

## Emissions de gaz à effet de serre et politique agricole commune : quel ticket gagnant ?

Benjamin Dequiedt<sup>1</sup>

Longtemps restée à l'écart dans les négociations sur le climat et dans les principaux mécanismes de lutte contre le réchauffement climatique, l'agriculture est pourtant un secteur émetteur en gaz à effet de serre (GES). Elle est dans le monde la première source d'émissions de GES hors CO<sub>2</sub> et a représenté 11% des émissions dans l'Union Européenne en 2009. Il existe un potentiel de réduction des émissions dans l'agriculture, pouvant résulter de multiples options de réduction à la disposition des agriculteurs. Ces options seront prises si les bonnes incitations économiques sont envoyées aux producteurs dans un contexte d'ensemble où il n'est pas souhaitable d'affaiblir la capacité de production alimentaire.

Ce cahier propose d'effectuer un bilan des sources d'émissions dans l'agriculture européenne. Il rattache ensuite les évolutions des émissions agricoles à la Politique Agricole Commune (PAC) dont les changements d'orientation ont constitué un facteur explicatif essentiel. Il analyse enfin les nouvelles orientations de la PAC et s'interroge sur la meilleure façon d'y introduire la dimension climatique. Cette dernière question fera l'objet d'un deuxième cahier de la chaire, consacré à l'agriculture.

*L'auteur tient à remercier Antoine Poupart (InVivo), Bruno Vermont (Inra), Jérôme Mousset (ADEME), Josselin Andurand (Coop de France), Laure Pedoussaut (Coop de France), Christian de Perthuis (Chaire Economie du Climat) et Gabriela Simonet (Chaire Economie du Climat) pour leur relecture attentive ainsi que tous les participants aux multiples discussions, débats et échanges sur les questions traitées dans cette note.*

1. Chercheur à la Chaire Economie du Climat  
[benjamin.dequiedt@chaireeconomieduclimat.org](mailto:benjamin.dequiedt@chaireeconomieduclimat.org)



## Introduction

L'Union Européenne s'est souvent montrée très active dans la lutte contre le réchauffement climatique. Sur la scène internationale, elle supporte activement le dispositif mis en place dans le cadre des Nations Unies. Sur la scène intérieure, un certain nombre d'instruments de régulation des émissions de GES ont été mis en place, parmi lesquels figure un système de plafonnement et d'échange de quotas pour les industries les plus émettrices. Toutefois, ces efforts se sont majoritairement concentrés jusqu'à présent sur les émissions de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) issues des combustibles fossiles et ont, de fait, largement exonéré l'agriculture. Cette dernière émet pourtant de grandes quantités de méthane (CH<sub>4</sub>) et de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), deux gaz inclus dans la liste du protocole de Kyoto. Elle peut donc s'engager vers une réduction de ses émissions. Elle est d'autant plus appelée à le faire que l'Union Européenne s'est fixée un objectif très ambitieux de réduction de 80% ses émissions en 2050 par rapport à 1990.

Face à ce constat, quels instruments peut-on mettre en place pour favoriser les réductions d'émissions dans l'agriculture ? La théorie économique propose, pour agir de manière efficace, d'attribuer au carbone une valeur économique afin que les agents, en l'occurrence les agriculteurs, puissent à leur niveau faire l'arbitrage entre des pratiques intensives en carbone et des pratiques faiblement émettrices. Cette intégration pourrait s'articuler avec la politique agricole commune qui structure l'agriculture européenne.

Par conséquent, nous proposons dans ce cahier une réflexion en trois parties. La première examine les principales sources d'émissions agricoles, en tentant de remettre en perspective les enjeux autour de leur comptabilisation. La deuxième partie s'intéresse à l'évolution des émissions agricoles à mesure des différentes réformes de la PAC et propose une réflexion sur les perspectives à venir.

## Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Partie 1 : Les sources d'émissions de GES dans l'agriculture en Europe.....</b>	<b>3</b>
<b>I. Les émissions selon la méthodologie internationale d'inventaire .....</b>	<b>3</b>
A. Les sources d'émissions hors CO <sub>2</sub> dans l'agriculture .....	3
B. Les émissions et le stockage/déstockage du CO <sub>2</sub> .....	5
<b>II. L'importance des choix du système de comptabilisation .....</b>	<b>9</b>
A. Un arbitrage à effectuer entre précision et coût de la collecte des données .....	9
B. Le risque de fuites de carbone .....	11
<b>Partie 2. L'évolution des émissions de GES au cours de l'histoire de la PAC.....</b>	<b>14</b>
<b>I. L'évolution des émissions de gaz à effet de serre au cours de l'histoire de la PAC .....</b>	<b>15</b>
A. L'évolution des émissions liées à la fertilisation par engrais synthétique des cultures	15
B. L'évolution des émissions de l'élevage de bovins.....	19
<b>II. Des leviers d'action sur l'environnement dans les piliers 1 et 2 de la PAC .....</b>	<b>19</b>
A. Les mesures agro-environnementales du second pilier.....	20
B. L'éco-conditionnalité des aides du premier pilier. ....	20
C. Une intégration du climat à réaliser .....	21
<b>Conclusion.....</b>	<b>22</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>23</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>26</b>

Les accords internationaux sur le climat, tels que le Protocole de Kyoto, nécessitent que les pays, notamment développés, rapportent leurs émissions chaque année. Afin de comparer leurs performances entre eux et par rapport à l'année de référence de 1990, des règles communes ont été établies par le GIEC. Pour l'agriculture, les méthodologies d'inventaires qui prévalent sont les lignes directrices du GIEC de 1996 et de 2006 ainsi que le guide des bonnes pratiques de mai 2000. De telles méthodologies sont utiles mais, comme nous allons le voir au fil de notre panorama, elles comportent certaines limites.

## I. Les émissions selon la méthodologie internationale d'inventaire

### A. Les sources d'émissions hors CO<sub>2</sub> dans l'agriculture

Avec 475,5 MtCO<sub>2</sub>eq émises en 2009, l'agriculture détient une part non négligeable (11%) des émissions de l'UE-27 (voir figure 1). Elle est le cinquième poste émetteur derrière la Production d'Énergie, le Transport, le secteur Résidentiel/tertiaire et les secteurs de la Manufacture et de la Construction. Cependant, elle connaît une baisse de ses émissions plus prononcée que celle que connaissent les autres secteurs. Alors qu'entre 1990 et 2009, les émissions totales européennes ont baissé de 17,6%, les émissions agricoles ont diminué de 22% sur la même période (voir figure 2). Les différents facteurs de cette baisse des émissions sont présentés dans la deuxième partie 2 de ce cahier.

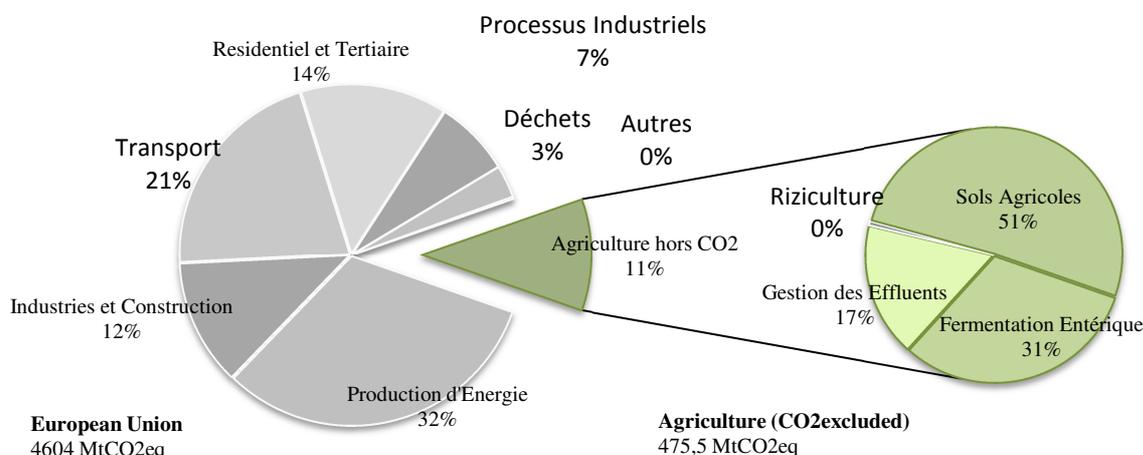
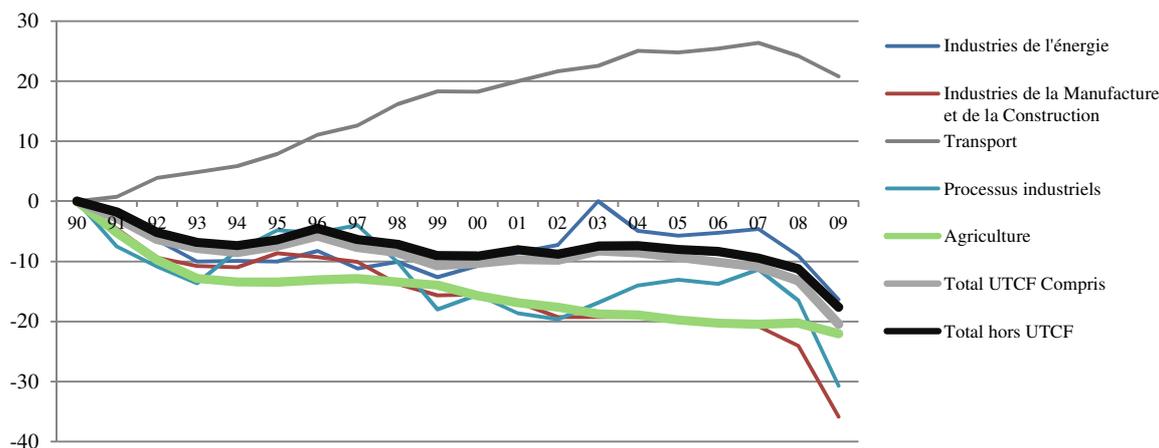


Figure 1 – Part de l'agriculture dans les émissions de l'UE-27 en 2009 hors UTCF<sup>1</sup> - source : d'après l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA)

<sup>1</sup> UTCF : utilisation des terres, leur changement et la forêt



**Figure 2 - Variation des émissions de l'UE-27 par rapport à 1990 (%) – source : d'après EEA** Dans les inventaires, la catégorie 'Agriculture', comprend quatre sources d'émissions de N<sub>2</sub>O et de CH<sub>4</sub>. Ces quatre sources sont les suivantes <sup>2</sup> :

### La fermentation entérique

Les émissions de la fermentation entérique sont produites exclusivement par les animaux d'élevage et représentent 31,4% des émissions agricoles européennes (voir figure 1). Elles sont émises en très grande majorité par les bovins viande et les bovins lait dont les effectifs émettent en moyenne en Europe 49kgCH<sub>4</sub>/tête/an et 115kgCH<sub>4</sub>/tête/an, loin devant les animaux des autres types d'élevage.

