

Emissions de GES d'origine agricole: Coûts d'abattement, régulation et éléments de prospective

Stéphane De Cara

INRA, UMR Économie Publique (INRA/AgroParisTech), Grignon, France

9 Octobre 2009 - Autrans

Messages

- Les émissions de GES d'origine agricole sont **importantes**
- Les phénomènes biologiques à la source de ces émissions sont **complexes**

Messages

- Les émissions de GES d'origine agricole sont **importantes**
- Les phénomènes biologiques à la source de ces émissions sont **complexes**
- Les émissions d'origine agricole **réagissent aux signaux économiques**
- Réduire les émissions a **un coût**

Messages

- Les émissions de GES d'origine agricole sont **importantes**
- Les phénomènes biologiques à la source de ces émissions sont **complexes**
- Les émissions d'origine agricole **réagissent aux signaux économiques**
- Réduire les émissions a **un coût**
- Le coût total pour atteindre une réduction donnée **dépend des instruments** mis en place
- Les instruments économiques sont un puissant outil **pour minimiser les coûts** totaux de réductions

Pour un monde sans CO₂?????

Le Groupe Banque Mondiale

Recherche • Index du site • Écrivez-nous • Aide

À propos
Pays et régions
Données et recherche
Apprentissage
Actualités
Projets
Publications
Thèmes

Recherche
Actualités / Médias

Actualités - Médias

Accueil > Actualités / Médias > Vers un avenir sans CO2 : Qui va montrer...

- English
- Español
- 中文
- العربية
- Русский

Toute l'actualité
Communiqués de presse
Les grands titres
Prêts et crédits
Discours
Commentaires
Audio, vidéo et multimédia
Transcriptions
Fiches thématiques
Description des projets
Calendrier des événements

Vers un avenir sans CO2 : Qui va montrer l'exemple ?

Disponible en: العربية, 中文, English, русский, Español

20 octobre 2007 — Les pays en développement sont destinés, à terme, à contribuer le plus au réchauffement planétaire et au changement climatique, mais il ne faut pas s'attendre à ce que leur propension croissante à émettre du CO2 se modifie tant que les pays développés ne feront pas plus pour réduire leurs propres émissions. Ce constat est une des idées-force qui ressortent d'une réunion-débat organisée le 19 octobre à l'occasion des Assemblées annuelles du Groupe de la Banque mondiale et du Fonds monétaire international sur le thème : « Émissions faibles et attentes fortes : Pour des mesures sur le climat qui contribuent au développement ».

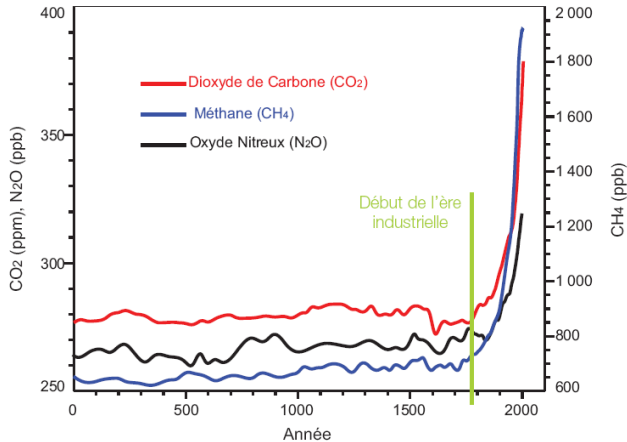
Banque mondiale; financement de la lutte contre les émissions de carbone (a)

Liens connexes

- Changement climatique
Fiche thématique | FAQs
- Groupe d'experts
intergouvernemental sur

- 1 Introduction
- 2 Les émissions d'origine agricole
- 3 Coûts de réduction des émissions d'origine agricole
- 4 Perspectives à l'horizon 2020
- 5 Conclusions

Influence humaine sur la composition de l'atmosphère



Source: IPCC (2007b)

Quelques ordres de grandeur

- Émissions mondiales de GES par habitant (2004)
≈ 7.7 tCO₂eq/an (49 GtCO₂eq/6.4 Mds) IPCC (2007a)
- Émissions françaises de GES par habitant (2007)
≈ 7.2 tCO₂eq/an (CITEPA, 2009, 8.3 sans UTCF)

Quelques ordres de grandeur

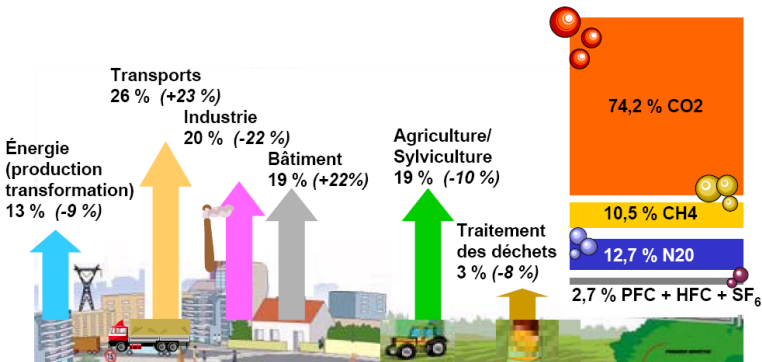
- Émissions mondiales de GES par habitant (2004)
 $\approx 7.7 \text{ tCO}_2\text{eq/an}$ (49 GtCO₂eq/6.4 Mds) IPCC (2007a)
- Émissions françaises de GES par habitant (2007)
 $\approx 7.2 \text{ tCO}_2\text{eq/an}$ (CITEPA, 2009, 8.3 sans UTCF)
- Une Renault Clio (neuve, essence, 15 000 km/an)
 $\approx 3.6 \text{ tCO}_2\text{/an}$ www.climamundi.fr
- Un aller-retour Paris/New-York en avion
 $\approx 2.6 \text{ tCO}_2$ www.climamundi.fr

Quelques ordres de grandeur

- Émissions mondiales de GES par habitant (2004)
 $\approx 7.7 \text{ tCO}_2\text{eq/an}$ (49 GtCO₂eq/6.4 Mds) IPCC (2007a)
- Émissions françaises de GES par habitant (2007)
 $\approx 7.2 \text{ tCO}_2\text{eq/an}$ (CITEPA, 2009, 8.3 sans UTCF)
- Une Renault Clio (neuve, essence, 15 000 km/an)
 $\approx 3.6 \text{ tCO}_2\text{/an}$ www.climamundi.fr
- Un aller-retour Paris/New-York en avion
 $\approx 2.6 \text{ tCO}_2$ www.climamundi.fr
- Une vache laitière (fermentation entérique uniquement)
 $\approx 2.5 \text{ tCO}_2\text{eq/an}$ CITEPA (2009)
- 180 kg N/ha (émissions directes uniquement)
 $\approx 1 \text{ tCO}_2\text{eq/an}$ CITEPA (2009)



