

Comment l'agriculture peut contribuer à la lutte aux changements climatiques

Janvier 2008

Jessica Bellarby, Bente Foreid, Astley Hastings et Pete Smith

École des sciences biologiques, Université d'Aberdeen, Édifice Cruickshank,
Promenade St-Machar, Aberdeen, AB24 3UU Écosse

[Traduction en français du rapport de Greenpeace International
Cool Farming: Climate Impacts of Agriculture and Mitigation Potential]

RÉSUMÉ

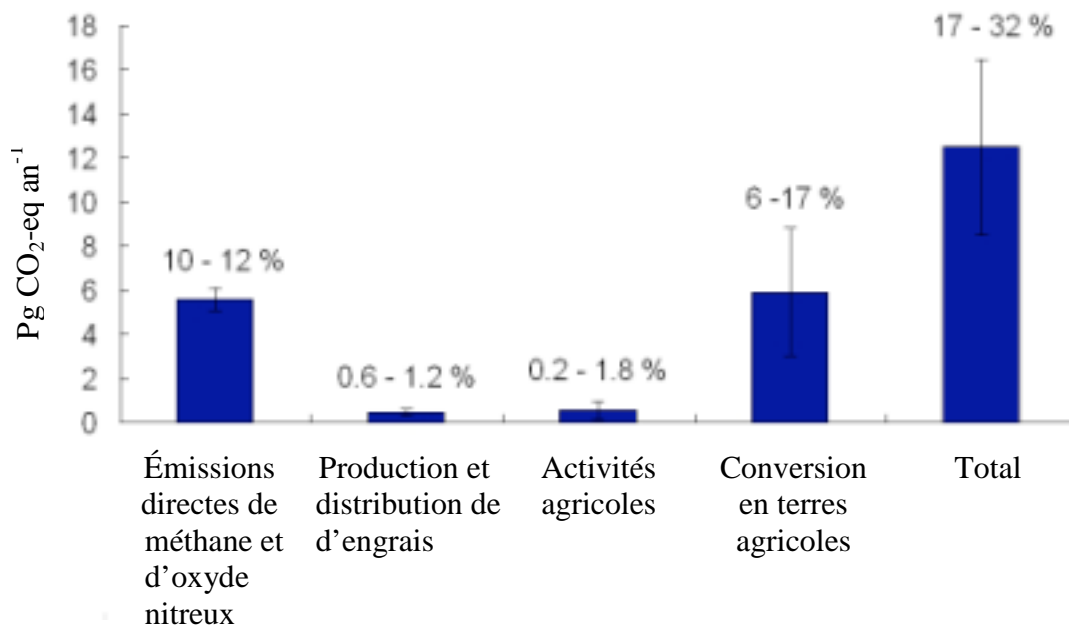
Résultats généraux et conclusions :

L'agriculture constitue l'une des activités humaines émettant le plus de GES au monde. En effet, la contribution générale du secteur agricole aux émissions de gaz à effet de serre (GES) planétaire se situe entre 8,5 et 16,5 Pg CO₂-eq (1)(2), ce qui représente de 17 à 32 % de toutes les émissions anthropiques mondiales de GES, incluant les changements d'usage des terres (Graphe 1). Ces chiffres comprennent toutes les émissions directes (ex. : émissions de GES émanant du sol et du bétail) et indirectes (telles l'utilisation des combustibles fossiles, la production agrochimique et la conversion des terres non cultivées à des fins agricoles).

Le secteur agricole produit une quantité si considérable de gaz à effet de serre (GES) que l'on attribue aujourd'hui un certain nombre d'anomalies historiques dans les concentrations atmosphériques de GES à des changements survenus il y a plusieurs milliers d'années dans les pratiques culturelles, comme la croissance de la riziculture par inondation durant l'Antiquité. On a assisté au cours du 20^e siècle à des mutations encore plus profondes des pratiques agricoles avec l'adoption des engrais de synthèse, la mise au point de nouvelles variétés de cultures (celles de la soi-disant Révolution verte) et l'emploi de très grandes exploitations agricoles. En vertu de ces bouleversements, on en est venu à mettre en doute la durabilité de cette agriculture dite « industrielle ».