Physiologiquement, le méthane de la fermentation entérique provient des chaînes de réactions d'oxydo-réduction qui se déroulent dans le tube digestif lors de la digestion. En anaérobiose ces réactions conduisent à la production d'hydrogène métabolique dont l'accumulation pourrait conduire à l'inhibition de toute la chaîne si ce dernier n'était pas pris en charge par les bactéries méthanogènes. Celles-ci l'associent alors à des atomes de carbone pour former du méthane. Le gaz produit est ensuite évacué par voie orale.

Plusieurs facteurs peuvent influencer la fermentation entérique. Une digestibilité importante des aliments conduit à davantage de méthane formé par unité d'énergie d'aliment ingéré qu'une faible digestibilité des aliments. Ainsi les aliments fibreux tels que la luzerne, l'ensilage et l'herbe déshydratée auront tendance à moins favoriser les émissions que d'autres aliments tels que le maïs en grain, le soja ou le pois, dont la digestibilité est plus importante. D'autres facteurs interviennent comme la nature de la ration, l'âge des animaux et l'action de certains lipides alimentaires. Il faut ici souligner les vertus de l'huile de lin dont il a été démontré qu'un apport pouvait diminuer la production de CH<sub>4</sub> de 10% chez des agneaux et jusqu'à 30% chez les vaches laitières (*De Cara et Houz*).

### La gestion des effluents

Après s'être nourris et avoir émis du méthane, les animaux d'élevage produisent des déjections qui sont par la suite stockées par l'agriculteur en attendant leur épandage. Durant leur stockage, ces déjections produisent des émissions de N<sub>2</sub>O et de CH<sub>4</sub> qui représentent 17,1% des émissions de l'agriculture européenne. Là encore, les émissions des bovins viande et des bovins

<sup>2</sup> Les émissions de CO<sub>2</sub> issues de l'agriculture sont incluses dans d'autres catégories et qui seront évoquées par la suite.

lait se caractérisent par leur importance: sur les 57MtCO<sub>2</sub>eq émises pour l'ensemble des animaux européens, elles représentent respectivement 19 et 22 MtCO<sub>2</sub>eq.

### **Les sols agricoles**

Cette catégorie rassemble les émissions liées à la fertilisation azotée des champs cultivés ou bien des prairies, que ces fertilisants soient synthétiques (engrais chimiques) ou organiques (résidus de culture, lisiers d'animaux, ou des déjections animales effectuées en pâture).

Cette catégorie est la première source d'émissions dans l'agriculture. Avec, 243 MtCO<sub>2</sub>eq émises, elle compte pour 50,9% des émissions agricoles européennes. Au sein de cette catégorie, il est à noter la prépondérance des émissions des engrais synthétiques, des résidus de culture et des déjections de porc.

### **La riziculture**

Les émissions de méthane par les rizières résultent des activités microbiennes ayant lieu lors de la croissance du riz. Dans le sol, en anaérobiose, des bactéries méthanogènes produisent du méthane et, dans les conditions aérobies, des bactéries dites méthanotrophes consomment jusqu'à 90% du méthane produit. C'est le méthane non consommé par les bactéries méthanotrophes qui est émis dans l'atmosphère. Catégorie marginale en Europe, elle est un secteur clé dans les pays asiatiques où la riziculture est une activité essentielle de l'économie. On considère qu'un kilo de riz correspond à l'émission de 120g de méthane.

## **B. Les émissions de CO<sub>2</sub> et son stockage/déstockage**

Dans les guides de bonnes pratiques du GIEC, les émissions attribuées à la catégorie 'Agriculture' couvrent uniquement les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O. Bien que ces deux gaz comptent pour une forte proportion des émissions agricoles, l'agriculture est aussi à l'origine d'émissions de CO<sub>2</sub>, résultant de la combustion de carburants fossiles et du mode d'utilisation des terres. Ces dernières sont comptabilisées dans des catégories autres que celles de l'agriculture : les émissions issues des combustibles fossiles dans la catégorie 'Energie' et les flux de CO<sub>2</sub> du sol sont inscrites dans les catégories 'UTCF' (utilisation des terres et changement d'utilisation des terres).

### **Le CO<sub>2</sub> énergétique à l'intérieur de la ferme**

Les émissions du CO<sub>2</sub> énergétique comprennent les émissions liées à la consommation d'énergie dans la ferme et aux carburants des machines agricoles. En 2009, elles se sont élevées à 76,8 MtCO<sub>2</sub>eq pour l'ensemble de l'UE à 27. Elles représentent donc une part importante des émissions, malgré une baisse de 17% entre 1990 et 2009. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette tendance. Tout d'abord, la hausse des prix de l'énergie tend à inciter les agriculteurs à se doter de machines plus performantes sur le plan énergétique (*Rapport Trajectoire 2020-2050*). Ensuite, une grande partie de cette baisse peut être imputée au fort ralentissement de l'activité agricole dans les pays de l'est européen résultant de l'effondrement du bloc soviétique. Enfin, la chute importante du nombre d'exploitations (d'après *Eurostat*, entre 2000 et 2007, plus d'1 million d'exploitations ont disparu dans l'Europe des 12, soit une baisse de 16% en sept ans) peut avoir joué un rôle en diminuant la consommation d'énergie domestique.

Il existe de nombreux leviers d'action pour pouvoir limiter ces émissions. D'abord le recours aux énergies renouvelables dans les fermes peut être renforcé (valorisation du méthane des effluents, mise en place de panneaux solaires, récupération de l'énergie du lait dans les

exploitations laitières, l'utilisation de biocarburants produits à la ferme) et puis la mise en place de certaines pratiques, comme par exemple les cultures en sans labour, peut éviter de dépenser de l'énergie nécessaire pour retourner la terre. Le secteur de l'horticulture et du maraîchage comptant pour 13% de l'énergie consommée dans l'agriculture, des actions peuvent être employées pour améliorer l'efficacité énergétique des serres (la mise en place d'écrans thermiques peut engendrer des réductions de 15 à 25% ; l'intégration de la température des réductions de 5 à 15 % et les ballons de stockage de type Open Buffer des réduction de 5 à 10%).

Malgré l'identification de ces options de réduction, un certain nombre d'efforts reste encore à être effectué pour que leur application s'étende. En France, des objectifs très ambitieux ont été affichés au moment du Grenelle de l'environnement, à savoir atteindre 30% des exploitations à faible dépendance énergétique en 2013 (article 31 de la loi Grenelle 1). Cependant, la performance réalisée jusqu'à alors reste très en deçà des attentes car, en effet, les diagnostics énergétiques n'ont concerné que 3% des exploitations agricoles françaises.

### **Les échanges de CO<sub>2</sub> entre les terres agricoles et l'atmosphère**

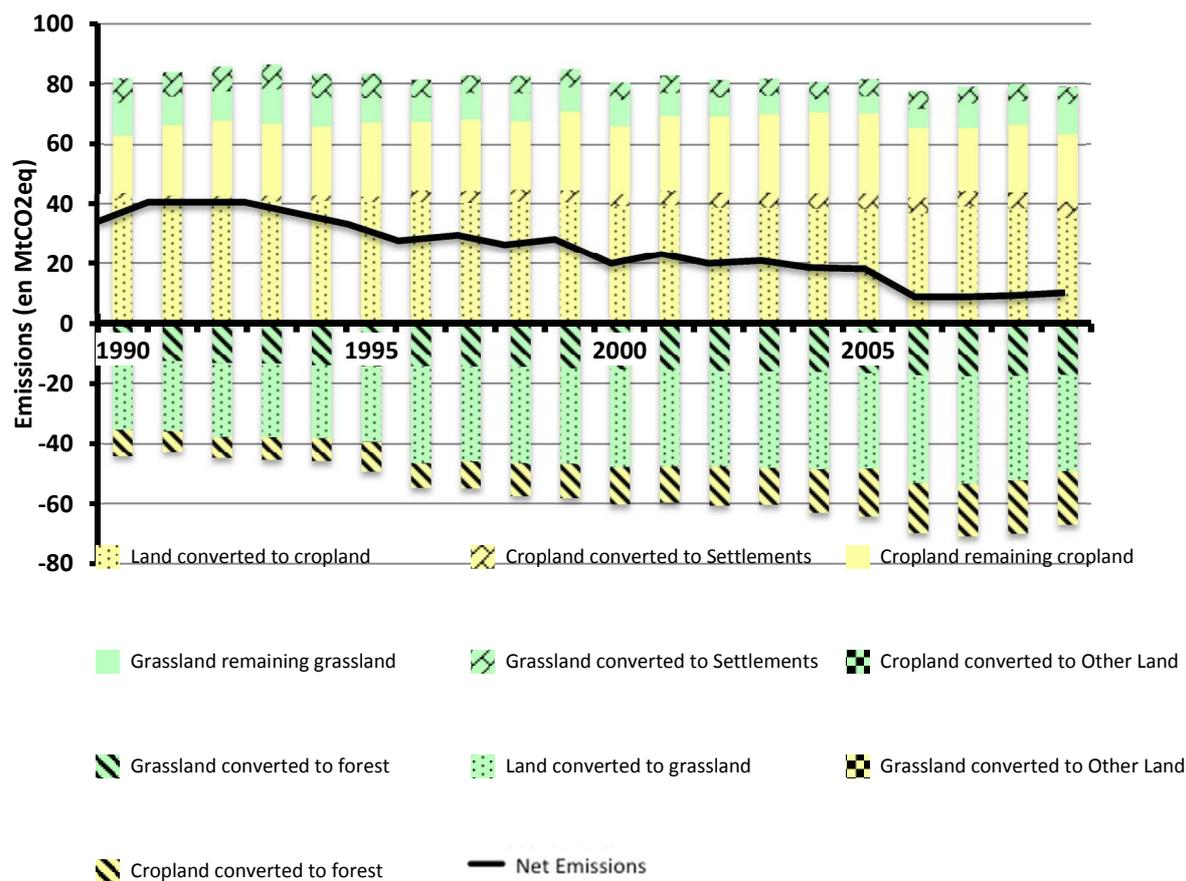
L'agriculture peut également contribuer à stocker du carbone en séquestrant dans les sols du carbone. Toute augmentation de ce stock absorbe une partie des émissions de gaz à effet de serre. Les prairies constituent un moyen important de stocker du carbone ; sans prendre en compte la biomasse aérienne, elles stockent davantage de carbone dans les sols que les forêts (*Rapport Trajectoire 2020-2050*). D'un autre côté, les terres cultivées, par le recours au labour notamment, favorisent le relargage du carbone dans l'atmosphère.

La balance nette des échanges de carbone liés à l'usage des terres agricoles est, au final, légèrement positive : 12 MtCO<sub>2</sub>eq en 2009 pour l'ensemble de l'UE à 27<sup>3</sup>. Toutefois, depuis 1992, ces émissions nettes sont en baisse régulière du fait notamment de la conversion d'un grand nombre de terres agricoles en forêts qui conduisent à un stockage croissant de CO<sub>2</sub> (voir figure 3). Ainsi, en 2009, la conversion de terres cultivées et de prairies a conduit à une séquestration de 34 MtCO<sub>2</sub>eq. Cependant, ce puits de carbone a été largement compensé par les émissions des terres cultivées et, dans une moindre mesure, par la conversion des terres en installations urbaines qui conduisent à une libération massive de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

Il existe par ailleurs des leviers importants pour favoriser la séquestration en modifiant certaines pratiques agricoles : agroforesterie, plantation de haies, pratique du non-labour et du semis direct, mulching, rotation intégrant les prairies temporaires ... Cependant, les inventaires actuels ne permettent pas de prendre en compte leur impact dans le bilan national. Il faut également souligner ici la très forte variabilité de l'impact de ces différentes techniques qui reste liée à de nombreux facteurs (climat, sol, écosystème, etc.).