Émissions de GES en France (2004)



Émissions de GES² en France (y compris DOM/COM) en 2004, par secteur (hors UTCF³) (entre parenthèses, l'évolution depuis 1990 ; source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLC, février 2006)

Source: De Boissieu (2006)

Émissions de GES (2007)

- France (MtCO₂-eq)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Autres gaz	Total
Emission brutes totales	397.1	53.5	64.2	16.3	531.1
Emissions nettes totales	320.7	55.4	66.4	16.3	458.8
Agriculture		42.4	53.4		95.7
UTCf	-76.4	1.9	2.1		-72.3

Source: (CITEPA, 2009, pour l'année 2007)

Émissions de GES (2007)

● France (MtCO₂-eq)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Autres gaz	Total
Emission brutes totales	397.1	53.5	64.2	16.3	531.1
Emissions nettes totales	320.7	55.4	66.4	16.3	458.8
Agriculture		42.4	53.4		95.7
UTCf	-76.4	1.9	2.1		-72.3

Source: (CITEPA, 2009, pour l'année 2007)

● Europe (EU-15, MtCO₂-eq)

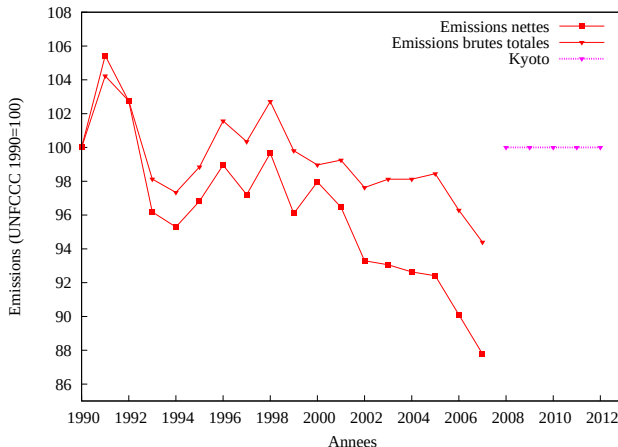
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Autres gaz	Total
Emission brutes totales	3391.1	302.5	289.3	69.2	4052.1
Emissions nettes totales	3126.0	305.0	292.6	69.2	3792.8
Agriculture		168.2	203.2		371.5
UTCf	-265.1	2.4	3.4		-259.3

Source: UNFCCC (2009) pour l'année 2007



Émissions de gaz à effet de serre

Émissions françaises (1990-2007)

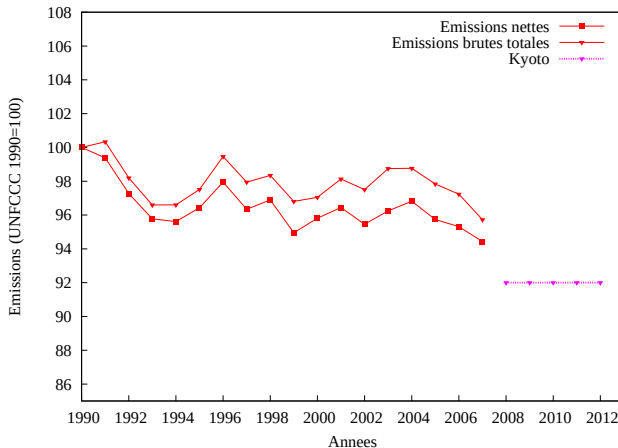


Source: CITEPA (2009)



Émissions de gaz à effet de serre

Émissions européennes (UE-15, 1990-2007)



Source: UNFCCC (2009)

Spécificités des relations entre agriculture et changements climatiques

- La problématique des changements climatiques a longtemps été accaparée par les économistes de l'énergie
- lien "croissance – utilisation d'énergie fossile – émissions de CO₂ – effet de serre"

Spécificités des relations entre agriculture et changements climatiques

- La problématique des changements climatiques a longtemps été accaparée par les économistes de l'énergie
- lien "croissance – utilisation d'énergie fossile – émissions de CO₂ – effet de serre"
- Confondre émissions de gaz à effet de serre et CO₂ est une erreur
 - Rôle important que jouent d'autres gaz dans le phénomène (CH₄, N₂O, substituts aux CFC)
 - Sur-coût important si on limite les réductions d'émissions au seul CO₂ pour atteindre les objectifs négociés au niveau international

Spécificités des relations entre agriculture et changements climatiques

- La problématique des changements climatiques a longtemps été accaparée par les économistes de l'énergie
- lien "croissance – utilisation d'énergie fossile – émissions de CO₂ – effet de serre"
- Confondre émissions de gaz à effet de serre et CO₂ est une erreur
 - Rôle important que jouent d'autres gaz dans le phénomène (CH₄, N₂O, substituts aux CFC)
 - Sur-coût important si on limite les réductions d'émissions au seul CO₂ pour atteindre les objectifs négociés au niveau international
- Importance de l'agriculture dès que sont intégrés les gaz autres que le CO₂:
 - Premier secteur émetteur de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O)
 - La grande majorité des émissions d'origine agricole sont dans des gaz autres que le CO₂

