

n°49 • Avril 2015

## LA PRECEDENTE POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE (2003-2013) A REDUIT LES EMISSIONS AGRICOLES FRANÇAISES

Mathilde Baudrier<sup>1</sup>, Valentin Bellassen<sup>2</sup> et Claudine Foucherot<sup>3</sup>

Ce document présente les annexes de l'Étude Climat n°49 et détaille les méthodologies utilisées.

<sup>1</sup> Mathilde Baudrier était chargée de recherche au sein du pôle « mécanismes de projets, agriculture, forêt » lors de la rédaction de cette étude.

<sup>2</sup> Valentin Bellassen est chargé de recherche à l'INRA (UMR 1041 CESAER) – [valentin.bellassen@dijon.inra.fr](mailto:valentin.bellassen@dijon.inra.fr)

<sup>3</sup> Claudine Foucherot est chargée de recherche au sein du pôle « mécanismes de projets, agriculture, forêt » – [claudine.foucherot@cdcclimat.com](mailto:claudine.foucherot@cdcclimat.com) | +33 1 58 50 99 77

## ACRONYMES

---

AB : Agriculture biologique  
AC : Agriculture Conventiionnelle  
ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie  
BAU : Business-as-usual  
BCAE : Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales  
CH<sub>4</sub> : Méthane  
CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique  
CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone  
EF : Facteur d'émission  
FEADER : Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural  
FEAGA : Fonds Européen Agricole de Garantie  
GES : Gaz à effet de serre  
GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat  
ICHN : Indemnités compensatoires d'handicaps naturels  
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique  
MAE : Mesure Agroenvironnementale  
MAAF : Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt  
Mha : Millions d'hectares  
N<sub>2</sub>O : Protoxyde d'azote  
NH<sub>3</sub> : Ammoniac  
PAC : Politique Agricole Commune  
PHAE : Prime Herbagère Agroenvironnementale  
PMBE : Plan de Modernisation des Bâtiments d'Elevage  
PMTVA : Prime au Maintien de Troupeau de Vaches Allaitantes  
PDRH : Programme de Développement Rural Hexagonal  
PPE : Plan de Performance Energétique  
PRG : Pouvoir de Réchauffement Global  
PA : Prairie Artificielle  
PP : Prairie Permanente  
PT : Prairie Temporaire  
PVE : Plan Végétal pour l'Environnement  
SAU : Surface Agricole Utile  
SFEI : Système Fourrager Econome en Intrants  
UGB : Unité de Gros Bétail  
UTCf : Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

## ANNEXE I. CALCULS DES BILANS D'ÉMISSIONS DE GES DANS LE SECTEUR DES CULTURES

L'estimation des potentiels d'atténuation d'émissions de GES par les différentes mesures de la politique agricole commune, repose principalement sur l'étude (Pellerin et al., 2013a), les facteurs d'émission des lignes directrices du GIEC (IPCC, 2006) et de la méthode du rapport d'inventaire national du CITEPA (CITEPA, 2013a).

### a. Fertilisation raisonnée (PPE, PVE, Formation professionnelle)

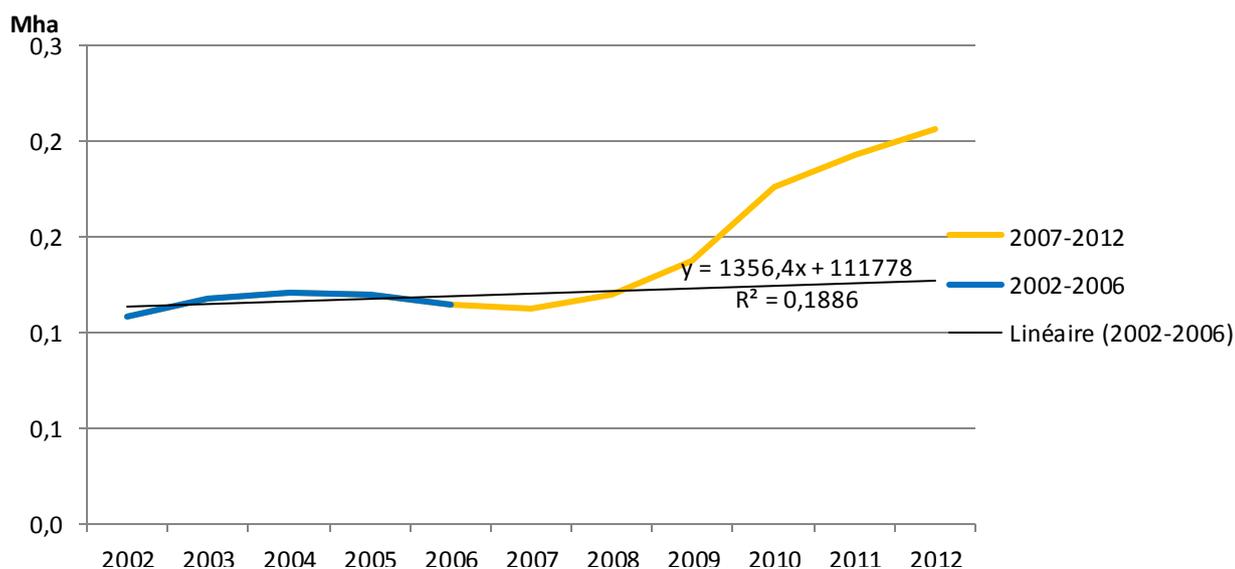
Voir partie (Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

### b. Premier pilier « aide à l'agriculture biologique » - cultures

#### Données d'activité : surface de grandes cultures en agriculture biologique

L'évolution des surfaces de grandes cultures en AB ne présente pas de tendance significative ( $P = 0.48$ ) sur la période 2002-2006 alors qu'au contraire un changement net peut être observé pour la tendance de 2007-2012 (Figure 1, Tableau 1).

Figure 1. Evolution de la surface de grandes cultures en agriculture biologique entre 2002 et 2012



Source : CDC Climat Recherche d'après Agreste (2013a)

**Tableau 1. Evolution des surfaces de grandes cultures en agriculture biologique et comparaison avec la projection**

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Surface totale grandes cultures (Mha)	14,70	14,66	14,78	14,67	14,55	14,57	14,98	14,99	15,53	15,41	15,06
Surface en AB (Mha)	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,14	0,18	0,19	0,21
Surface en AB projetée suivant l'évolution de 2002-2006 (Mha)						0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

Source : FAOSTAT, Agence Bio (2012)

### Facteur d'émission

#### Grandes cultures conventionnelles

Le facteur d'émission par hectare pour les pratiques conventionnelles est déduit des apports moyens en intrants pour chaque grande culture (Agreste, 2011), de Pellerin et al. (2013b) pour les émissions de N<sub>2</sub>O au champ liées à la fertilisation minérale, de l'inventaire national de GES pour les émissions de N<sub>2</sub>O au champ liées à la fertilisation organique (CITEPA, 2013a), et de ADEME (2010) pour les émissions liées à la fabrication des intrants et à la mécanisation (voir annexe III.a).

#### Grandes cultures biologiques

Les émissions de N<sub>2</sub>O au champ en agriculture biologique en grandes cultures sont diminuées de 31 % par unité de surface (Tuomisto et al., 2012). Les émissions liées à la mécanisation sont considérées inchangées (Guyomard, 2013)<sup>1</sup>, et celles liées aux autres intrants nulles car les intrants de synthèse sont interdits par le cahier des charges AB. Par ailleurs, le rendement moyen des grandes cultures est approximé à 64,2 q/ha en AC contre 36,5 q/ha pour des parcelles comparables en AB (Guyomard, 2013). Le facteur d'émission total obtenu est ainsi de 60 % plus faible pour l'AB que pour l'AC (Tableau 2). L'écart se réduit à 30 % quand les émissions sont rapportées aux quantités produites. Pour les émissions de N<sub>2</sub>O au champ par quintal, les émissions de l'AB sont de 21 % supérieures à l'AC, ce qui est du même ordre de grandeur que les 8 % relevés par Tuomisto et al. (2012).

**Tableau 2. Facteurs d'émission en AC et en AB pour les grandes cultures**

	Facteur d'émission N <sub>2</sub> O au champ (en tCO <sub>2</sub> e/ha de SAU/an)	Facteur d'émission amont et mécanisation (en tCO <sub>2</sub> e/ha de SAU/an)	Facteur d'émission (en tCO <sub>2</sub> e/tMS)
Agriculture conventionnelle (AC)	0.98	0.79	0,28
Agriculture biologique (AB)	0.68	0.03	0,19

#### Estimation des émissions de GES évitées par an (approche surface)

Emissions évitées = (surface en AB sur 2007-2012 – surface projetée en AB sur 2007-2012) x facteur d'émission = (156 915 – 115 848) \* (0.98+0.79-0.68-0.03) = - 0,042 MtCO<sub>2</sub>e/an

<sup>1</sup> La littérature scientifique n'est pas univoque en la matière. Mais quoi qu'il en soit, ces émissions représentent une part minimale du facteur d'émission total.

### Estimation des émissions de GES évitées par quantité produite

Compte tenu des résultats cités ci-dessus, les émissions par quintal de blé sont inférieures de 30 % en AB, malgré une baisse de rendement estimée à 43 %.

### c. BCAE « résidus de culture »

Chaque tonne de matière sèche « non brûlée » évite l'émission de 0.21 tCO<sub>2</sub>e sous forme de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O. Les émissions de CO<sub>2</sub> sont considérées comme nulles car la source de la combustion – biomasse – est renouvelable. Les facteurs d'émissions sont tirés de CITEPA (2013a). Pas d'estimation des quantités de GES évitées par an car la mesure est jugée inefficace (voir partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

### d. BCAE « bandes tampons » - cultures

#### Données d'activité : surface de bandes tampons

Les bandes tampons implantées par cette BCAE sont des surfaces enherbées le long des cours d'eau. Les données de surface ne sont pas nettement identifiées dans les déclarations PAC. Pour cette raison, la surface de bandes enherbées retenue est de 0,25 Mha, ce qui correspond à la surface technique maximale estimée par Pellerin et al. (2013a), dont 39,6 %, soit 0,099 Mha, en grandes cultures. Cela revient à supposer que cette BCAE est strictement respectée par les agriculteurs.

#### Facteur d'émission

Les bandes enherbées ne peuvent pas recevoir d'intrants chimiques (engrais, pesticides). Elles ne peuvent pas non plus recevoir d'apport organique, mais l'épandage de fumier et lisier était déjà interdit en bordure de cours d'eau. Les émissions liées à la consommation de carburant, sans doute légèrement inférieures, sont négligées. Le facteur d'émission lié aux intrants est calculé d'après les apports moyens en engrais minéraux et en pesticides pour les grandes cultures (voir Annexe III.a).

Les bandes enherbées sont assimilées à des prairies dans Pellerin et al. (2013a), c'est pourquoi un stockage additionnel de carbone dans le sol n'est possible que si la parcelle était en situation de cultures (cf. Tableau 3).

**Tableau 3. Emissions de GES évitées par les bandes enherbées en grandes cultures**

	Facteur d'émissions de N <sub>2</sub> O évitées au champ (en tCO <sub>2</sub> /ha/an)	Facteur d'émissions de GES évitées en amont (en tCO <sub>2</sub> /ha/an)	Stockage additionnel de carbone (en tCO <sub>2</sub> /ha/an)
Bandes enherbées en culture	1,01	0,84	1,8

Sources : Annexe III.a, Pellerin et al. (2013a), ADEME (2011)

#### Estimation des émissions de GES évitées par an (approche surface)

Total : 0.099 x (- 1,01 - 0.84 - 1.8) = - 0,36 MtCO<sub>2</sub>e/an

#### Estimation des émissions de GES évitées par quantité produite

La baisse de la surface cultivée induit une baisse proportionnelle des rendements :

$$\text{Baisse de rendement} = - \frac{\text{surface de bandes enherbées en grandes cultures}}{\text{surface moyenne en grandes cultures (2010-2012)}} = - \frac{0.099}{15.33} = -0.6 \%$$

L'évolution des émissions de GES par quantité produite n'est pas affectée sur la part des parcelles qui demeurent cultivées, les émissions et les rendements baissant proportionnellement à la surface.