Les méthodes de cultures actuelles engendrent des problèmes environnementaux dont la solution réside dans un virage vers des pratiques agricoles qui permettraient la création d'immenses puits de carbone. De nombreuses solutions comportent la possibilité d'atténuer les changements climatiques, à savoir : une meilleure gestion des cultures (en évitant les jachères nues, et avec une application plus judicieuse des fertilisants par exemple), une meilleure gestion des pâturages, une restauration des sols organiques et des puits de carbone. Comme produire de la viande exige une consommation très importante d'énergie en plus d'engendrer d'énormes quantités d'émissions de GES, c'est donc un moyen inefficace pour produire des calories alimentaires. C'est pour cela qu'une réduction de la consommation de viande permettrait également de réduire grandement les émissions de GES provenant du milieu agricole. Si l'ensemble des mesures mentionnées précédemment étaient adoptées, le secteur agricole pourrait cesser de figurer parmi les plus grands émetteurs de GES au monde pour ne devenir qu'une source très modeste de ces gaz, voire même un puits net de carbone.

Contribution mondiale du secteur agricole aux émissions de gaz à effet de serre



Graphe 1. Contribution totale du secteur agricole aux émissions de gaz à effet de serre de la planète, y compris les émissions issues des changements d'usage des terres. La contribution d'ensemble inclut les émissions directes (méthane et oxyde nitreux provenant des pratiques agricoles) et indirectes (dioxyde de carbone provenant de l'utilisation des combustibles fossiles et de la conversion des terres non cultivées à des fins agricoles).

Vue d'ensemble : Les principales sources d'émissions agricoles de gaz à effet de serre.

L'estimation des émissions directes de GES dues à l'agriculture à l'échelle planétaire varie de 5,1 à 6,1 Pg CO₂-eq, soit de 10 à 12 % du total des GES. Lesdites émissions se présentent principalement sous la forme de méthane (3,3 Pg CO₂-eq an⁻¹) et d'oxyde nitreux (2,8 Pg CO₂-eq an⁻¹), tandis que le flux net de carbone est très modeste avec 0,04 Pg CO₂-eq an⁻¹. Les émissions d'oxyde nitreux N₂O en provenance du sol, et celles du méthane, qui résultent de la fermentation entérique du bétail, représentent les deux principales sources d'émissions du secteur agricole en 2005, avec 38 % et 32 % respectivement du total des émissions excluant le gaz carbonique. La combustion de la biomasse (12 %), la production rizicole (11 %) et la gestion des fumiers (7 %) représentent le reste (Tableau 1).

Le défrichement à des fins agricoles du couvert végétal originel (c'est-à-dire les changements d'usage des terres, et *non* l'agriculture en temps que telle) rejette d'immenses quantités de carbone dans l'écosystème sous forme de dioxyde de carbone (5,9 (2,9 Pg CO₂-eq an⁻¹)).

Tableau 1. Sources des émissions directes et indirectes des GES du secteur agricole. Les valeurs du tableau sont des moyennes des étendues mentionnées dans le document.

Sources de GES agricoles	Millions de tonnes CO₂-eq an^a
Oxyde nitreux provenant des sols	2128
Méthane résultant de la fermentation entérique	1792
Combustion de la biomasse	672
Production rizicole	616
Fumier	413
Production d'engrais	410
Irrigation	369
Machinerie agricole (semis, labours, pulvérisations, récoltes)	158
Production de pesticides	72
Conversion des terres non cultivées à des fins agricoles	5900

^a Millions de tonnes CO₂-eq = Mt CO₂-eq

La magnitude et l'importance relative des différentes sources d'émissions varient énormément selon les régions. Les émissions mondiales du méthane CH₄ et de l'oxyde nitreux N₂O ont progressé de 17 % de 1990 et 2005, et les prévisions font état d'un autre accroissement variant de 35 à 60 % d'ici 2030 en raison de l'usage grandissant des engrais azotés et de l'augmentation du bétail.

Conséquences des produits agrochimiques sur les changements climatiques

La production agrochimique constitue une autre source d'émissions de GES, elle s'ajoute aux émissions agricoles directes mentionnées précédemment. Le cycle de vie des engrais, notamment, contribue de façon considérable à l'impact global de l'agriculture industrielle. La fabrication des fertilisants, à forte intensité énergétique, ajoute une quantité non négligeable de GES, soit de 300 à 600 millions de tonnes (0,3 à 0,6 Pg) CO₂-eq an⁻¹, ce qui représente 0,6 à 1,2 % de la quantité totale de GES dans le monde. La plus importante source d'émissions résultant de la production des engrais chimiques est due à l'énergie nécessaire au processus, lequel rejette du dioxyde de carbone. Notons toutefois que la production de nitrate produit davantage d'équivalents CO₂ sous forme d'oxyde nitreux. L'utilisation des fertilisants a accompagné l'intensification progressive de l'agriculture, passant de 0,11 Pg N en 1960-1961 à 0,091 Pg N en 2004-2005. Les taux d'application varient considérablement d'une région à l'autre, la Chine consomme 40 % des engrais minéraux dans le monde alors que l'Afrique n'utilise que 2 %.

