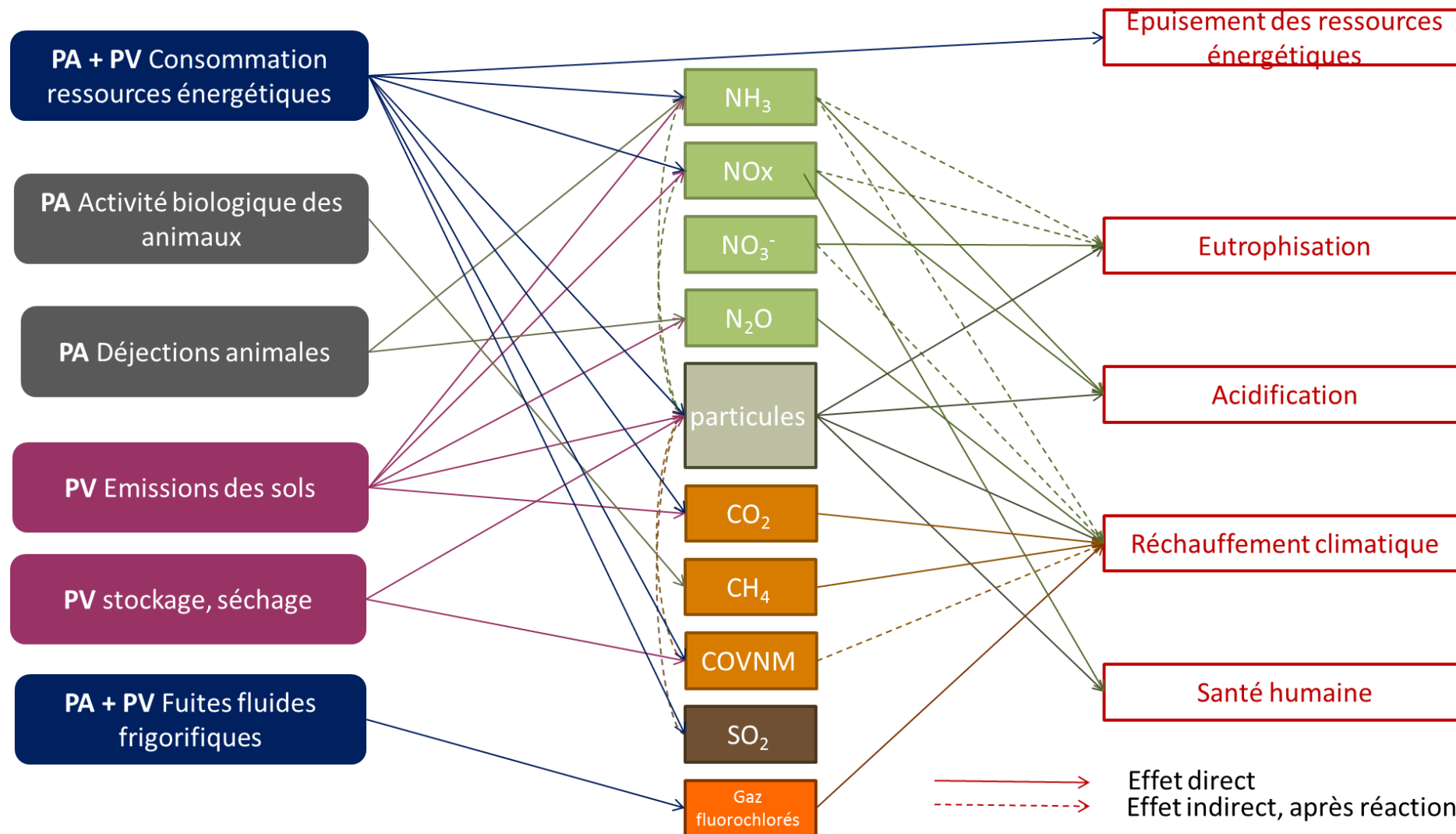


Figure 9 : Impacts environnementaux des émissions atmosphériques d'origine agricoles, PA : production animale, PV : production végétale