---

<sup>3</sup> Sont prises en compte ici les émissions de CO<sub>2</sub> des prairies et des terres cultivées, les terres ayant été converties en prairies ou en terres cultivées et les prairies et terres cultivées converties en terres autres.



**Figure 3 - Evolution des puits et des sources liés à l'utilisation des terres et au changement d'utilisation des terres dans l'agriculture entre 1990 et 2009 pour l'UE-27 – source : Calculs CEC, d'après Eurostat**

Prendre en compte les émissions de CO<sub>2</sub> issues de l'UTCF peut également avoir un impact sur la manière dont les sous-catégories sont représentées. Il faut pour cela éviter d'avoir une représentation compartimentée des émissions. Pour l'élevage par exemple, lorsque l'on prend en compte uniquement les émissions de NO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub>, il apparaît que, malgré la baisse régulière du nombre d'animaux en Europe, cette catégorie reste une source majeure d'émissions. Comme le montre la figure 4, les bovins viande et les bovins lait comptent respectivement pour 20% et 17% des émissions agricoles (CO<sub>2</sub> inclus). Cependant, leur impact peut-être réduit si le flux de carbone entre les prairies et l'atmosphère est pris en compte dans la balance. Comme le montre une étude de *Soussana, Tallec et Blantfort (2010)*, couvrant à la fois les émissions de CH<sub>4</sub>, de N<sub>2</sub>O et la séquestration de CO<sub>2</sub>, l'élevage conduit uniquement en stabulation représente une source nette d'émissions de 3,2tCO<sub>2</sub>eq/ha/an, mais quand celui-ci est conduit à la fois en stabulation et en prairie, il engendre un puits net de GES de 2,7tCO<sub>2</sub>eq/ha/an. Le système de production apparaît donc comme un élément déterminant dans le résultat de la balance de GES de l'élevage.

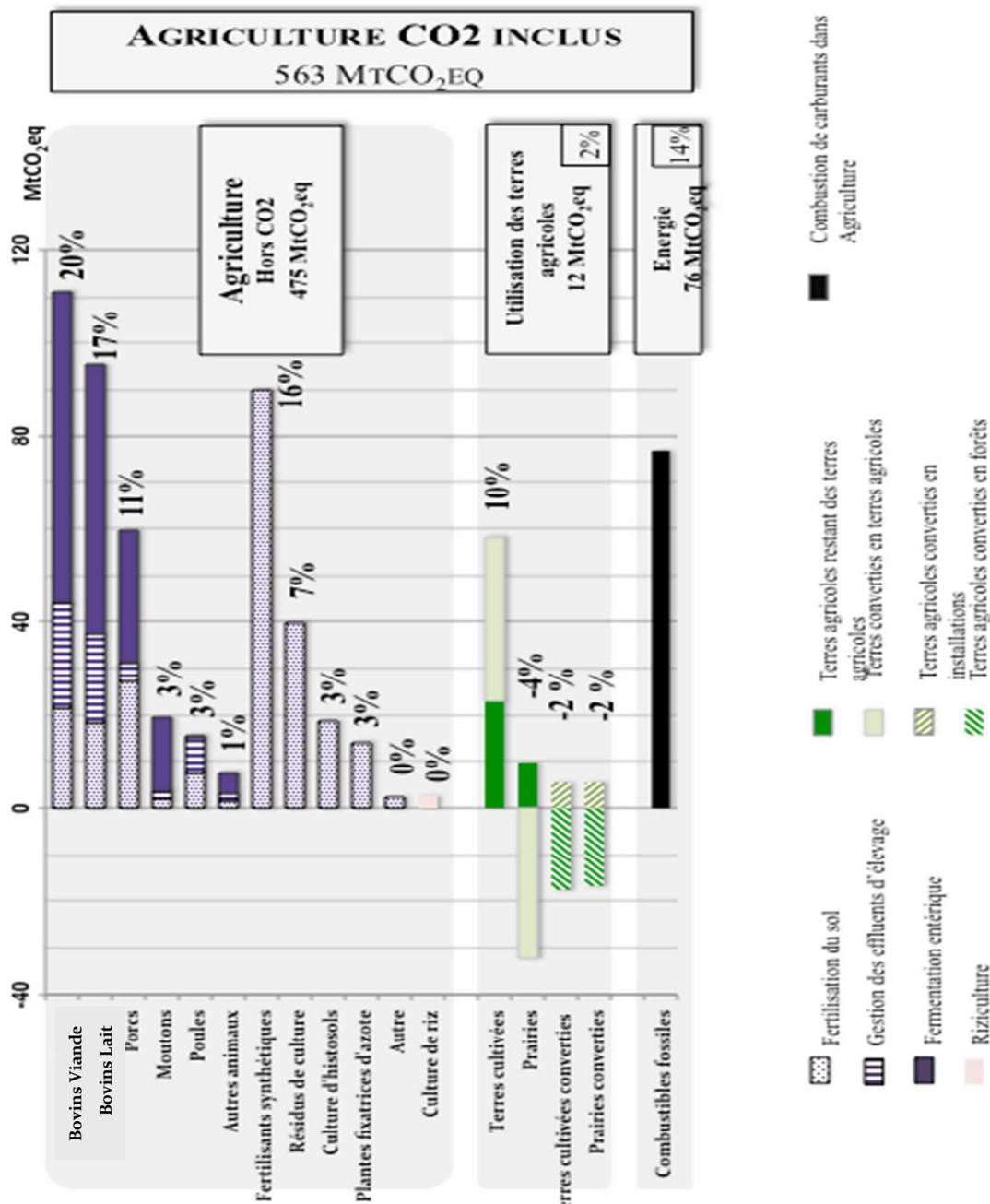


Figure 4 – Représentation des émissions de l'agriculture par sous-catégories en incluant le CO<sub>2</sub> pour 2009 - source : auteur d'après EEA

**Commentaire :** Cette figure a été élaborée à partir des inventaires. Elle propose une répartition des émissions par sous-catégories (animaux, engrais...), à la différence des inventaires qui détaillent les émissions par source (fermentation entérique, gestion des effluents, etc.). Elle représente à la fois les émissions de N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> et les émissions de CO<sub>2</sub> agricoles. Ces trois catégories correspondent uniquement aux émissions ayant lieu à l'intérieur du périmètre de la ferme. Elles n'incluent donc pas les émissions en amont et en aval (ou émissions indirectes) telles que, par exemple, les émissions liées à la fabrication des engrais.

## II. L'importance des choix du système de comptabilisation

### A. Un arbitrage à effectuer entre précision et coût de la collecte des données

A l'échelle des Etats, les émissions agricoles ne peuvent pas être évaluées en plaçant des détecteurs de GES auprès de toutes les sources d'émissions. Si au niveau de certains laboratoires de recherche, les émissions des vaches peuvent être déterminées en plaçant un collecteur de méthane autour de la bouche de chaque animal, ces dispositifs restent attachés au cadre précis de la recherche et leur extension peut difficilement être envisagée pour l'ensemble des cheptels du territoire. Par conséquent des méthodes de calcul ont été élaborées pour les estimer à partir d'une collecte de données nationales (nombre de vaches, âge, surface, etc.). Celles-ci s'inspirent directement des guides de bonne pratique définies par le GIEC en 2000 et en 2006.

Pour l'agriculture l'enjeu de l'évaluation est de taille car les émissions agricoles sont générées à partir de processus biologiques. Cela sous-tend un nombre important de facteurs qui selon les différentes sous-catégories d'émissions intègrent la nature du climat, le type de sol, les effectifs d'animaux, leurs espèces, les surfaces de terres cultivées, les pratiques culturales associées, etc. En pratique, cela se traduit par une difficulté plus grande pour déterminer avec un niveau d'incertitude acceptable les émissions provoquées par l'utilisation des engrais synthétiques ou de la fermentation entérique. A l'inverse, par exemple, du secteur de l'énergie où la détermination des émissions issues de quantités données de combustibles comporte moins d'incertitude.

Le niveau de précision des émissions est arbitré au sein de chaque état et pour chaque catégorie d'émissions. En Europe, chacun des 27 états membres doit choisir entre les 3 niveaux de précision définis par le GIEC (voir encadré 1). En général pour chaque catégorie d'émissions, il est recommandé d'aller le plus loin possible dans la précision si cette catégorie représente une part importante des émissions nationales. Cependant, la collecte de données exhaustives engendre des coûts. Par conséquent, les méthodes de calcul sont généralement simplifiées et n'incluent pas tous les facteurs interagissant dans les émissions agricoles – conduisant de fait à une situation dans laquelle tous les efforts pour réduire les émissions ne pourraient se refléter dans les inventaires.

Prenons par exemple le calcul des émissions de la fermentation entérique pour les vaches laitières dans l'inventaire français. Comme nous l'avons vu plus haut, la digestibilité et la composition chimique des aliments sont des éléments déterminants pour le niveau de ces émissions. Celles-ci sont actuellement estimées à partir d'une ration alimentaire type, sans prise en compte des modifications que peuvent introduire les éleveurs. Seule est prise en compte dans l'équation la production laitière. Ainsi, toute tentative pour réduire les émissions de la fermentation entérique en jouant sur tout facteur autre (en faisant varier la ration par exemple) ne pourrait se refléter dans les inventaires.

Equation du calcul de la fermentation entérique pour les vaches laitières dans l'inventaire français :

$$\text{CH}_4 \text{ (kg/animal/an)} = 55,7 + 0,0098 * \text{production laitière (kg/an)}$$

## Encadré 1 - Les Trois niveaux de précision du GIEC

### Tier 1

Les calculs des émissions sont ici simplifiés. Ils reposent sur des facteurs d'émissions soit issus de la littérature scientifique soit issus du GIEC. Cette approche est la plus adaptée pour des sous-catégories qui ne représentent pas une part importante des émissions nationales ou bien à des pays dans lesquels des données ne sont suffisamment pas désagrégées. L'incertitude sur les émissions est alors de + ou - 30%.

Calcul pour les différentes catégories agricoles :

- Fermentation entérique : facteur d'émissions par défaut \* effectifs des élevages
- Gestion des effluents : facteur d'émissions par défaut \* effectifs des élevages  
=> **Rang de précision pour l'évaluation de la gestion des effluents en France.**
- Sols agricoles : facteurs d'émissions par défaut \* quantité d'engrais synthétiques et organiques épandus  
=> **Rang de précision pour l'évaluation des sols agricoles**
- Carbone émis par les terres cultivées : carbone contenu dans la biomasse et dans la matière organique morte (facteur par défaut \* surface)
- Carbone émis par les prairie : carbone contenu dans la biomasse et dans la matière organique morte (facteur d'émission prenant en compte les différents type de pratiques \* surface). On suppose qu'il n'y a pas de changement dans le stock de carbone dans le temps.
- Consommation d'énergie : Consommation de carburant\*Facteur d'émission par défaut

### Tier 2

Cette approche plus complexe que l'approche du calcul des émissions en tier 1. Il s'agit ici de représenter les émissions s'apparentant plus spécifiquement aux différents contextes nationaux. Elle requière des pays des données plus spécifiques. L'incertitude est située autour de + ou -20%.

