

# LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE GRÂCE À L'ÉLEVAGE

UNE ÉVALUATION DES ÉMISSIONS ET DES  
OPPORTUNITÉS D'ATTÉNUATION AU NIVEAU MONDIAL



LUTTER CONTRE LE  
CHANGEMENT CLIMATIQUE  
GRÂCE À  
L'ÉLEVAGE

---

UNE ÉVALUATION DES ÉMISSIONS ET DES  
OPPORTUNITÉS D'ATTÉNUATION AU NIVEAU MONDIAL

---

L'édition originale de cet ouvrage a été publiée en anglais par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture sous le titre *Tackling Climate Change through Livestock*, 2013.

### **Citation**

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2014. *Lutter contre le changement climatique grâce à l'élevage – Une évaluation des émissions et des opportunités d'atténuation au niveau mondial*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome.

### **Photographies**

*Couverture et page 15*: @SIE-Masterfile

*Page 1*: ©FAO/Giulio Napolitano

*Page 5*: ©FAO/Noah Seelam

*Page 25*: ©FAO/Giulio Napolitano, Vasily Maximov, Jim Holmes, Florita Botts, Tariq Tinazay

*Page 49*: ©iStockphoto.com/Kickers

*Page 63*: ©FAO/Ishara Kodikara

*Page 89*: ©International Telecommunication Union

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

E-ISBN 978-92-5-207921-7 (PDF)

© FAO, 2014

La FAO encourage l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Sauf indication contraire, le contenu peut être copié, téléchargé et imprimé aux fins d'étude privée, de recherches ou d'enseignement, ainsi que pour utilisation dans des produits ou services non commerciaux, sous réserve que la FAO soit correctement mentionnée comme source et comme titulaire du droit d'auteur et à condition qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière que la FAO approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs.

Toute demande relative aux droits de traduction ou d'adaptation, à la revente ou à d'autres droits d'utilisation commerciale doit être présentée au moyen du formulaire en ligne disponible à [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) ou adressée par courriel à [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) et peuvent être achetés par courriel adressé à [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).

# Table des Matières

<i>Préface</i>	<i>ix</i>
<i>Remerciements</i>	<i>xi</i>
<i>Résumé</i>	<i>xii</i>
<i>Abréviations et acronymes</i>	<i>xvi</i>
<i>Glossaire</i>	<i>xviii</i>
<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2. Méthodes</b>	<b>5</b>
2.1 Introduction	5
2.2 Modèle mondial d'évaluation de l'élevage et de l'environnement (GLEAM)	5
2.3 Modélisation du potentiel de séquestration du carbone dans les prairies	12
<b>3. Bilan global</b>	<b>15</b>
3.1 Émissions globales	15
3.2 Emissions par espèce et produit	15
3.3 Principales sources d'émissions	18
3.4 Emissions par région	22
<b>4. Émissions par espèces</b>	<b>25</b>
4.1 Bovins	25
4.2 Buffles	29
4.3 Petits ruminants (ovins et caprins)	34
4.4 Porcs	35
4.5 Poules et poulets	39
4.6 Observations transversales	41
<b>5. Perspectives d'atténuation</b>	<b>49</b>
5.1 Potentiel d'atténuation	49
5.2 Séquestration du carbone	56
5.3 Potentiel par zone géographique	58

---

<b>6. L'atténuation en pratique: études de cas</b>	<b>63</b>
6.1 Production de lait de vache en Asie du Sud	65
6.2 Production intensive de porc en Asie de l'Est et du Sud-Est	66
6.3 Production de viande bovine spécialisée en Amérique du sud	71
6.4 Filières petits ruminants en Afrique de l'ouest	75
6.5 Production de lait de vache dans les pays de l'OCDE	79
6.6 Potentiel de gains de productivité	83
<b>7. Implications pour l'élaboration de politiques</b>	<b>89</b>
7.1 Aperçu des approches existantes en matière de politique d'atténuation	90
7.2 Ciblage des politiques	90
7.3 Principales stratégies d'atténuation et politiques	92
7.4 Cadres politiques pour l'atténuation dans le secteur de l'élevage	98
7.5 Conclusions	107
ANNEXES	
<b>Informations complémentaires sur la méthodologie</b>	<b>111</b>
<b>Références</b>	<b>117</b>

---

## LISTES DES TABLEAUX

---

1. Sources des émissions de GES considérées dans l'évaluation	7
2. Synthèse des systèmes de production pour les ruminants	8
3. Synthèse des systèmes de production pour les porcs	8
4. Synthèse des systèmes de production pour les poulets	9
5. Lait de vache/Production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial	27
6. Viande et lait de buffle: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial	29
7. Viande et lait de petits ruminants: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial	35
8. Viande de porc: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial	38
9. Viande de poulet et œufs de poules: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial	41
10. Estimation du potentiel d'atténuation par l'analyse des écarts d'intensité d'émissions	55
11. Estimation du potentiel d'atténuation pour les systèmes mixtes de bovins laitiers en Asie du Sud	66
12. Estimation du potentiel d'atténuation pour la production de porc dans les systèmes intermédiaires et industriels en Asie de l'Est et du Sud-Est	70
13. Estimation du potentiel d'atténuation pour la production de viande bovine spécialisée en Amérique latine	75
14. Estimation du potentiel d'atténuation pour le secteur des petits ruminants en Afrique de l'Ouest	79
15. Estimation du potentiel d'atténuation pour la production laitière des systèmes mixtes dans les pays de l'OCDE	83
16. Effet du maintien du nombre d'animaux constant sur les volumes de production et d'émission dans quatre études de cas	86

## LISTE DES ENCADRÉS

---

1. Principales sources d'émissions	16
2. Techniques et pratiques d'atténuation des émissions de GES hors CO <sub>2</sub>	52
3. Estimer le potentiel d'atténuation: analyse de l'écart des intensités d'émission	56
4. Principales stratégies de réduction des émissions	91
5. Les MAAN du Brésil et les progrès dans le secteur de l'élevage	103

## LISTE DES FIGURES

---

1.	Présentation générale de la structure et du fonctionnement de GLEAM	6
2.	Émissions de GES par espèces au niveau mondial	18
3.	Intensités d'émission par produit au niveau mondial	19
4.	Émissions mondiales des filières de l'élevage par catégorie d'émissions	19
5.	Émissions de GES des filières de l'élevage au niveau mondial, par activité et produit	20
6.	Productions animales et émissions de GES par produit et région	22
7.	Émissions des filières lait et viande bovine, par catégorie d'émissions	26
8.	Variations régionales de la production de viande bovine et des intensités d'émissions	27
9.	Variations régionales de la production de lait de vache et des intensités d'émissions	28
10.	Émissions de GES des filières bovines au niveau mondial, par activité et produit	30
11.	Émissions des filières lait et viande de buffles, par catégorie d'émissions	32
12.	Variations régionales de la production de lait de buffle et des intensités d'émissions	32
13.	Variations régionales de la production de viande de buffle et des intensités d'émissions	33
14.	Émissions des filières lait et viande de petits ruminants, par catégorie d'émissions	34
15.	Variations régionales de la production de lait de petits ruminants et des intensités d'émission	36
16.	Variations régionales de la production de viande de petits ruminants et des intensités d'émissions	37
17.	Émissions par kg de protéines de viande et de lait de petits ruminants, avec et sans allocations aux produits non comestibles	37
18.	Émissions des filières porcines, par catégorie d'émissions	38
19.	Variations régionales de la production de viande porcine et des intensités d'émission	39



---

20.	Émissions des filières viande de poulet et œufs de poules, par catégorie d'émissions	40
21.	Variations régionales de la production de viande de poulet et des intensités d'émissions	42
22.	Variations régionales de la production d'œufs de poules et des intensités d'émission	43
23.	Relation entre la productivité et l'intensité d'émissions du lait (moyennes par pays)	45
24.	Intensités d'émission des filières porcines, par système de production	46
25.	Exemple d'écart d'intensité d'émission – distribution des unités de production de poulets de chair dans GLEAM selon leur intensité d'émission dans les zones tempérées d'Asie de l'Est et du Sud-Est	50
26.	Exemple d'écart d'intensité d'émission – distribution des unités de production de bovins lait dans GLEAM selon leur intensité d'émission dans les systèmes mixtes des zones tempérées d'Europe de l'Ouest	51
27A.	Intensité d'émission par unité de protéine comestible	59
27B.	Intensités d'émission par unité de surface	60
27C.	Intensité d'émission par habitant	61
28.	Interactions entre tendances de la production, des émissions et des efforts d'atténuation	107

# Préface

Comment ne pas avoir une vision catastrophiste du monde d'aujourd'hui? Le changement climatique, le défi environnemental le plus sérieux que l'humanité ait à affronter, menace le bien-être des générations futures. La mondialisation a entraîné des changements économiques, sociaux et technologiques qui font de nombreux exclus. La faim est un problème persistant et touche plus de 900 millions de personnes dans le monde. Nous nous sentons souvent dépassés par l'ampleur de ces défis. Mais il ne faut pas perdre espoir. Il est possible de trouver des solutions à des problèmes difficiles, pour le bénéfice de tous, grâce à des politiques favorisant innovations et investissements.

Nous savons depuis plusieurs années que le secteur de l'élevage contribue de façon importante au changement climatique. Ce nouveau rapport montre qu'il est possible de réduire les émissions du secteur. Des solutions existent pour toutes les espèces, les systèmes de production et les régions. Mais elles requièrent volonté et instruments politiques à la hauteur de la tâche.

Ce rapport fournit les données nécessaires pour aller de l'avant. Il dresse un état des lieux des émissions sur la base de données factuelles. Elles sont présentées par espèces, zones agro-écologiques, régions et systèmes de production. La richesse des informations de ce rapport et des deux rapports techniques qui l'accompagnent reflète la grande diversité du secteur.<sup>1</sup>

Il est essentiel d'avoir une compréhension détaillée de l'ampleur, des sources et des tendances des émissions pour nourrir le débat politique et éviter des simplifications excessives. Ces informations peuvent éclairer des choix plus judicieux afin d'élaborer des politiques qui favorisent une production durable, la croissance économique et la réduction de la pauvreté dans le secteur de l'élevage.

Ce rapport évalue le potentiel d'atténuation de différents ensembles d'options techniques d'atténuation et identifie ainsi des façons de réduire les émissions. Alors que les acteurs du secteur cherchent à améliorer sa durabilité et sa viabilité, cette analyse apporte des informations nécessaires non seulement à la mise en place de solutions d'atténuation locales et spécifiques à chaque système de production, mais aussi à un développement du secteur en faveur des populations pauvres.

Le travail de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) sur l'évaluation de l'impact environnemental de l'élevage a suscité l'intérêt et le soutien de nombreux partenaires qui s'engagent avec la FAO pour l'amélioration des données et des analyses. Le Partenariat pour l'Évaluation et la Performance Environnementales de l'Élevage (LEAP) se concentre sur le développement de méthodologies et de systèmes de mesure pour évaluer et suivre les performances environnementales du secteur.

Les acteurs du secteur réalisent de plus en plus que la raréfaction des ressources naturelles conditionnera le développement futur du secteur et commencent à s'attaquer

<sup>1</sup> FAO, 2013a. *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment.*

FAO, 2013a. *Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains – A global life cycle assessment.*

au problème que représente son impact environnemental. Ainsi, au niveau mondial, un grand nombre de partenaires se sont engagés dans un dialogue politique avec la FAO. Le Programme Mondial pour un Elevage Durable vise à catalyser et guider l'action des acteurs vers une amélioration des pratiques du secteur pour une utilisation plus efficace des ressources naturelles.

L'accès à de meilleures analyses et une volonté croissante d'agir ont créé une dynamique pour mettre en place des mesures appropriées dans le secteur de l'élevage afin de lutter contre le changement climatique. Il ne faut pas la laisser retomber. Alors que les effets du changement climatique sont déjà ressentis par chacun d'entre nous, il est maintenant urgent d'agir collectivement.



*Ren Wang*

*Sous-Directeur général  
Département de l'agriculture et  
de la protection des consommateurs*

# Remerciements

Ce rapport présente les résultats d'une évaluation des émissions de gaz à effet de serre (GES) des filières de l'élevage au niveau mondial. L'analyse a été menée par la division Production et santé animales (AGA) de la FAO, dirigée par Berhe Tekola et a été cofinancée par le Programme sur l'Atténuation du Changement Climatique dans l'Agriculture (MICCA).

Le rapport a été écrit par les membres du personnel de la FAO suivants: Pierre Gerber, Henning Steinfeld, Benjamin Henderson, Anne Mottet, Carolyn Opio, Jeroen Dijkman, Alessandra Falucci et Giuseppe Tempio.

L'équipe de chercheurs était composée de Benjamin Henderson, Michael MacLeod, Anne Mottet, Carolyn Opio, Theun Vellinga (analyse); Klaas Dietze, Alessandra Falucci, Guya Gianni, Tim Robinson, Mirella Salvatore, Giuseppe Tempio, Olaf Thiemme, Viola Weiler (modélisation et gestion des données); et Pierre Gerber (directeur de l'équipe).

Des analyses complémentaires ont été conduites par des partenaires du monde de la recherche dont l'Université de l'Etat du Colorado, l'Université de l'Etat de Pennsylvanie, l'Université de Wageningen et l'Institut suédois pour l'alimentation et la biotechnologie (SIK).

De nombreuses personnes ont contribué à enrichir l'analyse et le rapport par leur point de vue, leurs commentaires ou des informations complémentaires. Nous voudrions en particulier remercier nos collègues de la FAO Philippe Ankers, Vincent Gitz, Leslie Lipper, Harinder Makkar, Alexandre Meybeck, Ugo Pica-Ciamarra, Marja-Liisa Tapio-Bistrom, Francesco Tubiello et Xiangjun Yao. Le rapport a aussi bénéficié des commentaires de relecteurs extérieurs venant notamment des ONG, des gouvernements et du secteur privé.

Nous remercions aussi Caroline Chaumont pour son appui éditorial, Simona Capocaccia, Cristiana Giovannini et Claudia Ciarlantini pour le graphisme et la mise en page, Phil Harris pour la relecture et Christine Ellefson pour son appui administratif.

# Résumé

Le changement climatique est en train de transformer les écosystèmes de la planète et menace le bien-être des générations actuelles et futures. «Pour limiter le réchauffement à moins de 2 °C» afin d'éviter tout changement climatique «dangereux», des réductions importantes et immédiates des émissions de gaz à effet de serre sont nécessaires.<sup>2</sup>

Le secteur de l'élevage contribue de manière significative aux émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine humaine, mais il peut aussi apporter une contribution importante aux efforts d'atténuation nécessaires.

Tous les acteurs du secteur doivent agir ensemble, sans délais et de manière concertée pour mettre en place des stratégies d'atténuation déjà existantes, mais peu appliquées, ou prometteuses. Réduire les émissions et l'impact environnemental de l'élevage est devenu urgent en raison de la croissance du secteur pour assurer la sécurité alimentaire et nourrir une population mondiale de plus en plus nombreuse, riche et urbanisée.

## LE SECTEUR DE L'ÉLEVAGE: UNE CONTRIBUTION SIGNIFICATIVE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Avec des émissions estimées à 7,1 gigatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> par an, représentant 14,5 pour cent des émissions de GES d'origine anthropique, le secteur de l'élevage joue un rôle important dans le changement climatique.

Les productions de viande et de lait des bovins sont à l'origine de respectivement 41 et 20 pour cent des émissions du secteur. En comparaison, la production de viande de porc et la production de viande de poulet et d'œufs représentent respectivement 9 et 8 pour cent des émissions. La forte croissance prévue de ces productions devrait faire augmenter le volume de leurs émissions et leur part dans les émissions du secteur dans les années à venir.