Spécificités des relations entre agriculture et changements climatiques

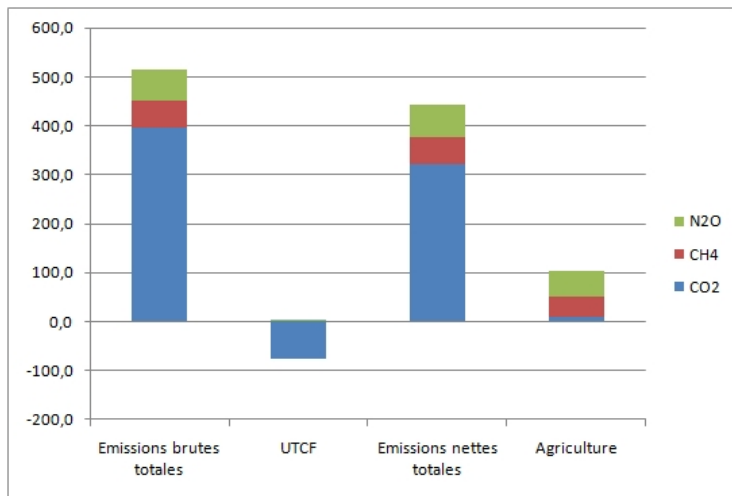
- **Relation à double sens** entre agriculture et changements climatiques :
 - L'agriculture contribue à l'accumulation de gaz à effet de serre (10% pour l'UE, $\approx$ 20% pour la France)
 - Les changements climatiques sont susceptibles de modifier les zones de production et la productivité agricole (rendements)
 - Les émissions d'origine agricole sont “diffuses”
 - Les activités agricoles (et forestières) peuvent **stocker** du carbone
 - Les instruments de politique agricole intègrent de plus en plus les enjeux environnementaux

Sources de GES d'origine agricole

- Utilisation d'engrais azotés : Émissions directes et indirectes de N_2O
- Fermentation entérique des ruminants (principalement bovins): émissions de CH_4
- Gestion des effluents d'élevage: émissions de N_2O et/ou émissions de CH_4 selon le mode de traitement/stockage
- Utilisation d'énergie fossile dans le secteur
- Riziculture
- Pratiques agricoles (labour, couvert intermédiaire, forêt paysanne, etc...) peuvent contribuer à stocker du carbone (puits) dans les sols ou dans la biomasse aérienne.

Sources de GES d'origine agricole

Émissions françaises totales, UTCF, émissions agricoles



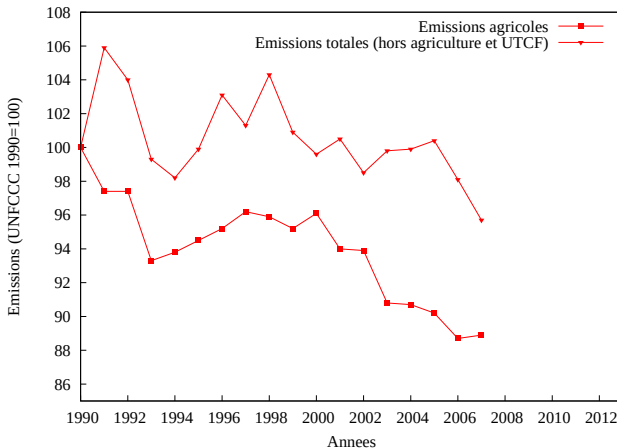
Émissions d'origine agricole en France (2007)

	CH ₄	N ₂ O	Total	%agr	%tot
	MtCO ₂ eq				
Emissions nettes totales	55.4	66.4	458.8		
Total Agriculture	42.7	53.6	96.3		21.0
Fermentation entérique	28.5		28.5	30	6.2
Bovins	25.9		25.9	27	5.6
Ovins+caprins	2.1		2.1	2	0.5
Equidés	0.2		0.2	0	0.0
Porcs	0.3		0.3	0	0.1
Gestion des effluents d'élevage	14.1	0.0	14.1	15	3.1
Bovins	8.3		8.3	9	1.8
Ovins+caprins	0.1		0.1	0	0.0
Equidés	0.0		0.0	0	0.0
Porcs	5.1		5.1	5	1.1
Volailles	0.6		0.6	1	0.1
Systèmes liquides		0.2	0.2	0	0.1
Systèmes solides		5.8	5.8	6	1.3
Riziculture	0.1		0.1	0	0.0
Sols agricoles		47.5	47.5	49	10.4
Emissions directes		22.3	22.3	23	4.9
Effluents sur pâtures, prairies		7.5	7.5	8	1.6
Emissions indirectes		17.8	17.8	19	3.9

Source: (CITEPA, 2009, pour l'année 2007)

Evolution depuis 1990

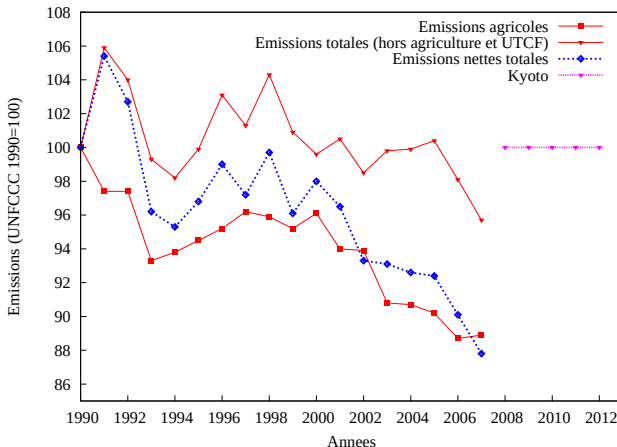
Émissions françaises (1990-2007)

*Source: UNFCCC (2009)*



Evolution depuis 1990

Émissions françaises (1990-2007)

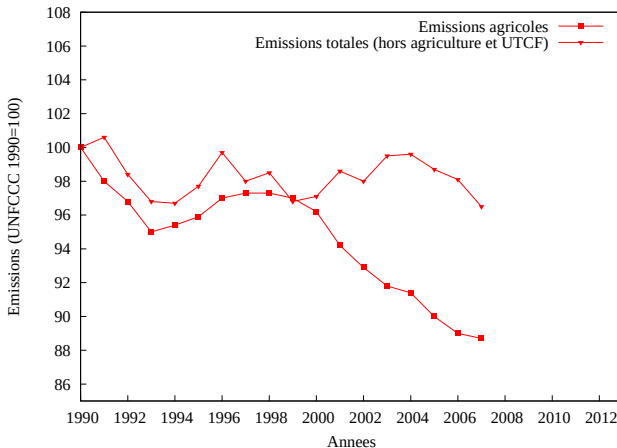


Source: UNFCCC (2009)



Evolution depuis 1990

Émissions européennes (UE-15, 1990-2007)