Toutefois, les émissions par quantité produite sont légèrement réduites du fait du stockage de carbone qui a lieu sur la partie enherbée :

Total par quintal de blé : (émissions sur la surface cultivée – séquestration sur la bande enherbée) / quantité produite sur la surface cultivée = (émissions moyenne x 0.994 - 0.006 \* 1.8) / (rendement moyen \* 0.994) = 0.287 tCO<sub>2</sub>e/tMS soit 0.6 % de moins que les émissions moyennes par tMS de blé.

#### e. BCAE « maintien des particularités topographiques » - cultures

##### Données d'activité : linéaire de haies

Voir partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

##### Facteur d'émission

Les haies sont supposées ne pas recevoir d'amendement (engrais, pesticides). Les émissions liées à la consommation de carburant sont légèrement supérieures à une culture mais négligeables (Pellerin et al., 2013b). Le facteur d'émission lié aux intrants est calculé d'après les apports moyens en engrais minéraux et en pesticides pour les grandes cultures (voir Annexe III.a).

Un hectare de grande culture comprenant des haies est supposé contenir 60 mètres linéaires, occupant 1,2 % de la surface au sol (Pellerin et al., 2013b).

##### Estimation des émissions de GES évitées par hectare (approche surface) et par quantité produite

La méthode est la même que pour les bandes enherbées. Les résultats sont résumés par le Tableau 4.

**Tableau 4. Emissions de GES évitables par l'implantation de haies en grande culture**

	Emissions de N <sub>2</sub> O évitées au champ	Emissions de GES évitées en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage additionnel de carbone	Total
En tCO <sub>2</sub> e/ha <sup>1</sup> /an	-0,01	-0,01	0,00	-0,55	-0,57
Total (MtCO <sub>2</sub> e/an)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Relativement à la quantité de produit	-30, % par quintal de blé. Baisse de rendement de -1,2 %.				

<sup>1</sup> En comptant 60 mètres linéaires de haie par hectare de culture d'après Pellerin et al. (2013).

#### f. BCAE « entretien minimal des terres » - cultures

##### Scénario de référence et facteur d'émission « carbone sol et biomasse »

Le scénario de référence considéré est une conversion des cultures en forêt. La conversion des cultures en forêt provoque des changements de stocks de carbone dans le sol et dans la biomasse. Le facteur d'émission lié à ces changements est directement repris de l'inventaire national (CITEPA, 2013c).

##### Facteurs d'émission liés à l'usage

Hormis le changement de stock de carbone, la conversion d'une culture en forêt va supprimer les émissions liées à la gestion de la culture (fertilisation, etc.) mais entraîner de nouvelles émissions liées à la gestion des forêts. Les émissions des différents usages du sol sont donc calculées suivant les hypothèses suivantes :

- culture : voir Annexe III.a;
- forêt : les émissions liées aux opérations sylvicoles sont négligées. Les émissions sont donc nulles hors changement de stock de carbone.

### **Estimation des émissions de GES évitées par an (approche surface)**

Voir partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

### **Bilan par quantité de produit**

Le bilan par quantité de produit est difficile à calculer dans la mesure où l'on passe d'un produit agricole à un produit forestier.

## **g. Mesure agroenvironnementale rotationnelle (MAER)**

### **Scénario de référence**

Le scénario de référence considéré est une grande culture « moyenne », conduite selon l'itinéraire technique décrit en annexe III.a.

### **Facteurs d'émission**

Pour les scénarios de référence, les sources sont identiques au reste de l'étude (cf annexe III.a). Pour les surfaces additionnelles enrôlées dans la MAE, la seule réduction d'émissions considérée est une baisse d'utilisation de produits phytosanitaires de 36 % (Reau et al., 2009).

### **Surface sous contrat PHAE**

La surface physique sous engagement de cette MAE s'élève à 1,2 Mha. (DG Agriculture, 2011).

### **Additionnalité**

Le degré d'additionnalité ( $\alpha$ , voir partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) de la MAE est 0,012.

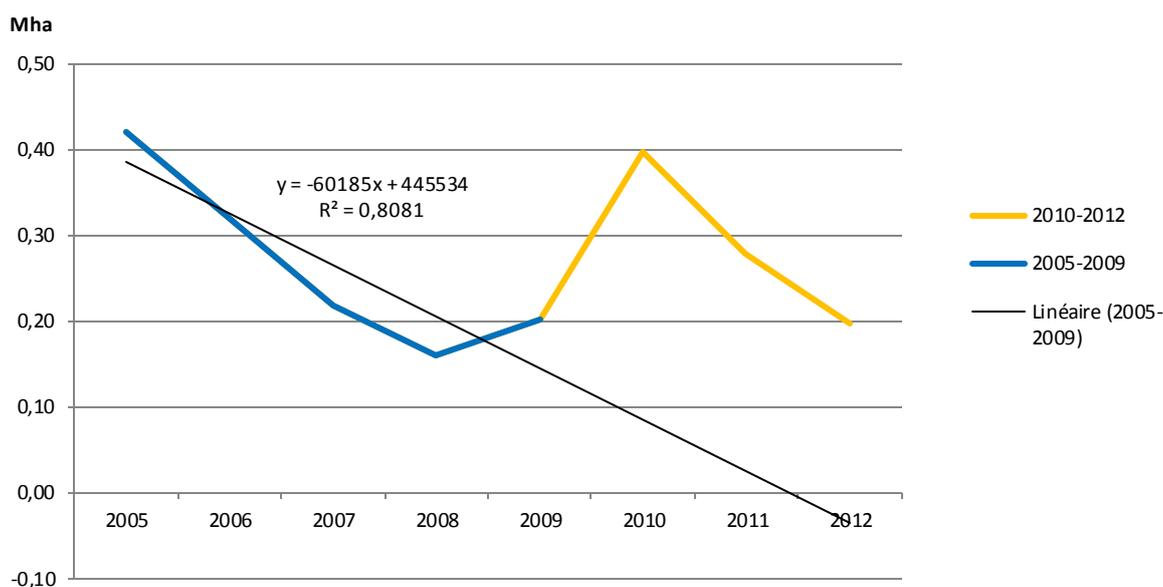
## **h. Premier pilier « aide aux protéagineux » - cultures**

### **Aides aux protéagineux dits « légumineuses à graines » (cultures)**

#### **Donnée d'activité : surface pour les protéagineux**

L'évolution des surfaces des légumineuses à graines présente une tendance décroissante significative ( $P = 0.03$ ) sur la période 2005-2009 qui s'interrompt avec la mise en œuvre de l'aide aux protéagineux en 2010 (Figure 2).

**Figure 2. Evolution de la surface de légumineuses à graines entre 2005 et 2012**



Source : CDC Climat Recherche d'après Agreste (2013a)

Le scénario BAU est donc l'extrapolation linéaire de la tendance 2005-2009 sur 2010-2012 (Tableau 5). La valeur extrapolée négative pour 2012 est ramenée à zéro (cf. partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

**Tableau 5. Evolution des protéagineux et comparaison avec la projection**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Surface des protéagineux (Mha)	0,422	0,322	0,219	0,160	0,201	0,397	0,278	0,197
Surface projetée des protéagineux suivant l'évolution de 2005-2009 (Mha)						0,084	0,024	0

Source : Agreste (2013a)

### Facteur d'émission

Les facteurs d'émissions sont directement repris de Pellerin et al. (2013a) qui prend notamment en compte l'effet induit des légumineuses sur la culture suivante (Tableau 6).

**Tableau 6. Facteurs d'émissions des légumineuses à graine**

	Emissions de N <sub>2</sub> O (en tCO <sub>2</sub> e/ha/an)	Emissions directes de CO <sub>2</sub> (en tCO <sub>2</sub> e/ha/an)	Emissions de GES en amont (en tCO <sub>2</sub> e/ha/an)
Par hectare de légumineuse introduite	1,02	0,02	0,95

### Estimation des émissions de N<sub>2</sub>O évitées par le biais de l'aide aux protéagineux

Par l'aide à l'implantation de légumineuses à graines en grandes cultures :

$$(0,291 - 0,036) \times (-1,02) = - 0,26 \text{ MtCO}_2\text{e/an}$$

### Estimation des émissions directes de GES évitées par la diminution de carburant sur l'exploitation

$$(0,291 - 0,036) \times (-0,02) = - 0.01 \text{ MtCO}_2\text{e/an}$$

### Estimation des émissions induites de GES évitées par la diminution de l'utilisation d'engrais

Les facteurs d'émissions sont issus de Pellerin et al. (2013).

$$(0,291 - 0,036) \times (- 0,95) = - 0,24 \text{ MtCO}_2\text{e/an}$$

### Estimation des émissions de GES évitées par quantité produite

Pellerin et al. (2013b) estime à 33 kgN/ha la quantité d'azote minérale économisée sur la grande culture suivant la légumineuse (moyenne entre un blé de pois et un colza de pois). Carrouée et al. (2012) estime qu'un précédent pois augmente également le rendement de la culture suivante (blé), de 8,4 q/ha par rapport à un précédent blé et de 1.9 q/ha par rapport à un précédent colza. De manière similaire à Pellerin et al. (2013b), nous retenons le gain moyen (5.15 q/ha), soit 8 % de plus que le rendement moyen retenu en annexe I.b. Il en résulte une estimation de 0.23 tCO<sub>2</sub>e/tMS pour la grande culture à précédent pois contre 0.26 tCO<sub>2</sub>e/tMS en moyenne.

Les quantités émises par unité de pois ne sont pas prises en compte du fait de la difficulté à les comparer à des émissions par unité d'une autre culture (la quantité de matière sèche, par exemple, ferait abstraction de la richesse protéique du pois comparé à un blé).

On obtient ainsi le changement du bilan GES de la tMS moyenne de grande culture (en %)

= émissions basées sur les surfaces projetées – émissions basées sur les surfaces observées

$$= \frac{S_{AB\_proj} \times R_{AB} \times FE_{AB\_tMS} + S_{AC\_proj} \times R_{AC} \times FE_{AC\_tMS}}{S_{AB\_proj} \times R_{AB} + S_{AC\_proj} \times R_{AC}} - \frac{S_{AB} \times R_{AB} \times FE_{AB\_tMS} + S_{AC} \times R_{AC} \times FE_{AC\_tMS}}{S_{AB} \times R_{AB} + S_{AC} \times R_{AC}}$$

$$= 0.04 \%$$

Où  $S_{prec\_pois\_proj}$ ,  $S_{PREC\_POIS}$ ,  $S_{AC\_proj}$ , et  $S_{AC}$  sont les surfaces en précédent pois et autre précédent respectivement, projetées où effectives en hectares (Tableau 1),  $R_{PREC\_POIS}$  et  $R_{AC}$  sont les rendements en précédent pois et autre précédent respectivement, et  $F_{PREC\_POIS\_tMS}$  et  $F_{AC\_tMS}$  sont les facteurs d'émissions par tonne de matière sèche produite en précédent pois et autre précédent respectivement.

## ANNEXE II. DETAILS DES CALCULS DE BILAN D'EMISSIONS DES AIDES A L'ELEVAGE

L'estimation du stockage additionnel de carbone par les différentes mesures de la politique agricole commune, repose principalement sur les études (Pellerin et al., 2013a) et (Arrouays et al., 2002).

### a. BCAE « bandes tampons » - prairies

#### Données d'activité : surface de bandes tampons en prairies

0,25 Mha en 2014 avec un taux de 60,4 % sur les prairies soit 0,151 Mha de bandes enherbées en prairies (voir annexe I.d).

#### Facteurs d'émission

Les bandes enherbées sont assimilées à des prairies dans Pellerin et al. (2013a), c'est pourquoi un stockage additionnel n'est possible que si la parcelle était en situation de cultures. Les doses d'intrants à l'hectare sont tirées d'Agreste (2011), sauf pour les apports azotés organiques (Agreste, 2010a). Une dose de produit phytosanitaire est estimée 0,1 kg de matière active par hectare d'après Aubertot et al.