Les émissions liées à certaines activités agricoles, comme les labours, l'ensemencement, l'application des engrais chimiques et la récolte présentent une variabilité supérieure (de 0,06 à 0,26 Pg CO₂-eq-an⁻¹) à celle de la fabrication des engrais. Les émissions mondiales de GES liées à l'irrigation se situent entre 0,05 à 0,68 Pg CO₂-eq-an⁻¹ selon les estimations. Quant à la production des pesticides, elle émet une quantité relativement modeste de GES située entre 0,003 et 0,14 Pg CO₂-eq-an⁻¹.

Usage des terres

Parmi tous les types de territoires, ce sont les terres mises en culture qui stockent le moins de carbone, à l'exception des déserts et des zones semi-désertiques. Par conséquent, toutes les fois que des terres non cultivées sont transformées en des terres cultivées, il en résulte une émission nette de carbone. On doit toutefois préciser que la contribution réelle résultant d'un changement d'usage des terres reste très incertaine, mais on l'estime être à 5,9 (2,9 Pg CO₂-eq. Les contraintes de l'économie et la législation en vigueur sont les principales causes expliquant les changements d'usage des terres, mais la disponibilité des terres entre aussi en ligne de compte. On pense que pour l'essentiel, l'étendue des terres agricoles dans le monde a cessé, l'expansion se limitant maintenant surtout dans les forêts tropicales, ce qui constitue un problème grave. On prévoit que les zones forestières dans le monde vont diminuer à un rythme annuel d'environ 43 000 km² environ, quoique les pays développés devraient, selon les prévisions, voir au contraire les leurs s'accroître de 7 400 km² par année.

Élevage en milieu agricole

L'élevage des animaux à la ferme comporte de nombreuses conséquences résultant par exemple des émissions directes provenant des ruminants, de la gestion des fumiers, de l'utilisation des produits agrochimiques, des changements d'usage des terres et du recours aux combustibles fossiles. Avec 60 % environ, la fermentation entérique est la cause principale des émissions mondiales de méthane. La demande en produits carnés détermine la quantité d'animaux à élever. En outre, le secteur de l'élevage du bétail est celui qui utilise le plus de terres; on constate d'ailleurs une transformation des pratiques, les agriculteurs préférant de plus en plus produire des cultures fourragères destinées au bétail plutôt que de faire paître leurs animaux comme autrefois. L'utilisation de cultures d'aliments riches en énergie favorise le déboisement des forêts tropicales du Brésil, l'un des principaux pays producteurs de soja, un ingrédient important de la nourriture destinée aux animaux. La demande pour la viande se fait de plus en plus forte, dopée qu'elle est par la croissance économique. Cette demande accrue va vraisemblablement favoriser la multiplication des fermes où on pratique l'élevage intensif. Ce sont les pays en voie de développement, qui connaissent la plus forte progression de la consommation de viande : 77 % d'augmentation de 1960 à 1990. En 1960, on y consommait très peu de viande, à peine 8 % des calories étaient d'origine animale, contre 27 % dans les pays développés. Parmi tous les types d'élevage d'animaux de boucherie, ceux du mouton et du boeuf sont ceux qui exercent le plus grand impact sur le climat, avec respectivement 17 et 13 kg CO₂-eq par kg de viande, les impacts de l'élevage du porc et du poulet étant inférieurs à la moitié des deux précédents.

Mesures d'atténuation

L'agriculture offre plusieurs possibilités d'atténuer les changements climatiques. Bien qu'elle se classe présentement au rang des plus grands émetteurs de GES, elle pourrait en émettre beaucoup moins, et même se transformer en un puits. On dispose de toute une palette d'options afin d'atténuer l'impact des pratiques agricoles sur les changements climatiques. En tout, il serait théoriquement possible d'atteindre 6 Pg CO₂-eq an⁻¹, mais avec des prix pour le carbone allant jusqu'à 100 \$ américains la tonne de CO₂-eq an⁻¹ il serait économiquement possible de réaliser une atténuation d'environ 4 Pg CO₂-eq an⁻¹. Au total, ce potentiel d'atténuation, s'il était réalisé, permettrait d'atténuer près de 100 % des émissions agricoles directes. La séquestration du carbone du sol offre de loin les meilleures possibilités d'atténuation (89 %), suivi des émissions de méthane (9 %) et de celles de l'oxyde nitreux (2 %).