Calcul pour les différentes catégories agricoles :

- Fermentation entérique : prend en compte l'énergie ingérée pour chaque catégorie d'animaux et la conversion en méthane à partir de cette énergie ingérée  
=> **Rang de précision pour l'évaluation de la fermentation entérique en France.**
- Gestion des effluents : prend en compte les solides volatils produits par les effluents. La production d'effluent est estimé à partir de la quantité d'aliments ingérés et de leur digestibilité.
- Sols agricoles : facteurs d'émissions prenant en compte différentes conditions (climats, type de culture, gestion, sol, utilisation des sols) \* quantité d'engrais synthétiques et organiques épandues dans chaque condition
- Carbone émis par les terres cultivées : carbone contenu dans la biomasse et dans la matière organique morte (facteur d'émission prenant en compte les différents type de pratiques \* surface)
- Carbone émis par les prairie : carbone contenu dans la biomasse et dans la matière organique morte (facteur d'émission prenant en compte les différents type de pratiques \* surface). On essaye de prendre en compte les variations de stock de carbone dans le sol dû aux pratiques, les populations de plantes etc.  
=> **Rang de précision pour l'évaluation de l'UTCF en France**
- Consommation d'énergie : Consommation de carburant\*Facteur d'émission prenant en compte des données plus spécifiques aux Etats tels que le contenu en carbone du carburant, la qualité de la technologie de combustion, la maintenance etc.  
=> **Rang de précision pour l'évaluation l'utilisation d'énergie en agriculture**

### Tier 3

Cette approche peut passer par le développement de modèles sophistiqués ou par la mesure directe. Elle doit intégrer tous les facteurs possibles.

- Par exemple pour la fermentation entérique, il pourrait y avoir l'intégration de la composition de la ration alimentaire, variation saisonnière.
- Carbone émis par les terres cultivées : carbone contenu dans la biomasse et dans la matière organique morte. Prend en compte les variations liées aux pratiques, au climat, aux types de cultures etc.

## B. Le risque de fuites de carbone

### Une représentation des émissions liée à l'acte de production

Une autre caractéristique importante des inventaires de GES est que ces derniers sont basés sur la production d'un territoire et non sur sa consommation. Ainsi, les émissions de biens confectionnés en dehors de ce périmètre, tout en étant consommés en son sein, ne sont pas intégrées dans la comptabilité nationale. Seules les émissions des produits confectionnés sur ce territoire sont prises en compte.

Cette approche permet de simplifier la réalisation de l'inventaire. En effet, la démarche inverse reviendrait à prendre en compte, dans une logique d'ACV les émissions de l'ensemble du processus de production en amont des produits qui sont consommés par le dit territoire. Cela nécessiterait d'avoir, entre pays, recours à un échange de données apportant des informations sur l'ensemble de leurs processus de production respectifs. Or, on peut y voir deux obstacles majeurs. D'abord, il faudrait se livrer au suivi de chaque produit importé ce qui constituerait une véritable gageure à l'échelle d'un État. Ensuite, tous les États dans le monde ne sont pas prêts à se livrer à un tel degré de transparence ; soit parce que leur territoire n'est pas suffisamment administré, soit parce que pour raisons politiques, ils perçoivent cette transparence comme étant une porte ouverte à l'ingérence d'autres États. On pense ici aux pays en voie de développement et aux pays émergents, au premier rang desquels apparaît la Chine.

Cependant, si un inventaire basé sur la production du territoire est plus simple qu'un inventaire basé sur la consommation, il ne permet pas de reconstituer les émissions tout le long du cycle de production et de transformation des produits agricoles. Une telle approche en cycle de vie est proposée au paragraphe suivant.

### Des émissions de CO<sub>2</sub> énergétique en amont et en aval de la ferme

Une approche en cycle de vie intègre l'ensemble des émissions en amont et en aval de l'exploitation. Ces émissions sont essentiellement dues à la combustion de carburants fossiles<sup>4</sup>.

En amont :

- **La production d'engrais synthétiques.** Elle représente ici 25 MtCO<sub>2</sub>eq. Cette estimation correspond à une hypothèse basse. Nous avons considéré ici que les engrais consommés en Europe sont tous issus d'usines européennes qui sont soumises à des normes environnementales. Or une grande partie des engrais est importée de pays où les contraintes environnementales sur les industries des engrais sont beaucoup moins fortes.

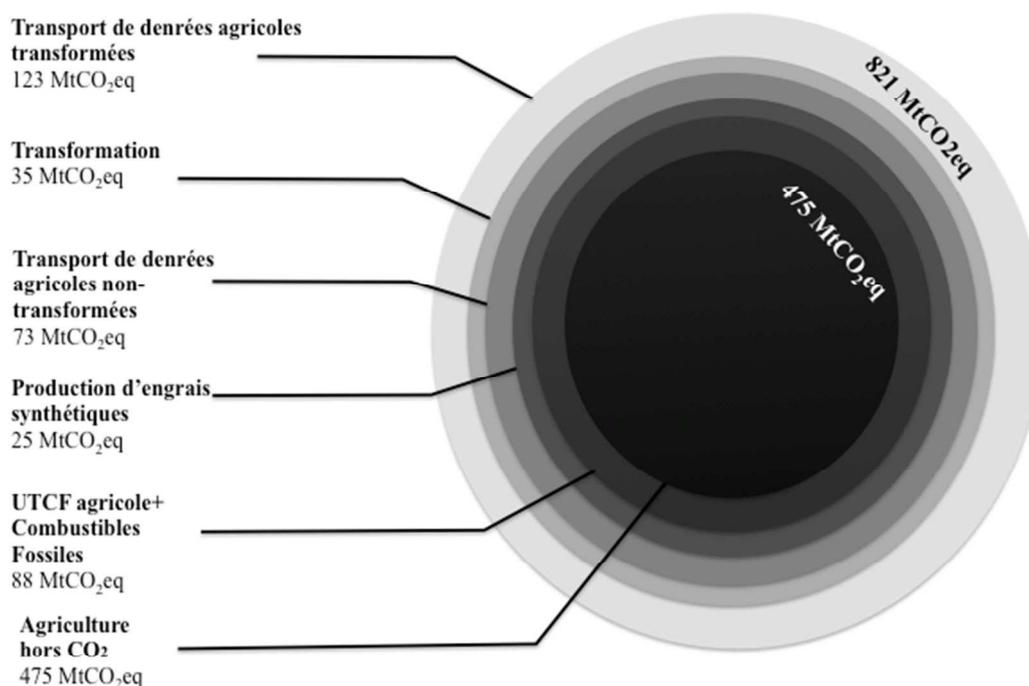
En aval :

- **Le transport.** Il rassemble le transport des denrées non transformées, de la ferme vers les industries de la transformation, et le transport des denrées transformées, de l'industrie agro-alimentaire vers les consommateurs. Ils représentent respectivement 73 et 123 MtCO<sub>2</sub>eq. C'est une catégorie importante : d'après l'agence Eurostat, en 2004, les denrées issues de l'agriculture (à la fois les produits transformés et les denrées non-transformées) ont représenté un quart des biens transportés sur la route en Europe.
- **La transformation** des denrées agricoles représente 35 MtCO<sub>2</sub>eq.

---

<sup>4</sup> Ces émissions sont comptabilisées dans des catégories autres que l'« Agriculture ».

L'intégration de la filière agricole fait donc passer les émissions de 475,5 MtCO<sub>2</sub>eq (hors CO<sub>2</sub>) à 821 MtCO<sub>2</sub>eq, soit plus du double (voir figure 5).



**Figure 5 – Emissions de l'agriculture dans l'UE-27 en 2009 en intégrant toute la filière - source : calculs CEC**

**Commentaire :** seules sont représentées ici les émissions ayant lieu à l'intérieur de l'UE. Les inventaires n'intégrant que les émissions générées par les productions territoriales, les émissions des produits consommés en Europe, mais dont la production s'effectue en dehors de l'Europe, ne sont pas considérées ici.

### Une fuite des émissions agricoles potentiellement importante

Une fuite de carbone ou *carbon leakage* décrit une situation dans laquelle une action de réduction d'émission provoque de nouvelles émissions en dehors du périmètre considéré. Dans de telles situations, les émissions reportées d'un certain territoire diminuent tandis qu'au niveau global les émissions stagnent voire augmentent. Par exemple, si l'Europe décidait de diminuer sa production agricole, ses propres émissions agricoles baisseraient dans ses inventaires. Cependant, à consommation interne constante, elle serait obligée de compenser cette baisse par une augmentation de ses importations. Ainsi, au niveau global, il n'y aurait pas de réelles diminutions d'émissions.

Ces fuites de carbone peuvent être entrevues à travers les chiffres des importations agricoles européennes (voir figure 6). En effet, l'Union Européenne reste actuellement la première région importatrice de denrées alimentaires, ce qui implique, l'émission de GES en abondance chez ses principaux partenaires commerciaux. Ainsi, les seules émissions de la fertilisation des

COP<sup>5</sup> (céréales, oléagineux, protéagineux) importés dans l'UE en 2009 représentent 1,82 MtCO<sub>2</sub>eq (1,73 millions pour le soja et 0,089 millions pour les autres COP). D'un autre côté, l'Union Européenne est aussi une grande région exportatrice et le poids de la fertilisation de ses exportations est à peu près équivalent à celui de ses importations (1,76 MtCO<sub>2</sub>eq). La balance nette entre les émissions importées et exportées, compte tenu des incertitudes, peut donc être considérée comme nulle.

Toutefois, la balance peut s'avérer nettement positive si l'on prend en compte les émissions liées à l'usage des terres. En effet, de nombreuses publications soulignent l'impact potentiellement important que peuvent avoir les cultures importées en Europe – notamment de soja et d'huile de palme – sur l'usage des terres, leur changement et la forêt (UTCF). Du fait des pratiques qui leur sont associées (retournement des terres par le labour, brûlis, déforestation, etc.), ces cultures peuvent directement être à l'origine d'une libération importante de CO<sub>2</sub> provenant à la fois du sol et de la biomasse aérienne.

Cette libération de GES est très importante en cas de déforestation. Cependant, les causes de la déforestation sont très différentes selon les régions du monde. Au Brésil, les cultures de soja ne se développent pas toutes directement sur le front de la forêt amazonienne et n'ont pas toutes un impact direct sur la déforestation. A l'inverse de l'Indonésie où les cultures d'huile de palme empiètent directement sur la forêt tropicale. Ces forêts poussent souvent sur des tourbières très riches en carbone et leur drainage provoque une libération massive de CH<sub>4</sub> (*De Dominicis, 2011*). On parlera ici d'impact direct. Au Brésil, c'est la progression des ranchs qui est le premier facteur de déforestation. C'est ensuite la perspective de la vente de la terre aux cultivateurs qui poussent les éleveurs à progresser dans le front de déforestation (*Taravella 2008*). Dans les deux cas, la demande européenne d'huile de palme et de soja s'inscrit dans cette dynamique complexe conduisant à déboiser.