(2005). Les sources pour les facteurs d'émission par dose d'intrant sont les mêmes qu'en annexe III.a. Les émissions liées aux animaux et à leur déjections ne sont pas considérées (hypothèse implicite : pour les prairies pâturées, les bandes enherbées reçoivent autant de déjections que le reste de la prairie et le chargement à l'hectare reste inchangé). Les émissions par quantité produite ne sont pas estimées, faute d'hypothèse la quantité d'herbe produite en l'absence de traitement sur les bandes enherbées.

## b. BCAE « gestion des surfaces en herbe » - prairies

### Scénario de référence et facteur d'émission « carbone sol et biomasse »

Le scénario de référence considéré est une perte de prairie. Les hypothèses retenues pour le devenir des prairies perdues sont :

- elles sont converties dans trois autres usages (culture, forêt et zone urbaine) au prorata des taux des conversions nationaux ;
- en cas de conversion en culture, la moitié des surfaces est convertie en maïs fourrager et l'élevage devient hors sol, l'autre moitié est convertie en grandes cultures et dans ce cas le troupeau disparaît.

La conversion des prairies en forêt, culture ou zone urbanisée provoque des changements de stocks de carbone dans le sol et dans la biomasse (Tableau 7). Les taux moyens de conversion des prairies (Tableau 7) ont été calculés à partir des matrices de changement d'utilisation des terres de (CITEPA, 2014) sur la période 1992-2012. Les conversions en « autres terres » sont négligées.

**Tableau 7. Facteur d'émission et taux de conversion des prairies en autres usages**

Changement d'utilisation des sols	Facteur d'émission (en tCO <sub>2</sub> e/ha/an)	Proratas des conversions nette de prairies en autres usages sur 2005-2012
Prairie vers forêt	-5,00	10%
Prairie vers culture	3,252786762	77%
Prairie vers zone urbanisée	6,5306015	12%

Source : CITEPA (2014) et CITEPA (2013c)

### Facteurs d'émission liés à l'usage

Hormis le changement de stock de carbone, la conversion d'une prairie va modifier les émissions supprimant celles de la gestion de la prairie (fertilisation, émissions liées au troupeau, etc.) et en remplaçant par celles du nouvel usage (e.g. fertilisation et émissions liées au troupeau en bâtiment en cas de conversion en maïs fourrager). Les émissions des différents usages du sol sont donc calculées suivant les hypothèses suivantes :

- prairie : un chargement moyen à l'hectare de 1,56 UGB (Agreste, 2010a), 60 % du temps en pâture et 40 % en bâtiment (CITEPA, 2013c). Les facteurs d'émissions liés aux émissions du troupeau sont tirés de CITEPA (2013c) pour les paramètres spécifiques à la France et de IPCC (2006) pour ceux que le CITEPA reprend du GIEC. Les émissions liées aux intrants et à la mécanisation sont issues des mêmes sources que pour les cultures (voir Annexe III.a), sauf pour les apports organiques (Agreste, 2010a) ;
- maïs fourrager : la culture fourragère est supposée supporter 1,9 UGB de plus par hectare que le chargement de troupeau de la prairie qu'elle remplace. Cette estimation est obtenue sur les données du RICA (2013), en contrôlant pour les montants d'achats de concentrés<sup>1</sup>. Elle ne varie pas

<sup>1</sup> D'après la régression : « chargement à l'hectare de SFP » = a + b\*part du maïs dans la SFP + c\*« charges concentrés » + ε

significativement sur des sous-échantillons (e.g. OTEX lait seul, exploitations autonomes en concentrés, etc.). Les sources sont identiques à la prairie pour les facteurs d'émission ;

- culture : voir Annexe I.b ;
- forêt : les émissions liées aux opérations sylvicoles sont négligées. Les émissions sont donc nulles hors changement de stock de carbone ;
- zone urbanisée : les émissions sont supposées nulles, hors changement de stock de carbone. En réalité, il est probable que la construction sur prairie soit moins dense, et donc plus émettrice, que celle qui aurait eu lieu en zone déjà urbanisée si la prairie n'avait pas été disponible pour la construction. Cependant, cet effet est difficile à quantifier.

#### Bilan par hectare de prairie non convertie

Les émissions liées à chacun de ces usages sont récapitulées en annexe III. Le Tableau 8 fournit le bilan par hectare de prairie non convertie en pondérant par la part de conversion en chaque usage.

**Tableau 8. Bilan GES par hectare de prairie non convertie grâce à la BCAE « gestion des surfaces en herbe »**

	Emissions de N <sub>2</sub> O au champ	Emissions de GES en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage de carbone	Total
En tCO <sub>2</sub> e/ha/an	0,39	0,16	-0,52	2,80	2,83

#### Bilan par quantité de produit (litre de lait / kg de viande)

Ramené au litre de lait, un système intense en maïs émet 45 % de plus qu'un système essentiellement herbager : 0.8 kgCO<sub>2</sub>e/l contre 0.55 kgCO<sub>2</sub>e/l (Dollé et al., 2013). Pour les troupeaux allaitants, un système intensif émet de l'ordre de 54 % de plus (Gac et al., 2010). Il serait toutefois difficile de faire un bilan par quantité de produit étant donné que le type de produit change partiellement – 50 % des prairies converties en cultures étant supposé avoir un débouché hors alimentation animale.

Quelques soient les estimations précédentes, la BCAE n'ayant pas permis d'éviter la perte de prairies, elle n'a pas d'impact sur le bilan carbone au global et par quantité de produit.

### c. BCAE « maintien des particularités topographiques » - prairies

#### Données d'activité : linéaire de haies

Voir partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

#### Facteur d'émission

Les haies sont supposées ne pas recevoir d'amendement (engrais, pesticides). Les émissions liées à la consommation de carburant sont légèrement supérieures à une prairie mais négligeables (Pellerin et al., 2013b). Le facteur d'émission lié aux intrants est calculé d'après les apports moyens en engrais minéraux et en pesticides pour les prairies (voir Annexe III.b).

Un hectare de prairie comprenant des haies est supposé contenir 100 mètres linéaires, occupant 2 % de la surface au sol (Pellerin et al., 2013b).

#### Estimation des émissions de GES évitées par hectare (approche surface) et par quantité produite

La méthode est la même que pour les bandes enherbées sur cultures et fournit les résultats résumés par le Tableau 9. Les émissions par litre de lait et par hectare de SFP dédiée à l'élevage laitier dans une

exploitation majoritairement herbagère sont tirées de Guyomard (2013). Les émissions par litre de lait sont par ailleurs du même ordre de grandeur que Dollé et al. (2013).

**Tableau 9. Emissions de GES évitables par l'implantation de haies en prairie**

	Emissions de N <sub>2</sub> O évitées au champ	Emissions de GES évitées en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage additionnel de carbone	Total
En tCO <sub>2</sub> e/ha <sup>1</sup> /an	-0,01	-0,01	-0,10	-0,92	-1,03
Total (MtCO <sub>2</sub> e/an)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Relativement à la quantité de produit	-26 % par litre de lait. Baisse de rendement de -2 %.				
<sup>1</sup> En comptant 100 mètres linéaires de haie par hectare de prairie d'après Pellerin et al. (2013).					

#### d. BCAE « entretien minimal des terres » - prairies

##### Scénario de référence et facteur d'émission « carbone sol et biomasse »

Le scénario de référence considéré est une conversion de prairie en forêt. La conversion des cultures en forêt provoque des changements de stocks de carbone dans le sol et dans la biomasse. Le facteur d'émission lié à ces changements est directement repris de l'inventaire national (CITEPA, 2013c).

##### Facteurs d'émission liés à l'usage

Hormis le changement de stock de carbone, la conversion d'une prairie va modifier les émissions supprimant celles de la gestion de la prairie (fertilisation, émissions liées au troupeau, etc.) et en les remplaçant par celles du nouvel usage. Les émissions des différents usages du sol sont donc calculées suivant les hypothèses suivantes :

- prairie : voir annexe II.b et annexe III.b ;
- forêt : les émissions liées aux opérations sylvicoles sont négligées. Les émissions sont donc nulles hors changement de stock de carbone.

##### Bilan par hectare de prairie non convertie

Le Tableau 10 fournit le bilan par hectare de prairie non convertie en pondérant par la part de conversion en chaque usage.

**Tableau 10. Bilan GES par hectare de prairie non convertie grâce à la BCAE « entretien minimal des terres »**

	Emissions de N <sub>2</sub> O au champ	Emissions de GES en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage de carbone	Total
© En tCO <sub>2</sub> e/ha/an	0,47	0,30	4,96	5,00	10,73

La mesure étant jugée inefficace (voir partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), son effet total est nul.

##### Bilan par quantité de produit (litre de lait / kg de viande)

Le bilan par quantité de produit est difficile à calculer dans la mesure où l'on passe d'un produit agricole à un produit forestier.

## e. Premier pilier « aide à l'agriculture biologique » - élevage

### Données d'activité : surfaces fourragères en bio

L'évolution des surfaces fourragères en bio est calculée à partir de l'évolution de la surface totale en bio, en supposant que la part des surfaces fourragères n'a pas varié sur la période et est égale à sa part en 2013, soit 65 %. L'évolution des surfaces fourragères en bio ne présente pas de tendance significative entre 2002 et 2006 ( $p = 0.16$ ). On utilise donc la surface moyenne 2002-2006, 0.35 Mha, comme surface de référence, comparée à 0,51 Mha en moyenne sur 2007-2012.

### Facteur d'émission

Van der Werf et al. (2009) estime les émissions d'exploitations dédiées à l'élevage laitier en AB et en AC, en négligeant la séquestration de carbone par les prairies. Pour rendre ces résultats homogènes avec le reste de l'étude, on soustrait cette séquestration aux émissions de l'AB. Pour ce faire, van der Werf et al. (2009) fournit la part de maïs dans la surface fourragère principale, à laquelle nous rajoutons la surface estimée nécessaire par van der Werf et al. (2009) à la production des concentrés consommés par les exploitations : 41 % de maïs pour l'AC contre 10 % pour l'AB. La différence (31 %) est supposée convertie du maïs à la prairie lors de la conversion en AB. Le facteur d'émissions correspondant à cette conversion est tiré de CITEPA (2014), en cohérence avec le reste de l'étude.

Le Tableau 11 fournit les différentes étapes et les différents éléments du calcul.

**Tableau 11. Chiffres clés de l'AC et de l'AB en élevage**

	Facteur d'émission (en tCO <sub>2</sub> e/ha de SFP/an) hors UTCF	Facteur d'émission (en tCO <sub>2</sub> e/ha de terre occupée y compris production de concentrés/an) hors UTCF	Part du maïs dans la SFP corrigée pour les concentrés	Séquestration liée à la conversion de maïs en prairie (tCO <sub>2</sub> e/ha de SFP/an)	Facteur d'émission (en tCO <sub>2</sub> e/ha de SFP/an) UTCF inclus
Agriculture conventionnelle (AC)	5,24	6,27	0,41	0	5,24
Agriculture biologique (AB)	4,68	4,89	0,10	1,02	3,66
	Productivité laitière (litre standardisé/ha de SFP/an)	Productivité laitière (litre standardisé/ha de terre occupée y compris production de concentrés/an)	Facteur d'émission (en tCO <sub>2</sub> e/ha de terre occupée y compris production de concentrés/an) UTCF inclus	Facteur d'émission hors UTCF (en tCO <sub>2</sub> e/tonne de lait standardisé en matières grasses et protéiques /an)	Facteur d'émission (en tCO <sub>2</sub> e/tonne de lait standardisé en matières grasses et protéiques /an) UTCF inclus
Agriculture conventionnelle (AC)	7197	6018	6,27	1,08	1,08
Agriculture biologique (AB)	4416	4230	3,87	1,04	0,82

Source : CDC Climat Recherche d'après van der Werf (2009).