La production et la transformation des aliments du bétail ainsi que la fermentation entérique des ruminants sont les deux principales sources d'émissions du secteur, représentant respectivement 45 et 39 pour cent des émissions du secteur. La gestion des effluents représente 10 pour cent des émissions. Le reste est attribuable à la transformation et au transport des produits animaux. Comptabilisée dans la catégorie production d'aliments du bétail, la déforestation pour créer des pâturages et des terres cultivables pour la production d'aliments du bétail représente 9 pour cent des émissions du secteur. Présente dans toutes les catégories d'émissions, la consommation d'énergie sous forme de combustible fossile tout au long des filières d'élevage représente 20 pour cent des émissions du secteur.

## DES RÉDUCTIONS IMPORTANTES À LA PORTÉE DES FILIÈRES

Les technologies et les pratiques qui permettent de réduire les émissions existent mais

<sup>2</sup> Accord de Copenhague, 2009. COP 15.

elles ne sont pas utilisées à grande échelle. Leur adoption et utilisation par la majorité des producteurs pourraient réduire significativement les émissions du secteur.

Les intensités d'émission (émissions par unité de produit animal) varient considérablement entre les unités de production même au sein de systèmes de production similaires. Cette différence s'explique par la grande variabilité des pratiques d'exploitation et de gestion dans les filières. Un potentiel d'atténuation important existe. Il réside dans l'écart entre les unités de production avec les intensités d'émission les plus élevées et celles avec les intensités d'émission les plus basses.

Il serait possible de réduire les émissions de GES de 30 pour cent, si les producteurs d'un système donné, dans une même région et dans une même zone climatique adoptaient les technologies et pratiques utilisées par les 10 pour cent d'entre eux ayant l'intensité d'émission la plus basse.

### **L'EFFICIENCE, LA CLÉ POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS**

Il existe un lien direct entre les intensités d'émission de GES et l'efficacité avec laquelle les producteurs utilisent les ressources naturelles. Pour les producteurs, les émissions d'oxyde nitreux ( $N_2O$ ), de méthane ( $CH_4$ ) et de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), les trois principaux gaz émis par le secteur, représentent une perte d'azote (N), d'énergie et de matière organique qui érode la productivité et l'efficacité de leurs activités.

Les interventions qui peuvent conduire à une diminution des émissions sont donc, dans une large mesure, basées sur les technologies et pratiques qui améliorent l'efficacité au niveau des animaux et des troupeaux. Ces interventions incluent l'utilisation d'aliments du bétail de meilleure qualité et un meilleur équilibre de la ration pour faire diminuer les émissions dues à la fermentation entérique et aux effluents. Des meilleures pratiques d'élevage et de sélection ainsi qu'une santé animale améliorée peuvent permettre de réduire le cheptel de renouvellement (la partie du troupeau qui n'est pas productive) et les émissions qui lui sont associées.

Les pratiques de gestion des effluents qui permettent la récupération et le recyclage des nutriments et de l'énergie et l'amélioration de l'efficacité de l'énergie dans les filières d'élevage peuvent aussi contribuer à l'atténuation. Utiliser des intrants dont l'intensité d'émission est basse (aliments du bétail et énergie en particulier) est aussi une option à considérer.

### **LES PRATIQUES D'ATTÉNUATION PROMETTEUSES**

La séquestration du carbone dans les prairies pourrait compenser les émissions de manière significative à hauteur d'environ 0,6 gigatonnes d'équivalent  $CO_2$  par an. Cependant, il est nécessaire de développer des méthodes de mesure abordables pour quantifier le carbone séquestré et d'avoir une meilleure compréhension des arrangements institutionnels nécessaires et de la viabilité économique de cette option avant qu'elle ne puisse être mise en œuvre à plus grande échelle.

Un certain nombre de technologies prometteuses comme les additifs alimentaires, les vaccins et les méthodes de sélection génétique ont un potentiel de réduction des émissions important mais des recherches supplémentaires sont nécessaires avant qu'elles ne deviennent des options d'atténuation viables.

## L'ATTÉNUATION POUR LE DÉVELOPPEMENT

La plupart des interventions peuvent apporter des bénéfices à la fois environnementaux et économiques. Les pratiques et technologies qui réduisent les émissions peuvent simultanément augmenter la productivité, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire et au développement économique.

## UN POTENTIEL D'ATTENUATION POUR L'ENSEMBLE DU SECTEUR

Des réductions substantielles des émissions sont possibles pour toutes les espèces, les systèmes et les régions du globe. Les solutions d'atténuation varient car les sources d'émissions, les intensités et les niveaux d'émissions varient selon les espèces, les systèmes de production et les régions mais le potentiel d'atténuation peut être atteint au sein de chaque système de production, c'est-à-dire simplement en améliorant les pratiques existantes au sein des systèmes plutôt qu'en changeant de système (par exemple, passer d'un système herbager à un système mixte ou d'un système de basse-cour à un système industriel).

Le potentiel d'atténuation est plus important pour les ruminants dont la productivité est basse (par exemple en Asie du Sud, en Amérique Latine et Caraïbes et en Afrique). Une partie du potentiel d'atténuation peut être atteinte grâce à une amélioration de l'alimentation, de la santé animale et de la gestion des troupeaux.

Dans les régions les plus riches, où les intensités d'émission des ruminants sont relativement basses mais où les volumes de production et donc des émissions restent élevés, une réduction même limitée de l'intensité d'émission peut néanmoins conduire à un abatement d'émissions important (par exemple, dans le cas de la production de lait en Europe ou en Amérique du Nord). Dans ces zones où le rendement des animaux et des troupeaux est déjà élevé, il est possible de réduire les émissions en améliorant la gestion des effluents, l'utilisation d'énergie et en se procurant des aliments du bétail à basse intensité d'émission.

Des réductions assez importantes pourraient aussi être atteintes dans les systèmes de production de porc et de poulet, notamment en Asie du Sud-Est qui utilisent des intrants à haute intensité d'émission mais qui n'opèrent pas à des niveaux d'efficacité élevés.

## METTRE EN PLACE UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE POUR ATTEINDRE LE POTENTIEL D'ATTÉNUATION

Des politiques d'appui, des cadres institutionnels appropriés, des systèmes d'incitation ainsi qu'une gouvernance plus proactive sont nécessaires pour atteindre le potentiel d'atténuation.

Les premières étapes indispensables à l'adoption de meilleures technologies et pratiques résident dans la sensibilisation et le conseil agricole. Des investissements dans des activités de communication, des fermes de démonstration, des écoles, des réseaux de producteurs et des programmes de formation sont nécessaires. Les organisations du secteur peuvent jouer un rôle important dans la sensibilisation des producteurs et la dissémination d'informations sur les meilleures pratiques existantes et les succès obtenus en matière d'atténuation.

Alors que de nombreuses pratiques en matière d'atténuation sont probablement rentables sur le moyen terme, les politiques publiques doivent permettre aux producteurs

de passer la barre des investissements initiaux et des risques associés. Ceci est particulièrement important dans les pays les moins riches où les difficultés d'accès au crédit et l'aversion au risque feront barrière à l'adoption de solutions novatrices. Les systèmes de micro-financement peuvent faciliter l'adoption de nouvelles technologies et pratiques par les petits exploitants agricoles. Les subventions publiques sont aussi à envisager quand ces technologies et pratiques sont coûteuses sur le court et moyen terme pour les producteurs, mais apportent des bénéfices d'atténuation importants à l'ensemble de la population.

Les politiques des secteurs publics et privés jouent aussi un rôle crucial dans l'appui à la recherche et au développement pour améliorer l'applicabilité et la viabilité des technologies et pratiques existantes et pour développer des nouvelles solutions d'atténuation. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer les coûts et bénéfices des options d'atténuation dans la pratique.

Les stratégies d'atténuation basée sur l'efficacité ne permettent pas toujours de réduire les émissions, en particulier quand la production croît rapidement. Tout en prenant en compte les questions de sécurité alimentaire et de développement rural, des mesures complémentaires peuvent être nécessaires pour assurer la diminution des émissions. Des mesures de sauvegarde en particulier, doivent permettre d'éviter les effets secondaires négatifs des gains d'efficacité, comme la détérioration du bien être animal, les risques sanitaires et la pollution des sols et de l'eau.

Il faut poursuivre les efforts au niveau international pour renforcer les engagements en matière d'atténuation, à la fois dans et hors du cadre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) pour offrir ainsi des incitations plus fortes à l'atténuation des émissions du secteur de l'élevage et assurer une meilleure répartition des efforts entre les différents secteurs de l'économie.

Dans les pays les moins riches où le potentiel d'atténuation est important, il est crucial de mettre au point des stratégies de développement du secteur qui aient des objectifs à la fois d'atténuation et de développement. Ces stratégies peuvent ainsi créer les conditions nécessaires à une adoption plus large des pratiques d'atténuation.

## **UNE ACTION COLLECTIVE ET CONCERTÉE AU NIVEAU MONDIAL**

Ces dernières années, les secteurs publics et privés ont pris des initiatives intéressantes et prometteuses pour s'attaquer au problème de la durabilité. Une action multipartite complémentaire est nécessaire afin d'élaborer et de mettre en place des stratégies d'atténuation équitables et rentables et les cadres politiques et institutionnels nécessaires.

Seule l'implication de tous les acteurs du secteur (secteurs publics et privés, recherche, société civile et organisations internationales) permettra de développer des solutions adaptées à la diversité et complexité du secteur. Le changement climatique est un problème mondial. Les filières d'élevage sont de plus en plus internationalisées. Pour être efficaces et justes les actions en matière d'atténuation doivent être mises en place au niveau international.



# Abréviations et acronymes

<b>ABC</b>	Programme brésilien «Agriculture Pauvre en Carbone»
<b>AGA</b>	Division Production et santé animales de la FAO
<b>ALC</b>	Amérique latine et Caraïbes
<b>APS</b>	Scénario politique alternatif ( <i>Alternative Policy Scenario</i> )
<b>BAU</b>	Pratiques habituelles ( <i>Business as usual</i> )
<b>AIE</b>	Agence Internationale de l’Energie
<b>ASS</b>	Afrique subsaharienne
<b>CCNUCC</b>	Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
<b>CGIAR</b>	Partenariat mondial de recherche agricole (...)
<b>CFI</b>	Initiative Carbone Agricole (...)
<b>°C</b>	Degrés Celsius
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbone
<b>CO<sub>2</sub>e</b>	Équivalent dioxyde de carbone (ou équivalent carbone)
<b>ACV</b>	Analyse du cycle de vie
<b>EPA ou USEPA</b>	Agence fédérale de protection de l’environnement des Etats-Unis
<b>FAO</b>	Organisation des Nations Unies pour l’alimentation et l’agriculture
<b>FAOSTAT</b>	Base de données statistiques de la FAO
<b>FEM</b>	Fonds pour l’environnement mondial
<b>FIL</b>	Fédération internationale du lait
<b>GAEZ</b>	Global Agro-Ecological Zones
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>GIEC</b>	Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat
<b>GLEAM</b>	Modèle mondial d’évaluation de l’élevage et de l’environnement
<b>GMI</b>	Initiative mondiale sur le méthane ( <i>Global Methane Initiative</i> )
<b>GRA</b>	Alliance mondiale de recherche sur les GES en agriculture
<b>Gt CO<sub>2</sub>e</b>	Gigatonnes (milliards de tonnes) d’équivalent dioxyde de carbone
<b>HFC</b>	Hydrofluorocarbures
<b>IFPRI</b>	Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires ( <i>International Food Policy Research Institute</i> )
<b>IIASA</b>	Institut international pour l’analyse des systèmes appliqués ( <i>International Institute for Applied Systems Analysis</i> )
<b>ILRI</b>	Institut international de recherches sur l’élevage ( <i>International Livestock Research Institute</i> )
<b>Kéc</b>	Kilogramme équivalent carcasse
<b>LS</b>	Lait standardisé à 4% de matières grasses et 3,3% de protéines
<b>LEAP</b>	Partenariat pour l’évaluation et la performance environnementales de l’élevage ( <i>Livestock Environmental Assessment and Performance</i> )
<b>LUC</b>	Changement d’utilisation des terres ( <i>Land Use Change</i> )

<b>MDP</b>	Mécanisme de développement propre
<b>MICCA</b>	Programme sur l'atténuation du changement climatique dans l'agriculture
<b>MAAN</b>	Mesures d'atténuation adaptées au contexte national
<b>NASA</b>	Administration nationale pour l'aéronautique et l'espace
<b>NDDB</b>	Conseil national de développement du secteur laitier (Inde)
<b>OCDE</b>	Organisation de coopération et de développement économiques
<b>OIV</b>	Office International de la Viande
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PMA</b>	Pays les moins avancés
<b>PNUE</b>	Programme des Nations Unies pour l'environnement
<b>POAN</b>	Proche Orient et Afrique du Nord
<b>PRG</b>	Potentiel de réchauffement global
<b>REDD+</b>	Réduction des émissions issues de la déforestation et de la dégradation des forêts
<b>SCEQE</b>	Système communautaire d'échange de quotas d'émission
<b>SIG</b>	Système d'information géographique
<b>SIK</b>	Institut suédois pour l'Alimentation et biotechnologie
<b>Téc</b>	Tonne équivalent carcasse
<b>UGB</b>	Unité de gros bétail
<b>VCS</b>	Verified Carbone Standard
<b>WRI</b>	Institut des ressources mondiales
<b>ZAE</b>	Zone agro-écologique

# Glossaire

<b>Age au premier vêlage (mise bas)</b>	Période entre la naissance et le premier vêlage (mise bas); c.-à-d. l'âge auquel une génisse devient une vache.
<b>Anaérobic</b>	En absence d'oxygène, c.-à-d. conditions propices à la transformation du carbone organique en méthane (CH <sub>4</sub> ) plutôt qu'en dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ).
<b>Bilan carbone</b>	Quantité totale de gaz à effet de serre émise lors de la production d'un produit le long de la filière; exprimée généralement en kg ou tonne d'équivalent de dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> e) par unité de produit.
<b>Chaulage du sol</b>	Application de chaux (oxyde de calcium) ou d'autres engrais à base de calcium sur le sol pour éliminer un excès d'acidité.
<b>Cheptel de reproduction</b>	Animaux consacrés à la reproduction plutôt qu'à la production; c.-à-d. animaux nécessaires pour maintenir la taille du troupeau.
<b>Cohorte</b>	Classe d'animaux à l'intérieur d'un troupeau définie par leur âge, sexe ou fonction (par ex., femelles adultes, femelles de remplacement, mâles pour l'engraissement).
<b>Coproduit</b>	Produit d'une activité de production qui génère plus d'un produit (par ex., le lait, la viande, les effluents et les peaux sont des coproduits de la production laitière). Le terme n'inclut pas les services qui peuvent aussi en résulter (par ex., la traction).
<b>Digesteurs anaérobic</b>	Équipement dans lequel a lieu la digestion anaérobic; c.-à-d. le processus de dégradation des matériaux organiques par des micro-organismes en absence d'oxygène, produisant CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> et d'autres gaz comme sous-produits.
<b>Digestibilité des aliments pour animaux</b>	Détermine la quantité d'aliments ingérée qui est effectivement absorbée par un animal et donc la disponibilité en énergie ou nutriments pour la croissance, la reproduction, etc.
<b>Efficacité de l'utilisation des ressources naturelles</b>	Mesurée par le ratio entre l'utilisation des ressources naturelles comme intrant aux activités de production et le produit du processus de production (par ex., kg de phosphore utilisé par unité de viande produite ou hectare de terre utilisé par unité de lait produit).