En termes quantitatifs, ces impacts direct et indirect sur l'UTCF restent difficiles à évaluer du fait de la complexité des facteurs entrant en compte et de l'incertitude associée. Néanmoins, en France, la recherche sur ce sujet est en cours et devrait produire des résultats d'ici quelques mois.

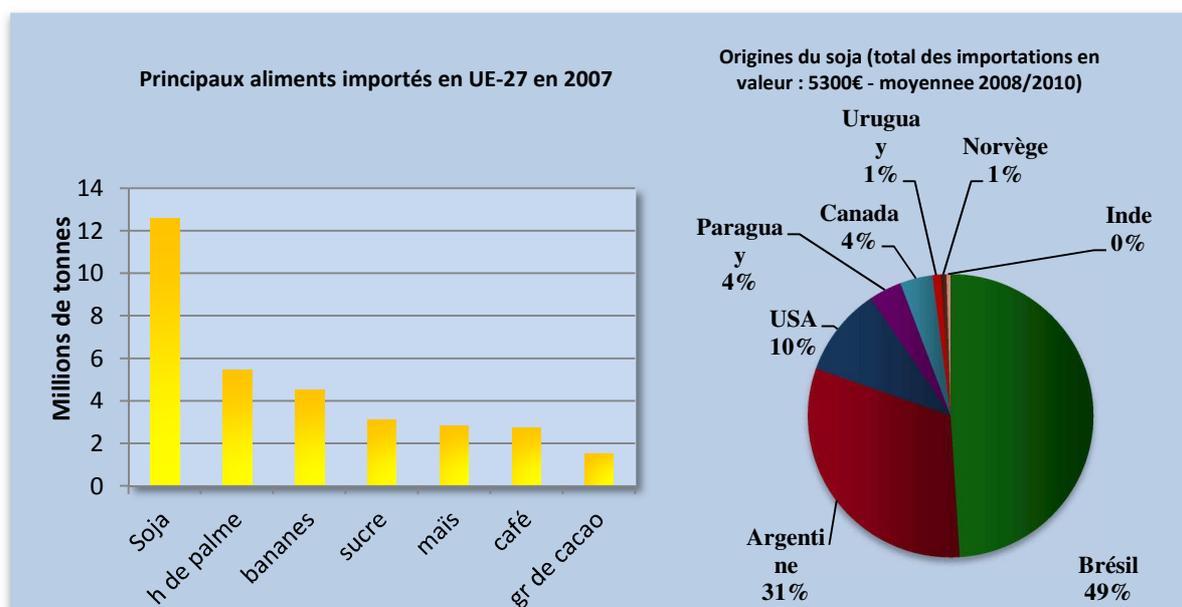


Figure 6 - Chiffres des importations de soja en UE-27 - source FAO stat et commission européenne

<sup>5</sup> Sont prises en compte ici uniquement les émissions de N<sub>2</sub>O après épandage des fertilisants.

La politique agricole commune (PAC) est l'une des plus anciennes politiques de l'Union Européenne. Tout au long de son existence, elle a été le premier poste de dépense du budget européen. Via le système des prix et des aides, elle a envoyé un jeu d'incitations économiques aux agriculteurs qui a profondément évolué dans le temps. De ce fait, on peut présumer qu'elle a été l'un des facteurs explicatifs de base de l'évolution des émissions agricoles en Europe.

Deux ensembles d'instruments peuvent se distinguer dans la PAC : ceux qui incarnent la vocation initiale de la PAC à encadrer le marché agricole et à soutenir le revenu des agriculteurs, connus sous la bannière du premier pilier de la PAC ; ceux qui ont pour objectif la préservation des biens publics environnementaux, majoritairement rassemblés dans le deuxième pilier.

Tout d'abord, nous allons analyser l'impact que le premier ensemble d'instruments a pu avoir sur les émissions de GES, puis nous allons nous concentrer sur la possible inclusion de la dimension climatique dans les instruments environnementaux de la PAC.

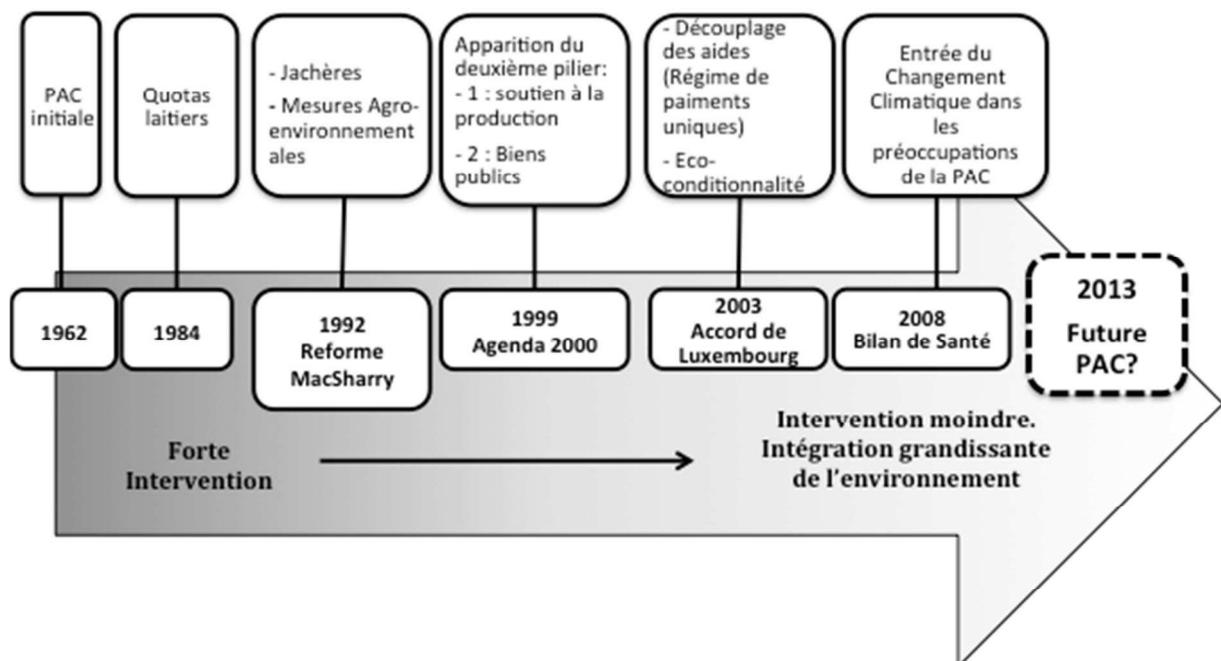


Figure 7 – Principales étapes de l'évolution environnementale de la PAC – source : auteur

## I. L'évolution des émissions de gaz à effet de serre au cours de l'histoire de la PAC

Cette partie se concentre tout d'abord sur l'évolution des émissions liées à la fertilisation synthétique des cultures puis sur les émissions de la fermentation entérique des animaux d'élevage. Les émissions des fertilisants organiques (effluents d'élevage, résidus de culture et légumineuses) ne sont pas examinées du fait de l'absence de données avant 1990 pouvant conduire à un niveau d'incertitude trop important. Néanmoins, la seule analyse de l'évolution de la fertilisation synthétique et de la fermentation entérique permet d'avoir une bonne appréhension des principaux facteurs évolutifs pour les cultures et l'élevage.

### A. L'évolution des émissions liées à la fertilisation synthétique des cultures

Au début de son histoire, la PAC était fortement interventionniste. Le soutien aux agriculteurs européens s'effectuait alors en agissant principalement sur les instruments de régulation du marché agricole. Il s'agissait de favoriser la hausse des prix agricoles, d'un côté, en limitant la concurrence de produits agricoles externes au marché européen, et de l'autre, en offrant des débouchés à la production afin que les prix soient soutenus par la demande.

Cette intervention sur le marché s'est appuyée principalement sur quatre instruments dont la combinaison vise à permettre de garantir un niveau de prix prédéterminé aux agriculteurs :

- **Les restitutions aux exportations** : elles consistent à subventionner les produits agricoles afin d'améliorer leur compétitivité sur le marché mondial par rapport aux autres denrées issues d'autres régions du monde. Il s'agit ici de créer une demande autre que celle du marché intérieur.
- **Les prélèvements variables à l'importation** : ils limitent les entrées de produits concurrentiels sur le marché intérieur.
- **Les subventions** : en favorisant les investissements, l'objectif est de moderniser les moyens de production des agriculteurs pour pouvoir augmenter les rendements agricoles.
- **Le retrait quantitatif de la production** : il permet de maintenir les prix des denrées agricoles sur le marché européen par le stockage ou bien par la transformation en d'autres produits alimentaires. Ces stocks ont majoritairement été constitués lorsque la production est devenue excédentaire dans les années 1980.

Ces instruments ont pu être mis en œuvre avec plus ou moins d'intensité dans l'histoire de la PAC. Jusqu'au milieu des années 1980, le marché agricole est resté sous le couvert d'une forte intervention et les principaux objectifs de la PAC, à savoir conforter la production et assurer la sécurité alimentaire de l'Europe, ont été atteints rapidement. De 1972 à 1984, les prix des principales cultures ont fortement augmenté. Sur cette période, l'indice des prix des céréales<sup>6</sup> a progressé de 190% (voir figure 8.a). Celui du blé au producteur est par exemple passé de 8,7€/quintal en 1972 à 18,7€/quintal en 1984 en France.

Cette augmentation des prix a généré une forte dynamique de production, reposant sur l'extension des cultures et des progrès de rendements agricoles passés de 40 quintaux/ha à 50

---

<sup>6</sup> Cet indice correspond à la moyenne des prix des cultures de blé, de maïs et de colza exprimés en base 100 par rapport à l'année 1972.

quintaux/ha pour le blé dans l'UE-9<sup>7</sup>. Il en a résulté une forte hausse des émissions de GES liées à l'augmentation de la fertilisation par engrais synthétiques : en 1972, les émissions liées à l'usage des engrais en UE-9 se sont élevées à 37 MtCO<sub>2</sub>eq et en 1986 à 57 MtCO<sub>2</sub>eq, soit une augmentation de 37%. Comme le montre la figure 8, il y a eu une forte corrélation entre la croissance des émissions liées à la fertilisation et l'orientation productiviste de la PAC durant cette première période. A partir du milieu des années 1980, les réorientations successives de la PAC ont conduit à un profil tout à fait nouveau de ces mêmes émissions.

Cependant, le dispositif des prix d'intervention a eu pour pendant de créer un fort décalage entre l'offre et la demande alimentaire. Les dérives économiques provoquées par ces instruments ont par ailleurs été synonymes d'excès environnementaux. Ainsi les images de lieu de stockage de lait défilant dans la presse ont pu fortement imprimer la mémoire collective dans les années 1980. C'est à partir de cette époque que sont mises en place les premières mesures visant à limiter les surproductions.