### Estimation des émissions de GES évitées par quantité produite par l'agriculture biologique

Voir Tableau 11. Les baisses de rendements mesurées par van der Werf et al. (2009) et utilisées dans cette étude (-30 % par hectare de SFP, -28 % par vache) sont par ailleurs comparables à celles des autres études synthétisées par Guyomard (2013).

## f. Second pilier « prime herbagère agroenvironnementale »

### Scénario de référence

Le scénario de référence considéré est une perte de prairie. Les hypothèses retenues pour le devenir des prairies perdues sont :

- elles sont converties en maïs fourrager, puisque la MAE compense la perte de revenu de l'élevage par rapport à une situation restant agricole ;

- malgré la conversion en culture, le troupeau est maintenu. On fait l'hypothèse que le retournement des prairies permet de nourrir 1,9 UGB de plus par hectare (voir annexe II.b).

### Bilan par hectare (de prairie « non convertie »)

Le bilan par hectare de prairie non convertie est calculé suivant les mêmes modalités que pour la BCAE « gestion des surfaces en herbe » (cf annexe II.h) à deux exceptions près :

- l'alternative « maïs fourrager » est considérée représenter 100 % des surfaces concernées, contre 77 % pour la BCAE ;
- le chargement à l'hectare est supposé être de 1,4 UGB/ha contre la moyenne française en prairie de 1,56 UGB/ha pour la BCAE.

### Surface sous contrat PHAE

La surface de prairie sous engagement de cette MAE s'élève à 4 Mha. (DG Agriculture, 2011)

### Additionnalité

Chabé-Ferret et Subervie (2009) estime que les exploitations ayant souscrit à la PHAE ont diminué leur surface non-prairiale de 2 points de plus que celles qui n'y ont pas souscrit. La surface de prairie conservée est donc estimée par :

$$s_{pc} = s_{ce\_PHAE} \times \alpha = \frac{s_{p\_PHAE}}{1 - p_{cult\_PHAE}} \times p_{cult\_PHAE} \times \alpha$$

Où  $s_{pc}$  est la surface en prairie conservée par la MAE,  $s_{ce\_PHAE}$  est la surface en culture évitée par la MAE,  $s_{p\_PHAE}$  est la surface de prairie souscrivant à la PHAE (4 Mha),  $p_{cult\_PHAE}$  est la proportion de cultures dans les exploitations ayant souscrit à la PHAE et  $\alpha$  est le degré d'additionnalité (0.02).

**Tableau 12. Estimation des émissions de GES évitées par la MAE « prime herbagère agroenvironnementale »**

Potentiel d'atténuation	Emissions de N <sub>2</sub> O au champ	Emissions de GES en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage de carbone	Total
En tCO <sub>2</sub> e par hectare de prairie conservé	-0,73	-0,09	-6,48	-3,25	-10,55
Total (MtCO <sub>2</sub> e)	-0,008	-0,001	-0,07	-0,03	-0,11
Relativement à la quantité de produit	Ramené au litre de lait, un système prairial à faible impact émet 31 % de moins qu'un système plus intense en maïs : 0.8 kgCO <sub>2</sub> e/l contre 0.55 kgCO <sub>2</sub> e/l (Dollé et al., 2013). Pour les troupeaux allaitants, un système extensif émet de l'ordre de 35 % de moins (Gac et al., 2010).				

Source : CDC Climat Recherche avec les données de IPCC (2006) et CITEPA (2013a).

## g. Second pilier « système fourrager économe en intrants »

Le Rohellec et al. (2010) fournit une comparaison détaillée des pratiques et rendements obtenus par les éleveurs enrôlés dans la MAE SFEI par rapport à des exploitations comparables.

### Scénario de référence

Le scénario de référence considéré est le même que pour la MAE PHAE (section f), à savoir une perte de prairie. Les hypothèses retenues pour le devenir des prairies perdues sont :

- elles sont converties dans un autre usage, les cultures, puisque la MAE compense la perte de revenu de l'élevage par rapport à une situation restant agricole. Le choix de cette culture se tournerait certainement vers le maïs puisque les exploitations équivalentes de l'ouest fonctionnaient avec 37 % de maïs en 2008 (Le Rohellec et al., 2010) alors que la limite du cahier des charges est de 18 %.

- malgré la conversion en culture, le troupeau est maintenu. Le Rohellec et al. (2010) indique un chargement légèrement supérieur par hectare de surface fourragère pour les éleveurs hors SFEI « de référence » : 1,8 UGB/ha contre 1,4 UGB/ha en SFEI.

### Surface sous contrat SFEI

La surface physique sous engagement de cette MAE s'élève à 0,04 Mha (DG Agriculture, 2011). Nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit uniquement de la surface fourragère, sachant qu'elle représente de toute façon 85 % de la SAU des exploitations enrôlées.

### Additionnalité

La SFEI n'a pas été étudiée par Chabé-Ferret et Subervie (2012, 2009). Le cahier des charges de la SFEI ressemble à une combinaison des cahiers des charges de trois MAE étudiées par Chabé-Ferret et Subervie (2009) : la MAE 8 « Modifier les traitements phytosanitaires », de la MAE 09 « Modifier la fertilisation », et la MAE 20 « Gestion extensive des surfaces en herbe ». On peut penser que le cahier des charges le plus contraignant va déterminer le degré d'additionnalité. En conséquence, le  $\alpha$  appliqué est le  $\alpha$  le plus élevé de ces trois MAE, à savoir 0.32, celui de la MAE 09.

### Bilan par hectare (de prairie « non convertie »)

Les données de fertilisation, d'assolement et de chargement (Tableau 13) sont reprises de Le Rohellec et al. (2010). Pour les éleveurs enrôlés dans la MAE SFEI, les valeurs retenues sont les valeurs « de croisière », c'est-à-dire celles des « anciens signataires » qui ont atteint un équilibre après une phase transitoire. Elles sont comparées aux moyennes nationales pour les prairies et pour le maïs (Agreste, 2011, 2010a). Les pratiques détaillées des éleveurs enrôlés dans la MAE n'étant pas disponibles pour les produits phytosanitaires, on corrige les valeurs tirées d'Agreste (2011, 2010a) par le ratio  $IFT_{MAE}/IFT_{référence}$ . Les facteurs d'émissions appliqués pour les prairies et le maïs sont les mêmes que pour la MAE PHAE (section f).

**Tableau 13. Pratiques culturelles des exploitations sous contrat SFEI**

	Eleveurs enrôlés dans la MAE SFEI	Eleveurs hors SFEI « de référence »
Azote minéral kgN/ha de prairie	2	27
Azote minéral kgN/ha de maïs	2	64
Azote organique kgN/ha de prairie	50	28
Azote organique kgN/ha de maïs	61	124
IFT prairie	0.05	0.021
IFT maïs	0.88	1.66
Part des prairies dans la surface fourragère	91 %	63 %
Chargement (UGB/ha de surface fourragère)	1.4	1.8

Source : (Agreste, 2011, 2010a; Le Rohellec et al., 2010)

Deux effets d'atténuation se combinent donc : la préservation de prairie – comme pour la MAE PHAE, et l'intensité de fertilisation et de traitements phytosanitaires moindre par hectare de maïs et de prairie des éleveurs enrôlés comparée à la moyenne nationale du fait du cahier des charges. La synthèse par hectare de surface fourragère enrôlée dans la MAE est donnée par le Tableau 14.

### Bilan par quantité de produit (litre de lait)

Les deux tiers des exploitations étant orientés sur la production de lait, seule l'estimation par litre de lait est réalisée. Le Rohellec et al. (2010) compare les rendements laitiers des « anciens signataires » de la MAE (5216 L/VL/an) et des éleveurs laitiers « de référence » (6811 L/VL/an). En appliquant les données d'activité et facteurs d'émission susmentionnés, on aboutit à 0.81 kgCO<sub>2</sub>e/l pour les exploitations de référence et 0.77 kgCO<sub>2</sub>e/l pour les exploitations enrôlées dans la MAE. L'ordre de grandeur est comparable aux valeurs de Dollé et al. (2013) mais la différence entre les deux systèmes est nettement plus faible que celle rapportée par Dollé et al. (2013) entre des exploitations « optimisées » et des exploitations « non optimisées ». L'écart vient vraisemblablement du dénominateur puisque la production de lait est quasiment identique entre les deux types d'exploitations comparées par Dollé et al. (2013).

**Tableau 14. Potentiel d'atténuation par hectare de surface fourragère enrôlée dans la MAE SFEI**

Potentiel d'atténuation	Emissions de N <sub>2</sub> O au champ	Emissions de GES en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage de carbone	Total
En tCO <sub>2</sub> e par hectare de prairie conservé	-0,31	-0,22	-3,89	-3,25	-7,67
Total (MtCO <sub>2</sub> e)	-0,00014	-0,00010	-0,0018	-0,0015	-0,0035
Relativement à la quantité de produit	Ramené au litre de lait, les exploitations souscrivant à la MAE SFEI émettent 15 % de moins. Baisse de rendement : -40 % par hectare de SFP.				

## **h. Premier pilier « aide aux légumineuses » - prairies**

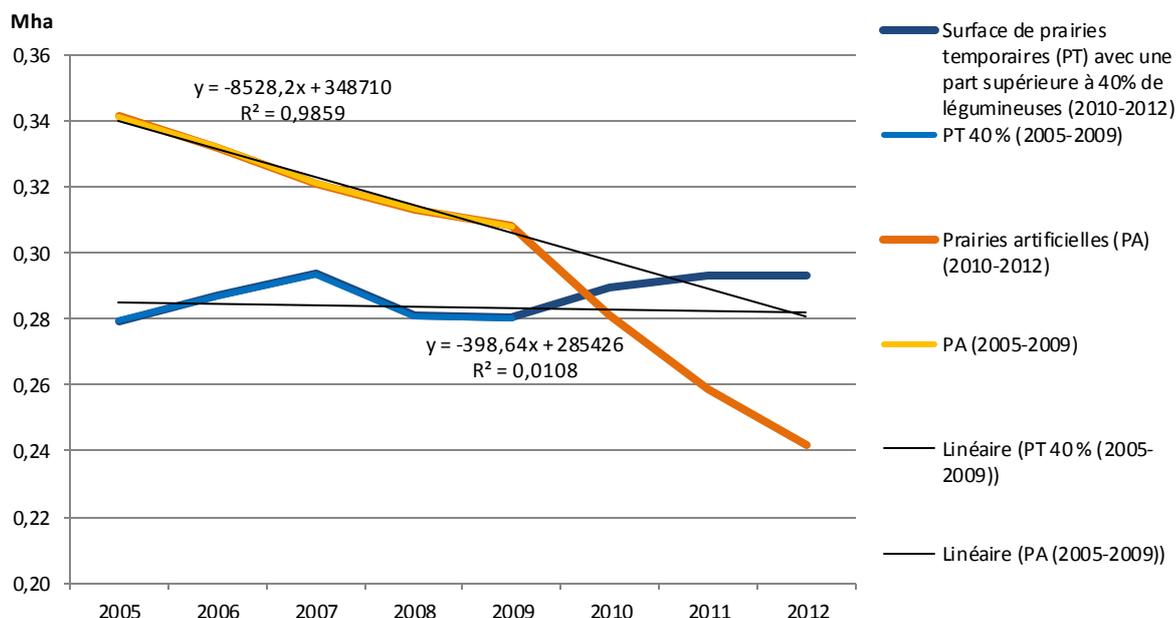
### Aides aux légumineuses fourragères sur prairies

#### **Données d'activité : surface en légumineuses fourragères (prairies artificielles) et prairies temporaires**

Pellerin et al. (2013a) indique que la réduction de la fertilisation azotée sur prairies est efficace dès lors que la part de légumineuses est supérieure à 40 %. Or la part de prairies permanentes (PP) comprenant plus de 40 % de légumineuses s'élève à 0,05 % de la sole totale. Pour le calcul, seules les prairies temporaires (PT) et les prairies artificielles (PA) ont donc été retenues. D'après Pellerin et al. (2013a) et l'enquête « pratiques culturales » (Agreste, 2010a) le pourcentage de la surface de prairies temporaires ayant un taux de couverture en légumineuses supérieur à 40 % est de 10,21 %. Ce pourcentage est supposé constant sur la période d'étude (2005-2012). De plus, Agreste (2014) définit les prairies artificielles comme des prairies qui sont toujours ensencées d'au moins 80 % de légumineuses fourragères, pures ou en mélange. La majorité des légumineuses fourragères se trouvent par conséquent dans cette catégorie.