b) Les différents processus d'émission de polluants azotés

Les pollutions azotées sont multiples : multiples dans leur forme (*nitrate, ammoniac, protoxyde d'azote et autres oxydes d'azote pour ne citer que les plus problématiques en agriculture*) et dans les enjeux qui leur sont associés : eutrophisation des milieux aquatiques pour le nitrate (NO_3^-), changement climatique pour le protoxyde d'azote (N_2O), santé humaine et animale, acidification et eutrophisation pour l'ammoniac (NH_3) ou encore dégradation de la couche d'ozone pour les oxydes d'azote (NO_x). Toutes ces formes sont dites « **réactives** », en opposition avec le diazote (N_2) c'est-à-dire capables de passer rapidement d'une forme à l'autre, au travers des différents compartiments de l'agroécosystème, d'où l'intérêt de ne pas uniquement les étudier séparément les unes des autres mais d'avoir également des approches globales.

L'ensemble de ces formes « réactives » sont liées au travers de processus physico-chimiques et biologiques ayant lieu dans le sol, l'air ou l'eau : toute action sur l'une de ces formes aura des répercussions sur les autres par le principe de « vase communicant ».

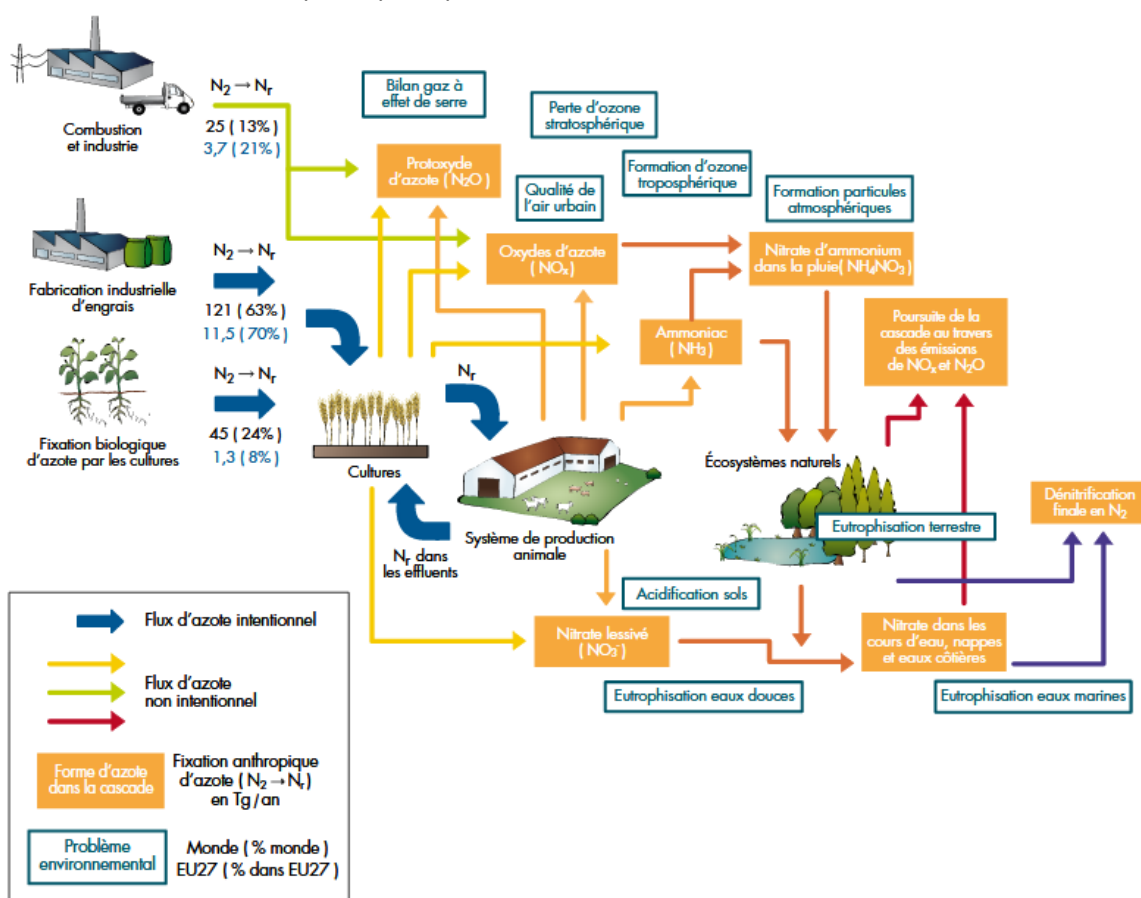


Figure 10 - Flux d'azote réactif et impacts (Peyraud et al, 2012)