<b>Emission CO<sub>2</sub>e</b>	Quantité de CO <sub>2</sub> qui causerait le même effet de serre sur un horizon de temps donné que son équivalent en mélange de gaz. Il est obtenu en multipliant l'émission du gaz à effet de serre avec son potentiel de réchauffement global (PRG) pour une période donnée. L'équivalent CO <sub>2</sub> est une mesure standard pour comparer les émissions des différents gaz à effet de serre (GIEC, 2007).
<b>Energie directe</b>	Energie utilisée à la ferme pour les activités de production (par ex., pour l'éclairage, le chauffage, la traite et le refroidissement).
<b>Énergie indirecte</b>	Energie utilisée pendant la fabrication des intrants comme les engrais ou l'acier utilisé dans les équipements et bâtiments.
<b>Equilibre de la ration</b>	Action de sélectionner et de mélanger les produits à la base des aliments du bétail (par ex., les fourrages, concentrés, minéraux, vitamines, etc.) sans composants nocifs pour créer un régime alimentaire qui soit adapté aux besoins nutritionnel de l'animal selon son stade physiologique et son potentiel de reproduction (FAO, 2013d).
<b>Facteur de conversion du méthane</b>	Part du méthane effectivement produite lors de la gestion des effluents en pourcentage de la capacité totale de production de méthane; c.-à-d. part de la matière organique convertie en méthane.
<b>Gaz à effet de serre (GES)</b>	Un gaz à effet de serre est un gaz qui absorbe le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre contribuant à l'effet de serre. Les principaux gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre sont la vapeur d'eau (H <sub>2</sub> O), le dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ), le méthane (CH <sub>4</sub> ), l'oxyde nitreux (N <sub>2</sub> O) et l'ozone (O <sub>3</sub> ).
<b>Taux de conversion des aliments</b>	Mesure de l'efficacité avec laquelle un animal convertit les aliments en tissu, habituellement exprimé en kg d'aliments par kg de produit (par ex., poids vif, œufs ou protéines).
<b>Intensité d'émission (Ie)</b>	Emissions par unité de produit, exprimée en kg CO <sub>2</sub> e par unité de produit (par ex., kg CO <sub>2</sub> e par kg d'œuf).
<b>Lait standardisé</b>	Standard utilisé pour comparer la production de lait entre animaux et systèmes avec différents contenus en graisses et protéines. Le lait de vache est ramené ainsi à un standard de 4 pour cent de matières grasses et 3,3 pour cent de protéines.
<b>Potentiel de réchauffement global (PRG)</b>	Défini par le Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), cet indicateur quantifie la contribution d'un gaz à effet de serre au réchauffement global comparativement à celle du dioxyde de carbone, sur une période de temps choisie, comme 100 ans.

<b>Poule pondeuse</b>	Poule élevée pour la production d'œuf pour la consommation humaine.
<b>Poulet de chair</b>	Poulet élevé pour la production de viande.
<b>Productivité</b>	Quantité de produit obtenu par unité de facteur de production. Dans ce rapport, ce terme est utilisé pour parler de la quantité de produit généré par unité de bétail et unité de temps (par ex., kg de lait par vache par an).
<b>Résidu de culture</b>	Matériel végétal laissé dans un champ agricole après la récolte (par ex., la paille ou les cannes de maïs).
<b>Sous-produit</b>	Matière produite pendant le processus d'élevage (abatage inclus) ou de culture mais qui n'est pas l'objectif principal de l'activité de production (par ex., les tourteaux, les sons, les abats ou les peaux).
<b>Système de production de basse-cour</b>	Production dont l'objectif est l'autosubsistance ou la vente sur les marchés locaux et dont la performance des animaux est plus basse que dans les systèmes commerciaux. L'alimentation des animaux est composée principalement de déchets domestiques et d'aliments pour animaux achetés localement (moins de 20 pour cent de concentré acheté).
<b>Systèmes de production industrielle</b>	Systèmes de production à grande échelle à orientation commerciale et caractérisés par des bâtiments fermés, des besoins en capitaux importants (pour l'infrastructure, les bâtiments et les équipements) et le recours à des aliments pour animaux achetés à l'extérieur ou produits de manière intensive sur l'exploitation. Les animaux de ces systèmes industriels ont des performances élevées.
<b>Systèmes de production intermédiaire</b>	Systèmes de production à orientation commerciale, caractérisés par des bâtiments partiellement fermés, des besoins en capitaux de niveau moyen et l'utilisation d'aliments pour animaux dont 30 à 50 pour cent sont produits localement. La performance des animaux de ces systèmes est moins élevée que dans les systèmes industriels.
<b>Systèmes de production mixte</b>	Systèmes d'élevage dans lesquels plus de 10 pour cent de l'aliment distribué aux animaux (en matière sèche) provient des sous-produits des cultures et/ou des chaumes ou dans lesquels plus de 10 pour cent de la valeur des produits de l'exploitation proviennent des activités agricoles non liées à l'élevage (Seré et Steinfeld, 1996).

<b>Système d'information géographique (SIG)</b>	Système informatisé organisant les données sur la base de leur référencement géographique.
<b>Système de production herbager</b>	Système d'élevage dans lequel plus de 10 pour cent de l'alimentation (en matière sèche) consommée par les animaux provient de l'exploitation et dans lesquels le taux de chargement annuel moyen est inférieur à 10 UGB par hectare de terre agricole (Seré et Steinfeld, 1996).
<b>Taux de prélèvement des prairies</b>	Proportion de la végétation au-dessus du sol des prairies qui est consommée par les animaux (broutée ou récoltée).
<b>Taux de remplacement</b>	Pourcentage d'animaux adultes dans le troupeau remplacés par des animaux adultes plus jeunes.
<b>Traitement à l'urée</b>	Application d'urée aux fourrages dans des conditions hermétiques. L'urée est dégradée en ammoniac, qui, dans les conditions alcalines formées, diminue la résistance physique des parois cellulaires facilitant la consommation et la digestibilité des fourrages grossiers ou des résidus de culture.
<b>Transformation des aliments du bétail</b>	Processus qui change la nature physique (et parfois chimique) des aliments du bétail afin d'optimiser leur utilisation par les animaux (par ex., à travers le séchage, le broyage, la cuisson et la réduction en granulés).
<b>Troupeau laitier</b>	Dans le cadre de cette évaluation, il s'agit de tous les animaux faisant partie d'un troupeau qui produit du lait: les animaux traits, les animaux de remplacement et les veaux excédentaires engraisés pour la production de viande.
<b>Récupérateurs</b>	Animaux de basse-cour libres de se mouvoir à la recherche d'aliments (par ex., les restes de nourriture, les insectes).

## MESSAGES CLÉS DU CHAPITRE 1

- Selon toute évidence scientifique, les efforts collectifs actuels ne sont pas suffisants pour lutter efficacement contre le changement climatique. Tous les secteurs doivent renouveler leurs efforts et leur engagements.
- Le secteur de l'élevage qui est un gros consommateur de ressources naturelles et qui contribue de manière importante au changement climatique doit réduire son empreinte environnementale.
- Le secteur doit relever un défi difficile: réduire ses émissions de GES tout en répondant à une hausse significative de la demande en produit de l'élevage (estimée à +70 pour cent entre 2005 et 2050). Cette hausse de la demande est due à la croissance de la population mondiale (9,6 milliards en 2050), l'augmentation des revenus et l'urbanisation des populations.



# INTRODUCTION

La population mondiale progresse et passera de 7,2 milliards d'hommes aujourd'hui à 9,6 milliards en 2050. Cette croissance de la population, ainsi que la hausse des revenus et l'urbanisation sont des défis sans précédent pour les filières agro-alimentaires, dans un contexte où les ressources naturelles nécessaires à la fourniture de biens et services alimentaires et non alimentaires sont elles limitées. L'émergence d'une classe moyenne au niveau mondial et la diversification des régimes alimentaires se traduisent par une forte hausse de la demande en produits animaux; selon les prévisions (FAO, 2011c), la demande en viande et lait devrait augmenter de respectivement 73 et 58 pour cent entre 2010 et 2050.

Les ressources naturelles nécessaires à cette croissance sont déjà mises à rude épreuve. Le secteur agricole contribue actuellement de façon importante aux problèmes environnementaux mondiaux comme le changement climatique, la dégradation des terres, la pollution de l'eau et la perte de biodiversité. La croissance future de la production doit s'adapter à la raréfaction des ressources naturelles, en particulier la terre, l'eau et les nutriments. De plus, les déchets et les émissions de GES doivent être réduits.

Au sein du secteur agricole, l'attention s'est portée sur l'élevage en raison de ses nombreuses interactions avec l'environnement. Traditionnelle-

ment, le secteur était régité avant tout par l'offre; il avait pour fonction de convertir les déchets et autres matières dont l'usage, comestibles ou non, était limité. Sa taille était relativement limitée et, de fait, son impact environnemental l'était également. Mais le secteur s'est progressivement trouvé régité par la demande, la croissance s'est accélérée et l'élevage est entré en concurrence avec d'autres secteurs pour accéder aux ressources naturelles. Son impact environnemental est devenu plus important et l'élevage est maintenant souvent montré du doigt en raison de ses besoins particulièrement importants en ressources naturelles.

Trois problèmes sont apparus. Premièrement, la production de protéines animales, particulièrement quand elle dépend de la production d'autres cultures spécifiques, est moins efficace que la production de protéines végétales. Deuxièmement, l'élevage extensif est souvent concentré dans des zones où la faiblesse des institutions et des réglementations permettent la déforestation et la dégradation des terres. Troisièmement, l'élevage intensif tend à se concentrer dans des zones où les coûts de production sont moindres (souvent à proximité des villes ou des ports) mais où il n'y a pas assez de terrain pour permettre le recyclage des déchets, ce qui entraîne pollution et surcharge en nutriments.



Cependant, une grande partie du secteur reste régit par l'offre. Des centaines de millions d'éleveurs nomades et de petits producteurs dépendent de l'élevage pour leur survie quotidienne, leur revenu et leurs ressources alimentaires. Ces formes d'élevage traditionnelles sont de plus en plus menacées en raison de la compétition pour l'accès aux terres et à l'eau. Ces systèmes ne peuvent que difficilement s'intensifier et souffrent généralement d'un manque de compétitivité, du fait du manque d'infrastructures et de l'existence de barrières commerciales les empêchant d'accéder aux filières modernes. Le fait même qu'un grand nombre de producteurs pauvres soient engagés dans l'élevage rend les efforts pour améliorer la performance environnementale du secteur plus difficiles, mais cela représente aussi une opportunité. Investir pour améliorer l'efficacité de la production et compenser les bergers et éleveurs pour leurs services environnementaux, comme la protection de l'eau ou de la biodiversité et le stockage du carbone, peut engendrer des bénéfices sociaux et environnementaux si les mécanismes d'incitation appropriés sont mis en place.

Ce rapport se penche exclusivement sur la contribution du secteur de l'élevage au changement climatique. Même si le changement climatique n'est qu'un aspect de la durabilité environnementale, cette question a suscité un intérêt particulier et généré un débat important. En 2006, la FAO publiait *L'ombre portée de l'élevage (Livestock's Long Shadow) – Impacts environnementaux et options pour leur atténuation*. L'analyse globale et agrégée de ce rapport montrait que l'impact de l'élevage sur l'environnement était beaucoup plus important que ce que l'on pensait. Il a surtout révélé le rôle indirect du secteur dans la dégradation de l'environnement, comme par exemple en tant que moteur de la déforestation, de l'intensification agricole et de l'industrialisation et en tant que compétiteur pour l'utilisation des ressources naturelles. Le rapport *Livestock's Long Shadow* a donné une idée générale du rôle de l'élevage dans le changement climatique, la pollution de l'eau et les pertes de biodiversité. Cependant, c'est la

question du changement climatique et la contribution du secteur aux émissions de GES à hauteur de 18 pour cent qui ont reçu le plus d'attention.

Il est devenu extrêmement urgent de s'attaquer au changement climatique. La première décennie du vingt-et-unième siècle a été la plus chaude jamais enregistrée (NASA, Janvier 2013) et les années 2010 et 2005 ont connu les records annuels de températures. En novembre 2012, la Banque mondiale a averti que la planète s'achemine vers un réchauffement de 4 °C avec des effets dévastateurs comme des vagues de chaleurs sans précédent, une diminution des réserves alimentaires mondiales et une augmentation du niveau des océans (Banque Mondiale, 2012), et par conséquent, des risques très sérieux pour les systèmes essentiels à la vie humaine. La Banque mondiale conseille vivement de limiter l'augmentation de la température à 2 °C.<sup>3</sup> Mais les objectifs climatiques internationaux vont rapidement devenir inatteignables (Stocker, 2013): plus nous tarderons à réduire les émissions, plus les efforts à fournir pour stabiliser la température seront importants. En admettant que nous puissions réduire les émissions de GES de 5 pour cent par an, l'objectif d'un réchauffement de 1,5 °C est probablement déjà inatteignable. Et l'objectif de 2 °C ne pourra être atteint si des actions ne sont pas mises en place avant 2027.

Alors que les conclusions concernant le changement climatique sont claires et que son impact est déjà visible, les mesures pour s'y attaquer sont loin d'être à la hauteur des objectifs internationaux. Le dernier rapport du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) montre que les engagements actuels pour réduire les émissions ne permettront d'atteindre qu'un tiers de ce qui est nécessaire d'ici 2020 pour éviter un réchauffement global de 2 °C.

Il existe une myriade de situations de production, d'impacts environnementaux et de stratégies d'interventions possibles. Toute évaluation au niveau mondial est une simplification de la réalité. L'atté-

<sup>3</sup> La communauté internationale s'est engagée à limiter le réchauffement climatique mondial à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels.

uation doit tenir compte des conditions locales. Par ailleurs, il est crucial que ces interventions s'attaquent aussi à la dimension sociale et à la pauvreté inhérentes au secteur, et la survie des éleveurs qui dépendent de l'élevage ne doit pas être menacée quand des alternatives n'existent pas.

Ce rapport donne une idée du travail en cours à la FAO pour comprendre la contribution du secteur de l'élevage au changement climatique. Il s'appuie sur trois rapports techniques qui analysent les émissions du secteur laitier (FAO, 2010a), des ruminants (FAO, 2013a) et des monogastriques (FAO, 2013b). Ce rapport propose une synthèse de l'ensemble des résultats et explore le potentiel d'atténuation et les possibilités d'intervention dans les filières de production. Il ne couvre pas la question des options existantes concernant la consommation.

Les résultats d'une analyse aussi complexe que celle-ci ne sont jamais définitifs. L'analyse présen-

tée est la meilleure qui puisse être produite avec les ressources disponibles à l'heure actuelle et reste sujette à amélioration.

Cette évaluation est le résultat de travaux collaboratifs menés sur différents produits de l'élevage ces dernières années auxquels ont contribué des organisations publiques et privées. Son but est d'informer et de nourrir les discussions sur l'utilisation des ressources par le secteur et devrait, nous l'espérons, susciter commentaires et suggestions afin d'améliorer et d'affiner l'analyse.

Ce rapport est publié alors qu'il est devenu urgent et reconnu comme tel de s'atteler à la question de l'utilisation des ressources naturelles par le secteur de l'élevage. Ainsi un nombre important d'acteurs du secteur, dont les gouvernements, le secteur privé, les groupes de producteurs, les institutions de recherche et les organisations intergouvernementales se sont engagés à s'attaquer à ce sujet.

## MESSAGES CLÉS DU CHAPITRE 2

- Cette évaluation utilise le modèle GLEAM (Modèle mondial d'évaluation de l'élevage et de l'environnement) développé récemment. Ce nouveau modèle permet d'estimer les émissions et les intensités d'émission de GES de façon désagrégée pour les principaux produits de l'élevage, systèmes agricoles et régions du monde. GLEAM quantifie les émissions de GES d'unités spatiales déterminées géographiquement (cellules mesurant 5 km x 5 km au niveau de l'équateur) sur la base de modules reproduisant les principales fonctions des filières de l'élevage.
- L'analyse inclut des données importantes comme la qualité des sols, le climat et l'utilisation des terres. Il s'agit d'une amélioration importante par rapport à d'autres évaluations qui se basaient sur des moyennes nationales.
- Cette évaluation utilise une méthode d'analyse du cycle de vie (ACV) afin d'identifier les principales sources d'émissions le long des filières, depuis l'utilisation des terres pour la production d'aliments du bétail jusqu'à la transformation et au transport des produits d'élevage au point de vente.
- L'analyse couvre les trois principaux GES émis le long des filières agricoles et alimentaires: le méthane ( $\text{CH}_4$ ), l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) et le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).
- Elle inclue les espèces suivantes: gros ruminants (bovins et buffles), petits ruminants (ovins et caprins), porcins et volailles (poulets, dindes, canards et oies).
- GLEAM repose sur un large éventail d'informations spatiales et calcule les émissions essentiellement selon les lignes directrices du GIEC (2006).
- L'année de référence de cette étude est 2005 car c'est l'année la plus récente pour laquelle l'ensemble des données nécessaires pour compléter l'analyse était disponible. Des données plus récentes ont aussi été utilisées pour capter les tendances récentes des changements d'utilisation des terres.
- La solidité des hypothèses a été testée à travers d'analyses de sensibilité et les résultats ont été comparés avec ceux d'autres études pour vérifier leur plausibilité.
- Le potentiel d'atténuation au travers de la séquestration de carbone dans le sol a été estimé en dehors du cadre de GLEAM en utilisant les modèles Century et Daycent, spécifiques aux écosystèmes prairiaux.