CGDD (2013) identifie un biais déclaratif entre prairies temporaires et prairies permanentes : la surface déclarée en prairie permanente chute brutalement de 260 000 ha entre 2009 et 2010, alors que la surface déclarée en prairie temporaire fait un bon de 355 000 ha. Ce biais est probablement lié à l'introduction de la BCAE « gestion des surfaces en herbe » qui contraint plus fortement la revente ou le retournement pour les prairies permanentes que pour les prairies temporaires. Il est ici rectifié en rajoutant aux surfaces en prairies permanentes entre 2010 et 2012 la baisse observée entre 2009 et 2010, et en retranchant cette même valeur aux surfaces en prairie temporaire entre 2010 et 2012.

**Figure 3. Evolution des surfaces des prairies temporaires dont la part de légumineuses est supérieure à 40 % et la surface des prairies artificielles**



Source : CDC Climat Recherche d'après les données de (Agreste, 2013a)

La surface des prairies artificielles baisse significativement ( $P = 0.0007$ ) et linéairement sur la période 2005-2009. L'extrapolation linéaire de cette tendance sur 2010-2012 est donc notre scénario BAU. Depuis la mise en place de l'aide couplée du premier pilier en 2010, la baisse des surfaces s'est accélérée ce qui va dans le sens contraire de l'effet attendu (Figure 3). L'effet de la mesure est donc considéré comme nul pour les surfaces de légumineuses en prairies artificielles.

Les surfaces en prairies temporaires ne présentent pas de tendance significative entre 2005 et 2009 ( $P = 0.87$ ). Le scénario BAU considéré est donc la moyenne des prairies temporaires comprenant plus de 40% de légumineuses sur 2005-2009 (Tableau 15), soit 0,284 Mha. La surface annuelle moyenne observée par la Statistique annuelle agricole (Agreste, 2013d) sur la période de 2010-2012 est de 0,292 Mha (Tableau 15).

**Tableau 15. Evolution de la surface des prairies et comparaison avec la projection**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Surface des prairies temporaires avec un taux de couverture supérieur à 40 % de légumineuses (Mha)	0,279	0,287	0,294	0,281	0,280	0,289	0,293	0,293
Prairies artificielles (Mha)	0,341	0,332	0,321	0,313	0,308	0,281	0,258	0,242

Source : Agreste (2013d)

#### **Facteur d'émission : atténuation unitaire des légumineuses fourragères**

La différence de réduction des émissions entre les deux sous actions (aide aux protéagineux (annexe I.g) et aides aux légumineuses fourragères) peut être expliquée par la distinction des unités dans lesquelles le facteur d'émission est exprimé. En grande culture, la réduction d'émission de GES est estimée par hectare de légumineuse implantée alors qu'en prairie elle est estimée par hectare de prairie, qui n'est en

général pas exclusivement constituée de légumineuses. Par ailleurs, la fertilisation est généralement moindre en prairie qu'en culture.

**Tableau 16. Valeur des émissions directes, indirectes et en amont de GES évitées**

	Emissions de N <sub>2</sub> O (en tCO <sub>2</sub> e/ha/an)	Emissions directes de CO <sub>2</sub> (en tCO <sub>2</sub> e/ha/an)	Emissions de GES en amont (en tCO <sub>2</sub> e/ha/an)
Pour les légumineuses dans les prairies (par ha de prairie)	0,170	0,00136	0,156

Source : Pellerin et al. (2013a)

#### **Estimation des émissions de N<sub>2</sub>O évitées par le biais de l'aide aux légumineuses**

Par l'aide à l'implantation de légumineuses en prairies:  $(0,292 - 0,284) \times (-0,170) = -0,001 \text{ MtCO}_2\text{e/an}$

#### **Estimation des émissions directes de GES évitées par la diminution de carburant sur l'exploitation**

$(0,292 - 0,284) \times (-0,00136) = -0,01 \times 10^{-3} \text{ MtCO}_2\text{e/an}$

#### **Estimation des émissions induites de GES évitées par la diminution de l'utilisation d'engrais**

Les facteurs d'émissions sont issus de Pellerin et al. (2013).

$(0,292 - 0,284) \times (-0,156) = -0,001 \text{ MtCO}_2\text{e/an}$

### ***i. Premier pilier « aide au lait de montagne »***

#### **Scénario de référence**

Le scénario de référence considéré est une perte de cheptel et des prairies associées. L'hypothèse retenue pour le devenir des prairies perdues en montagne est :

- elles sont converties dans un usage : la forêt. Il est supposé dans ce cas que les difficultés de terrains et d'altitude sont un frein à la conversion en culture ou en zone urbanisée.

#### **Données d'activité : surface de prairie des exploitations de montagne en bovin lait**

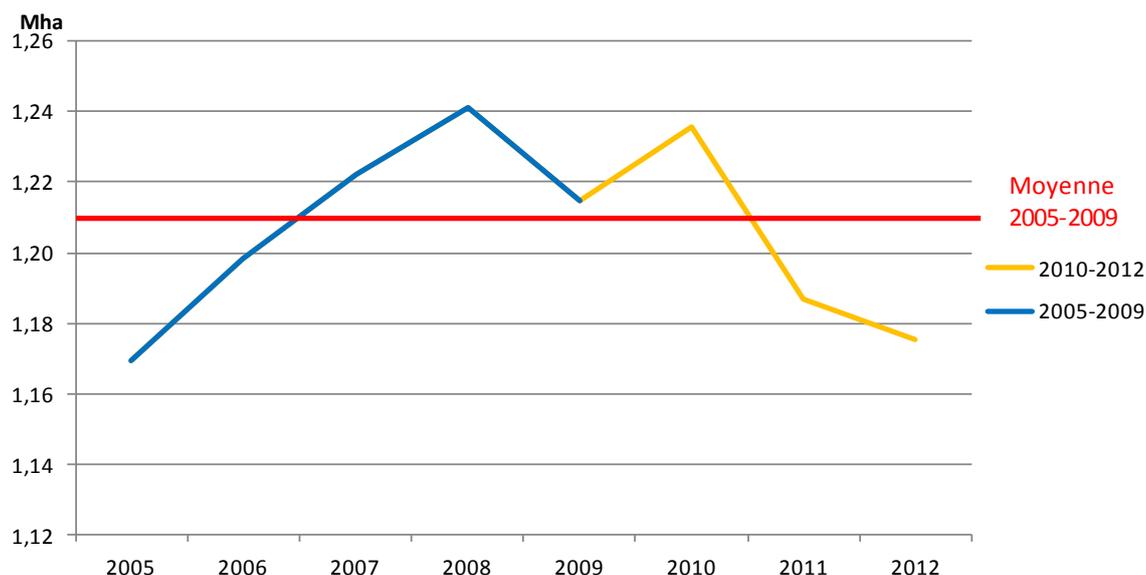
Les données d'activité (surfaces en prairies temporaires et permanentes des exploitations laitières en montagne) ne sont pas directement disponibles. Elles sont reconstruites à partir de l'enquête du Réseau Comptable d'Information Agricole (RICA France and Agreste, 2013) ajustée annuellement et pour chaque région de manière à assurer la cohérence avec les statistiques annuelles agricoles (Agreste, 2013d) utilisées par ailleurs :

$$S_{\text{prairie\_lait\_montagne\_it}} = S_{\text{prairie\_lait\_montagne\_RICA\_it}} \times \frac{S_{\text{prairie\_SAA\_it}}}{S_{\text{prairie\_RICA\_it}}}$$

où  $S_{\text{prairie\_lait\_montagne\_it}}$  est la donnée d'activité recherchée pour la région  $i$  à l'année  $t$ ,  $S_{\text{prairie\_lait\_montagne\_RICA\_it}}$  est la surface de prairie des exploitations laitières en montagne donnée par le RICA pour la région  $i$  à l'année  $t$ ,  $S_{\text{prairie\_RICA\_it}}$  est la surface totale de prairies donnée par le RICA pour la région  $i$  à l'année  $t$  et  $S_{\text{prairie\_SAA\_it}}$  est la surface totale de prairies donnée par la SAA pour la région  $i$  à l'année  $t$ .

La croissance de  $S_{\text{prairie\_lait\_montagne\_it}}$  sur 2005-2009 n'est pas significative ( $P = 0.12$ ). La mesure n'est pas jugée efficace puisque la moyenne de  $S_{\text{prairie\_lait\_montagne\_it}}$  sur 2010-2012 (1.20 Mha) est inférieure à la moyenne 2005-2009 (1.21 Mha).

**Figure 4. Evolution de la surface des prairies (temporaires et permanentes) de montagne en bovin lait**



Source : CDC Climat Recherche d'après RICA (2013) et Agreste (2013d)

#### Bilan par hectare (de prairie « non convertie »)

D'après (Agreste, 2013e), le chargement moyen en exploitations laitières en zone défavorisée de montagne est de 1 UGB/ha. Autrement, les sources et les méthodes de calcul des facteurs d'émissions sont les mêmes que pour la BCAE « surface en herbe » en remplaçant les moyennes pondérées par le cheptel en UGB de chaque type d'animal par les facteurs d'émissions spécifiques aux vaches laitières (Tableau 17).

**Tableau 17. Aide au lait de montagne et émissions de GES**

Potentiel d'atténuation	Emissions de N <sub>2</sub> O au champ	Emissions de GES en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage de carbone	Total
En tCO <sub>2</sub> e par hectare de prairie conservé	0,47	0,30	5,23	5,00	11,00
Total (MtCO <sub>2</sub> e/an)	0 : la moyenne des prairies des exploitations laitières sur 2010-2012 est inférieure à la moyenne avant la mesure (2005-2009).				
Relativement à la quantité de produit	Non calculable : le scénario contrefactuel étant l'absence de production laitière.				

Source : CDC Climat Recherche

#### **j. Indemnités compensatoires de handicaps naturels (ICHN)**

Similaire à l'aide au lait de montagne mais non quantifié car n'a pas subi de changement depuis 2001.

#### **k. Premier pilier découplage bovin viande**

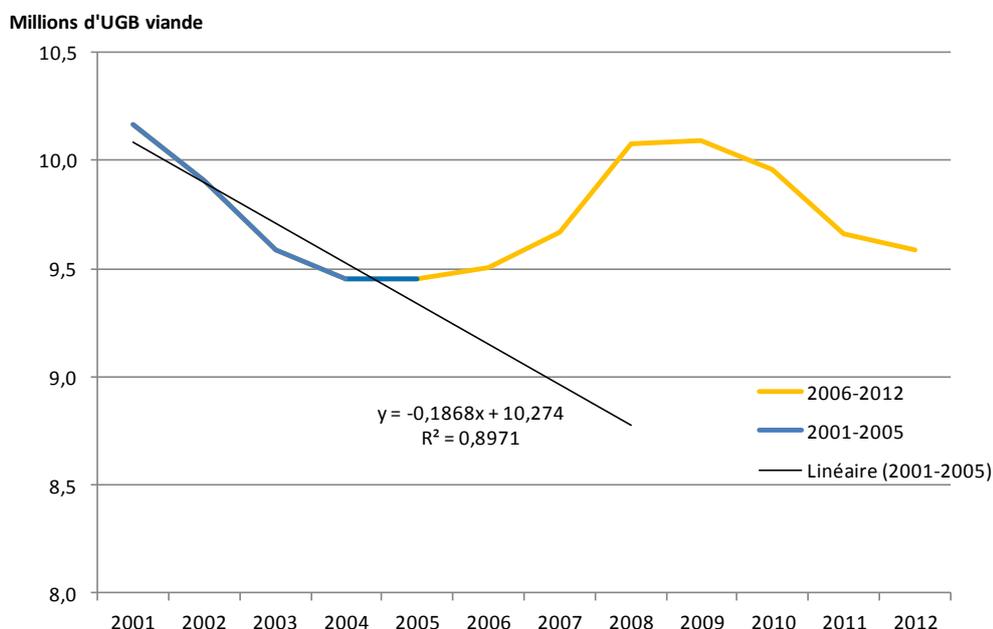
##### Scénario de référence

Le scénario de référence considéré est un maintien du troupeau « bovin viande » – vaches allaitantes et les jeunes bovins associés – là où le découplage partiel de cette mesure tend à diminuer la taille du troupeau. L'évolution de la surface fourragère n'est pas considérée ici dans la mesure où l'aide découplée maintient un soutien à l'orientation « élevage » de l'exploitation même si ce soutien n'est plus dépendant de la productivité.