Schéma simplifié de la cascade de l'azote mettant en évidence la fabrication d'azote réactif (procédé Haber-Bosch), les principales formes d'azote réactif utilisées ou produites dans l'environnement et les impacts environnementaux. Les flèches bleues représentent les flux intentionnels et celles d'autres couleurs, les flux non intentionnels (ENA 2011, synthèse pour les décideurs)

La production d'azote réactif au sein des agroécosystèmes n'est pas un problème en soi, il fait même partie intégrante de leur fonctionnement. Le problème se pose lorsque cet azote réactif passe les frontières de l'agroécosystème et s'introduit dans les autres compartiments de l'environnement, générant des impacts négatifs multiples. Et surtout, sur des aires géographiques très éloignées de la

parcelle où il a été émis, du fait de leur transfert via les mouvements de masses d'air ou d'eau (souterraines ou superficielles) parfois à l'échelle d'un continent.

Les flux d'azote réactifs en production végétale

A l'échelle de la parcelle agricole, c'est dans le sol (et à sa surface) qu'ils ont principalement lieu (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

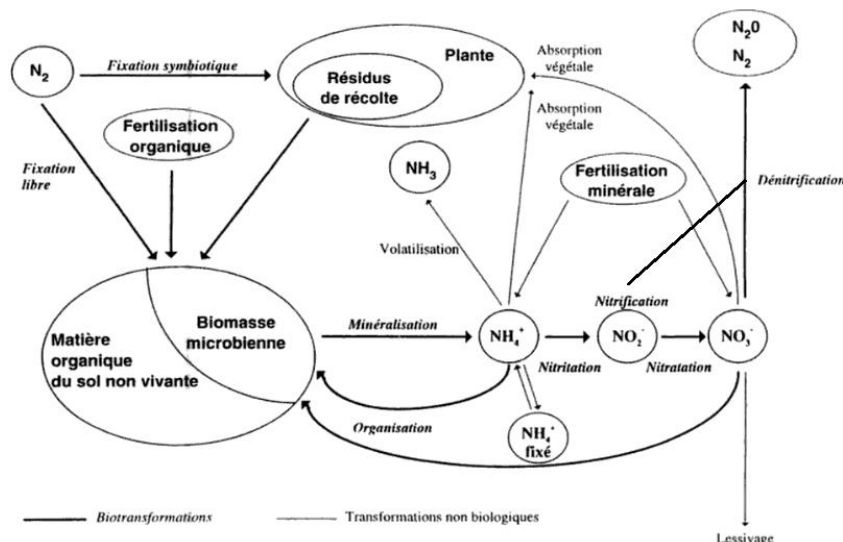


Figure 11 - processus biologiques et non biologiques affectant la formation d'espèces d'azote réactives dans l'agroécosystème (Nicolardot et al, 1997)

- L'émission d'ammoniac (NH₃) a lieu lorsque de l'azote sous forme ammoniacale (NH₄⁺ en solution) est présent à la surface du sol ; ce pool est alimenté par la minéralisation de la matière organique du sol et des résidus, la minéralisation des MAFOR apportés sur la parcelle, l'apport d'engrais azotés minéraux contenant de l'ammonium ou ses précurseurs (comme l'urée). En dehors des processus biologiques alimentant le pool d'azote ammoniacale, le processus de transfert de l'ammoniac vers l'atmosphère est exclusivement un processus physico-chimique.
- Les émissions de N₂O et de NO_x sont au contraire majoritairement le fruit de processus biologiques dépendant aussi de conditions physico-chimiques comme l'anoxie et le pH des sols, la nitrification et la dénitrification ; ces processus ont lieu lorsqu'un pool d'azote sous forme ammoniacale – respectivement nitrique – est présent dans les premiers cm du sol (la formation de N₂O a aussi lieu plus en profondeur du sol, mais il est assez souvent dégradé avant d'atteindre la surface du sol) ; les facteurs qui le contrôlent sont ceux qui vont agir sur le développement des espèces microbiennes impliquées.