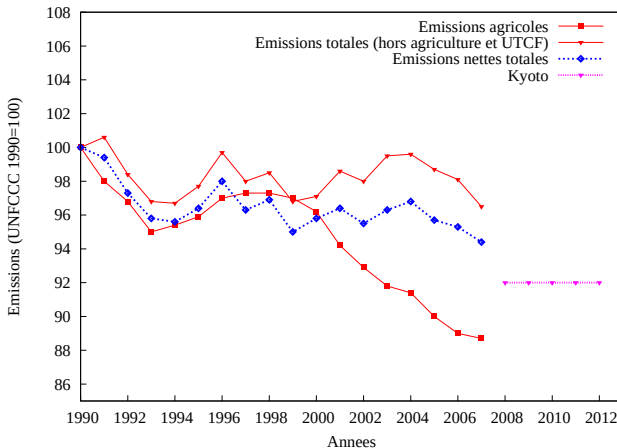


Source: UNFCCC (2009)



Evolution depuis 1990

Émissions européennes (UE-15, 1990-2007)



Source: UNFCCC (2009)

Coûts d'abattement

- *Questions:*
 - A quel coût pour les agriculteurs est-il possible d'atteindre un niveau de réduction donné?
 - Quelle réduction peut-on attendre pour un coût donné de réduction?
- *Problèmes:*
 - Les coûts d'abattement des émissions ne sont pas observables: pas (encore?) de politique en place
 - Les coûts sont vraisemblablement très différents d'une exploitation à l'autre
- Nécessité de recourir à des modèles économiques

Coûts d'abattement

- L'ensemble des dommages doit être mis en regard des coûts de réduction des émissions
- Au niveau micro-économique:
 - Perte de revenus
 - Coût d'adoption de nouvelles pratiques
 - Investissement dans des technologies de purification ("end-of-the-pipe").
- Au niveau macro-économique:
 - Impacts sur les prix dus aux changements dans l'offre.
 - Changements structurels (entrées/sorties dans le secteur)
 - Investissement en R&D.
- Important: Distinction entre coûts marginaux et totaux.

Présentation du modèle

- Modèle technico-économique de l'offre agricole européenne
- Permet de simuler l'impact de modifications dans les politiques agricoles ou environnementales sur les choix économiques des exploitants
- Approche micro-économique
- Représentation détaillée des contraintes agronomiques et des contraintes liées à la PAC
- Analyse centrée sur l'hétérogénéité
- Prix sont exogènes

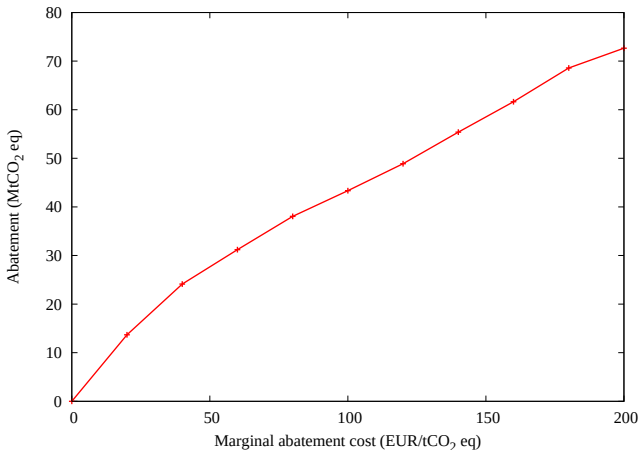
Éléments clés du modèle

- **Mesures PAC** : Gel de terre, quotas laitiers et betteraviers, paiements compensatoires, prix d'intervention
- **Contraintes de surface** : Surface totale, parts de surface admissibles (entre différentes cultures, entre céréales et oléo-protéagineux,...)
- **Démographie bovine** : Équilibre entre classes d'âge, ajustement partiel des tailles d'atelier.
- **Alimentation animale** : Respect des besoins en énergie et protéines et des capacités d'encombrement par catégorie animale
- **Gestion des effluents d'élevage** : Quantités d'effluents fixes par catégorie animale, part fixes de chaque systèmes de gestion par pays comme fournies dans les Communications Nationales à l'UNFCCC
- **Engrais azotés** : Dépenses totales en engrais du RICA, réparties par culture pour chaque exploitation-type, hypothèse de prix d'un engrais composite par culture (apport de N constant pour une culture et une exploitation-type données)

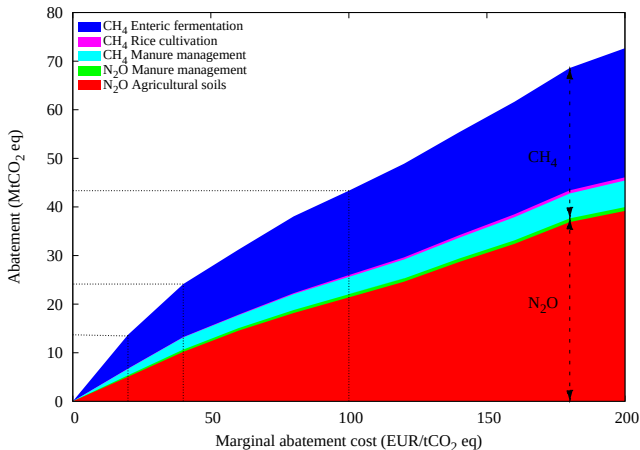


Estimation des coûts de réduction dans le secteur agricole

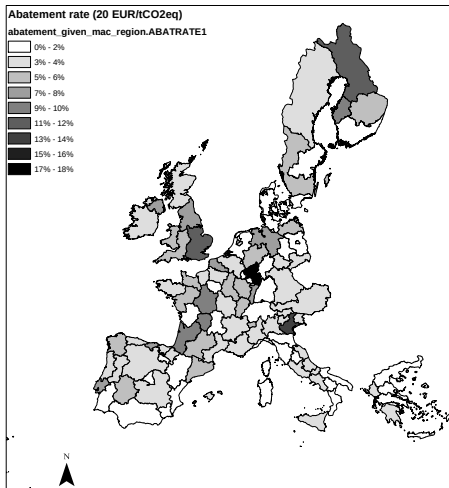
Offre agrégée d'abattement (UE-15)



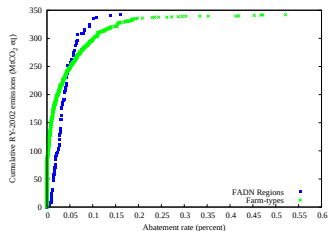
Offre agrégée d'abattement (UE-15)



Taux de réduction des émissions (20 €/tCO₂)