### Données d'activité : cheptel « bovin viande »

L'évolution du cheptel « bovin viande » tel que défini par le CITEPA – c'est-à-dire l'intégralité du cheptel bovin hors vaches laitières – présente une tendance significative ( $P = 0.01$ ) sur la période 2001-2005 (Figure 5).

Figure 5. Evolution du cheptel bovin allaitant entre 2001 et 2012



Source : CDC Climat Recherche d'après Eurostat

Le scénario BAU est donc la moyenne des valeurs projetées sur 2006-2012 au moyen de la régression linéaire sur 2001-2005. Elle s'élève à 8,6 millions d'UGB contre 9,8 rapportée dans Eurostat. La mesure est donc jugée inefficace.

### Bilan par UGB non produite

Le bilan par UGB non produite suite au découplage est réalisé à partir des mêmes facteurs d'émissions et hypothèses que pour la BCAE « surface en herbe » pour les émissions du cheptel en remplaçant les moyennes pondérées par le cheptel en Unité Gros Bétail (UGB) de chaque type d'animal par les facteurs d'émissions spécifiques au troupeau « bovin viande » (Tableau 18). Les émissions liées à la gestion des surfaces fourragères sont considérées comme constantes (voir ci-avant).

Tableau 18. Découplage partiel des aides aux bovins viande

Potentiel d'atténuation	Emissions de N <sub>2</sub> O au champ	Emissions de GES en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage de carbone	Total
En tCO <sub>2</sub> e par UGB viande non produite	0,00	0,00	-3,10	0,00	-3,10
Total (MtCO <sub>2</sub> e)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Relativement à la quantité de produit	Il s'agit d'une baisse de production. Il n'y a donc pas d'impact évident sur les émissions par kilogramme de carcasse. La légère incitation à l'extensification des surfaces fourragères fournie par le découplage partiel est négligée ici.				

Source : CDC Climat Recherche.

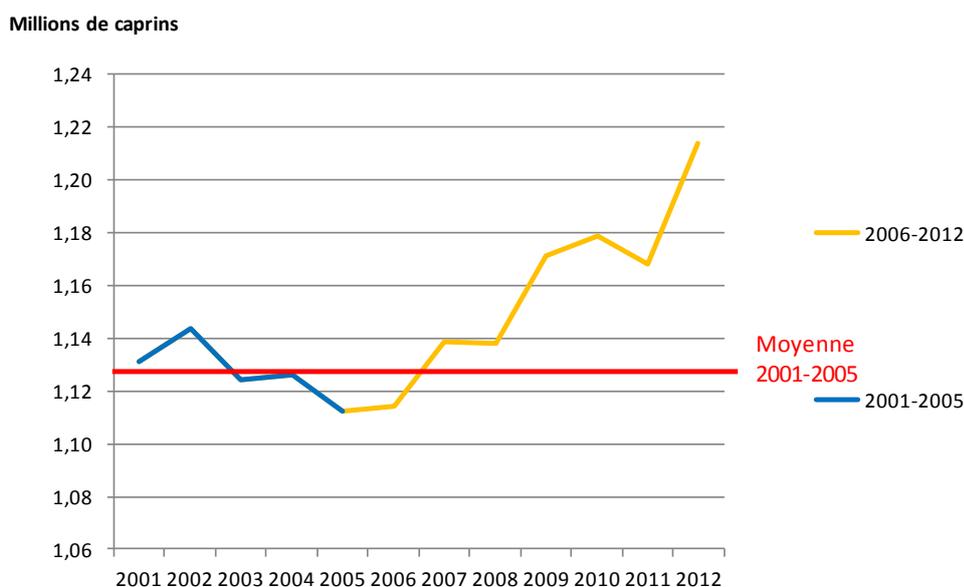
### Bilan relatif à la quantité de produit (kg de viande ou litre de lait par hectare de SFP)

Le découplage des aides fournit en principe une incitation au pâturage au détriment des cultures fourragères puisque l'aide n'est plus dépendante du chargement à l'hectare qui augmente avec la part des cultures fourragères dans la SFP. C'est notamment ce qui ressort des simulations réalisées avec le modèle AROPAj (Galko, 2007). En cohérence avec les résultats évoqués en annexe II.f, on pourrait donc s'attendre à une baisse des émissions par quantité de produit. Toutefois, comme la surface en prairie n'a cessé de baisser suite au découplage, et qu'on observe en parallèle une augmentation des rendements par animal (litre de lait par vache ou kg de viande par UGB) qui sont généralement corrélés à une baisse des émissions par quantité de produit, le bilan du découplage par quantité de produit n'est pas estimé.

### I. Premier pilier : découplage caprin

Les méthodes et facteurs d'émissions sont les mêmes que pour les bovins « viande », en remplaçant les facteurs d'émissions spécifiques au troupeau bovin allaitant par ceux spécifiques aux caprins (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). L'évolution du cheptel caprin ne présente pas de tendance significative ( $P = 0.12$ ) sur la période 2001-2005 (Figure 6). En outre, la moyenne 2006-2012 est supérieure à la moyenne 2001-2005. La mesure est donc jugée inefficace.

Figure 6. Evolution du cheptel caprin entre 2001 et 2012



Source : CDC Climat Recherche d'après Eurostat

Tableau 19. Découplage partiel des aides aux caprins

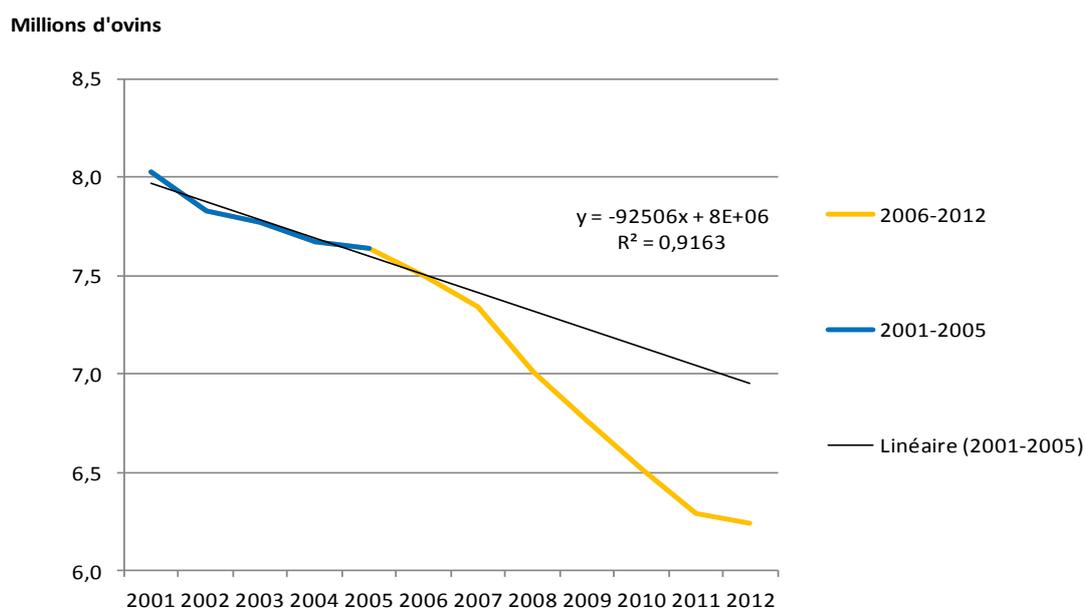
Potentiel d'atténuation	Emissions de N <sub>2</sub> O au champ	Emissions de GES en amont	Emissions de GES liées au cheptel	Stockage de carbone	Total
En tCO <sub>2</sub> e par UGB non produite	0,00	0,00	-2,25	0,00	-2,25
Total (MtCO <sub>2</sub> e)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Relativement à la quantité de produit	Il s'agit d'une baisse de production. Il n'y a donc pas d'impact évident sur les émissions par quantité de produit. La légère incitation à l'extensification des surfaces fourragères fournie par le découplage partiel est négligée ici.				

Source : voir annexe II.I.

### **m. Premier pilier : découplage ovin**

Les méthodes et facteurs d'émissions sont les mêmes que pour les bovins « viande », en remplaçant les facteurs d'émissions spécifique au troupeau bovin allaitant par ceux spécifiques aux ovins. L'évolution du cheptel ovin présente une tendance significative ( $P = 0.01$ ) sur la période 2001-2005 (Figure 7). En outre, la moyenne 2006-2012 est inférieure à la moyenne projetée d'après la régression linéaire sur 2001-2005. La mesure est donc jugée efficace.

**Figure 7. Evolution du cheptel ovin entre 2001 et 2012**



Source : CDC Climat Recherche d'après Eurostat

## ANNEXE III. BILAN GAZ A EFFET DE SERRE DE QUELQUES USAGES DES TERRES

### a. Grande culture moyenne

Grande culture moyenne		FE (tCO <sub>2</sub> e/kg substance active)	Source	Dose (kg substance active/ha)	Source	Emissions (tCO <sub>2</sub> e/ha)
Production engrais	N	0,0053	ADEME (2010)	138	Pellerin et al. (2013)	0,73
Production engrais	P	0,0006	ADEME (2010)	27,8	EPC 2011	0,02
Production engrais	K	0,0004	ADEME (2010)	26,5	EPC 2011	0,01
Production phytos	Herbicides	0,0090	ADEME (2010)	0,27	EPC 2011, Aubertot et al (2005)	0,002
Production phytos	Fongicides	0,0061	ADEME (2010)	0,17		0,001
Production phytos	Insecticides	0,0253	ADEME (2010)	0,06		0,001
Production phytos	Regulateurs	0,0085	ADEME (2010)	0,03		0,0003
Production phytos	Molluscides	0,0090	ADEME (2010)	0,01		0,0001
Champ	engrais N minéral	0,0057	tCO <sub>2</sub> e/kgN, Pellerin et al. (2013)	138	Pellerin et al. (2013)	0,79
Champ	apports N organiques	0,0067	tCO <sub>2</sub> e/kgN, IPCC 2006 et CITEPA 2013	33,4	EPC 2011	0,22
Mécanisation (construction engins + carburant)		0,0258	tCO <sub>2</sub> /ha, Bilan Carbone v6.1	1		0,03
Emissions amont (y compris carburant)						0,79
Emissions N <sub>2</sub> O au champs (tCO <sub>2</sub> e/ha)						1,01
Emissions GES totales (tCO <sub>2</sub> e/ha)						1,81
Emissions GES totales (tCO <sub>2</sub> e/tMS)						0,28
Production AC Blé/orge (CGS)						6,42