Les flux d'azote réactifs en production animale

Le flux d'azote réactif au sein de l'élevage est tout aussi diversifié qu'à l'échelle de l'agroécosystème. L'élevage utilise les sorties d'azote de ces agroécosystèmes via la production de grains, tourteaux et fourrage valorisé par les animaux sous forme d'alimentation. Ces aliments sont donc produits en partie avec de l'azote réactif (ex : engrais minéraux). L'utilisation de l'azote pour la production de lait, œuf, viande n'est pas complète.

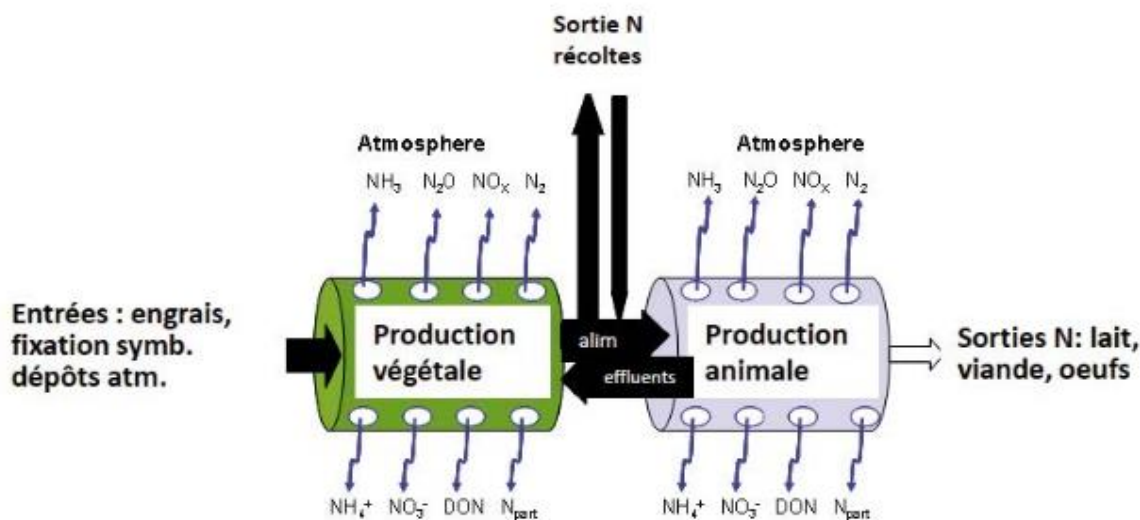


Figure 12 – Circulation de l'azote dans le système de production agricole, d'après Onéma, 2009 (Peyraud et al, 2012)

Une partie de l'azote peut être perdue sur toute la chaîne de gestion de l'animal, on identifie plusieurs postes où il existe un risque de perte vers l'environnement. Ce sont la gestion des effluents (bâtiment d'élevage, stockage des effluents, épandage des engrais organiques) et lors du pâturage des animaux ou des parcours. Les pertes peuvent avoir lieu sous différentes formes (NH_3 , N_2O , N_2 , NO_x pour la partie gazeuse et NH_4^+ , NO_3^- pour la partie liquide). Les risques de lixiviation de nitrate et d'émissions de NH_3 , N_2 , N_2O et NO au champ sont liés aux quantités apportées, au potentiel d'utilisation de l'azote présent par les plantes, aux propriétés du sol et aux conditions météorologiques (cf Flux d'azote réactifs en production végétale, ci-avant). Dans les bâtiments, différents facteurs contribuent aux pertes également comme la densité animale, le type de bâtiment, le type de ventilation, l'alimentation, les conditions météorologiques...

c) Azote et Carbone : des cycles couplés

Les cycles de l'azote (N) et du carbone (C) sont couplés à deux niveaux.

Un premier niveau de couplage se fait grâce à la photosynthèse et à l'assimilation de l'azote produisant la matière organique.