# MÉTHODES

## 2.1 INTRODUCTION

Le modèle GLEAM a été développé pour améliorer la compréhension actuelle des émissions de GES des filières de l'élevage et pour identifier les zones/domaines où il faut intervenir en priorité pour réduire les émissions du secteur.

Le développement de ce nouveau cadre de modélisation a été motivé par l'absence d'outils permettant une analyse exhaustive et cohérente des émissions du secteur de l'élevage au niveau mondial.

L'objectif était aussi de pouvoir tester l'efficacité de mesures (et de groupes de mesures) d'atténuation qui pourraient être adoptés dans différents systèmes de production, leur adoption restant sujette bien-sûr à leur faisabilité économique et institutionnelle. A cet égard, GLEAM contient un grand nombre d'informations quantitatives détaillées sur les fonctions de production des troupeaux et les flux de ressources, informations nécessaires à un travail de modélisation bioéconomique qui permet de mener ces évaluations de plus grande ampleur. Ces évaluations pourraient être faites soit en incluant des données et paramètres économiques dans GLEAM ou en assemblant GLEAM à des modèles économiques existants comme GTAP, CAPRI, GLOBIOM or IMPACT (Hertel *et al.*, 1999; Britz & Witzke, 2008; Havlik *et al.*, 2011; Rosegrant *et al.*, 2008).

GLEAM a été développé à la FAO avec l'appui d'organisations partenaires et d'initiatives connexes comme le programme MICCA et le partenariat LEAP.<sup>4</sup> LEAP propose une plateforme pour l'harmonisation des systèmes de mesure et des méthodologies pour suivre les performances environnementale des filières de l'élevage et a joué un rôle déterminant dans le développement des méthodes et hypothèses à la base de GLEAM.

Dans sa forme actuelle, le modèle quantifie uniquement les émissions de GES mais il a été développé afin d'inclure la quantification d'autres ressources naturelles comme les nutriments, l'eau et l'utilisation des terres. La structure de base des données et les modules du modèle permettent ce développement futur qui bénéficiera du travail mené dans le cadre de LEAP.

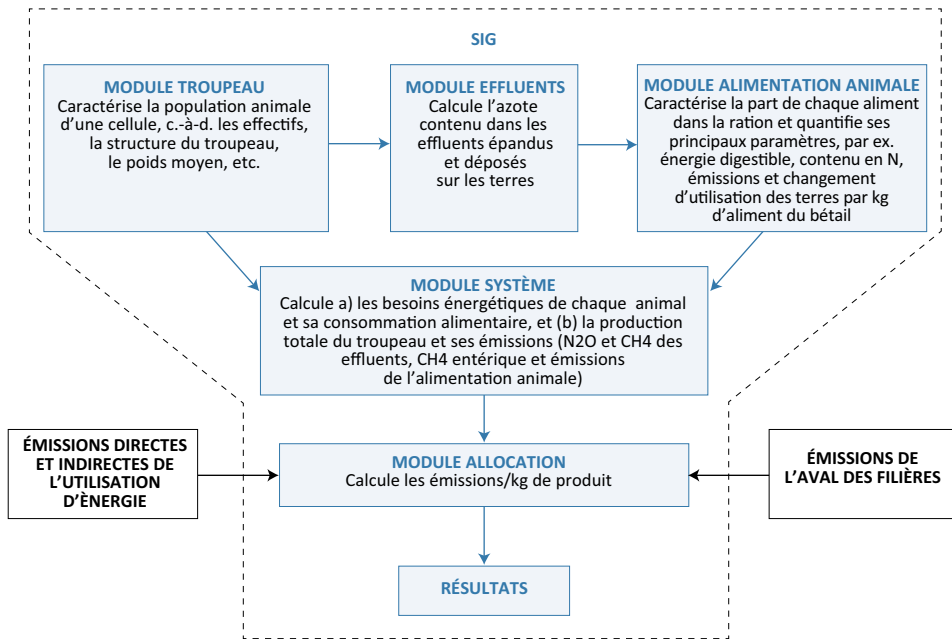
## 2.2 MODÈLE MONDIAL D'ÉVALUATION DE L'ÉLEVAGE ET DE L'ENVIRONNEMENT (GLEAM)<sup>5</sup>

### Présentation générale

GLEAM représente les principales activités des filières de l'élevage dans le but d'explorer les consé-

<sup>4</sup> [www.fao.org/partnerships/leap](http://www.fao.org/partnerships/leap)  
<sup>5</sup> Pour des informations détaillées sur GLEAM et les bases de données qui lui sont associées, voir FAO (2013a et 2013b).

FIGURE 1. Présentation générale de la structure et du fonctionnement de GLEAM



Source: Auteurs.

quences environnementales des pratiques de production pour les principaux produits, systèmes de production et régions.

GLEAM est composé de cinq modules qui reproduisent les principaux composants d'une filière d'élevage: *module troupeaux*, *module alimentation animale*, *module effluents*, *module système* et *module allocation*. La structure générale du modèle est présentée en figure 1.

Pour commencer, le *module troupeaux* détermine le nombre total d'animaux d'une espèce déterminée et d'un système déterminé dans une cellule de couche SIG. Il répartit les animaux entre les différents systèmes de production, détermine la structure du troupeau (c.-à-d. le nombre d'animaux dans chaque cohorte et le taux de transfert entre les cohortes) et les caractéristiques de l'animal moyen dans chaque cohorte (par ex. le poids et le taux de croissance).

La structure du troupeau et les caractéristiques des animaux sont ensuite utilisées dans le module

système pour calculer les besoins énergétiques de chaque type d'animal et la quantité totale de viande, lait et œufs produits dans la cellule SIG chaque année. Les informations du module troupeaux sont aussi utilisées dans le module effluents pour estimer les quantités d'effluents produits. En parallèle, le module alimentation animale calcule les paramètres clefs concernant l'alimentation des animaux, c.-à-d. la composition des rations, le contenu nutritionnel et les émissions par kg de ration. Plus d'informations sont présentées en annexe.

Les informations sur la structure du troupeau, les effluents, les caractéristiques des animaux et leur alimentation sont ensuite utilisées dans le module *Système* pour calculer la production annuelle totale ainsi que les émissions venant de la gestion des effluents, de la fermentation entérique et de la production des aliments du bétail. Les émissions totales produites sur l'exploitation sont calculées en ajoutant les émissions venant de la consommation

TABLEAU 1. Sources des émissions de GES considérées dans l'évaluation

Filière	Activités	GES	Inclus	Exclus
EN AMONT	Production d'aliments du bétail	N <sub>2</sub> O	Emissions directes et indirectes de N <sub>2</sub> O: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Épandage de N de synthèse</li> <li>• Épandage des effluents</li> <li>• Dépôt direct des effluents par les animaux</li> <li>• Gestion des résidus de cultures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertes de N<sub>2</sub>O liées aux changements des stocks de C</li> <li>• Combustion de la biomasse</li> <li>• Fixation biologique</li> <li>• Emissions des engrais non azotés et de la chaux</li> </ul>
		CO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O CH <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation d'énergie liée au travail de la terre</li> <li>• Utilisation d'énergie pour la transformation et le transport des aliments du bétail</li> <li>• Fabrication des engrais</li> <li>• Préparation des aliments composés</li> <li>• Production des composants alimentaires d'origine non agricole (farine de poisson, chaux et acide aminés synthétiques)</li> <li>• CH<sub>4</sub> de la riziculture inondée</li> <li>• Changement de l'utilisation des terres lié à la culture du soja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Changements des stocks de carbone dans le sol en l'absence de changement de pratiques</li> </ul>
	Non liées à la production d'aliments du bétail	CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation d'énergie liée à la fabrication des bâtiments et équipements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production des produits d'entretien, des antibiotiques et autre prophylaxie</li> </ul>
EXPLOITATION d'ÉLEVAGE	Production	CH <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermentation entérique</li> <li>• Gestion des effluents</li> </ul>	
		N <sub>2</sub> O	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions directes et indirectes de N<sub>2</sub>O de la gestion des effluents</li> </ul>	
		CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation d'énergie sur le lieu de production (par ex. refroidissement, ventilation et chauffage)</li> </ul>	
EN AVAL	Transformation et transport	CH <sub>4</sub> HFCs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport des animaux pour l'abatage et des produits pour la transformation</li> <li>• Transport des produits transformés vers le point de vente</li> <li>• Réfrigération pendant le transport et la transformation</li> <li>• Découpes et préparations de la viande et transformation des œufs</li> <li>• Fabrication des emballages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement de l'eau sur le site</li> <li>• Emissions des déchets animaux ou émissions évitées grâce à la production d'énergie à partir des déchets</li> <li>• Emissions liées aux coproduits d'abatage (produits de l'équarrissage, abats, cuirs et peaux)</li> <li>• Utilisation d'énergie sur le point de vente et après.</li> <li>• Elimination des déchets sur le point de vente et aux étapes successives<sup>1</sup></li> </ul>

<sup>1</sup> Les pertes alimentaires ne sont pas incluses.  
Source: Auteurs.

tion d'énergie sur l'exploitation, la construction des bâtiments et la fabrication des équipements.

Les émissions ainsi calculées sont ensuite allouées entre coproduits et services dans la *module allocation*. Les intensités d'émission par kg de produit sont calculées. Les émissions en aval des filières (après la sortie de l'exploitation) sont cal-

culées séparément et ajoutées ensuite pour obtenir les intensités d'émission finales.

### Sources des émissions

Le modèle inclut toutes les émissions le long des filières (Tableau 1); seules les émissions généralement considérées comme marginales ont été omises. Les

TABLEAU 2. Synthèse des systèmes de production pour les ruminants

Systèmes	Caractéristiques
Systèmes herbagers	Systèmes d'élevage dans lesquels plus de 10 pour cent de la matière sèche consommée par les animaux provient de l'exploitation et dans lesquels le taux de chargement annuel moyen est inférieur à 10 UGB par hectare de terre agricole
Systèmes mixtes	Systèmes d'élevage dans lesquels plus de 10 pour cent de la matière sèche donnée aux animaux provient de sous-produits de cultures et/ou de chaumes ou dans lesquels plus de 10 pour cent de la valeur des produits de l'exploitation provient des activités agricoles non liées à l'élevage

Source: FAO, 2011b.

TABLEAU 3. Synthèse des systèmes de production pour les porcs

Systèmes	Habitat	Caractéristiques
Industriels	Complètement fermé; sols en caillebotis de béton, toit et ossature en acier et briques, murs en béton, acier ou bois	Système à orientation commerciale; besoins en capitaux élevés (infrastructures, bâtiments, équipements); haut niveau de performance du troupeau; ration à base d'aliments achetés qui ne sont pas produits localement ou aliments produits de manière intensive sur l'exploitation
Intermédiaires	Partiellement fermé: pas de murs (ou a partir de matériaux locaux), sol plein en béton, toit et ossature en acier	Système à orientation commerciale; besoins en capital de niveau moyen; performance du troupeau plus réduite comparée à celle des systèmes industriels. Les aliments achetés produits localement représentent entre 30 et 50 pour cent de la ration
Basse-cour	Partiellement fermé: pas de sol en béton ou simple dallage à partir de matériaux locaux. Toit et ossature en matériaux locaux (par exemple boue, briques, chaume, bois).	Système dont l'objectif est l'autosubsistance ou la vente sur les marchés locaux. Besoins en capital réduits au minimum. Performance du troupeau plus basse que dans les systèmes commerciaux. L'alimentation des animaux comprend au maximum 20 pour cent d'aliments qui ne sont pas achetés localement; part importante de déchets, d'aliments récupérés et d'aliments achetés localement.

Source: Authors.

changements des stocks de carbone du sol et de la végétation qui ne sont pas liés à un changement de l'utilisation des terres peuvent être importants mais ne sont pas inclus en raison du manque d'informations et de cadre de modélisation fiable. La FAO a néanmoins exploré les conséquences de cette simplification dans le cas de l'Union européenne (2013a). L'analyse montre que les prairies permanentes peuvent représenter un puits de  $11,5 \pm 69$  millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e par an, représentant entre 3 et 18 pour cent des émissions des ruminants de l'Union européenne. D'autres voies d'émissions potentiellement importantes comme la main d'œuvre ou l'apport de services et d'assistance aux acteurs du secteur ont été exclus en raison du manque de données.

### Émissions liées au changement d'utilisation des terres

Le changement d'utilisation des terres est un processus extrêmement complexe. Il est le résultat de l'interaction entre divers facteurs qui peuvent être directs ou indirects et peuvent impliquer de nombreuses phases de transition comme l'établissement de nouvelles prairies, le pâturage, l'abandon et la régénération des forêts. La déforestation est le changement d'utilisation des terres qui génère le plus d'émissions de GES (GIEC, 2007). Le débat sur les principaux facteurs moteurs de la déforestation est en cours ainsi que l'attribution des émissions à ces différents facteurs.

Dans la version actuelle de GLEAM, le changement d'utilisation des terres fait référence à la

TABLEAU 4. Synthèse des systèmes de production pour les poulets

Systèmes	Habitat	Caractéristiques
Production de poulets de chair	Stabulation libre sur litière; distribution automatique d'aliments et d'eau	Système à orientation commerciale; besoins en capitaux élevés (infrastructures, bâtiments, équipements); haut niveau de performance des animaux; ration à base d'aliments achetés qui ne sont pas produits localement ou d'aliments produits de manière intensive sur l'exploitation
Production de poules pondeuses	Stabulation en cages, parcs ou libre parcours; distribution automatique d'aliments et d'eau	Système à orientation commerciale; besoins en capitaux élevés (infrastructures, bâtiments, équipements); haut niveau de performance du troupeau; ration à base d'aliments achetés qui ne sont pas produits localement ou d'aliments produits de manière intensive sur l'exploitation
Basse-cour	Habitat simple à base de bois, bambou, argile et feuilles. L'ossature est faite à la main (colonnes, chevrons, charpente), murs en fils de fer et toit en ferraille. Quand des cages sont utilisées, elles sont en matériau local ou en ferraille	Production de viande et d'œufs pour l'autoconsommation et le marché local. Ration à base de déchets et aliments récupérés (20 à 40 pour cent) et d'aliments produits localement (60 à 80 pour cent)

Source: Auteurs.

transformation de la forêt en terres arables pour produire des aliments du bétail et créer des pâturages. Les émissions sont généralement quantifiées selon la méthode de niveau 1 (Tier 1) des lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006).

L'analyse de l'expansion des cultures pour l'alimentation animale a été limitée à la production de soja au Brésil et en Argentine. Cette décision est basée sur l'observation des tendances de changements d'utilisation des terres et de l'expansion des cultures pendant la période 1990–2006<sup>6</sup> qui est la période de référence de cette analyse. L'expansion des cultures a principalement concerné le maïs et le soja, mais c'est seulement en Amérique latine que cette expansion est directement liée à une diminution des surfaces boisées. En Amérique latine, 90 pour cent de l'expansion des cultures de soja entre 1990 et 2006 a eu lieu au Brésil et en Argentine (91 pour cent des surfaces en soja de la région sont en Argentine).