La faible teneur en carbone des terres mises en culture signifie que celles-ci offrent de grandes possibilités d'accroître ce contenu en carbone grâce à des pratiques de gestion avisées. Là où l'usage des terres a changé, laissant la place à des sols en majorité agricoles, la restauration de la teneur en

carbone des sols organiques cultivés présente le plus grand potentiel d'atténuation des GES dus à l'agriculture par unité de surface.

Les plus intéressantes possibilités d'atténuation des rejets agricoles sont les suivantes :

1. Nouvelle gestion des terres agricoles, avec possibilité d'atténuation pouvant atteindre environ $1,45 \text{ Pg CO}_2\text{-eq an}^{-1}$. Parmi les solutions pouvant être envisagées, notons :
 - Éviter la jachère nue : un sol nu est sujet à l'érosion et au lessivage des nutriments, en plus de renfermer moins de carbone que s'il était couvert par de la végétation. Une façon efficace de résoudre le problème consiste à recouvrir le sol avec des cultures dérobées et des cultures de couverture entre deux saisons végétatives ou deux périodes de jachère, selon les cas.
 - Utiliser juste ce qu'il faut d'engrais azoté, éviter d'en mettre plus que ce dont la plante a besoin, en appliquant le fertilisant au bon moment et avec plus de précision là où il faut. Réduire la dépendance aux engrais en adoptant d'autres systèmes d'exploitation agricole, pratiquer par exemple la rotation des sols avec des cultures de légumineuses : cette méthode offre de grandes possibilités d'atténuer les GES.
 - Ne pas incinérer les déchets des cultures au champ.
 - Réduire le labourage : bien que les avantages résultant d'une absence de labours dans un contexte d'agriculture industrielle puissent être annulés par une dépendance croissante envers les herbicides et la machinerie, les résultats de certaines études préliminaires indiquent qu'une réduction des labours sans recourir à des herbicides dans les sols organiques favorise la séquestration du carbone dans la terre.
2. Modifier la gestion des pâturages offrirait des possibilités d'atténuation pouvant atteindre environ $1,35 \text{ Pg CO}_2\text{-eq an}^{-1}$. On pourrait par exemple réduire l'intensité d'exploitation des pâturages, ou restreindre la fréquence ou l'intensité des incendies de forêt grâce à une gestion active des feux. Ces mesures ont pour résultats typiques d'augmenter les couverts forestiers et arbustifs, avec obtention de puits de CO_2 tant dans les sols que dans la biomasse.
3. Réhabiliter les sols organiques drainés pour obtenir des terres cultivables, et restaurer les terres dégradées afin d'augmenter les puits de carbone (combinées, ces deux mesures permettraient une atténuation d'à peu près $2,0 \text{ Pg CO}_2\text{-eq an}^{-1}$). Autrement dit, il faut éviter de drainer les milieux humides, mener à bien la lutte contre l'érosion des sols, et prévoir des apports organiques et des nutriments.
4. Améliorer la riziculture par inondation (possibilité d'atténuation d'environ $0,3 \text{ Pg CO}_2\text{-eq an}^{-1}$; en dehors de la saison de culture, on peut limiter les rejets de méthane grâce à une meilleure gestion des eaux, notamment en évitant d'imbiber le sol afin de le conserver le plus sec possible.
5. Il existe d'autres possibilités d'atténuation moins efficaces, mais néanmoins intéressantes. La mise de côté de terres inutilisées et les changements d'usage des terres (grâce par exemple à la conversion des terres cultivées en pâturages) et l'agroforesterie permettent une atténuation d'environ $0,05 \text{ Pg CO}_2\text{-eq an}^{-1}$; une gestion plus efficace du bétail et des fumiers permet environ $0,25 \text{ Pg CO}_2\text{-eq an}^{-1}$.