## b. Prairie moyenne

Prairie	FE Source		Dose Source		Emissions (tCO2e/ha)						Source	
	(tCO2e/kg substance active)	Source	(kg substance active/ha)	Source	Orientation lait,							
					Chargement moyen (1,56 UGB/ha)	Chargement PHAE (1,4 UGB/ha)	Chargement montagne (1,0 UGB/ha)	Orientation viande (1,0 UGB/ha)	Caprins (1,0 UGB/ha)	Ovins (1,0 UGB/ha)		
					1,56	1,4	1	1	1	1		
Production engrais	N	0,0053	ADEME (2010)	50	Pellerin et al. (2013)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	
Production engrais	P	0,0006	ADEME (2010)	6,9	EPC 2011	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Production engrais	K	0,0004	ADEME (2010)	10,1	EPC 2011	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Herbicides	0,0090	ADEME (2010)	0,01	EPC 2011, Aubertot et al (2005)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Fongicides	0,0061	ADEME (2010)	0,00		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Insecticides	0,0253	ADEME (2010)	0,00		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Regulateurs	0,0085	ADEME (2010)	0,00		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Molluscides	0,0090	ADEME (2010)	0,00		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Champ	engrais N minéral	0,006	tCO2e/kgN, Pellerin et al. (2013)	50	Pellerin et al. (2013)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	
Champ	épandage N organiques	0,007	tCO2e/kgN, IPCC 2006 et CITEPA 2013	27,6	EPC 2011	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	
Champ	N2O déjections en prairie					0,68	0,61	0,42	0,37	0,04	0,38	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	N2O déjections en bâtiment "l'hiver"					0,11	0,09	0,05	0,07	0,20	0,07	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	CH4 déjection en prairie					0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,02	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	CH4 déjection en bâtiment l'hiver					1,03	0,92	1,71	0,64	0,03	0,02	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	CH4 entérique					3,11	2,79	3,02	2,02	1,97	1,58	IPCC 2006, CITEPA 2013
Mécanisation (construction engins + carburant)	0,0257786	tCO2/ha, Bilan Carbone v6.1	1			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Emissions amont (y compris carburant)						0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
Emissions N2O au champ/bâtiment (tCO2e/ha)						1,26	1,18	0,94	0,91	0,71	0,92	
Emissions N2O au champ hors cheptel (tCO2e/ha)						0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	
Emissions CH4 au champ/bâtiment (tCO2e/ha)						4,17	3,74	4,75	2,67	2,01	1,62	
Emissions GES totales (tCO2e/ha)						5,73	5,22	6,00	3,88	3,02	2,84	
Emissions GES totales hors cheptel (tCO2e/ha)						0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	
Emissions GES totales (tCO2e/litre de lait)						0,00055						Dollé et al 2013
Emissions GES totales (tCO2e/100 kg viande vive)						0,725						Gaec 2010

### c. Maïs fourrager

Maïs fourrager et chargement moyen d'une prairie passé en bâtiment l'été		FE Source		Dose Source		Emissions (tCO2e/ha)				Source
		(tCO2e/kg substance active)		(kg substance active/ha)		Chargement moyen (1,56 UGB/ha)	Chargement PHAE (1,4 UGB/ha)	1,9 + chargement moyen (3,5 UGB/ha)	1,9 + chargement PHAE (3,3 UGB/ha)	
Production engrais	N	0,0053	ADEME (2010)	63,7	Pellerin et al. (2013)	0,34	0,34	0,34	0,34	
Production engrais	P	0,0006	ADEME (2010)	25,4	EPC 2011	0,014	0,01	0,01	0,01	
Production engrais	K	0,0004	ADEME (2010)	21,5	EPC 2011	0,010	0,01	0,01	0,01	
Production phytos	Herbicides	0,0090	ADEME (2010)	0,30	EPC 2011, Aubertot et al (2005)	0,003	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Fongicides	0,0061	ADEME (2010)	0,00		0,000	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Insecticides	0,0253	ADEME (2010)	0,01		0,000	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Regulateurs	0,0085	ADEME (2010)	0,00		0,000	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Molluscides	0,0090	ADEME (2010)	0,00		0,000	0,00	0,00	0,00	
Champ	engrais N minéral	0,006	tCO2e/kgN, Pellerin et al. (2013)	63,7	Pellerin et al. (2013)	0,37	0,37	0,37	0,37	
Champ	épandage N organiques	0,007	tCO2e/kgN, IPCC 2006 et CITEPA 2013	124,4	EPC 2011	0,83	0,83	0,83	0,83	
Champ	N2O déjections en bâtiment "toute l'année"					0,19	0,17	0,42	0,40	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	CH4 déjection en bâtiment "toute l'année"					1,87	1,67	4,14	3,95	IPCC 2006, CITEPA 2015
Champ	CH4 entérique					3,11	2,79	6,90	6,58	IPCC 2006, CITEPA 2016
Mécanisation (construction engins + carburant)		0,0257786	tCO2/ha, Bilan Carbone v6.1	1		0,03	0,03	0,03	0,03	
Emissions amont (y compris carburant)						0,39	0,39	0,39	0,39	
Emissions N2O au champ/bâtiment (tCO2e/ha)						1,39	1,37	1,62	1,60	
Emissions N2O au champ hors cheptel (tCO2e/ha)						1,20	1,20	1,20	1,20	
Emissions CH4 au champ/bâtiment (tCO2e/ha)						4,98	4,47	11,04	10,52	
Emissions GES totales (tCO2e/ha)						6,75	6,22	13,05	12,52	
Emissions GES totales hors cheptel (tCO2e/ha)						1,59	1,59	1,59	1,59	
Emissions GES totales (tCO2e/litre de lait)						0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	Dollé et al 2013
Emissions GES totales (tCO2e/100 kg viande vive)						1,12	1,12	1,12	1,12	Gaec 2010

**d. Prairie engagée dans la MAE « SFEI » et son contrefactuel**

Prairie SFEI et référence SFEI		FE Source (tCO2e/kg substance active)	Dose "anciens signataires"	Dose moyenne référence (kg QSA/ha, cf EPC 2011)	Source	Emissions (tCO2e/ha)			Source
						SFEI (1,4 UGB/haSFP)	Référence pour 1,4 UGB/haSFP	Référence pour 1,8	
						1,4	1,4	1,8	
Production engrais	N	0,0053	ADEME (2010)	2	26,9	0,01	0,14	0,14	
Production engrais	P	0,0006	ADEME (2010)	3	6,9	0,002	0,004	0,004	
Production engrais	K	0,0004	ADEME (2010)	5	10,1	0,002	0,004	0,004	
Production phytos	Herbicides	0,0090	ADEME (2010)	0,00	0,008	0,000	0,000	0,000	
Production phytos	Fongicides	0,0061	ADEME (2010)	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
Production phytos	Insecticides	0,0253	ADEME (2010)	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
Production phytos	Regulateurs	0,0085	ADEME (2010)	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
Production phytos	Molluscides	0,0090	ADEME (2010)	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
Champ	engrais N minéral	0,006	tCO2e/kgN, Pellerin et al. (2013)	2	26,9	0,01	0,15	0,15	
Champ	épandage N organiques	0,007	tCO2e/kgN, IPCC 2006 et CITEPA 2013	50	27,6	0,33	0,18	0,18	
Champ	N2O déjections en prairie					0,61	0,61	0,79	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	N2O déjections en bâtiment "l'hiver"					0,09	0,09	0,12	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	CH4 déjection en prairie					0,03	0,03	0,03	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	CH4 déjection en bâtiment l'hiver					0,92	0,92	1,19	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	CH4 entérique					2,79	2,79	3,59	IPCC 2006, CITEPA 2013
Mécanisation (construction engins + carburant)		0,026	tCO2/ha, Bilan Carbone v6.1	1		0,03	0,03	0,03	
Emissions amont (y compris carburant)						0,04	0,18	0,18	
Emissions N2O au champ/bâtiment (tCO2e/ha)						1,05	1,05	1,25	
Emissions N2O au champ hors cheptel (tCO2e/ha)						0,35	0,34	0,34	
Emissions CH4 au champ/bâtiment (tCO2e/ha)						3,74	3,74	4,81	
Emissions GES totales (tCO2e/ha)						4,83	4,96	6,23	
Emissions GES totales hors cheptel (tCO2e/ha)						0,39	0,52	0,52	
Emissions GES totales (tCO2e/litre de lait)									
Emissions GES totales (tCO2e/100 kg viande vive)									

**e. Maïs fourrager engagé dans la MAE « SFEI »**

Maïs fourrager SFEI		FE Source (tCO2e/kg substance active)	Dose "anciens signataires" SFEI	Dose moyenne référence (kg QSA/ha, cf Le Rohellec 2010)	Source	Emissions (tCO2e/ha)			Source	
						SFEI (1,4 UGB/haSFP)	Référence pour 1,4 UGB/haSFP	Référence pour 1,8 UGB/haSFP		
						1,4	1,4	1,8		
Production engrais	N	0,0053	ADEME (2010)	2	63,7	FE : Pellerin et al. (2013) Dose : Le Rohellec (2010)	0,01	0,34	0,34	
Production engrais	P	0,0006	ADEME (2010)	3	25,4	idem	0,00	0,01	0,01	
Production engrais	K	0,0004	ADEME (2010)	8	21,5	idem	0,00	0,01	0,01	
Production phytos	Herbicides	0,0090	ADEME (2010)	0,16	0,300	EPC 2011, Aubertot et al (2005)	0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Fongicides	0,0061	ADEME (2010)	0	0,000		0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Insecticides	0,0253	ADEME (2010)	0,01	0,010		0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Regulateurs	0,0085	ADEME (2010)	0	0,000		0,00	0,00	0,00	
Production phytos	Molluscides	0,0090	ADEME (2010)	0	0,000		0,00	0,00	0,00	
Champ	engrais N minéral	0,006	tCO2e/kgN, Pellerin et al. (2013)	2	63,7	FE : Pellerin et al. (2013) Dose : Le Rohellec (2010)	0,01	0,37	0,37	
Champ	épandage N organiques	0,007	tCO2e/kgN, IPCC 2006 et CITEPA 2013	61	124,4	idem	0,41	0,83	0,83	
Champ	N2O déjections en bâtiment "toute l'année"						0,17	0,17	0,22	IPCC 2006, CITEPA 2013
Champ	CH4 déjection en bâtiment "toute l'année"						1,67	1,67	2,15	IPCC 2006, CITEPA 2015
Champ	CH4 entérique						2,79	2,79	3,59	IPCC 2006, CITEPA 2016
Mécanisation (construction engins + carburant)		0,0257786	tCO2/ha, Bilan Carbone v6.1	1			0,03	0,03	0,03	
Emissions amont (y compris carburant)							0,04	0,39	0,39	
Emissions N2O au champ/bâtiment (tCO2e/ha)							0,59	1,37	1,42	
Emissions N2O au champ hors cheptel (tCO2e/ha)							0,42	1,20	1,20	
Emissions CH4 au champ/bâtiment (tCO2e/ha)							4,47	4,47	5,74	
Emissions GES totales (tCO2e/ha)							5,10	6,22	7,55	
Emissions GES totales hors cheptel (tCO2e/ha)							0,46	1,59	1,59	
Emissions GES totales (tCO2e/litre de lait)										
Emissions GES totales (tCO2e/100 kg viande vive)										