Les émissions liées à la déforestation pour la création de pâturages ont été quantifiées pour

l'Amérique latine uniquement. Pendant la période 1990–2006, les observations ont montré une augmentation importante des pâturages et une diminution des zones forestières simultanées en Amérique Latine et en Afrique. Cependant la création de pâturage ne semble pas être un moteur principal de la déforestation en Afrique. En Amérique latine, la quantification des émissions a été limitée à quatre pays (Brésil, Chili, Nicaragua et Paraguay) qui représentent plus de 97 pour cent des surfaces boisées converties en pâturages dans la région.

Les émissions de GES liées au changement d'utilisation des terres ont été attribuées uniquement aux systèmes et régions qui utilisent des aliments du bétail dont la production est liée à la déforestation. Des matrices commerciales ont été utilisées pour suivre les flux internationaux du soja et des tourteaux de soja et pour estimer la part des produits de soja venant de zones déboisées dans la ration des animaux. Les émissions liées à l'expansion des pâturages dans les forêts d'Amérique Latine ont elles été attribuées à la production de bœuf dans les pays où la déforestation a eu lieu.

Des explications complémentaires et des analyses de sensibilité sont disponibles dans FAO (2013a) et FAO (2013b).

<sup>6</sup> Il a été décidé de prendre 1990 comme année de départ car c'est l'année la plus récente pour laquelle il existe un jeu de données cohérent sur les forêts dans la base de données FAOSTAT. Dans les faits, ce choix de l'année 1990 conduit à une réduction de quatre années des émissions liées au changement d'utilisation des terres. Le GIEC recommande de faire les calculs sur la base d'une période de 20 ans (GIEC, 2006).



## Filières

GLEAM comprend les données de plus de 14 000 chaînes d'approvisionnement distinctes, chacune étant définie comme la combinaison unique d'un produit, d'un système de production, d'un pays et d'une zone agro-écologique (ZAE). La zone géographique correspondant à chacune de ces combinaisons est décomposée en unité de production GLEAM: des cellules d'une grille ou pixels avec une résolution de 3 minutes d'arc ou environ 5 km x 5 km à l'équateur.

Le modèle différencie onze principaux produits de l'élevage: viande bovine et lait de vache, viande ovine et lait de brebis, viande caprine et lait de chèvre, viande de porc, volaille et œuf de poule. Les systèmes de production retenus sont les suivants: systèmes mixtes et herbagers pour les ruminants, systèmes de basse-cour, intermédiaires et industriels pour la production de porcs, et systèmes de basse-cour, de poulets de chair et de poules pondeuses pour la production de volaille (Tableaux 2, 3 et 4).

## Allocation

Quand la relation physique ne peut pas être établie ou être utilisée pour différencier les flux d'émissions, ces dernières doivent être allouées d'une manière qui reflète d'autres relations fondamentales. L'approche la plus courante est l'allocation économique qui alloue les émissions des biens produits simultanément selon leurs contributions respectives à la valeur économique finale de la production. D'autres paramètres peuvent être utilisés comme le poids ou le contenu en protéines (Cederberg et Stadig, 2003). Les techniques d'allocation utilisées dans cette évaluation sont résumées ci-dessous.

Pour les produits comestibles (par exemple, la viande et les œufs; le bœuf et le lait) l'allocation est basée sur le contenu en protéine.

Entre les produits comestibles et ceux qui ne le sont pas (par exemple, le lait, la viande et les fibres), l'allocation est basée sur la valeur économique des produits.

Aucune émission n'a été allouée aux sous-produits de l'abatage (par exemple, les abats, les peaux,

le sang) car leur utilisation et leur valeur varient énormément selon les zones géographiques et les périodes et il existe peu d'informations les concernant à l'échelle mondiale. Des analyses spécifiques avec allocations aux sous-produits de l'abatage ont été développées pour certaines régions dans les rapports FAO (2013a) et (2013b).

- Pour les effluents, l'allocation est basée sur la sous-division du processus de production:
  - Les émissions liées à l'entreposage des effluents sont allouées entièrement au secteur de l'élevage.
  - Les émissions liées à l'épandage sur les cultures pour l'alimentation animale et à la déposition sur les prairies sont attribuées à l'élevage et allouées aux aliments du bétail sur la base de la quantité récoltée et de leur valeur économique relative.
  - Les émissions des effluents qui ne sont pas épandus sur des cultures pour l'alimentation du bétail ne sont pas allouées à l'élevage.
- Pour les services (par exemple la traction animale), l'allocation est basée sur les besoins énergétiques de l'animal correspondant au temps de vie au-delà du cycle lié uniquement à la production, et les émissions sont déduites.
- Aucune émission n'est allouée à la fonction de capital des animaux.

## Données

GLEAM utilise des données géo-référencées pour calculer les émissions du secteur de l'élevage. Les données sur les pratiques de production et la productivité ont été collectées à différents niveaux: systèmes de production, pays, ZAE ou pour une combinaison d'entre eux (par exemple, les informations sur le stockage des effluents dans les pays en développement n'étaient disponibles que pour les systèmes de production et ZAE combinés). Des données additionnelles, comme la taille des cheptels, les pâturages et la disponibilité des aliments du bétail étaient disponibles sous la forme de grille SIG (couches matricielles). Un SIG peut stocker les données observées pour une unité géographique donnée et il peut modéliser des informations nou-



Credit: ©FAO/Ami Vitale

velles à partir de ces données ainsi que calculer agrégations géographiques comme par exemple les émissions totales pour une zone, etc. L'utilisation d'un SIG permet de prendre en compte l'hétérogénéité spatiale dans le processus de modélisation. De cette façon, il est possible d'estimer les émissions pour n'importe quel endroit du globe en utilisant les informations disponibles les plus précises pour ce niveau d'analyse et de les agréger selon la catégorie désirée, comme les systèmes de production, des groupes de pays, les produits ou les espèces animales. Les intensités d'émission moyennes peuvent ainsi être générées à différents niveaux: du niveau de la cellule unité de production dans GLEAM jusqu'au niveau mondial.

La collecte des données a nécessité un travail de recherche important de bases de données, de sources bibliographiques, d'opinions d'experts et l'accès à des inventaires de cycle de vie publics ou commerciaux comme Ecoinvent. Des hypothèses ont été faites quand les données ne pouvaient être obtenues. Les principales sources de données de cette étude sont les suivantes:

- Gridded Livestock of the World (FAO, 2007);
- Rapports des inventaires nationaux des Parties visées à l'Annexe 1 (CCNUCC, 2009a);

- Communications nationales des Parties non visées à l'Annexe I (CCNUCC, 2009b);
- Bases de données géo-référencées sur la disponibilité des aliments pour les animaux de l'Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires (IFPRI) (You *et al.*, 2010);
- Données satellitaires sur la production primaire brute;
- Données des inventaires de cycles de vie de SIK (Flysjö *et al.*, 2008) et de l'université de Wageningen et des Pays Bas (I. de Boer, communication personnelle);
- Rapports du Partenariat mondial de recherche agricole (CGIAR);
- Statistiques de la FAO (FAOSTAT, 2009);
- Revues scientifiques à comité de lecture.

### Analyse de l'incertitude

Mener une analyse au niveau mondial nécessite de faire des simplifications, des hypothèses et des choix méthodologiques qui introduisent un certain degré d'incertitude dans les résultats. Plusieurs analyses de sensibilité ont été menées sur des éléments spécifiques de GLEAM afin de comprendre les effets des choix qui ont été faits (voir résumé ci-dessous).

Dans cette évaluation, les émissions qui ont pour origine le changement de l'utilisation des terres ont été calculées en utilisant les recommandations du GIEC (GIEC, 2006). Trois méthodes alternatives ont été testées pour tenir compte des incertitudes méthodologiques et évaluer l'impact du ralentissement récent de la déforestation en Amérique Latine (voir section 4.6).

Une analyse de sensibilité partielle a aussi été conduite sur les résultats finaux. Elle a été menée pour certains pays et systèmes de production et s'est concentrée sur les paramètres qui avaient vraisemblablement le plus d'influence sur les intensités d'émission et avaient un degré d'incertitude élevé ou une variabilité inhérente. L'analyse conduite pour un petit nombre de pays et de systèmes montre que l'intervalle de confiance de 95 pourcent est de  $\pm 50$  pourcent pour les ruminants et varie entre  $\pm 20$  et  $\pm 30$  pour cent pour les monogastriques. Le plus haut degré d'incertitude associé aux ruminants est lié à la variabilité des paramètres concernant les troupeaux et les émissions liées aux changements de l'utilisation des terres.

### Validation

Il existe de plus en plus d'analyse en cycle de vie locales ou régionales auxquelles les résultats de cette étude peuvent être comparés, bien que certains systèmes et certaines régions n'aient pas encore été étudiés. Cependant la comparaison n'est pas simple car les études utilisent des méthodologies différentes. Il est nécessaire en particulier d'apporter des corrections aux résultats pour prendre en compte les différences concernant l'étendue des analyses (c.-à-d. la délimitation des systèmes et les sources d'émissions incluses) et les unités fonctionnelles avant de pouvoir faire une comparaison.

Les résultats de l'évaluation ont été comparés avec 50 analyses en cycle de vie sur les émissions de GES du secteur de l'élevage. La plupart des différences peuvent être expliquées par les différences d'approche et d'hypothèses sur la composition de l'alimentation des animaux et la digestibilité, les poids des animaux, les émissions liées au changement d'utilisation des terres, les pratiques de ges-

tion des effluents et les règles pour allouer les émissions aux coproduits. Malgré ces différences, les résultats de cette évaluation entrent dans la fourchette des résultats disponibles dans la littérature.

## 2.3 MODÉLISATION DU POTENTIEL DE SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES PRAIRIES

Le potentiel de séquestration du carbone résultant des différentes stratégies de gestion des prairies dans le monde (c.-à-d. pâturages et parcours) a été estimé en utilisant les modèles Century et Daycent, modèles spécifiques aux écosystèmes prairiaux.

### Modèles d'écosystèmes Century et Daycent

Le modèle Century simule les dynamiques du carbone (C) des plantes et des sols, de l'azote (N), du phosphore (P) et du soufre (S) (Parton *et al.*, 1987) et a été validé par des observations directes de la production et du stockage du carbone dans le sol (et des changements de stocks) dans de nombreux écosystèmes prairiaux depuis son développement dans les années 80. Il a été utilisé pour évaluer le potentiel de séquestration du carbone d'une gestion améliorée des pâturages. Le modèle Daycent (Parton *et al.*, 1998) est la version journalière du modèle Century et a été utilisé pour évaluer le potentiel de séquestration du carbone dans le sol et les flux d'acide nitreux des semis de légumineuses et de fertilisation des prairies. Le modèle Daycent a une meilleure capacité de représentation des flux d'acide nitreux dans différents écosystèmes.

### Évaluation de la séquestration du carbone dans le sol

Les deux modèles (Century et Daycent) ont été utilisés pour évaluer les scénarios ci-dessous sur une période de 20 ans:

- 1. Scénario de référence:** Pour avoir une représentation des conditions de pâturage actuelles (situation de référence), les modèles Century and Daycent ont utilisé des données sur les observations climatiques et des estimations des taux de prélèvement sur les prairies par les ruminants. Ces taux, principaux éléments mo-

teurs dans les modèles Century et Daycent, sont basés sur le ratio de la consommation annuelle de fibres des ruminants (source: GLEAM) et la production annuelle de fourrage (ou la productivité primaire nette au dessus des sols) estimée par les modèles Century et Daycent.

2. **Scénario d'amélioration des pâturages:** Les taux de prélèvement sur les prairies ont été ajustés à la hausse ou à la baisse pour maximiser la production annuelle de fourrage. Comme dans le scénario de référence, les niveaux de consommation sont basés sur les niveaux de consommation géoréférencés de fourrage des ruminants (source : GLEAM). Ce scénario a été appliqué à toutes les prairies du monde où des ruminants domestiqués sont présents.
3. **Scénario de semis de légumineuses:** Le potentiel d'atténuation de semis de légumineuses a été évalué en estimant la séquestration du carbone dans le sol et en soustrayant les augmentations des émissions en oxydes nitreux des légumineuses. Ce scénario a seulement été appliqué aux zones de prairies relativement humides (par ex., les pâtures mésoiques) et non aux prairies des biomes de végétation naturelle au sein desquels on trouve les parcours. Dans ce scénario, les légumineuses sont supposées être semées dans les prairies pour atteindre une couverture d'environ 20 pour cent et persister pendant toute la période de simulation sans resemis ou ajout d'intrants additionnels.
4. **Scénario de fertilisation:** Le potentiel d'atténuation obtenu par la fertilisation des prairies a été évalué en estimant la séquestration du carbone dans le sol des prairies auquel on soustrait les augmentations des émissions de N<sub>2</sub>O. Le scénario a été appliqué aux zones de prairies relativement humides (par ex., les pâtures mésoiques) et non aux prairies des biomes de végétation naturelle au sein desquels on trouve les parcours. Il est supposé que l'engrais azoté ajouté prend la forme de nitrate d'ammonium avec des taux d'apport allant de 0 à 140 kg N ha<sup>-1</sup> par tranche de 20 kg N ha<sup>-1</sup>.

L'évaluation de ces scénarios couvre une période de 20 ans et utilise des données climatiques allant de 1987 à 2006. L'hypothèse de base est que les changements de flux de GES liés au changement climatique pendant la prochaine décennie seront modestes par rapport aux effets des différents types de gestion des scénarios.

Des trois scénarios, seuls l'amélioration des pâturages et le semis de légumineuses ont un potentiel d'atténuation positif au niveau mondial. Dans le cas du scénario de fertilisation, les émissions additionnelles de N<sub>2</sub>O des engrais annulent les augmentations du stockage de carbone dans le sol.

### Données sur les zones de prairies

Le modèle Century a été utilisé avec une résolution de 0,5 degré qui correspond à celles des données climatiques disponibles. Afin de géo-corriger les résultats, une carte a été créée pour les faire correspondre aux zones de prairies au sein de chaque pixel. Tout d'abord, les données de couverture en prairies et zones boisées de la base de données mondiales des zones agro-écologiques (GAEZ), produite par la FAO et l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA), ont été utilisées pour définir l'étendue maximale des prairies.<sup>7</sup> Puis cette couche spatiale agrégée GAEZ a été ajustée pour correspondre aux superficies moyennes en prairies permanentes et pâtures de FAOSTAT pour l'année 2005.<sup>8</sup> Selon cette méthodologie, la superficie totale en prairies est d'environ 3 milliards d'hectares. Ce total a ensuite été désagrégé pour estimer la proportion des parcours dans les prairies. Pour cela, les zones de parcours ont été définies comme l'ensemble des zones de pâturages faisant partie des prairies naturelles, formations arbustives ou maquis et des savanes dans la base de données de biomes créée pour un projet de modélisation mondiale (Cramer *et al.*, 1999). Les prairies restantes comprennent les zones de pâtures mésoiques sur lesquelles ont été appliqués les scénarios de semis de légumineuses et de fertilisation.

<sup>7</sup> <http://gaez.fao.org/Main>

<sup>8</sup> <http://faostat.fao.org/site/377/default.aspx>

## MESSAGES CLÉS DU CHAPITRE 3

- Le secteur de l'élevage contribue de manière importante au changement climatique: ses émissions de GES sont estimées à 7,1 gigatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> par an, soit 14,5 pour cent des émissions anthropiques de GES.
- La production et la transformation des aliments du bétail et la fermentation entérique des ruminants sont les deux principales sources d'émissions du secteur, représentant respectivement 45 et 39 pour cent du total. Le stockage et le traitement des effluents représentent 10 pour cent des émissions. Le reste des émissions provient de la transformation et du transport des produits animaux.
- Comptabilisé dans la catégorie *Production d'aliments du bétail*, le changement de l'utilisation des terres - l'expansion des pâturages et terres agricoles pour produire des aliments du bétail - représente environ 9 pour cent des émissions du secteur.
- Présente dans toutes les catégories d'émissions, la consommation de combustibles fossiles le long des filières animales représente 20 pour cent des émissions du secteur.
- Les produits qui contribuent le plus aux émissions du secteur sont la viande bovine et le lait de vache, qui en représentent respectivement 41 et 20 pour cent. Le méthane issu de la rumination joue un rôle important.
- La production de viande de porc et la production de viande de volaille et d'œufs contribuent respectivement à hauteur de 9 et 8 pour cent aux émissions du secteur.