Prix du CO₂: 20 €/tCO₂eq
Abattement UE-15: 13.7 MtCO₂eq
Abattement /2002: 4.0%

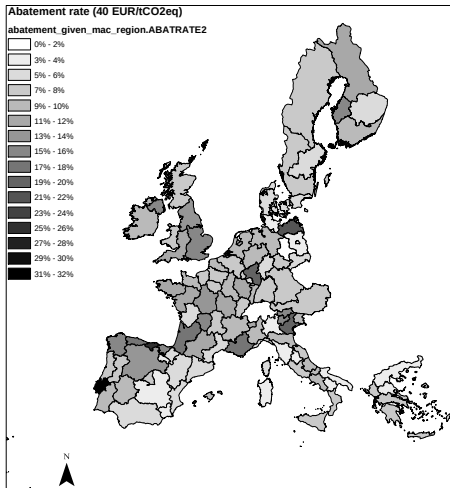


Source de la carte RICA : DG AGRI



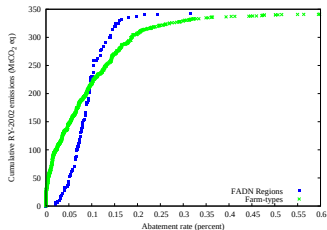
Estimation des coûts de réduction dans le secteur agricole

Taux de réduction des émissions (40 €/tCO₂)



Source de la carte RICA : DG AGRI

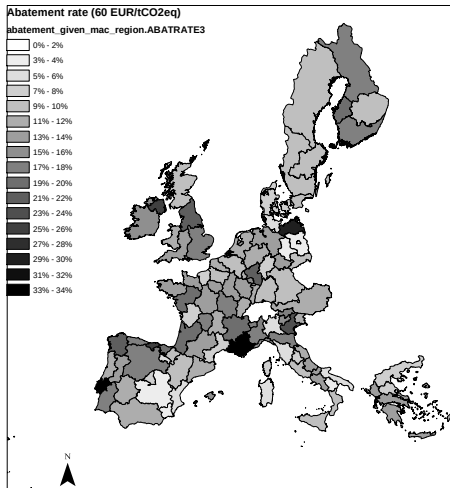
Prix du CO₂: 40 €/tCO₂eq
 Abattement UE-15: 24.1 MtCO₂eq
 Abattement /2002: 7.0%





Estimation des coûts de réduction dans le secteur agricole

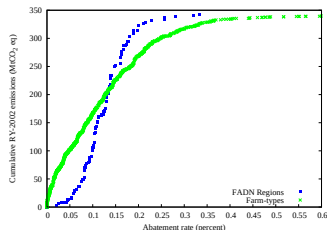
Taux de réduction des émissions (60 €/tCO₂)



Prix du CO₂: 60 €/tCO₂eq

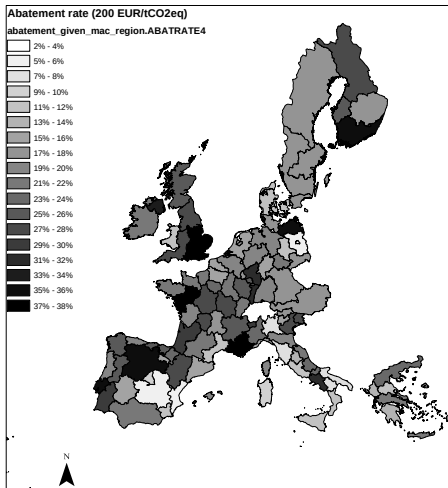
Abattement UE-15: 31.2 MtCO₂eq

Abattement /2002: 9.1%



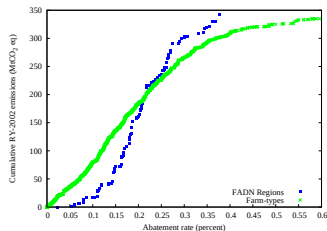
Source de la carte RICA : DG AGRI

Taux de réduction des émissions (200 €/tCO₂)



Source de la carte RICA : DG AGRI

Prix du CO₂: 200 €/tCO₂eq
Abattement UE-15: 72.7 MtCO₂eq
Abattement /2002: 21.2%



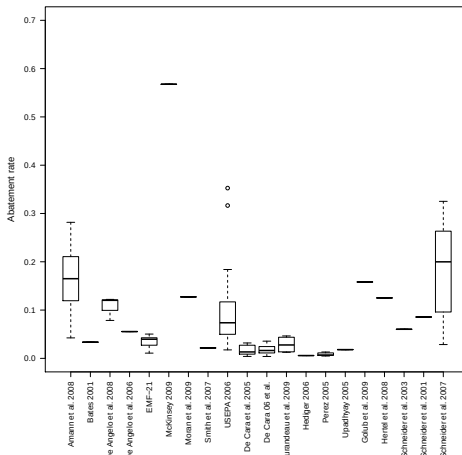
Importance de l'hétérogénéité des coûts marginaux pour la définition des instruments de régulation

Taux d'abattement γ (%)	Abattement total (MtCO ₂ eq)	Coût marginal d'abattement		Ratio $\bar{\lambda}(\gamma)/t(\gamma)$
		prix du CO ₂ t (EUR/tCO ₂)	Quotas uniformes $\bar{\lambda}(\gamma)$ (EUR/tCO ₂)	
4%	13.78	20.51	73.64	3.6
8%	27.56	55.84	122.66	2.2
12%	41.35	>100.00	169.62	<1.7

Basé sur De Cara et al. (2005)

Estimation des coûts de réduction dans le secteur agricole

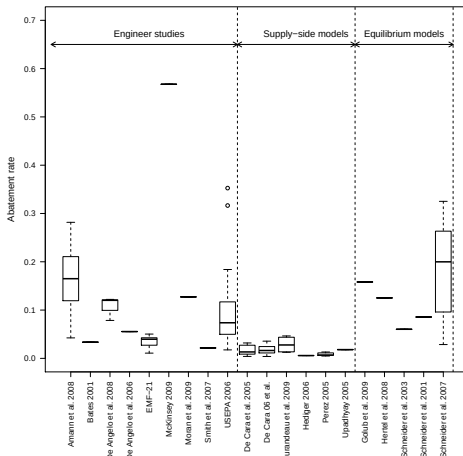
Distribution du taux d'abattement à 10, 20 and 50 €/tCO₂eq (21 studies)