Par ailleurs, les cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote interagissent dans le sol, au cours des transformations des matières organiques (Figure 133, Recous et al, 2017). Les micro-organismes hétérotrophes sont au cœur de ce couplage par leur action de dégradation de la matière organique. Cela se traduit par la minéralisation d'une partie du carbone sous forme ultime de CO_2 émise vers l'atmosphère, l'autre partie est assimilée dans les corps microbiens. La partition entre assimilation et minéralisation se reproduit au cours du recyclage microbien, conduisant in fine à ce qu'une grande partie du carbone apporté à un sol soit minéralisé. Les micro-organismes morts sont à leur tour consommés par les micro-organismes vivants au cours du « recyclage microbien ». Une faible fraction des matières organiques apportées au sol (résidus végétaux, animaux, fumier etc....) est directement humifiée ou transformée en matières organiques inaccessibles à la biodégradation. Les produits du

recyclage microbien peuvent aussi être inclus dans les agrégats et/ou adsorbés sur les surfaces minérales et contribuer à l'humification.

L'activité des organismes hétérotrophes agit directement sur les cycles des nutriments, dont, quantitativement, le principal élément est l'azote. L'importance des flux d'azote et des autres éléments majeurs (phosphore et soufre) associés à la dégradation du carbone, dépend de la richesse relative de ces éléments dans les matières organiques entrant dans les sols et dans les organismes.

Des pratiques permettant de favoriser le couplage entre carbone et azote permettent de réduire les pertes notamment de N dans l'environnement.

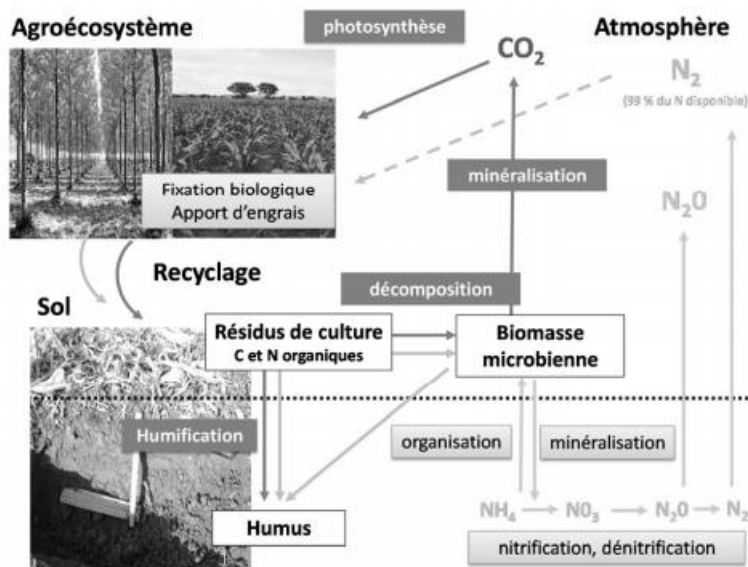


Figure 13 : Schéma simplifié des principaux processus du carbone et de l'azote dans un sol cultivé (Recous et al, 2017)

4.2. Une approche de plus en plus globale des politiques publiques

Au niveau national

Après la loi POPE de 2005 et les lois Grenelle de 2009 et 2010, la loi de transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 et plus récemment la loi Énergie-Climat du 28 juin 2019 renforcent l'intégration dans un même texte des dispositions relevant des trois politiques publiques que constituent les politiques de lutte contre le changement climatique, d'amélioration de la qualité de l'air et énergétique.

Cela se traduit au niveau des objectifs. Ainsi, la politique énergétique a pour objectif de préserver « la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre et contre les risques industriels majeurs, en réduisant l'exposition des citoyens à la pollution de l'air et en garantissant la sûreté nucléaire » (art. 1er de la LTECV). Elle doit également « contribuer à l'atteinte des objectifs de réduction de la pollution atmosphérique prévus par le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques défini à l'article L. 222-9 du code de l'environnement ». Cela signifie que l'ensemble des objectifs de ces politiques doivent trouver leur articulation et leur cohérence et non que l'un domine l'autre. Ainsi, les exercices de révision de la stratégie nationale bas carbone et celui de la programmation pluriannuelle de l'énergie sont-ils menés en même temps.

Concernant plus spécifiquement le secteur agricole, le projet agro-écologique pour la France (2012) ambitionne d'accompagner l'essor de systèmes de production performants sur les plans économique et environnementaux, en favorisant notamment un meilleur bouclage des cycles (eau, azote, carbone...) et la préservation de la biodiversité.