# BILAN GLOBAL

## 3.1 ÉMISSIONS GLOBALES

### Contribution importante aux émissions anthropiques

L'ensemble des émissions de GES des filières de l'élevage est estimé à 7,1 gigatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> par an pour 2005, année de référence. Ces émissions représentent 14,5 pour cent des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine – en utilisant les estimations de l'ensemble des émissions anthropiques du GIEC les plus récentes (49 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e en 2004; GIEC, 2007).

Cette valeur absolue est conforme aux résultats de l'évaluation précédente de la FAO, *Livestock Long Shadow*, publiée en 2006 (FAO, 2006) même si l'estimation actuelle est basée sur une analyse beaucoup plus détaillée qui a bénéficié d'améliorations méthodologiques importantes et de l'utilisation de données de meilleure qualité (Chapitre 2). Les contributions relatives du secteur aux émissions anthropiques ne peuvent pas être comparées car la période de référence n'est pas la même. L'évaluation de 2006 comparait les émissions du secteur (calculées pour la période de référence 2001 - 2004) avec l'ensemble des émissions de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> d'origine humaine fournies par l'Institut des ressources mondiales (WRI) pour l'année 2000.

### Méthane: gaz le plus émis

Environ 44 pour cent des émissions du secteur sont des émissions de CH<sub>4</sub>. Le reste se divise presque également entre les émissions de N<sub>2</sub>O (29 pour cent) et de CO<sub>2</sub> (27 pour cent). Les filières de l'élevage émettent:<sup>9</sup>

- 2 gigatonnes de CO<sub>2</sub> par an représentant 5 pour cent des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> (GIEC, 2007)
- 3,1 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e de CH<sub>4</sub> par an représentant 44 pour cent des émissions anthropiques de CH<sub>4</sub> (GIEC, 2007)
- 2 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e de N<sub>2</sub>O par an représentant 53 pour cent des émissions anthropiques de N<sub>2</sub>O (GIEC, 2007)

A l'échelle mondiale, les émissions d'hydrofluorocarbures (HFC) sont marginales.

## 3.2 ÉMISSIONS PAR ESPÈCE ET PRODUIT

### Bovins: les plus gros contributeurs

Les bovins sont le principal contributeur avec un total de 4,6 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e, soit 65 pour cent des émissions du secteur. Les bovins viande (produisant de la viande et d'autres produits non

<sup>9</sup> Les valeurs des émissions de GES ont été calculées avec GLEAM pour l'année 2005, alors que les estimations du GIEC des émissions anthropiques sont pour l'année 2004.

## ENCADRÉ 1. PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS

La majorité des émissions de GES sont principalement issues de quatre sources: fermentation entérique, gestion des effluents, production d'aliments du bétail et consommation d'énergie.

**Émissions de méthane de la fermentation entérique.** Les ruminants (bovins, buffles, ovins et caprins) produisent du CH<sub>4</sub> lors de leur digestion. Dans leur rumen (estomac), la fermentation microbienne rompt les chaînes glucidiques en de simples molécules que l'animal peut digérer. Le méthane est un sous-produit de la digestion. Des rations peu digestibles (c.-à-d. fibreuses) entraînent une hausse des émissions de méthane par unité d'énergie ingérée. Les espèces qui ne ruminent pas, comme les porcs, produisent aussi du CH<sub>4</sub> mais en quantité bien moindre. La fermentation entérique des bovins, des buffles, des petits ruminants et des porcs est incluse dans l'évaluation mais pas celle des poulets.

**Émissions de méthane et oxyde nitreux de la gestion des effluents.** Les effluents contiennent deux composants chimiques qui peuvent conduire à l'émission de GES pendant leur stockage et traitement: (i) les matières organiques qui peuvent se transformer en méthane; et (ii) l'azote qui conduit à des émissions d'oxyde nitreux. Le méthane est émis lors de la décomposition anaérobie des matières organiques. Cela

se produit lorsque les effluents sont gérés sous forme liquide, comme dans les lagunes ou dans les réservoirs de stockage. Pendant le stockage et le traitement, l'azote est émis dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) qui peut ensuite être transformé en oxyde (émissions indirectes).

**Émissions de dioxyde de carbone et d'oxyde nitreux de la production, transformation et du transport des aliments pour animaux.** Les émissions de dioxyde de carbone viennent de l'expansion des cultures pour produire des aliments du bétail et des pâturages dans les habitats naturels, ce qui entraîne l'oxydation de la matière organique des sols et de la végétation. Elles émanent aussi de l'utilisation de combustibles fossiles pour la fabrication d'engrais (organiques ou synthétiques) pour la production d'aliments du bétail et de l'épandage des effluents sur les pâturages ou sur les terres agricoles. Les émissions directes ou indirectes d'oxyde nitreux peuvent varier grandement selon les températures et l'humidité au moment de leur application et leur quantification est sujette à une incertitude importante.

**Émissions de dioxyde carbone de la consommation d'énergie.** La consommation d'énergie le long des filières de l'élevage émet du CO<sub>2</sub>. Au niveau de la pro-

comestibles) et les bovins lait (produisant à la fois de la viande et du lait en plus des produits non comestibles) émettent des quantités équivalentes de GES. Les niveaux d'émissions de l'élevage de porc, volaille, buffles et petits ruminants sont bien moins élevés et représentent entre 7 et 10 pour cent des émissions du secteur (voir Figure 2).

### Viande bovine: émissions et intensité d'émission les plus élevées

La production de viande bovine rejette 2,9 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e, soit 41 pour cent des émissions du secteur. La production de lait de vache émet 1,4 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e, soit 20 pour cent des émissions du secteur.

Viennent ensuite la viande de porc qui émet 0,7 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e (9 pour cent des émissions du secteur), et le lait et la viande de buffle (8 pour cent), la viande de poulet et les œufs (8 pour cent) et la viande et lait des petits ruminants (6 pour cent). Le reste des émissions provient des autres espèces de volaille et de la production des produits non comestibles.

Quand les émissions sont calculées par kg de protéine, la viande bovine est le produit avec l'intensité d'émission (quantité de GES émis par unité de produit) la plus haute avec une moyenne de plus de 300 kg de CO<sub>2</sub>e par kg de protéine; suivie par la viande et le lait des petits ruminants, avec respectivement des moyennes de 165 et 112 kg

duction des aliments pour animaux, la consommation d'énergie est liée principalement à la production d'engrais et à l'utilisation de machines pour la gestion, la récolte, la transformation et le transport des cultures. De l'énergie est aussi consommée dans les exploitations agricoles soit directement lors des opérations mécanisées ou indirectement lors de la construction des bâtiments et des équipements. La transformation et le transport des produits animaux issus de l'élevage nécessitent aussi de l'énergie.

Dans tout le rapport, les catégories d'émissions sont indiquées de la façon suivante dans les légendes accompagnant les figures.

- Alimentation animale, N<sub>2</sub>O incluant:
  - Engrais & résidus de cultures, N<sub>2</sub>O – émissions des engrais appliqués aux cultures pour l'alimentation animale et de la décomposition des résidus de cultures;
  - Effluents épandus et déposés aux pâturages, N<sub>2</sub>O – émissions des effluents épandus sur les cultures pour l'alimentation animale et sur les pâturages ou directement déposés par les animaux.
- Alimentation animale, CO<sub>2</sub> – émissions de la production, la transformation et du transport des aliments pour animaux ;

- LUC: soja, CO<sub>2</sub> – émissions liées à l'expansion des terres cultivées pour l'alimentation animale;
- LUC: expansion des pâturages, CO<sub>2</sub> - émissions dues à l'expansion des pâturages;
- Alimentation animale: riz, CH<sub>4</sub> – émissions de la riziculture pour la production d'aliments pour animaux;
- Entérique, CH<sub>4</sub> – émissions de la fermentation entérique;
- Gestion des effluents, CH<sub>4</sub> – émissions du stockage et traitement des effluents (épandage exclus);
- Gestion des effluents, N<sub>2</sub>O – émissions du stockage et traitement des effluents (épandage exclus);
- Energie directe, CO<sub>2</sub> – émissions de l'utilisation d'énergie sur l'unité de production (chauffage, ventilation, etc.);
- Energie indirecte, CO<sub>2</sub> – émissions liées à la construction des bâtiments et des équipements utilisés sur l'exploitation ;
- En aval, CO<sub>2</sub> – émissions liées à la transformation et au transport des produits de l'élevage du lieu de production au point de vente.

de CO<sub>2</sub>e par kg de protéine. Le lait de vache<sup>10</sup>, les produits des poulets et des porcs ont des intensités d'émission moyennes plus basses qui se situent toute en dessous de 100 kg de CO<sub>2</sub>e par kg de protéine comestible (Figure 3).

### Importantes différences d'intensités d'émission entre producteurs

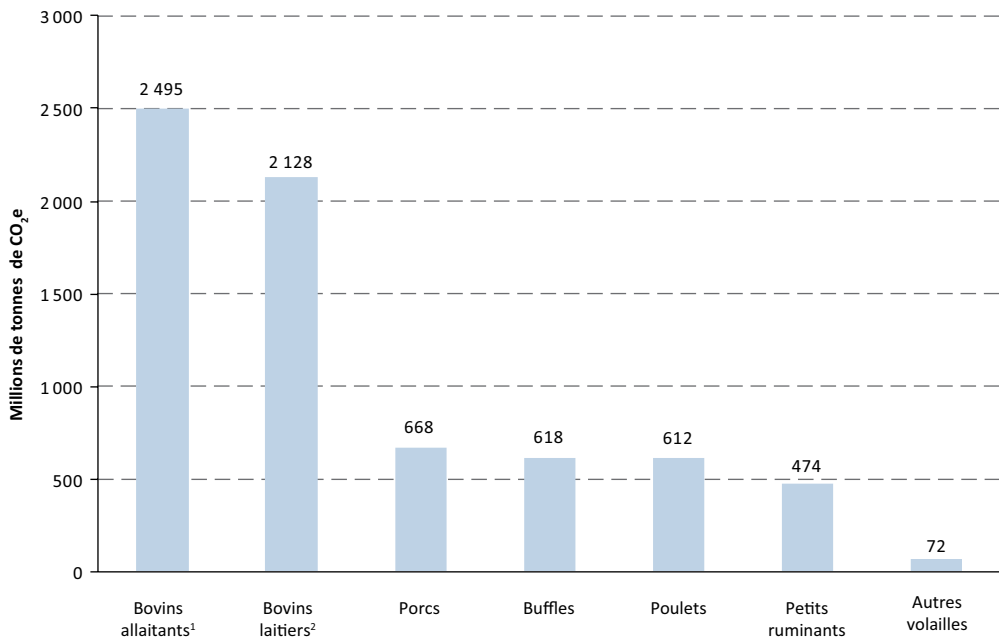
Les intensités d'émission varient beaucoup entre les producteurs, particulièrement pour les produits des ruminants mais aussi pour le porc, la

viande de poulet et les œufs (Figure 3). Cette hétérogénéité observée au sein des mêmes systèmes de production et entre les systèmes de production s'explique par des différences de conditions agro-écologiques, de pratique des producteurs et de gestion des filières. C'est dans la variabilité - ou écart entre les producteurs avec la plus haute intensité d'émission et ceux avec la plus basse intensité d'émission - qu'il est possible de trouver des options d'atténuation (le chapitre 5 offre une discussion détaillée sur le sujet).

<sup>10</sup> Dans tout le rapport, les unités de lait sont standardisées, i.e. corrigées de leur contenu en matières grasses et en protéines – voir Glossaire.



FIGURE 2. Émissions de GES par espèces au niveau mondial\*



\* Inclut les émissions attribuées aux produits comestibles et autres biens et services comme la traction et la laine.

<sup>1</sup> Produisent de la viande ainsi que des produits non comestibles et des services.

<sup>2</sup> Produisent du lait et de la viande ainsi que des produits non comestibles et des services.

Source: GLEAM.

### 3.3 PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS

Les émissions provenant de la production, de la transformation et du transport des aliments du bétail représentent environ 45 pour cent des émissions du secteur. La fertilisation des cultures pour l'alimentation animale et l'épandage des effluents sur les pâturages génèrent des émissions substantielles de N<sub>2</sub>O, représentant environ la moitié des émissions liées à la production d'aliments du bétail (soit un quart des émissions totales du secteur). Environ un quart des émissions dues à l'alimentation animale (un peu moins de 10 pour cent des émissions du secteur) sont liés à des changements dans l'utilisation des terres (*Land Use Change* en anglais ou LUC) (Figure 4).

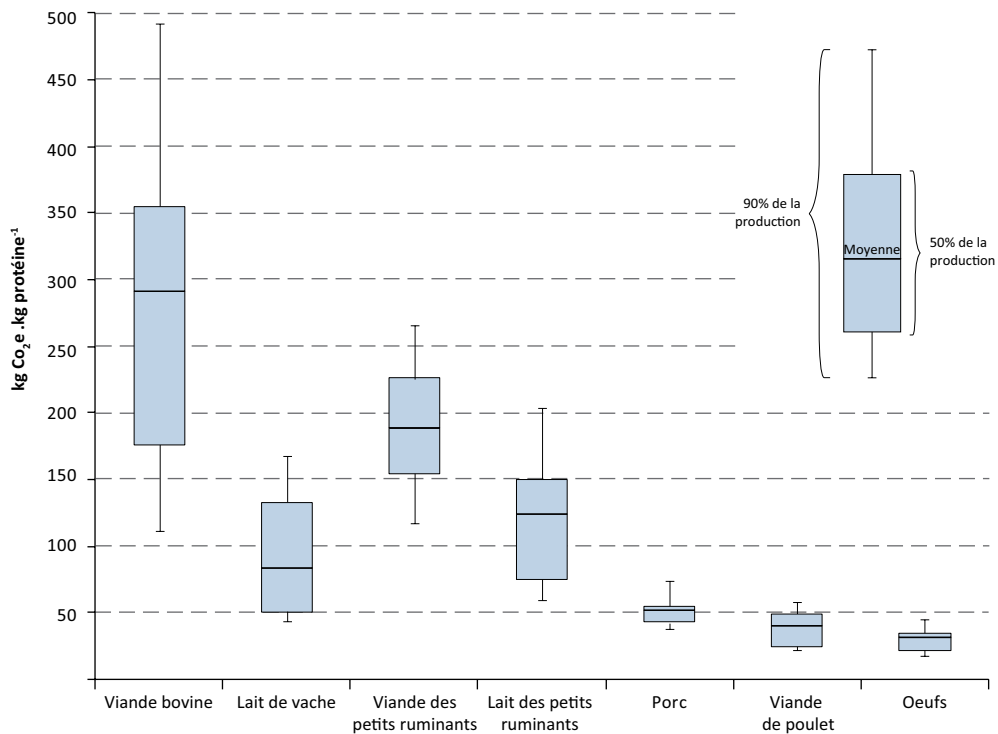
Parmi les aliments pour animaux, l'herbe et les autres fourrages verts représentent environ la moitié des émissions, principalement dues à

l'épandage des effluents sur les pâturages et au changement d'utilisation des terres. Les cultures pour l'alimentation animale représentent un quart des émissions et la production de tous les autres aliments (les sous-produits, les résidus des cultures, les farines de poisson et les suppléments) un autre quart (Figure 4).

La fermentation entérique est la seconde source d'émissions et représente environ 40 pour cent des émissions. Les bovins émettent la plus grande partie du méthane entérique (77 pour cent), suivis par les buffles (13 pour cent) et les petits ruminants (10 pour cent).