Estimation des coûts de réduction dans le secteur agricole

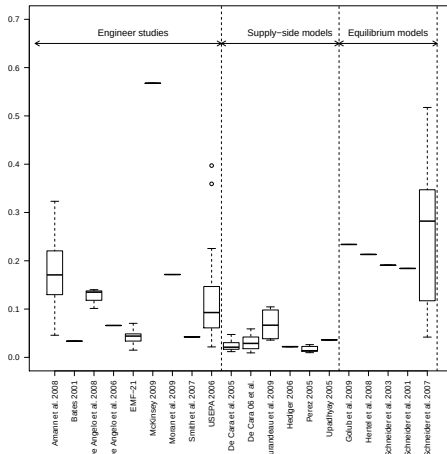
Distribution du taux d'abattement à 10, 20 and 50 €/tCO₂eq (21 studies)





Estimation des coûts de réduction dans le secteur agricole

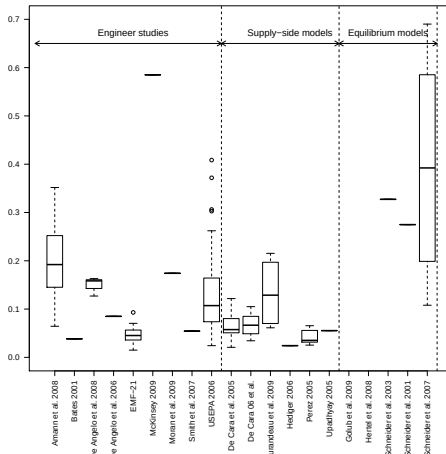
Distribution du taux d'abattement à 10, 20 and 50 €/tCO₂eq (21 studies)



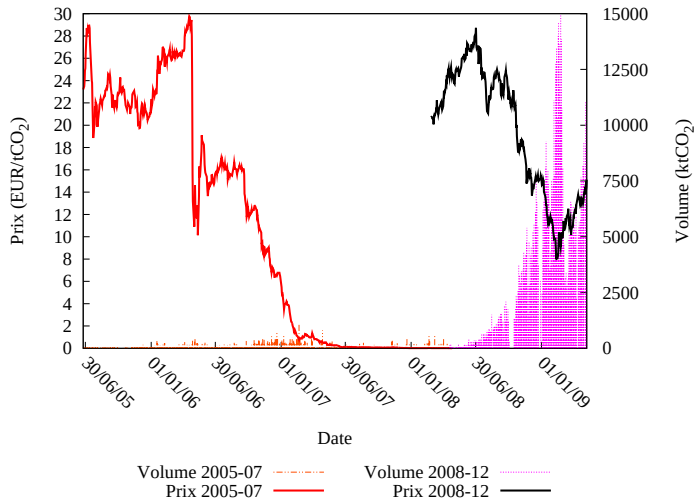


Estimation des coûts de réduction dans le secteur agricole

Distribution du taux d'abattement à 10, 20 and 50 €/tCO₂eq (21 studies)

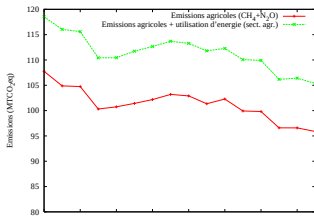


Marché de permis





Émissions agricoles et UTCF 1990–2005

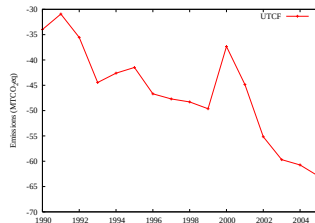


Sources agricoles

CH₄: Fermentation entérique, effluents d'élevage

N₂O: Sols agricoles, effluents d'élevage

[CO₂: Utilisation d'énergie]

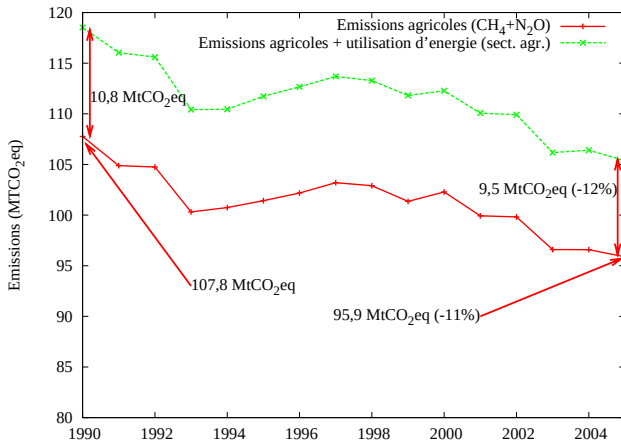


Puits net UTCF

C, (CH₄, N₂O)

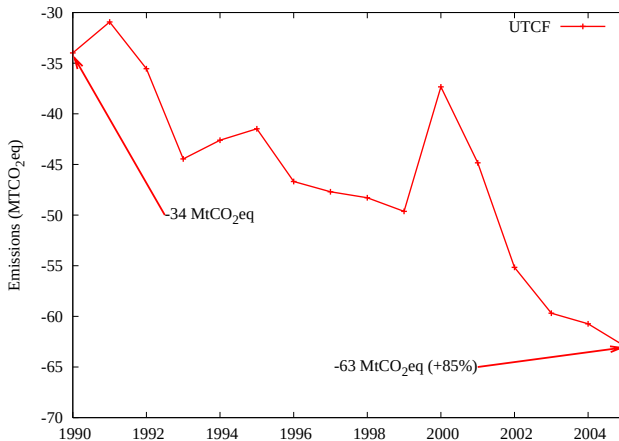


Émissions agricoles et UTCF 1990–2005

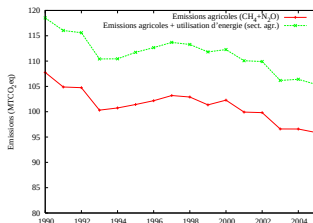




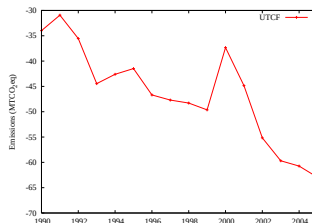
Émissions agricoles et UTCF 1990–2005



Émissions agricoles et UTCF 1990–2005

**Sources agricoles**

Baisse $\approx -12 \text{ MtCO}_2\text{eq}$
 ($\approx -1 \text{ MtCO}_2\text{eq}$ énergie)