## BIBLIOGRAPHIE

---

- ADEME, 2012. Cahier d'acteur. Les bonnes pratiques à mutualiser en vue de Rio +20. L'efficacité énergétique des bâtiments.
- ADEME, 2011. Réalisation d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre- Filière agricole et agro-alimentaire (Guide sectoriel).
- ADEME, 2010. Guide des facteurs d'émissions version 6.1. ADEME.
- Agence Bio, 2012. Le bio en France de la production à la consommation.
- Agreste, 2014. Glossaire "Prairies artificielles."
- Agreste, 2013a. Statistique agricole annuelle - Céréales, oléagineux, protéagineux.
- Agreste, 2013b. Statistique agricole annuelle - Cultures industrielles.
- Agreste, 2013c. Statistique agricole annuelle - Pommes de terre et tubercules.
- Agreste, 2013d. Statistique agricole annuelle - Cultures fourragères.
- Agreste, 2013e. Des territoires laitiers contrastés-Primeur n°308.
- Agreste, 2011. Enquête Pratiques culturelles 2011. Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt, Paris, France.
- Agreste, 2010a. Enquête Pratiques culturelles 2006 (Les Dossiers No. 8).
- Agreste, 2010b. Pratiques culturelles 2006 (No. 8), Agreste Les Dossiers. Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt, Paris, France.
- Agreste GraphAgri, 2013a. La forêt et les industries du bois.
- Agreste GraphAgri, 2013b. L'agriculture, la forêt et les industries agroalimentaires.
- Amoudry, J.-P., 2002. L'avenir de la montagne: un développement équilibré dans un environnement préservé (Rapport d'information No. 15). Sénat.
- Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J.C., Jayet, P.A., Soussana, J.F., Stengel, P., 2002. Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France? (Synthèse du rapport d'expertise). INRA.
- Aubertot, J.N., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Voltz, M., 2005. Pesticides, agriculteurs et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. (Expertise scientifique collective). INRA et Cemagref.
- Berthelot, J., Bourdel, C., Caplat, J., Desetables, A., Féret, S., Grawitz, T., Lagandré, D., Lebreton, A., Maret, J., Racapé, J., Rolland, J.-P., Savigny, G., Vandaele, D., 2011. Guide de la politique agricole commune.
- Carrouée, B., B., Schneider, A., A., Flénet, F., F., Jeuffroy, M.-H., Marie-Helene, Nemecek, T., T., 2012. Introduction du pois protéagineux dans des rotations à base de céréales à paille et colza : impacts sur les performances économiques et environnementales. *Innov. Agron.* 25, 125–142.
- Cattan, A., Ruas, J.-F., 2014. La préservation des prairies dans la PAC : raisons d'une illusion. *Doss. Environ. INRA* 35–50.
- CGDD, 2015. Chiffres clés de l'énergie. Commissariat général au développement durable, Paris, France.
- CGDD, 2013. Les prairies permanentes: évolution des surfaces en France. MEDDE.
- Chabé-Ferret, S., Subervie, J., 2012. How much green for the buck? Estimating additional and windfall effects of French agro-environmental schemes by DID-matching. *J. Environ. Econ. Manag.* 16.

Chabé-Ferret, S., Subervie, J., 2009. Estimation des effets propres des mesures agroenvironnementales du plan de développement rural national 2000-2006 sur les pratiques des agriculteurs. UMR Metafort, Aubière, France.

Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir, 2010. Les modalités du découplage des aides en 2006 et en 2010 [WWW Document]. URL <http://www.chambre-agriculture-28.com/espace-agriculteurs/pac-les-aides-directes/droits-a-paiement-unique/decouplage-des-aides/>

CITEPA, 2014. Matrices de changement annuel d'utilisation des terres de 1990 à 2012 pour le périmètre métropole.

CITEPA, 2013a. 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.

CITEPA, 2013b. National inventory submissions, France -Tables CRF.

CITEPA, 2013c. 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. CITEPA, Paris, France.

Commission Européenne, 2013. Réforme de la PAC-explication des principaux éléments.

Cour des comptes, 2013. Les certificats d'économie d'énergie. Paris, France.

DG Agriculture, 2011. Rapport annuel d'exécution du programme de développement rural hexagonal circulaire PDRH 2011-2013 "mesures agroenvironnementales." Direction générale des politiques agricoles, paris.

Dollé, J.-B., Moreau, S., Foray, S., 2013. Combiner production et environnement un défi pour la filière laitière.

European Commission, 2014. Agriculture and Rural Development budget [WWW Document]. URL [http://ec.europa.eu/agriculture/cap-funding/budget/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/cap-funding/budget/index_en.htm)

European Commission, 2011. Impact assessment Common Agricultural Policy towards 2020 ANNEX 2B: Assessment of selected measures under the CAP for their impact on greenhouse gas emissions and removals, on resilience and on environmental status of ecosystems. European Union.

European Environment Agency, 2014. European Union Emissions Trading System (EU ETS) data from EUTL [WWW Document]. URL <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-union-emissions-trading-scheme-eu-ets-data-from-citl-6#tab-european-data> (accessed 3.26.15).

Foucherot, C., Soussana, J.F., Deheza, M., Bordier, C., Seguin, B., Gascuel-Oudou, C., Pellerin, S., Barnière, L., Pardon, L., Morel, R., Berghmans, N., Gloaguen, O., Alberola, E., Pouch, T., Pons, V., Bellassen, V., 2013. Club Climat Agriculture - Dossier n°1. CDC Climat Recherche, INRA, APCA, Paris, France.

François, P., Deneux, M., Emorine, J.-P., 1998. Quelle réforme pour la politique agricole commune ? (No. 466), Rapport d'information. Sénat, Commission des affaires économiques, Paris, France.

Galko, E., 2007. Modélisation de l'offre agricole européenne face à de nouveaux enjeux : réformes politiques, effet de serre et changement climatique. AgroParisTech, Paris, France.

Guyomard, H., 2013. Vers des agricultures à hautes performances. Volume 1. Analyse des performances de l'agriculture biologique. Chapitre 5: Performances environnementales de l'AB (Etude réalisée pour le Commissariat général à la stratégie et à la prospective). INRA.

IPCC, 2006. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4.

Le Rohellec, C., Falaise, D., Mouchet, C., Boutin, M., Thiebot, J., 2010. Analyse de l'efficacité environnementale et énergétique de la mesure agri-environnementale "système fourrager économe en intrants" (SFEI), à partir de l'analyse de pratiques de 56 signataires. (Synthèse). Réseau agriculture durable.

MAAPRAT, 2011a. Circulaire DGPAAT/SDEA/C2011-3030. Circulaire PDRH 2011-2013 "mesures agroenvironnementales."

MAAPRAT, 2011b. Programme de développement rural hexagonal (2007-2013).

MAP, MEDD, 2007. Circulaire DGFAR/SDEA/C2007-5025. Plan Végétal pour l'environnement.

Meynard, J.M., Messéan, A., Charlier, A., Charrier, F., Farès, M., Le Bail, M., Magrini, M.B., Savini, I., 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures -Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières (Synthèse du rapport d'étude). INRA.

Million, A., 2013. Plan de Performance énergétique des exploitations agricoles: éléments de bilan et perspectives.

Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2013. Fiche conditionnalité 2013: Domaine "BCAE."

Osterburg, B., Nitsch, H., Laggner, A., Wagner, S., 2008. Analysis of policy measures for greenhouse gas abatement and compliance with the Convention on Biodiversity (No. WP6 D16a), MEACAP project report. Johann Heinrich von Thünen-Institute, Brussels, Belgium.

Pellerin, S., Bamière, L., Angers, D., Béline, F., Benoît, M., Butault, J.P., Chenu, C., Colnenne-Dvid, C., De Cara, S., Delame, N., Doreau, M., Dupraz, P., Faverdin, P., Garcia-Launay, F., Hassouna, M., Hénault, C., Jeuffroy, M.H., Klumpp, K., Metay, A., Moran, D., Recous, S., Samson, E., Savini, I., Pardon, L., 2013a. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. (Synthèse du rapport d'étude). INRA, France.

Pellerin, S., Bamière, L., Angers, D., Béline, F., Benoît, M., Butault, J.P., Chenu, C., Colnenne-Dvid, C., De Cara, S., Delame, N., Doreau, M., Dupraz, P., Faverdin, P., Garcia-Launay, F., Hassouna, M., Hénault, C., Jeuffroy, M.H., Klumpp, K., Metay, A., Moran, D., Recous, S., Samson, E., Savini, I., Pardon, L., 2013b. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Etude GES-Rapport-Partie II- Action 2 Légumineuses (Rapport complet). INRA, France.

Quentin, N., Falaise, D., 2012. Résultats de l'enquête signataires MAE SFEI (Enquête). RAD.

Reau, R., Petit, M.-S., Verjux, N., 2009. Ecophyto R&D- Vers des systèmes de cultures économes en produits phytosanitaires. Tome VIII Inventaire des dispositifs d'acquisition de références existants -Volet grandes cultures. INRA.

RICA France, Agreste, 2013. Microdonnées 2000-2012.

Toute l'Europe, 2013. Le budget européen et la France. Toute Eur.

Tuomisto, H.L., Hodge, I.D., Riordan, P., Macdonald, D.W., 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? - A meta-analysis of european research. J. Environ. Manage. p. 9.

UIPP, 2012. Rapport d'activité 2011-2012. Union des Industries de la Protection des Plantes.

Van BUNNEN, P., WATHELET, J.-M., PROUHEZE, N., BONIN, A.-L., LAVAL, S., ELIAS, K., JURICIC, H., COMBES, J., 2006. Evaluation environnementale stratégique du Programme de Développement Rural de l'Hexagone 2007-2013 (PDRH) (rapport final).

Van der werf, H.M.G., Kanyarushoki, C., Corson, M.S., 2009. An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment. J. Environ. Manage. 90 (11).



- N°48 **Développement et perspectives de l'agriculture dans les négociations climatiques internationales**  
CLOTHILDE TRONQUET & CLAUDINE FOUCHEROT – FEVRIER 2015
- N°47 **L'atténuation du changement climatique par les produits bois au sein des politiques françaises : priorité au bois énergie**  
MARIANA DEHEZA, CARMEN N'GORAN & VALENTIN BELLASSEN – Septembre 2014
- N°46 **Smart Unconventional Monetary (SUMO) Policies: Giving Impetus to Green Investment**  
CAMILLE FERRON & ROMAIN MOREL – Juillet 2014
- N°45 **Introducing short term flexibility in the EU-ETS to assure its long-term credibility: a multi criteria analysis of policy options**  
ZUHEIR DESAI, EMILIE ALBEROLA AND NICOLAS BERGHMANS – Juillet 2014
- N°44 **Ex-post evaluation of the Kyoto Protocol: Four key lessons for the 2015 Paris Agreement**  
ROMAIN MOREL & IGOR SHISHLOV – Mai 2014
- N°43 **Use of Kyoto credits by European installations: from an efficient market to a burst bubble**  
NICOLAS STEPHAN, VALENTIN BELLASSEN & EMILIE ALBEROLA – Janvier 2014
- N°42 **Power sector in Phase 2 of the EU ETS: fewer CO<sub>2</sub> emissions, but just as much coal**  
NICOLAS BERGHMANS & EMILIE ALBEROLA - Novembre 2013
- N°41 **Le paquet énergie-climat 2030 de l'Union Européenne : évitons les « 3 x 30 % » en 2030 !**  
VALENTIN BELLASSEN, NICOLAS BERGHMANS, OLIVIER GLOAGUEN, OLIVER SARTOR, NICOLAS STEPHAN, IGOR SHISHLOV ET EMILIE ALBEROLA - Août 2013
- N°40 **Fôret et atténuation du changement climatique au sein des politiques européennes : priorité au bois-énergie**  
FREDERIC BARON, VALENTIN BELLASSEN & MARIANA DEHEZA- Avril 2013
- N°39 **Plus de 800 installations des filières agricole et agroalimentaire concernées par l'EU-ETS**  
CLAUDINE FOUCHEROT & VALENTIN BELLASSEN - Mars 2013
- N°38 **Les outils économiques des politiques énergie-climat chinoises à l'heure du 12<sup>ème</sup> plan quinquennal**  
DI ZHOU ET ANAÏS DELBOSC–Janvier 2013
- N°37 **Dix enseignements pour les dix ans du MDP**  
IGOR SHISHLOV ET VALENTIN BELLASSEN- Octobre 2012
- N° 36 **Le schéma régional climat air énergie : un outil pour la transition énergétique et climatique des régions françaises**  
JEREMIE DE CHARENTENAY, ALEXIA LESEUR ET CECILE BORDIER - Septembre 2012
- N° 35 **La transmission des incitations REDD+ aux acteurs locaux : leçons de la gestion du carbone forestier dans les pays développés**  
MARIANA DEHEZA ET VALENTIN BELLASSEN - Août 2012
- N° 34 **L'inclusion de l'aviation internationale dans le Système Européen d'Échanges de Quotas de CO<sub>2</sub> : un premier pas vers un système mondial?**  
EMILIE ALBEROLA & BORIS SOLIER - Mai 2012

Toutes les publications de CDC Climat Recherche sont disponibles sur :

<http://www.cdclimat.com>