Les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O provenant du stockage et de la transformation des effluents (épandage et dépôts aux pâturages exclus) représentent environ 10 pour cent des émissions du secteur.

FIGURE 3. Intensités d'émission par produit au niveau mondial



Source: GLEAM.

FIGURE 4. Émissions mondiales des filières de l'élevage par catégorie d'émissions

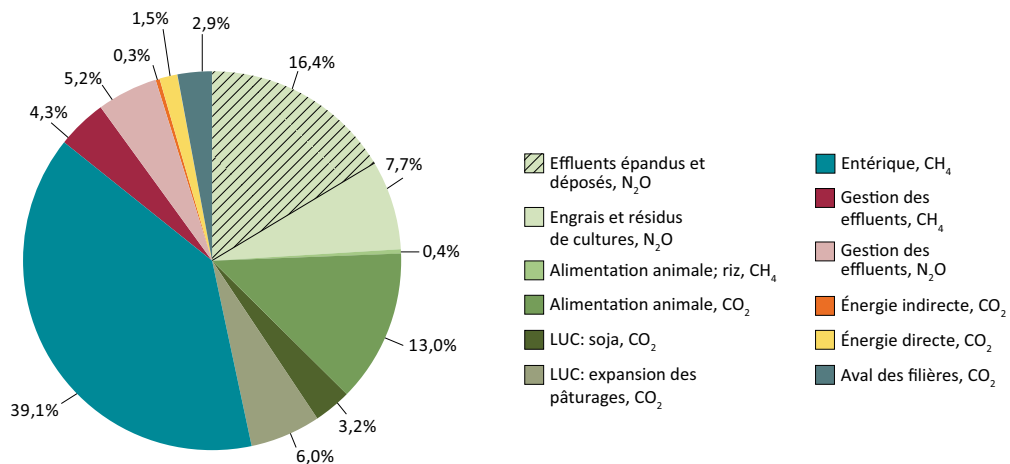
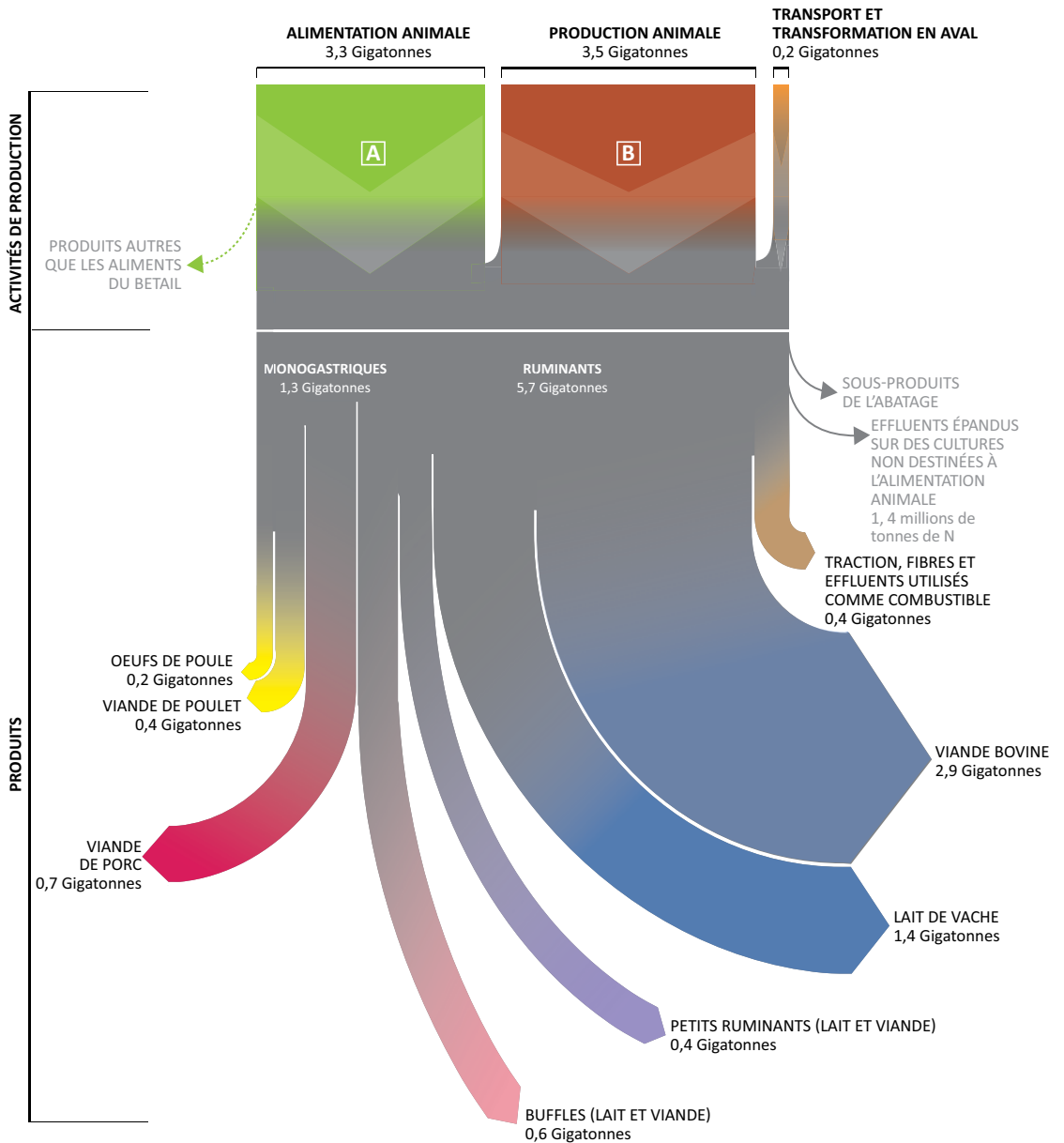


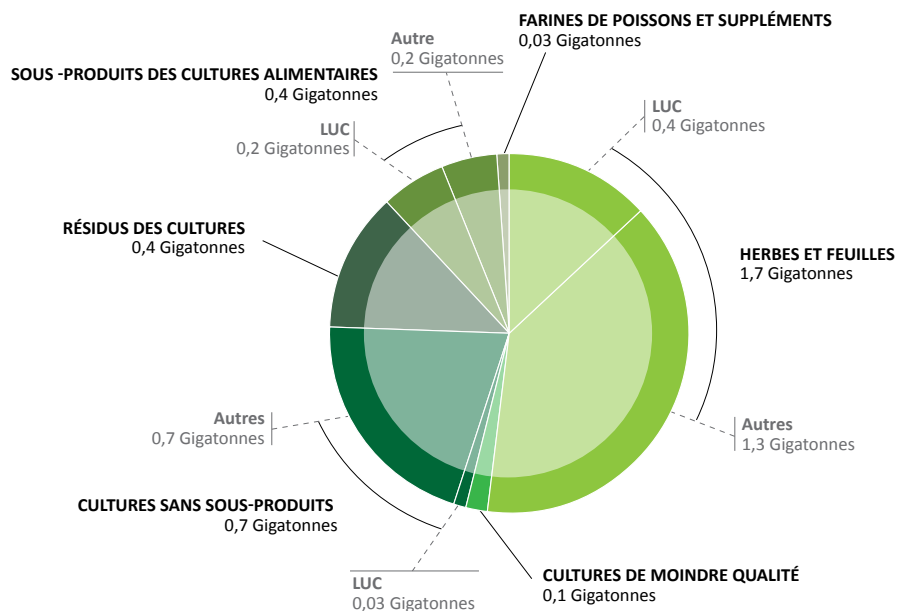
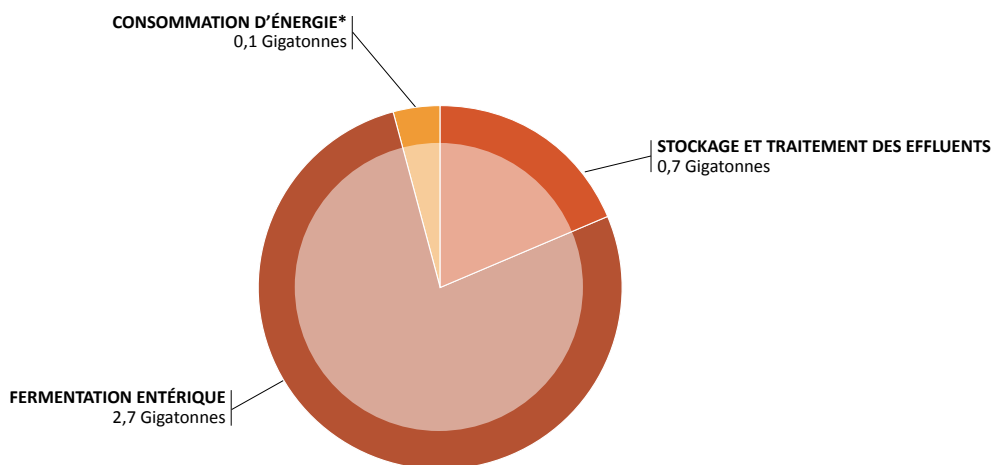
FIGURE 5. Émissions de GES des filières de l'élevage au niveau mondial, par activité et produit



ÉMISSIONS DE GES DES FILIÈRES DE L'ÉLEVAGE AU NIVEAU MONDIAL, PAR ACTIVITÉ DE PRODUCTION ET PRODUIT

Plusieurs types de cultures pour l'alimentation animale ont été identifiés : les cultures de moindre qualité (cultures alimentaires qui ne répondent pas aux standards de qualité pour la consommation humaine et qui sont utilisées pour l'alimentation animale), les cultures pour l'alimentation animale sans coproduits (par ex., le maïs, l'orge), les résidus des cultures (résidus des cultures pour l'alimentation humaine et animale, par ex., les cannes de maïs, la paille) et les sous-produits des cultures alimentaires (sous-produits de la production et transformation, par ex., tourteaux de soja, sons). La flèche « produits non destinés à l'alimentation animale » rappelle que les émissions de la production des aliments du bétail sont divisées entre plusieurs secteurs. Ainsi, par exemple, les déchets alimentaires ménagers utilisés pour nourrir

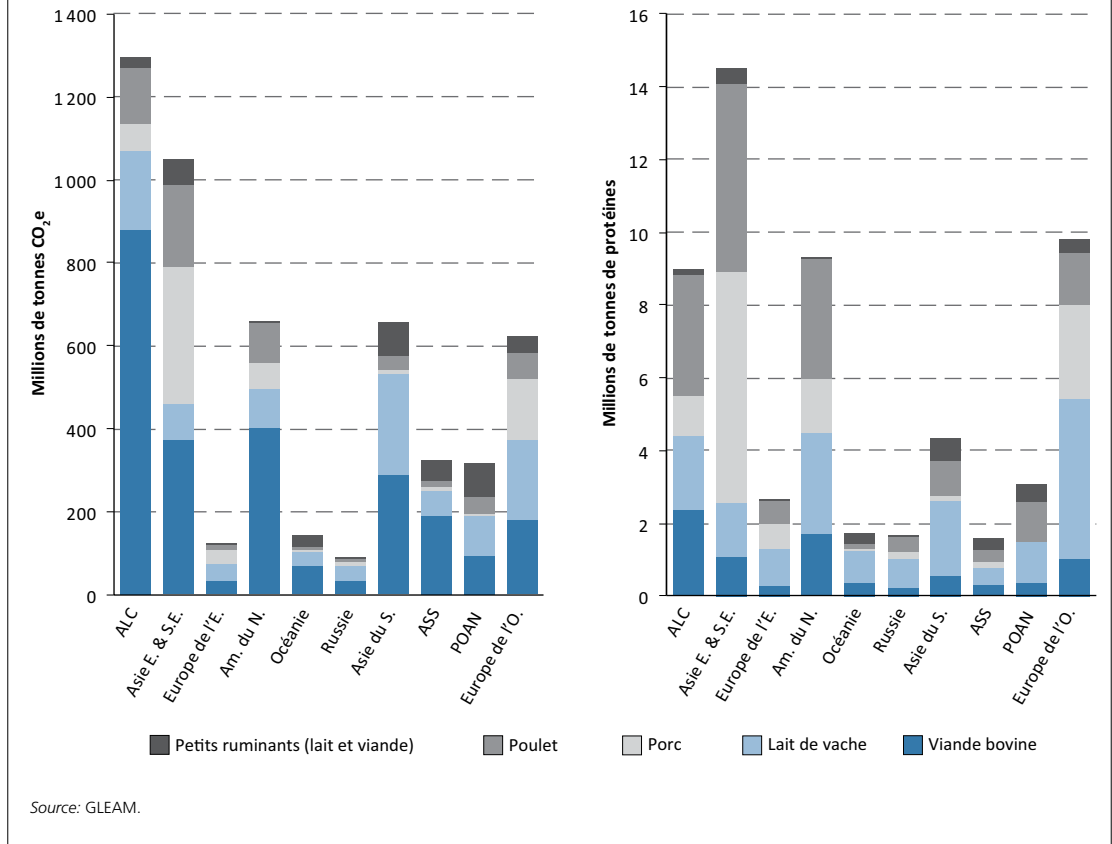
les porcs dans les systèmes de basse-cour ont une intensité d'émission estimée à zéro car les émissions sont allouées à l'alimentation du ménage. De la même manière, les émissions liées aux résidus des cultures (par ex., les cannes de maïs) sont peu élevées car une grande partie des émissions est attribuée au produit principal (les grains de maïs). Aucune émission n'a été allouée aux sous-produits de l'abattoir (par ex., les abats, les peaux, le sang). Les études de cas montrent que les sous-produits peuvent ajouter de 5 à 10 pour cent aux revenus de l'abattoir. C'est par exemple le cas pour le bœuf et le porc dans les pays de l'OCDE (FAO, 2013a et 2013b). Les volailles autres que le poulet ne sont pas incluses dans le graphique.

**A** PRODUCTION D'ALIMENTS POUR ANIMAUX**B** PRODUCTION ANIMALE

\* L'utilisation d'énergie liée à la construction des bâtiments sur l'exploitation et la fabrication des équipements est incluse dans cette catégorie.

Source: GLEAM.

FIGURE 6. Productions animales et émissions de GES par produit et région



Source: GLEAM.

Les émissions dues à la consommation d'énergie (directement ou indirectement liée aux combustibles fossiles) sont principalement liées à la production d'aliments du bétail et en particulier à la fabrication d'engrais. En additionnant toutes les émissions liées à la consommation d'énergie le long des chaînes d'approvisionnement, ces émissions représentent environ 20 pour cent des émissions du secteur.

### 3.4 ÉMISSIONS PAR RÉGION

Les émissions et les profils de production varient beaucoup selon les régions (Figure 6). Ces différences s'expliquent par la part respective des ruminants et des monogastriques dans la production totale et par les différences des niveaux d'intensité d'émission de chaque produit entre les régions.

La région d'Amérique latine et des Caraïbes a le plus haut niveau d'émissions (presque 1,3 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e) en raison de son importante production de viande bovine d'origine allaitante. Malgré un ralentissement ces dernières années, les changements d'utilisation des terres en cours, dus à l'expansion des cultures et des pâturages pour l'alimentation animale, contribuent au niveau élevé d'émissions de CO<sub>2</sub> dans la région.

Avec la production la plus importante et des intensités d'émissions relativement élevées, l'Asie de l'Est a le deuxième plus haut niveau d'émissions (plus d'une gigatonne de CO<sub>2</sub>e).

L'Amérique du Nord et l'Europe de l'Ouest ont des niveaux d'émissions de GES similaires (plus de 0,6 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e) et un niveau équivalent de production en termes de protéine. Cepen-

Les profils d'émissions sont différents. En Amérique du Nord, presque les deux tiers des émissions viennent de la production de bœuf qui a des intensités d'émission élevées. En revanche, la production de viande bovine en Europe de l'Ouest vient principalement des troupeaux laitiers qui ont des intensités d'émission beaucoup plus basses (Chapitre 4). En Amérique du Nord, les intensités d'émission pour le poulet, le porc et le lait sont plus basses qu'en Europe de l'Ouest

du fait d'une intensité d'émission plus faible des aliments du bétail.