**Puits net UTCF**

Renforcement du puits $\approx -29 \text{ MtCO}_2\text{eq}$

⇒ Une réduction totale d'environ $41 \text{ MtCO}_2\text{eq}$ entre 1990 et 2005

Nouveaux enjeux

Contribution importante de l'agriculture et de la forêt à la baisse des émissions nettes totales françaises sur les quinze dernières années

- Baisse de la contribution des émissions agricoles/forêt de 1990 à 2005
- Nouvelles demandes pour l'agriculture et la forêt (notamment énergétiques): pression à la hausse sur les rendements, concurrence entre usages des sols ⇒ tensions sur les émissions
- Des objectifs de réduction ambitieux à l'horizon 2020
- Capitalisation forestière importante: risques, vulnérabilité accrue

Nouveaux enjeux

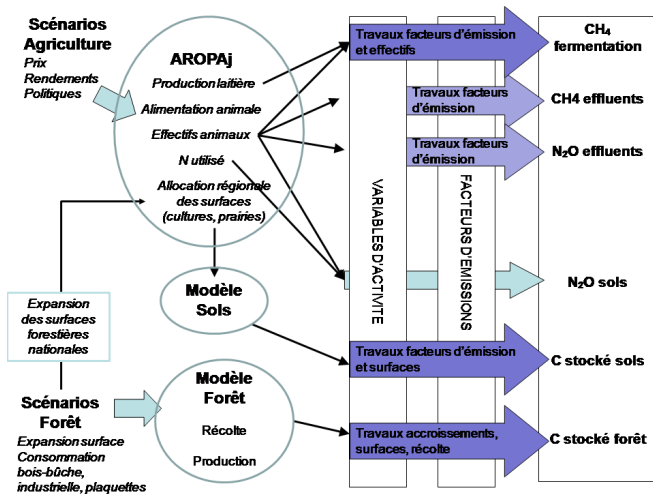
Contribution importante de l'agriculture et de la forêt à la baisse des émissions nettes totales françaises sur les quinze dernières années

- Baisse de la contribution des émissions agricoles/forêt de 1990 à 2005
- Nouvelles demandes pour l'agriculture et la forêt (notamment énergétiques): pression à la hausse sur les rendements, concurrence entre usages des sols ⇒ tensions sur les émissions
- Des objectifs de réduction ambitieux à l'horizon 2020
- Capitalisation forestière importante: risques, vulnérabilité accrue

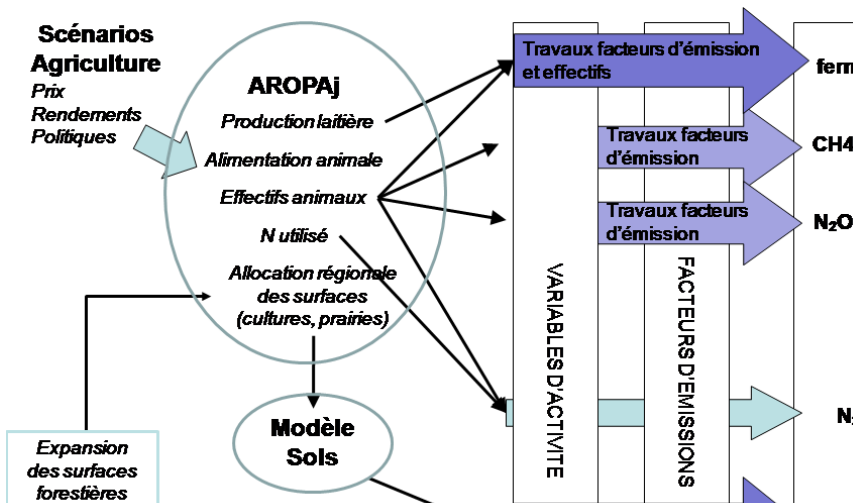
Q? L'agriculture et la forêt pourront-elles jouer le même rôle sur les émissions au cours des quinze prochaines années ?

Q? A quel coût ces réductions supplémentaires d'émissions peuvent-elles être obtenues ?

Démarche



Démarche



Scénarios

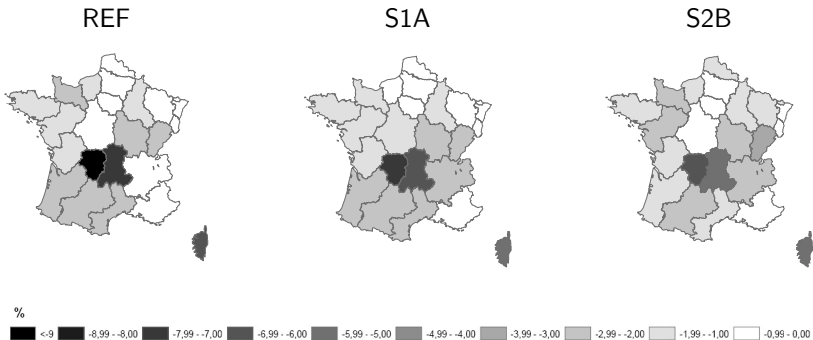
	Demande de produits agricoles [croissance économique et usages non alimentaires]	Outils de régulation [OMC et PAC]	
scénario I - a	ralentissement de la croissance Statu quo environnemental	maintien PAC	accord OMC ouverture modérée
scénario I - b			échec OMC accord bilatéraux
scénario II - a	maintien de la croissance préoccupations environnementales renforcées	réformes 1 ou 2 de la PAC	accord OMC ouverture modérée
scénario II - b			échec OMC accord bilatéraux
scénario III	accélération de la croissance Statu quo environnemental	réformes 1 ou 2 de la PAC	accord OMC ouverture modérée

Source: INRA Prospective 2013



Changements d'usage des sols

Variation de la SAU (2002-2020)





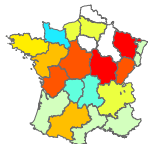
Changements d'usage des sols

Surfaces prairies (2002-2020)

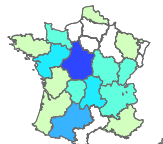
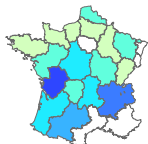
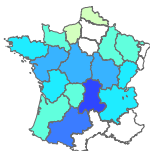
REF

S1A

S2B



2002-10 (kha)



2010-20 (kha)

(kha)



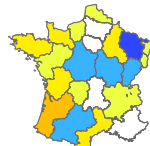
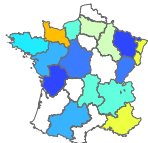
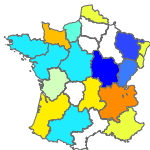