Ce changement s'est opéré en 1986 pour les oléagineux et en 1988 pour les céréales, par la mise en place de "quantités maximales garanties" au delà desquelles le soutien est réduit. Tout dépassement de ce seuil de production entraîne alors une réduction du prix d'intervention. Ainsi, l'augmentation régulière des émissions, observée jusque là, marque un point d'arrêt en 1989 (Voir figure 8).

Par la suite, l'évolution des émissions a été influencée par les facteurs suivants :

- **Les réformes successives de la PAC.** La réforme Mac Sharry s'est traduite par une baisse très forte des prix intérieurs mais ceux-ci ont été compensés par des aides complémentaires allouées aux agriculteurs (i.e, les paiements directs) proportionnelles aux nombres d'hectares de culture entraînant une baisse relative des émissions. Ainsi, la baisse d'émissions entre 1992 et 1993 a été moins brutale que la baisse ayant opéré après 1988. Enfin, la réforme de l'agenda 2000 venant parachever les orientations de la réforme de 1992 s'est également traduite par des baisses d'émissions.

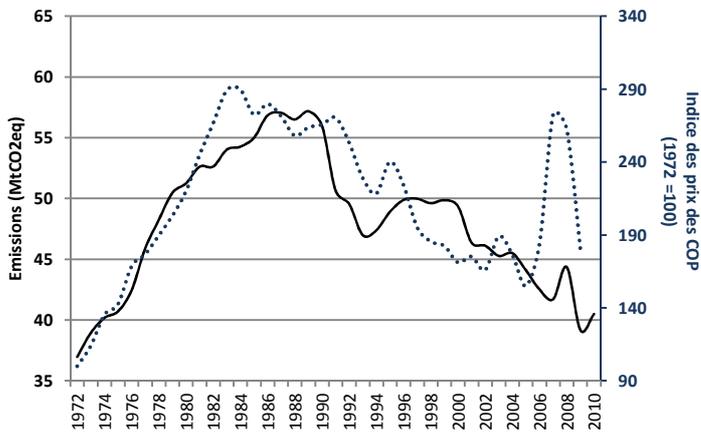
- **L'impact contrasté des jachères.** Si ces dernières ont été corrélées de manière négative avec les émissions de GES (figure 8.b), il est néanmoins difficile de quantifier leur impact puisque celles-ci ont pu avoir deux effets divergents sur les émissions de GES. Premièrement, les terres en jachère ont été associées localement à une amélioration de la qualité de l'eau, du sol et de la biodiversité, et ont conduit à une séquestration de carbone grâce à la fin du labour. Dans un deuxième temps, le transfert de production a pu s'opérer vers les autres terres restant en culture conduisant par conséquent à une libération d'émissions équivalente.

- **Une corrélation croissante aux prix mondiaux.** Depuis que l'intervention sur le marché des denrées agricoles est devenue moindre, les prix ont davantage été reliés aux prix mondiaux et par conséquent ont été soumis à une plus grande volatilité. Certaines études ont pu étayer une sensibilité des émissions agricoles à rebours de ces variations interannuelles (*Chakir et Al. 2008*). Le cas de l'année 2008 en est une bonne illustration : alors que les prix des principales cultures de COP ont augmenté de 50%, les émissions ont augmenté de 10% au cours de cette année.

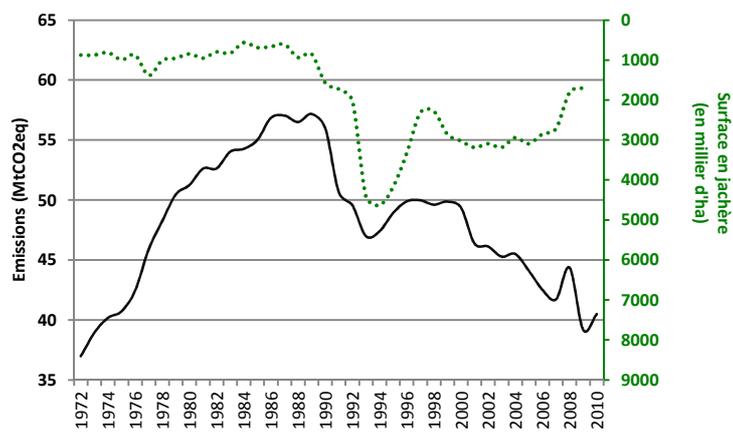
---

<sup>7</sup> Correspond au neuf pays membres de la communauté européenne en 1973 et qui ont donc tous été influencés par les changements de la PAC : l'Allemagne, la France, les Pays-Bas, le Luxembourg, la Belgique, l'Irlande, l'Italie, le Danemark et le Royaume-Uni.

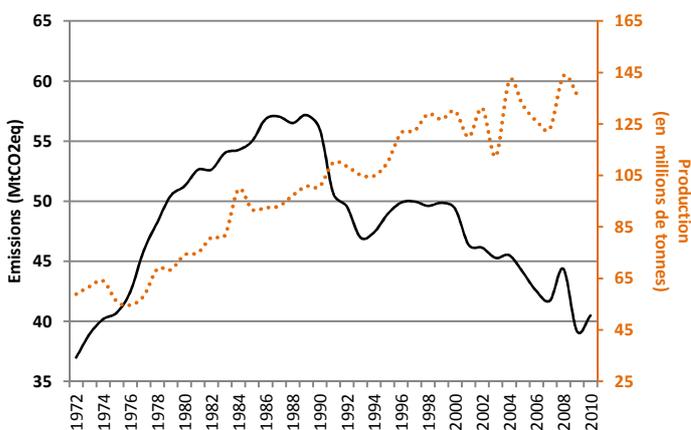
- **Une déconnexion de la production de céréales et de l'usage des fertilisants (figure 8.c).** Il est à noter que, sur toute la période étudiée, la production de céréales a été croissante. Parallèlement, les émissions n'ont pas évolué au même rythme. Par conséquent, des améliorations notables ont été réalisées dans la fertilisation. Ces améliorations ont pu être insufflées par des politiques encourageant la fertilisation raisonnée telles que la directive Nitrates mais aussi par l'amélioration génétique des plantes ou encore le changement des pratiques culturales. Ainsi, en France, entre 1990 et 2008, une baisse de 4% de l'épandage des engrais par surface épandable (*CITEPA 2010*), tandis qu'au niveau européen on statuait d'une stagnation du taux de nitrates dans les eaux européennes sur la période 2004-2007 (*Commission Européenne 2010*).



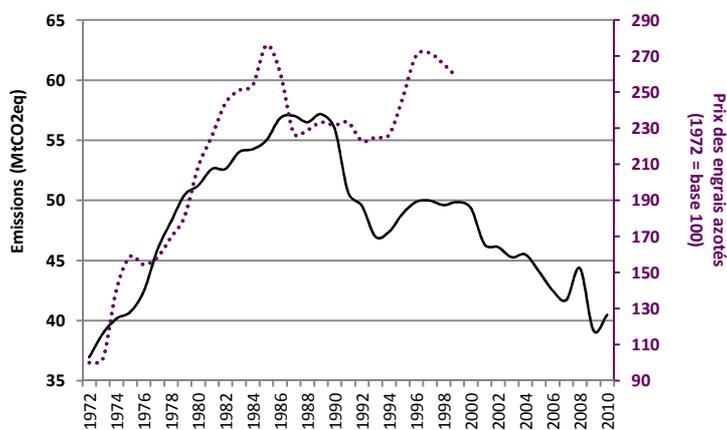
**a. Emissions et prix des cultures**  
coefficient de corrélation : 0,8



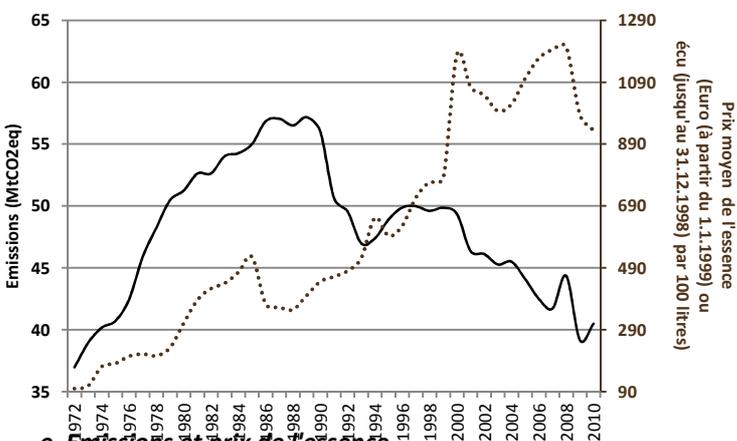
**b. Emission et jachères**  
coefficient de corrélation : -0,4 (sur la période 88-09)



**c. Emissions et production de maïs, blé et colza**  
coefficient de corrélation : 0



**d. Emissions et prix des engrais azotés**  
coefficient de corrélation : 0,8



**e. Emissions et prix de l'essence**  
coefficient de corrélation : 0

On observe dans cette figure :

- une forte corrélation entre les prix des céréales et les émissions
- une corrélation négative entre les jachères et les émissions pour la période 1988-2010
- une dissociation entre les émissions et la production de céréales qui s'est opérée au début des années 1900
- une absence de corrélation entre le prix de l'essence et les émissions

**Figure 8 – Déterminants de l'évolution des émissions de GES liées à l'épandage des engrais dans l'UE-9<sup>7</sup> - source : CEC (voir annexe 1 pour calculs)**

## B. L'évolution des émissions de l'élevage de bovins

En ce qui concerne les émissions du secteur de l'élevage laitier, l'élément le plus déterminant dans leur évolution a été, en 1984, la mise en place des quotas laitiers. Ces derniers ont été instaurés dans le but de limiter la surproduction. On constate alors depuis 1983 une baisse de 30% des émissions de la fermentation entérique. Cette baisse a principalement résulté d'une réduction du nombre de têtes : entre 1984 et 2004 le nombre de bovins laitiers et non laitiers a décliné de 16,4 millions de têtes. Toutefois, la baisse des émissions n'a pas été proportionnelle au nombre d'animaux : l'amélioration du rendement laitier sur les exploitations poursuivant l'activité laitière s'est accompagnée d'une hausse du facteur d'émission par vache : +11% du facteur européen en 2009 par rapport à 1990, soit un passage de 105 à 115 kgCH<sub>4</sub>/tête/an). Par conséquent, le fait de fixer un montant de production globale n'empêche pas une hausse des émissions par unité produite.