6. En rendant les procédés de fabrication des fertilisants plus efficaces, on pourrait obtenir des réductions considérables pouvant atteindre à peu près $0,2 \text{ Pg CO}_2\text{-eq an}^{-1}$. 29 % des améliorations proviendraient d'une plus grande efficacité énergétique lors de la production d'ammoniaque en usine, 32 % de l'introduction de nouvelles technologies de réduction de l'oxyde nitreux, et 39 % d'autres mesures générales d'économies d'énergie.
7. Les consommateurs peuvent jouer un rôle important dans la réduction des GES agricoles. S'ils réduisaient la demande en viande, les émissions de GES s'en trouveraient considérablement diminuées. Adopter un régime alimentaire végétarien, ou du moins réduire sa consommation de viande, permettrait de réduire les GES. Par exemple, une personne dont le régime alimentaire correspond à ce qu'un habitant consomme en moyenne chaque jour aux États-Unis, pourrait économiser 385 kcal (ou de 95 à 126g de CO_2) de combustible fossile en remplaçant 5 % de sa consommation quotidienne de viande.

Notes

- (1) 1 Pg (petagramme) = 1 Gt (gigatonne) = 1000 millions de tonnes. Pour convertir 1 Pg $\text{CO}_2\text{-eq}$ en millions de tonnes, multiplié par 1000; p. ex., 15,5 Pg $\text{CO}_2\text{-eq}$ égalent 15,5 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$ ou 15 500 millions de tonnes de $\text{N}_2\text{O -eq}$.
- (2) Les émissions d'oxyde nitreux N_2O et de méthane (CH_4), deux gaz à effet de serre, s'expriment souvent en équivalents CO_2 calculés à partir de leur potentiel de réchauffement planétaire sur une période de 100 ans : le N_2O a 296 fois le potentiel de réchauffement du CO_2 et le CH_4 23 fois.

Comment l'agriculture peut contribuer à la lutte aux changements climatiques

[traduction en français du rapport de Greenpeace international
Cool Farming : Climate Impacts of Agriculture and Mitigation Potential]

Janvier 2008

Jessica Bellarby, Bente Foreid, Astley Hastings et Pete Smith

Table des matières

Résumé	i
Liste des matières	v
Liste des tableaux	vi
Liste des graphes	vii
1 Introduction	11
1.1 Contexte et point de mire du rapport	11
2 Émissions mondiales de GES dues à l'agriculture	12
2.1 Émissions mondiales de GES dues à l'agriculture	12
2.2 Changements projetés dans les émissions de GES agricoles d'ici 25 ans	14
2.3 Émissions indirectes provenant des pratiques agricoles	17
3 Émissions de GES émanant de pratiques agricoles spécifiques	19
3.1 GES provenant de la production, du transport et de l'usage des engrais agricoles	19
3.1.1 Conséquence de l'intensification de l'agriculture sur l'utilisation des engrais et les émissions	20
3.2 Émissions de GES issues de la déforestation et de la conversion des terres dues à l'expansion de l'agriculture dans des zones non cultivées	22
3.2.1 Tendances historiques et à venir	25
4 Conséquences de l'élevage intensif des animaux sur le climat mondial	27
4.1 Émissions directes du bétail	27
4.2 Gestion des fumiers	29
4.3 Utilisation de produits agrochimiques	29
4.4 Utilisation des terres	30

4.5 Utilisation des carburants fossiles	30
4.6 Conséquences de l'augmentation de la demande en viande (et en nourriture destinée aux animaux) sur l'évolution future des émissions agricoles de GES	31
5 Émissions de GES selon qu'elles proviennent de pratiques agricoles intensives ou non intensives	33
5.1. Comparaison entre les émissions de GES émanant d'entreprises agricoles industrielles et celles des petites exploitations ou de l'agriculture de subsistance	33
6 Possibilités d'atténuer les émissions de GES issues du secteur agricole	35
6.1 Possibilité d'atténuation grâce à l'augmentation des puits de carbone	37
6.1.1 Restauration de la végétation naturelle	37
6.1.2 Pratiques de gestion durable	38
6.1.3 Possibilités d'atténuation grâce à une meilleure gestion des Pâturages, du bétail et des fumiers	41
6.1.4 Autres possibilités d'atténuation et conséquences sur le développement durable	43
6.2 Possibilités d'atténuation grâce à la gestion des fumiers, notamment une utilisation plus efficace des fertilisants en évitant de les surutiliser	45
6.3 Modifications du régime alimentaire et des habitudes de consommation - avantages liés à une baisse de la consommation de viande	46
7 Références	49
Liste des tableaux	
Tableau 1 : Sources des émissions directes de GES d'origine agricole. Les valeurs figurant au tableau sont des moyennes des étendues fournies dans les pages du texte	3
Tableau 2 : Émissions de GES provenant des combustibles fossiles et de l'énergie utilisée lors des activités agricoles et pour la production agrochimique. Données obtenues de (Lal, 2004c) : quantité de carbone par ha transformée en écosystème en prenant la superficie des cultures permanentes et des terres arables (15,41 M km ²) en 2003 (FAOSTAT, 2007)	18
Tableau 3 : Énergie nécessaire à la fabrication des divers fertilisants et émissions de dioxyde carbonique en résultant	20