Surfaces cultures (2002-2020)

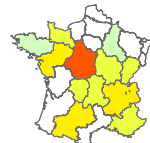
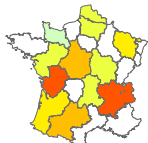
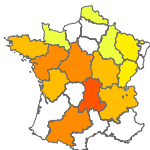
REF

S1A

S2B



2002-10 (kha)



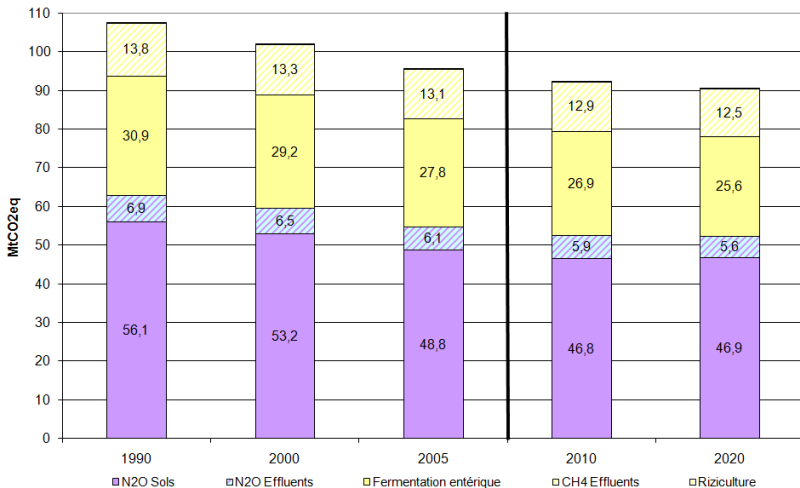
2010-20 (kha)

(kha)

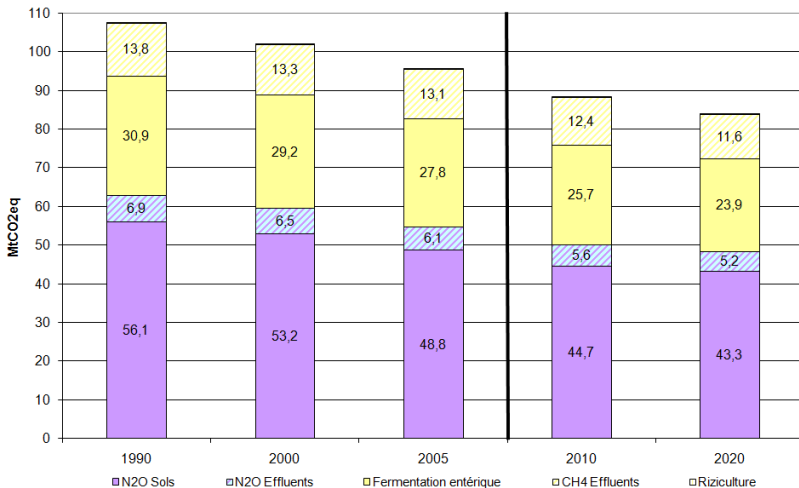




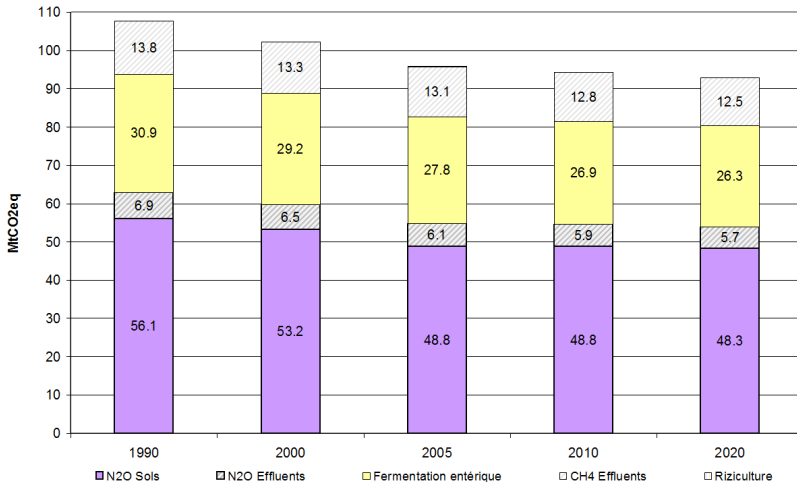
Émissions (REF)



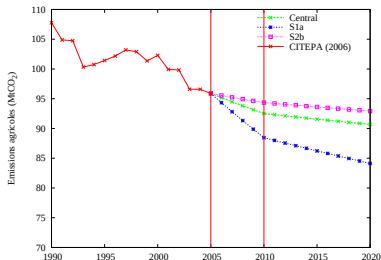
Émissions (S1a)



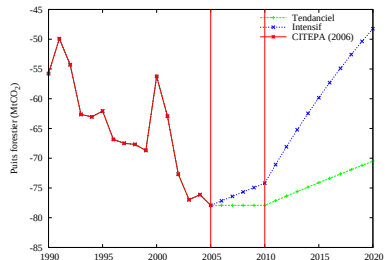
Émissions (S2b)



Récapitulons



Emissions



Stockage de carbone par les forêts

Perspectives

- L'agriculture peut fournir des réductions d'émission....
- ... Mais pour que ces réductions soient significatives il faut que les agriculteurs intègrent un prix du CO₂
- L'hétérogénéité des coûts d'abattement est importante non seulement entre les régions mais aussi à l'intérieur des régions
- Étant donné l'hétérogénéité des coûts de réduction, les instruments uniformes seraient très coûteux socialement.
- Débat sur les facteurs d'émissions plus fort dans l'agriculture que dans les autres secteurs
- Importance d'une représentation **complète** de l'usage des sols
- Reconnaissance de la séquestration additionnelle de carbone dans les engagements internationaux

Références

- CITEPA (2009). Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Format UNFCCC-CRF, CITEPA - Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Paris, France.
- De Cara, S., Houzé, M., and Jayet, P.-A. (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. and Thomas, A. (2008). Projections d'émissions/absorptions de gaz à effet de serre dans les secteurs forêt et agriculture aux horizons 2010 et 2020. Rapport final, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Grignon, France.
- IPCC (2007a). *Climate Change 2007: Fourth Assessment Report*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- IPCC (2007b). Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland. 28 p.