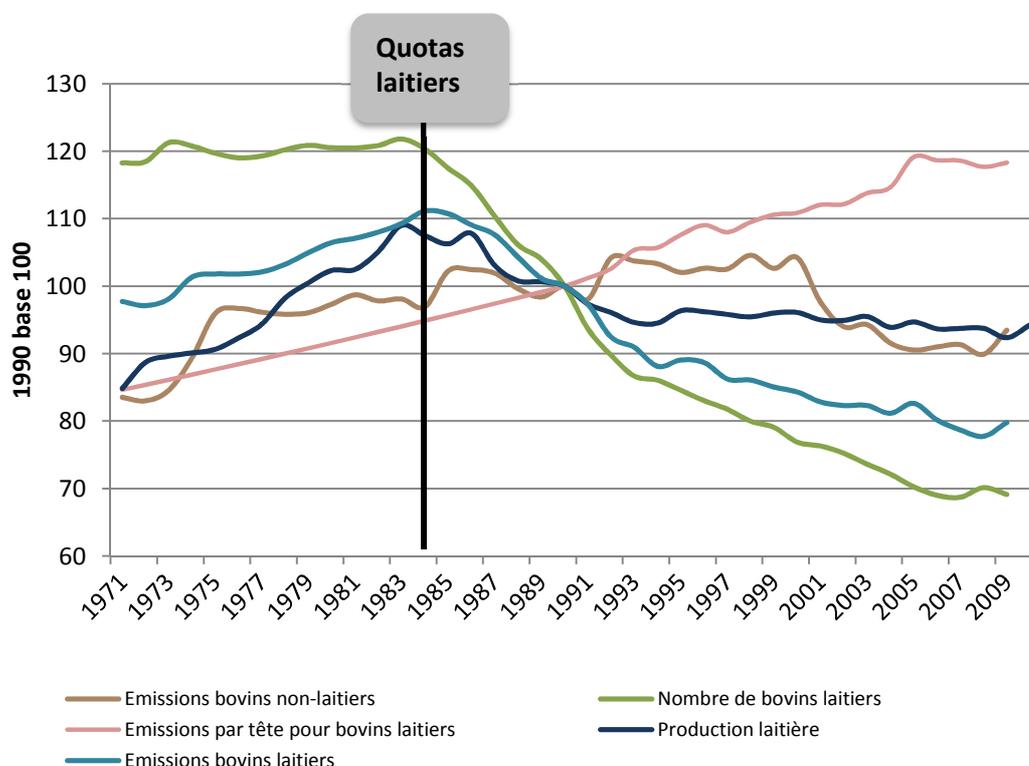


Figure 9 – Impact des quotas sur la fermentation entérique en UE-9 – source : CEC à partir des données de la FAO et de l'EEA

## II. Des leviers d'action sur l'environnement dans les piliers 1 et 2 de la PAC

Tout au long de son existence, la PAC est devenue progressivement environnementale. Alors que les premières mesures mises en œuvre dans les années 80/90 avaient d'abord pour but de réguler les marchés agricoles, la réforme de l'agenda 2000 a marqué un premier tournant fort, en créant de nouveaux instruments dont le but a été de préserver les biens publics environnementaux. Cette orientation s'est affichée à travers deux instruments :

## **A. Les mesures agro-environnementales du second pilier.**

Mis en place par la réforme de l'agenda 2000, le second pilier, intègre une série de mesures dont l'objectif est de répondre aux préoccupations du citoyen européen en matière d'environnement, de bien-être animal, de préservation des paysages et de développement rural. En son sein, les mesures agro-environnementales<sup>8</sup> (MAE) représentent une composante non-négligeable : d'après le plan financier de la PAC pour la période 2007-2013, elles devaient représenter 23% du budget du second pilier de la PAC ou 7% du budget total de la PAC. Deux points importants les caractérisent :

- Une logique de rétribution en fonction de la perte de revenu et non pour service rendu : les MAE sont des contrats signés entre les agriculteurs et l'Etat pour une durée de 5 ans pendant laquelle l'agriculteur s'engage à adopter des pratiques protectrices de l'environnement. Le montant de l'aide allouée est établi en fonction de la perte de revenu consécutive au changement de pratique.
- Une logique de décentralisation. Leur initiative peut partir du niveau national. Elles doivent en tous les cas remonter au niveau de la Commission Européenne pour être cofinancées.

De nombreuses MAE ont été mises en place. En général, elles sont affiliées à quatre thèmes principaux :

- La protection de zones d'intérêt écologique ; par exemple par la gestion extensive de la prairie, par la fauche, l'adaptation de la fertilisation ou la lutte raisonnée contre les ravageurs.
- La préservation de races d'animaux.
- La conversion à l'agriculture biologique.
- L'entretien des paysages ; par exemple la conservation des haies ou la préservation de murs secs dans certains pays du Nord de l'Europe.

## **B. L'éco-conditionnalité des aides du premier pilier.**

L'orientation environnementale s'est poursuivie, en 2003 avec les accords du Luxembourg et la mise en place l'éco-conditionnalité. Il s'agit de soumettre l'attribution des aides que reçoivent les agriculteurs à un certain nombre de règles à la fois de bonne gestion mais aussi de préservation de l'environnement. Ces règles émanent d'un certain nombre de directives définies au niveau européen.

La directive qui a été le plus traduite par les états membres en obligations pour les agriculteurs est la directive Nitrates. Elle a, par rapport aux autres directives, été mise en œuvre de manière beaucoup plus harmonisée au niveau de l'Union Européenne. Cela suggère que les états membres ont suivi au plus près ses exigences, conduisant à une efficacité relativement plus importante (*Alliance Environnement 2010*). A l'inverse, les directives Oiseaux, Eaux souterraines Habitat et Sols ont été appliquées de manière beaucoup plus hétérogène parmi les états membres, ce qui sous-entend une efficacité moindre.

---

<sup>8</sup> Ces mesures sont apparues en 1985 avec le règlement CEE 797/85 mais n'ont été mises en place qu'après la réforme de 1992.

### C. Une intégration du climat à réaliser

Jusqu'à présent, le climat n'a pas été incorporé concrètement dans ces instruments. Cette question reste encore ouverte et demeure un objectif affirmé par la Direction Générale Européenne à l'Agriculture (DG Agri) de la commission européenne. Ainsi, dans la communication élaborée le 18 novembre 2010, l'agriculture doit « poursuivre les actions d'atténuation des changements climatiques et d'adaptation à ces changements afin de permettre à l'agriculture d'y faire face ». Cette « poursuite » ne s'est pas encore traduite de manière opérationnelle.

Certes, les mesures environnementales mises en œuvre jusqu'à présent ont eu un impact indirect sur les émissions : par exemple, limiter les épandages d'engrais sur les champs et disposer des bandes enherbées le long des cours d'eau imposé par l'éco-conditionnalité a contribué à la réduction des émissions de N<sub>2</sub>O. Néanmoins, des outils ciblant directement les émissions agricoles n'ont pas été encore établis.

Ce ciblage pourrait s'effectuer à travers les outils environnementaux existants. Certaines mesures, facilement généralisables et dont les effets restent relativement invariants selon les contextes régionaux (efficacité énergétique des tracteurs, valorisation du CH<sub>4</sub> des effluents), pourraient être adaptées à l'éco-conditionnalité. D'autres, en revanche, dont les effets sont contingents au type de sol et au climat local (rotation de culture, mulching, etc.) pourraient s'appuyer sur une approche plus bottom-up. Il faut cependant garder en tête deux caractéristiques des outils existants qui pourraient altérer l'efficacité du dispositif :

- Le manque de coordination des mesures entre les différents états. Ayant été introduites par des directives, les mesures de l'éco-conditionnalité ont été appliquées par les états membres de manière indépendante les unes des autres. Elles prennent donc différentes formes d'un pays à l'autre. Par exemple, les bandes enherbées sont appliquées sous le cadre de l'éco-conditionnalité en Finlande, en France et aux Pays-Bas, alors qu'en Pologne et en Slovaquie, elles relèvent d'un autre dispositif. Par conséquent, la disparité de l'architecture des instruments environnementaux ne permet pas un contrôle et un suivi de l'effort centralisé à l'échelon européen.
- Le manque de contrôle. Les mesures actuelles environnementales ne sont pas basées sur des obligations de résultats mais sur des obligations de moyens. Si bien qu'il suffit que l'agriculteur mette en place certaines pratiques pour qu'il puisse se voir reconnaître le droit de toucher ces aides. Par conséquent ces mesures souffrent d'un manque de contrôle quand à leur efficacité (*Effet des mesures agri-environnementales – Dupraz 2007*).

Intégrant ou non les instruments de la PAC actuelle, les instruments de tarification du carbone pourraient également inciter aux réductions d'émissions dans l'agriculture. Leur analyse fera l'objet d'un prochain cahier.

## Conclusion/synthèse

Principale source d'émissions de GES hors CO<sub>2</sub>, l'agriculture joue aussi un rôle important dans les échanges de gaz carbonique entre les sols et l'atmosphère. A ce double titre, elle devra être mieux intégrée dans l'action collective face au changement climatique.

Les analyses développées dans ce cahier ont en premier lieu montré qu'une condition *sine qua non* de l'action est d'utiliser au mieux tous les systèmes d'information permettant de calculer les émissions d'origine agricole, d'en suivre les évolutions rétrospectives et de les projeter. Liées au vivant, ces émissions varient en fonction de multiples conditions locales. Les calculs forfaitaires des inventaires, à partir de facteurs moyens, ne permettent pas toujours d'apprécier les résultats pouvant être obtenus à partir de changements de pratiques culturales ou d'élevage.

Un autre problème est l'échelle géographique des systèmes de mesure et de vérification. Une analyse en cycle de vie révèle que les émissions liées à l'ensemble de la chaîne de production et distribution des produits agricoles sont de l'ordre du double de celles calculées sur les exploitations agricoles. Par ailleurs, une part importante de l'alimentation du bétail est importée de l'extérieur de l'Europe. Il en résulte des risques potentiels de fuites de carbone qui doivent être correctement anticipés pour ne pas amoindrir l'efficacité de l'action.

Notre analyse a montré combien les changements d'orientation de la PAC ont influencé les deux premiers postes d'émission de gaz à effet de serre hors CO<sub>2</sub> : l'institution des quotas laitiers a provoqué une nette diminution des émissions liées à la fermentation entérique ; la réforme des dispositifs de soutien aux grandes cultures a entraîné une baisse, de moindre ampleur, des émissions résultant de l'usage des engrais chimiques. En revanche, les mesures agro-environnementales n'ont jusqu'à présent pas été ciblées sur la réduction des émissions et les nouvelles orientations de la PAC après 2012 n'intègrent pas encore d'utilisation d'instruments économiques destinés à découpler l'acte de production agricole des émissions de gaz à effet de serre. Apprécier les possibilités d'une telle introduction fera l'objet d'un prochain cahier.

## Annexe 1 : Méthode pour le calcul des courbes de la figure 8

### I. Evolution des émissions liées à l'épandage des fertilisants synthétiques.

Le calcul a été effectué en suivant les dernières recommandations du GIEC.