Tableau 4 : Émissions annuelles totales de GES provenant de la production des fertilisants (Kongshaug, 1998) .	20
Tableau 5 : Stockage mondial du carbone dans la végétation et la couche supérieure du sol jusqu'à 1 m	22
Tableau 6 : Utilisation des terres agricoles depuis quarante ans	26
Tableau 7 : Approvisionnement alimentaire dans les pays développés et en voie de développement	32
Tableau 8 : Éventail de projets de reboisement AIJ. Leur efficacité à séquestrer le carbone y est expliquée de même que ce qu'il en coûte pour les réaliser (tiré de Cacho et al., 2003)	34
Tableau 9 : Potentiel de réchauffement planétaire (équivalents CO ₂) pour Produire certains aliments biologiques et non biologiques (Williams et al., 2003)	35
Tableau 10 : Consommation moyenne de céréales et de fourrage (en kg) pour engendrer un kg de produits animaux sur des fermes américaines (ministère de l'Agriculture des É.-U.)	47
Tableau 11 : Comparaisons entre le potentiel de réchauffement des principales catégories de viande, du lait et d'une sélection de produits végétaux (en kg eq-CO ₂ sur une échelle temporelle de 100 ans par kg de produits). Calculs obtenus à partir de données du Royaume-uni. (Foster et al., 2006)	47
Liste des graphes	
Graphe 1 : Contribution planétaire du secteur agricole aux émissions de GES, incluant les émissions issues de modifications dans l'utilisation des terres. La contribution totale inclut les émissions directes (méthane et oxyde émanant des activités agricoles) et indirectes (gaz carbonique issu des combustibles fossiles et de la conversion du territoire en terres agricoles). Les pourcentages se rapportent aux émissions planétaires de GES	2
Graphe 2 : « Taux d'utilisation des engrais chimiques dans les terres arables (incluant les terres cultivées sur une base permanente) en Chine comparé à ceux des pays développés, d'Europe, d'Amérique du Nord et du reste du monde. Les taux d'utilisation de l'azote sont basés sur N, ceux du phosphore sur P ₂ O ₅ , ceux du potassium sur K ₂ O. Source des données : FAO (2002). Copié de (Yang, 2006)	21
Graphe 3 : Consommation d'engrais azotés dans quelques régions du Monde et total mondial. Source : statistiques IFA	22
Graphe 4 : Changement du stockage en carbone lorsqu'on du passe des	

tourbières aux terres arables (rouge/ligne foncée) et des terres arables aux pâturages (bleu/ligne pâle). Chaque écosystème et système agroforestier est géré de façon à ce que les terres cultivées soient être équilibré en carbone. La constante temps du changement exponentiel dépend du climat mais elle se situe en moyenne autour de 33 ans (voir le Tableau 4 pour l'étendue des valeurs). Source : GIEC 2001

23

Graphe 5 : Comparaisons entre cinq estimations différentes d'émissions en carbone en fonction de divers scénarios transformations de la couverture végétale. Les estimations H2003 et CCMLP étaient mondiales, alors que les études AVHRR, TREES et F2000 se limitaient à l'ensemble des tropiques. H2003 et CCMLP estimaient des valeurs annuelles, alors que les trois autres études estimaient des moyennes décennales. Multipliez par un facteur de 3,66 afin d'obtenir des Pg CO₂-eq. Tiré de : (Ramankutty *et al.*, 2007)

24

Graphe 6 : Taux de déboisement et de redéfrichement en jachères dans la zone amazonienne ou ces opérations sont légales de 1961 à 2003 (axe primaire des y); et estimations à l'aide d'un modèle de Markov des transitions consécutives à la déforestation (valeurs cumulatives apparaissant sur l'axe secondaire des y). Divisez par un facteur 100 pour obtenir les M km². Tiré de : (Ramankutty *et al.*, 2007)

25

Graphe 7 : Possibilités techniques d'atténuation à l'échelle planétaire des émissions de GES par diverses pratiques de gestion agricole, et résultats de chaque pratique pour chaque GES (tiré du GIEC, 2007); 1000 Mt= 1 Pg. Source : Tiré de données appartenant à Smith *et al.*, 2007

36