Au niveau local

Les SRADDET visent à établir une approche intégrée tenant compte des priorités régionales au titre du climat, de l'air et de l'énergie. Les PCAET imposent aux Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) à fiscalité propre de plus de 20 000 habitants de transcrire ces orientations en actions à l'échelle locale, et doivent être révisés tous les 6 ans. Les PPA établissent sur un périmètre cohérent donné (agglomération, zone en dépassement...) les mesures à prendre pour réduire les émissions, en application de la directive sur la qualité de l'air. Les Plans Régionaux d'Agriculture Durable (PRAD) visent à garantir la cohérence de ces actions pour le secteur agricole. Le Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations agricoles (PCAE) est le principal dispositif d'aide aux exploitants agricoles qui permet d'accompagner les investissements dans la réduction des émissions (ex : matériel d'épandage, pulvérisateur) et des consommations d'énergie (cf 2). Il s'articule au niveau régional avec le programme de développement rural régional (PDRR), notifié par la Région auprès de la Commission Européenne.

5. Liste des références bibliographiques

ADEME, 2012. Émissions agricoles de particules dans l'air. État des lieux et leviers d'action. Plan particule. mars 2012 - 35 p.

ADEME, 2016. Climat, Air et Énergie – Les chiffres clés. 34 pages

ADEME, 2018 - Chiffres-clés 2018 - Climat, air et énergie. 224 pages

ADEME, SOLAGRO, CTIFL, ASTREDHOR, ARVALIS, FNCUMA, IDELE, IFIP, ITAVI, 2018 - Agriculture et efficacité énergétique : propositions et recommandations pour améliorer l'efficacité énergétique de l'agriculture des exploitations agricoles en France, 2018, 85 pages.

ANSES, 2018 - AVIS et RAPPORT de l'Anses relatif à l'identification, la catégorisation et la hiérarchisation de polluants actuellement non réglementés pour la surveillance de la qualité de l'air.

Bedos C., Générmont S., Castell JF., Cellier P., 2019 – Agriculture et Qualité de l'air, Comprendre, évaluer, agir. Quae, 324 pages

CGDD, 2014. Chiffres et statistiques n°517

CITEPA, 2018 - Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Séries sectorielles et analyses étendues.

CITEPA, 2019 - Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Séries sectorielles et analyses étendues.

CONVENTION LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION, 2012. Guidelines for estimation and measurement of emissions of volatile organic compounds. 2012.

Emep, 2016. Emep/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016, doi :10.2800/247535

GIEC, 2014 - 5ème rapport du GIEC (2013-2014) : volumes n°1 « les éléments scientifiques », 2 « impacts, vulnérabilité, adaptation », et 3 « atténuation » ; rapport de synthèse.

Guiral C., Bedos C., Ruelle B., Basset-Mens C., Douzals J.P., Cellier P., Barriuso E., 2016. Les émissions de produits phytopharmaceutiques dans l'air. Facteurs d'émissions, outils d'estimation des émissions, évaluations environnementales et perspectives de recherche – Synthèse. ADEME. 47p.

Martin E., Mathias E. 2013. Analyse du potentiel de 10 actions de réduction des émissions d'ammoniac des élevages français aux horizons 2020 et 2030 – Rapport. Ed ADEME, Angers, France. 242p.

MTES, 2021. Opérations standardisées d'économies d'énergie. In : Ministère de la Transition écologique [en ligne]. 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.ecologie.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie>.

Nicolardot, B., Mary, B., Houot, S., Recous, S., 1997. La dynamique de l'azote dans les sols cultivés. In: Lemaire, G.; Nicolardot, B., eds. Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes. Paris: Inra Editions, 87-103.

Peyraud J.-L., Cellier P., Donnars C., Réchauchère O. (éditeurs), 2012. Les flux d'azote liés aux élevages, réduire les pertes, rétablir les équilibres. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), 68 p.

Recous S., Lashermes G., Bertrand I., 2017. Chapitre 3 Couplage et contrôles des cycles du carbone et de l'azote par les communautés microbiennes dans les sols cultivées dans Briat JF & Job D., coordinateurs – Les sols et la vie souterraine : des enjeux majeurs en agroécologie. 328 pages

Rüdiner A., Aubert P-M., Schwoob M-H., Saujot M., Berghmans N., Vallejo L., 2018. Évaluation de l'état d'avancement de la transition bas-carbone en France. Iddri, Étude N°12/18.