#### A. Emissions Directes

$$N_2O = N_2O-N * 44/28$$

$N_2O-N_{inputs}$  = quantité de fertilisants appliquée (en kgN.an<sup>-1</sup>)\*Facteur d'émissions (en NO<sub>2</sub>-N/kgN)

Facteur d'émissions en NO<sub>2</sub>-N/kgN = 0,01

Incertitude = 0,003-0,03

Quantité de fertilisants : *FAOstat*

#### B. Emissions Indirectes

Déposition Atmosphérique :

$N_2O_{atd}-N$  = quantité de fertilisants appliqués N en kgN.an<sup>-1</sup> \* Fraction volatisée en Nox et NH<sub>3</sub>\*Facteur d'émissions 4

Facteur d'émissions 4 = 0,01 (d'après l'*IPCCo6*)

Incertitude = 0,002 - 0,05 (d'après *IPCCo6*)

Fraction volatisée en Nox et NH<sub>3</sub> = 0,1 (d'après *IPCCo6*)

Incertitude = 0,03 - 0,3 (d'après *IPCCo6*)

Quantité de fertilisants : *FAOstat*

Écoulement et lixiviation :

$N_2O_{L}-N$  = quantité de fertilisants appliqués N en kgN.an<sup>-1</sup>\*Fraction ruisselée en Nox et NH<sub>3</sub>\*Facteur d'émissions 5

Facteur d'émissions 5 = 0,0075 (d'après *IPCCo6*)

Incertitude = 0,0005 - 0,025 (d'après *IPCCo6*)

Fraction ruisselée = 0,3 (d'après *IPCCo6*)

Incertitude = 0,1 - 0,8 (d'après *IPCCo6*)

Quantité de fertilisants : *FAOstat*

### II. Courbe de l'indice des prix des COP (figure 8.a)

Correspond à la moyenne des prix du blé, du maïs et du colza (source : *FAOstat*) aux producteurs pratiqués dans les différents pays de l'UE-9 et pondérés par la production.

### III. Surfaces en jachère (figure 8.b)

Les données sont issues d'Eurostat.

#### **IV. Production en blé, maïs et colza (figure 8.c)**

Couvre la production de l'UE en blé, maïs, colza exprimée en tonnes et dont l'ensemble représentait, en 2009, 2/3 de la production de l'Union Européenne en céréales, oléagineux et protéagineux.

#### **V. Prix des engrais azotés (figure 8.d)**

Cet indice correspond à la moyenne des prix de 3 engrais azotés payés par les producteurs dans les pays de l'UE-9 et pondérés par la production de chaque pays. Les trois engrais choisis sont l'ammonitrate, le sulphate d'ammonium et l'engrais ternaire 1-1-1. Le choix de ces trois engrais s'est effectué en fonction de la disponibilité des données à la fois dans le temps, depuis 1972, et dans l'espace, dans les différents pays européens, dans la base de données Eurostat.

#### **VI. Le prix de l'essence.**

Correspond au prix de l'essence payé par les producteurs. Ces données sont issues de la base de données Eurostat.

## **Annexe 2 : Méthode pour le calcul de l'évolution de la fermentation entérique (figure 9)**

- I. **Pour la période 1991-2009** les données sont disponibles dans les inventaires de l'EEA.
- II. **Pour la période 1971-1989** : il n'existe pas de donnée disponible dans les inventaires. Le calcul a été effectué selon l'équation suivante :

$$\text{Fermentation entérique} = \text{nombre de tête} * \text{facteur d'émissions}$$

### A. Calcul des facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions (en kgCO<sub>2</sub>eq/tête) ont été calculés à partir de ceux prévalant pour la période 1990-2009. Il a été supposé que les variations interannuelles de ces facteurs sur la période 1971-1989 ont été équivalentes à leur variation moyenne annuelle pour la période 1990-2009. Cette hypothèse s'appuie sur le fait que l'évolution de la production par vache entre 1990 et 2009 est similaire à celle entre 1971 et 1989.

### B. Nombre de têtes

- Pour les vaches laitières le calcul est le suivant :  
Production laitière/rendement (ces données de la production laitière et du rendement sont issues de *FAOstat*)
- Pour les vaches non laitières:  
Nombre de bovins (disponibles dans *FAO stat*) - Nombre de vaches laitières (obtenues par le calcul ci-dessus)

## Bibliographie

Alliance Environnement (2010), 'Synthèse des évaluations conduites dans le contrat cadre n°30-CE-0067379/00-89 sur les effets sur l'environnement de mesures de la PAC'.

Alliance Environnement (2008), 'Evaluation des impacts environnementaux des quotas laitiers', Technical report, IEEP, Oréade-Brèche.

Ancev, T. (2011), 'Policy Considerations for Mandating Agriculture in a Greenhouse Gas Emissions Trading Scheme', *Applied Economic Perspectives and Policy* **33**(1), 99.

Arrouays, D. ; Balesdent, J.; Germon, J.; Jayet, P.; Soussana, J. & Stengel, P. (2002), 'Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France? Expertise scientifique collective', *Synthèse du rapport. INRA (France)*.

Balny, P. e. A. (2010), 'RAPPORT Prospective « PAC 2020 »', Technical report, Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche.

Bellora, C. & Pollez, L. (2010), 'L'agriculture peut-elle accéder aux marchés du carbone?'.

Burney, J.; Davis, S. & David, L. (2009), 'Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification'.

Carbonium (2009), 'Le marché réglementé du carbone', Technical report, Carbonium.

Centre, J. R. (2010), 'Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS)'.

Chakir, R.; De Cara, S.; Vermont, B. 'Price-induced changes in French greenhouse gas emissions from agriculture, forestry, and other land use: A spatial panel econometric analysis'. Working paper. 2011

CITEPA (2011), 'Rapport national d'inventaire pour la France au titre de la convention cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques et du protocole de Kyoto'.

Commission, E. (2010), 'Report from the commission to the council and the european parliament'.

Cour des Comptes Européenne (2010), 'La conditionnalité est-elle une politique efficace?'.

Cristal Union (2010), 'Dossier de candidature, Activité de déshydratation de luzerne et de pulpe de betterave', Technical report, Cristal Union.

De Cara, S.; Houz, M. & Jayet, P. (2005), 'Methane and nitrous oxide emissions from agriculture in the EU: a spatial assessment of sources and abatement costs', *Environmental and Resource Economics* **32**(4), 551--583.

De Cara, S. & Thomas, A. (2008), 'Projections des émissions/absorptions de gaz à effet de serre dans les secteurs forêt et agriculture aux horizons 2010 et 2020, Rapport final pour le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche', *Thiverval-Grignon: UMR Economie publique*.

De Cara, Stephane, J. P.-A. (2010), 'Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions from European agriculture, cost effectiveness, and the EU non-ETS Burden Sharing Agreement', .

De Cara, S.; Vermont, B. 'Policy Considerations for Mandating Agriculture in a Greenhouse Gas Emissions Trading Scheme: A comment'. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2011. doi: 10.1093/aep/ppro27

De Dominicis, A. (2011), 'Les Biocarburants'. *Idées Reçues*.

- Det Norske Veritas (2010), 'Western Climate initiative, Offset Protocol Review Report'.
- Development, D. A. & R. (May 2011), 'Global and EU agricultural exports rebound', *MAP, Monitoring Agri-trade Policy*.
- European Environmental Agency (2011), 'Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2009 and inventory report 2011'.
- Ministry for the Environment (2011), 'New Zealand's Greenhouse Gas Inventory 1990-2009'.
- Commission Européenne (2010), 'Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions'.
- FAO (2007), 'Livestock's long shadow, Environmental issues and options'.
- Galko, E. & Jayet, P.-A. (2011), 'Economic and Environmental effects of Decoupled Agricultural Support in the EU', .
- Initiative, W. C. (2010), 'Western Climate Initiative, Offset System Essential Elements Recommendations Paper'.
- Initiative, W. C. (2010), 'Cadre de Mise en oeuvre du programme régional de la Western Climate Initiative'.
- 'Midwest greenhouse gaz reduction accord : draft final recommendations of the advisory group'.
- Mousset, J. e. a. (2010), 'Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives', Technical report, Réseau Action Climat France, Fondation Nicolas Hulot.
- Murray, B. & Baker, J. (2011), 'An output-based intensity approach for crediting greenhouse gas mitigation in agriculture: explanation and policy implications', *Greenhouse Gas Measurement and Management* 1(1), 27--36.
- Taravella, R. (2008), 'Les rouages contemporains de la déforestation en Amazonie Orientale', *Analyses*.
- Rapport du Comité présidé par Christian de Perthuis, 'Trajectoires 2020 - 2050 vers une économie sobre en carbone'.
- Sartor, O. (2010), 'Résoudre les problèmes liés aux émissions de gaz à effet de serre des secteurs forestier et agricole : que nous enseigne la Nouvelle-Zélande ?', *Point Climat*.
- « 'L'INCLUSION DES EMISSIONS FORESTIERES ET AGRICOLES DANS LE NOUVEAU MARCHE DU CARBONE NEO-ZELANDAIS', *Etude Climat*.
- Schneider, U. & McCarl, B. (2006), 'Appraising agricultural greenhouse gas mitigation potentials: effects of alternative assumptions', *Agricultural Economics* 35(3), 277--287.
- Schneider, U.; McCarl, B. & Schmid, E. (2007), 'Agricultural sector analysis on greenhouse gas mitigation in US agriculture and forestry', *Agricultural Systems* 94(2), 128--140.
- Société des Agriculteurs de France (2006), 'Les marchés du carbone : quelle place pour l'agriculture française ?'.
- UNFCCC (2010), 'CDM Methodology Booklet'.
- Wood, S. & Cowie, A. (2004), 'A review of greenhouse gas emission factors for fertiliser production', 38, 20.

## Série Information et Débats

n° 13 • Janvier 2012

n° 13 • Janvier 2012

**Emissions de gaz à effet de serre et politique agricole commune : quel ticket gagnant ?**

par Benjamin Dequiedt

n° 12 • Novembre 2011

**Conférence climatique de Durban : l'enjeu de la mesure des flux de carbone forestier**

par Gabriela Simonet

n° 11 • Septembre 2011

**Towards low-carbon mobility: tackling road transport emissions**

par Rémi Russo et Virginie Boutueil

n° 10 • Août 2011

**Carbon markets regulation: the case for a CO<sub>2</sub> Central Bank**

par Christian de Perthuis

n° 9 • Avril 2011

**Twenty years of carbon taxation in Europe: some lessons learned**

par Jeremy Elbeze et Christian de Perthuis

n° 8 • Octobre 2010

**Cancun: Year One of the Post-Copenhagen Era**

par Henri Casella, Anaïs Delbosc et Christian de Perthuis

n° 7 • Septembre 2010

**Le risque carbone dans les investissements forestiers (in French only)**

par Guillaume Bouculat et Clément Chenost

n° 6 • Juillet 2010

**La lutte internationale contre le changement climatique : les difficultés d'une gouvernance environnementale (in French only)**

par Christian de Perthuis et Raphaël Trotignon

### Nous contacter :

Chaire Economie du Climat - Palais Brongniart (4<sup>e</sup> étage)

28 Place de la Bourse, 75 002 Paris

Tel : +33 (0)1 49 27 56 34

Fax : +33 (0)1 49 27 56 28

Email : [contact@chaireeconomieduclimat.org](mailto:contact@chaireeconomieduclimat.org)

Directeur de la publication : Christian de Perthuis

Les opinions exposées ici n'engagent que les auteurs. Ceux-ci assument la responsabilité de toute erreur ou omission

La Chaire Economie du Climat est une initiative de CDC Climat et de l'Université Paris-Dauphine