Les émissions de l'élevage en Asie du Sud sont au même niveau que celles d'Amérique du Nord ou d'Europe de l'Ouest mais la production en termes de protéine est deux fois moindre. Les ruminants sont à l'origine d'une grande partie des émissions en raison de leur intensité d'émissions élevée. Les émissions en Afrique sub-saharienne sont importantes pour la même raison.

## MESSAGES CLÉS DU CHAPITRE 4

- La fermentation entérique et la production d'aliments du bétail sont les deux principales sources d'émissions du secteur des ruminants.
- La viande de bœuf des troupeaux laitiers a généralement une intensité d'émission plus basse que la viande de bœuf des troupeaux allaitants, c'est à dire spécialisés en viande. Cela s'explique par le fait que les émissions des animaux reproducteurs sont allouées à la viande et au lait dans le cas des troupeaux laitiers et seulement à la viande dans le cas des troupeaux allaitants.
- L'intensité d'émission de la production de lait et de viande de bœuf est plus élevée dans les systèmes dont le niveau de productivité est bas. Cela est dû à la faible digestibilité des aliments, à des pratiques de gestion des troupeaux moins efficaces et à de mauvaises performances de reproduction. Cette relation entre intensité d'émission et productivité n'est pas évidente dans le cas des espèces monogastriques car les systèmes hautement productifs dépendent d'aliments du bétail dont l'intensité d'émission est élevée.
- En Amérique latine et dans les Caraïbes, un tiers des émissions de la production de bœuf est dû à l'expansion des pâturages dans les zones boisées.
- Pour les filières porc et volailles, les émissions viennent principalement de la production des aliments du bétail; cela s'explique par l'utilisation d'aliments à forte intensité d'émission. Dans les secteurs viande de porc et œufs, le stockage et le traitement des effluents sont aussi une source importante d'émissions.
- Les émissions liées à la consommation d'énergie représentent jusqu'à 40 pour cent des émissions des filières porc et volaille.
- Pour la production de porc, les intensités d'émissions sont les plus basses dans les systèmes de basse-cour où les aliments ont un niveau d'émissions bas et dans les systèmes industriels où la conversion des aliments en produit animal est la plus efficace.
- Les productions de viande de poulet et d'œufs ont des intensités d'émission basses comparées aux autres productions.
- Les émissions de  $N_2O$ ,  $CH_4$  et de  $CO_2$  représentent une perte d'azote, d'énergie et de matières organiques pour les systèmes d'élevage. Ces pertes érodent l'efficacité et la productivité des unités de production.



# ÉMISSIONS PAR ESPÈCES

Ce chapitre présente une analyse résumée des émissions par espèce. Les rapports FAO (2013a et 2013b) fournissent une présentation plus complète et détaillée incluant une analyse de sensibilité et une comparaison des résultats avec d'autres études

## 4.1 BOVINS

Les émissions de GES des bovins représentent environ 65 pour cent des émissions du secteur de l'élevage (4,6 gigatonnes de  $\text{CO}_2\text{e}$ ) faisant des bovins les plus gros contributeurs.

La production de viande bovine émet 2,9 gigatonnes de  $\text{CO}_2\text{e}$  soit 41 pour cent des émissions du secteur alors que la production de lait émet 1,4 gigatonnes de  $\text{CO}_2\text{e}$  soit 20 pour cent des émissions du secteur<sup>11</sup>. Les émissions dues à la production d'autres produits et services comme la traction ou les effluents utilisés comme combustible représentent 0,3 gigatonnes de  $\text{CO}_2\text{e}$  (Figure 10). Ces biens et services fournis par l'élevage sont particulièrement importants en Asie du Sud et en Afrique sub-saharienne où ils représentent presque 25 pour cent des émissions.

Les intensités d'émission moyennes sont de 2,8 kg de  $\text{CO}_2\text{e}$  par kg de lait standardisé, c'est-

à-dire corrigé du contenu en matières grasses et protéines<sup>12</sup>, et de 46,2 kg de  $\text{CO}_2\text{e}$  par kg de poids de carcasse pour le bœuf.

### Les sources principales d'émissions: fermentation entérique et fertilisation pour la production d'aliments

Pour les bovins, la principale source des émissions est la fermentation entérique. Ces émissions s'élèvent à 1,1 gigatonnes, représentant 46 pour cent et 43 pour cent des émissions totales des filières lait et viande bovine (Figures 7, 8, 9 et 10).

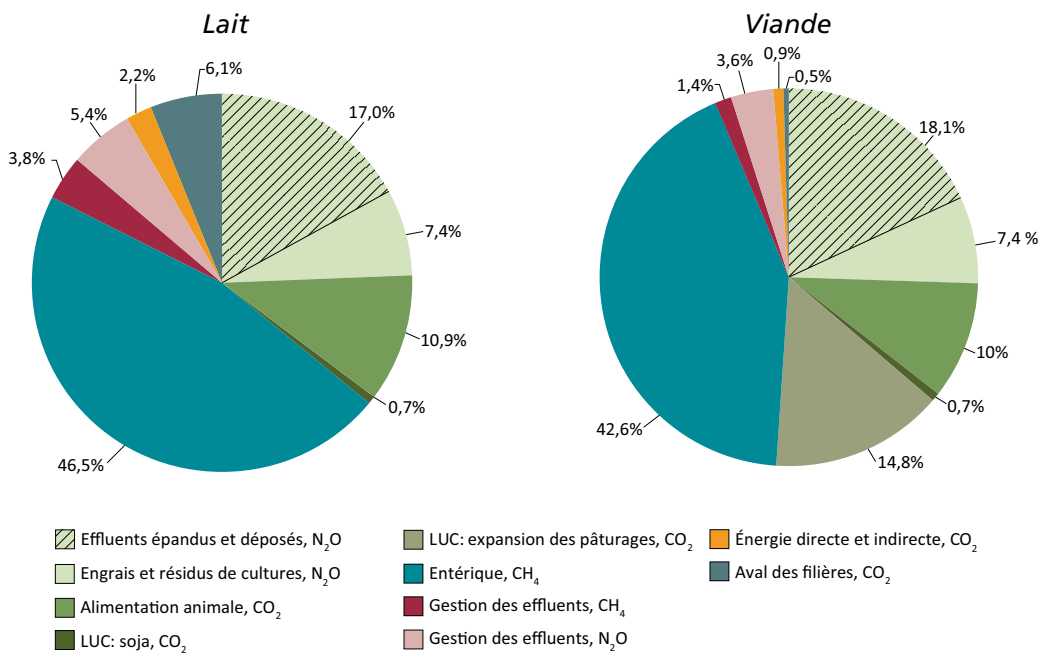
Les émissions liées à la production d'aliments du bétail, y compris les pâturages, sont la deuxième plus grosse source d'émissions, représentant 36 pour cent du total. Les émissions d'oxyde nitreux sont les plus importantes et sont principalement dues à la fertilisation des cultures. Si on y ajoute l'expansion des pâturages, les émissions pour l'alimentation du bétail représentent plus de la moitié du total pour la production viande bovine allaitante; les systèmes de production laitière n'entraînent généralement pas une expansion des pâturages. Les émissions de dioxyde de carbone dues à la consommation d'énergie dans les filières

<sup>11</sup> A moins que cela ne soit spécifié différemment, «viande bovine» fait référence à la viande produite dans les troupeaux laitiers et spécialisés viande.

<sup>12</sup> Le lait est standardisé en lait corrigé du contenu en matières grasses et protéines pour prendre en compte l'hétérogénéité qui existe en production laitière.



FIGURE 7. Émissions des filières lait et viande bovine, par catégorie d'émissions



Source: GLEAM.

aliments du bétail représentent environ 10 pour cent des émissions totales. Les émissions dues à la consommation d'énergie sur l'exploitation et lors de la transformation des produits sont négligeables dans le cas de la production de viande bovine et limitée (8 pour cent) dans le cas de la production laitière.

### Des intensités d'émission plus fortes dans les troupeaux bovins allaitants

L'intensité d'émission des troupeaux allaitants est quatre fois plus élevée que celles des troupeaux laitiers (68 vs. 18 kg CO<sub>2</sub>e par kg de poids de carcasse) (Tableau 5).

Cette différence est principalement due au fait que les troupeaux laitiers produisent à la fois du lait et de la viande alors que les troupeaux allaitants ne produisent que de la viande. Par conséquent, les émissions des troupeaux laitiers sont attribuées à la production de viande et de lait alors

que les émissions des troupeaux allaitants sont attribuées à la viande seulement (dans les deux cas, une petite partie des émissions est allouée aux autres biens et services produits comme la traction ou les effluents utilisés en combustibles).

Les émissions du cheptel de reproduction sont la cause de cette différence: quand seuls les animaux à engraisser sont considérés, les intensités d'émission par kg de carcasse sont similaires pour les deux productions. De plus, les cohortes d'animaux reproducteurs représentent 69 pour cent des troupeaux dans la production allaitante comparée à 52 pour cent dans les systèmes laitiers.

Les systèmes herbagers ont généralement des intensités d'émission plus élevées que les systèmes mixtes en raison des différences qui existent dans la qualité des aliments et la gestion des troupeaux<sup>13</sup>. Les intensités d'émission moyennes sont

<sup>13</sup> Les systèmes mixtes et herbagers sont définis sur la base de la ration des animaux et des produits de l'exploitation (Chapitre 2).

FIGURE 8. Variations régionales de la production de viande bovine et des intensités d'émissions

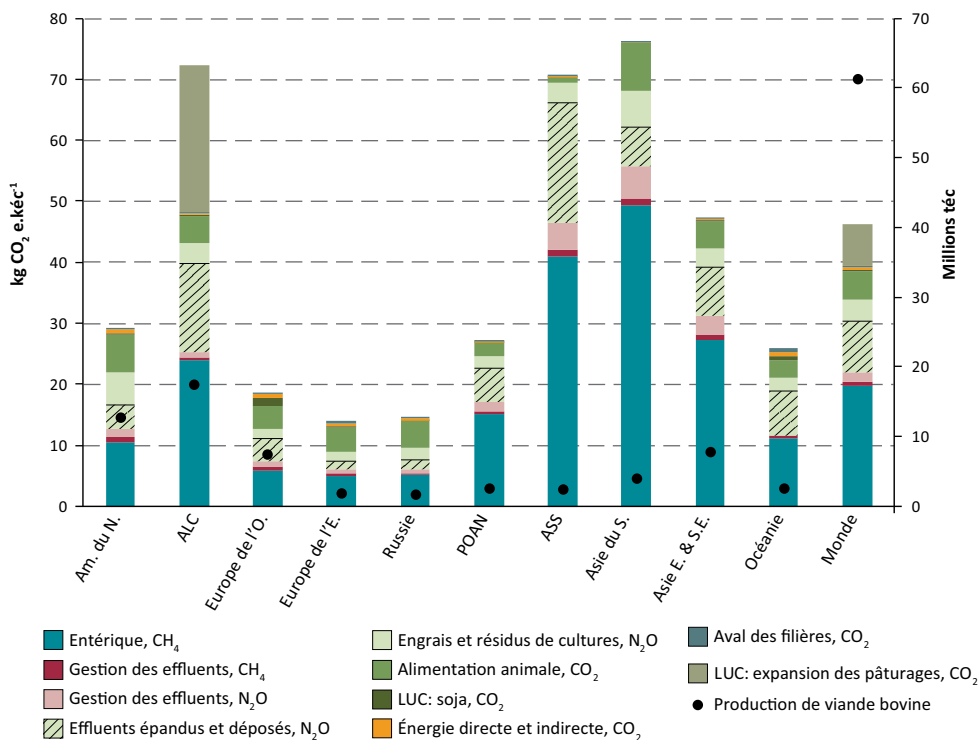
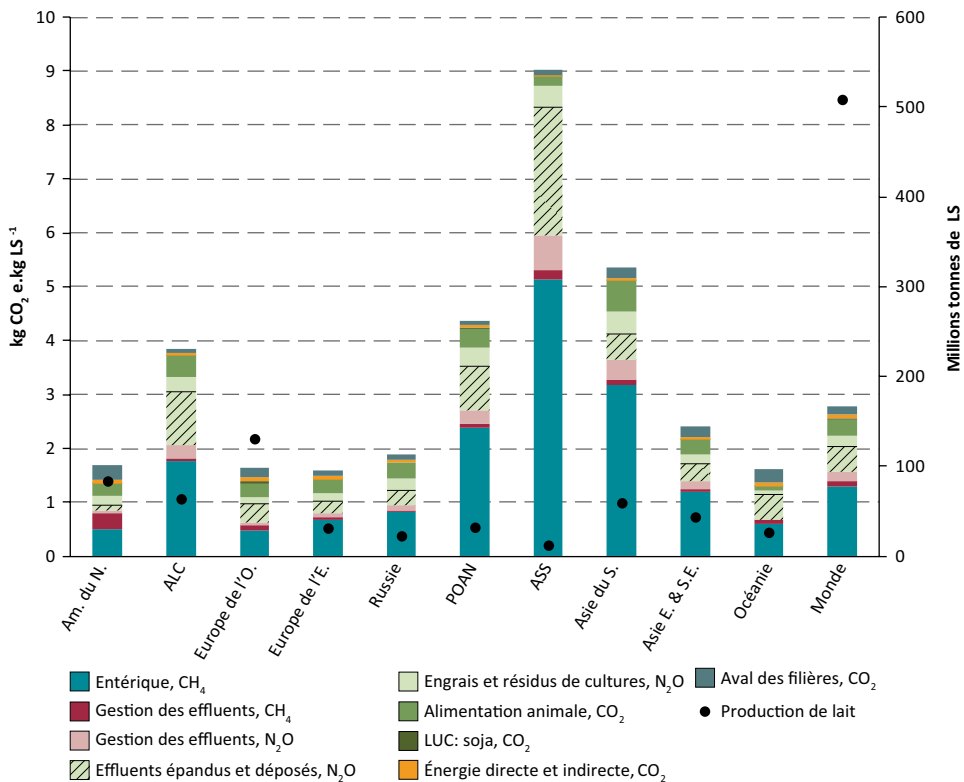


TABLEAU 5. Lait de vache: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial

Troupeau	Système	Production (Million de tonnes)		Émissions (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)		Intensités d'émission (kg CO <sub>2</sub> e/kg produit)	
		Lait <sup>1</sup>	Viande <sup>2</sup>	Lait	Viande	Lait <sup>1</sup>	Viande <sup>2</sup>
Laitier	Herbager	77,6	4,8	227,2	104,3	2,9 <sup>3</sup>	21,9 <sup>3</sup>
	Mixte	430,9	22,0	1 104,3	381,9	2,6 <sup>3</sup>	17,4 <sup>3</sup>
	<b>Total</b>	<b>508,6</b>	<b>26,8</b>	<b>1 331,1</b>	<b>486,2</b>	<b>2,6<sup>3</sup></b>	<b>18,2<sup>3</sup></b>
Allaitant	Herbager		8,6		875,4		102,2 <sup>3</sup>
	Mixte		26,0		1 462,8		56,2 <sup>3</sup>
	<b>Total</b>		<b>34,6</b>		<b>2 338,4</b>		<b>67,6<sup>3</sup></b>
Emissions en aval des filières (après la sortie de l'exploitatio) <sup>4</sup>				87,6	12,4		
<b>Totaux</b>		<b>508,6</b>	<b>61,4</b>	<b>1 419,1</b>	<b>2 836,8</b>	<b>2,8<sup>5</sup></b>	<b>46,2<sup>5</sup></b>

<sup>1</sup> Lait standardisé, corrigé du contenu en matières grasses et protéines.<sup>2</sup> Produit: poids de carcasse.<sup>3</sup> N'inclut pas les émissions produites en aval, après la sortie de l'exploitation.<sup>4</sup> Calculé pour chaque secteur à l'échelle nationale.<sup>5</sup> Inclut les émissions de l'aval des filières.

FIGURE 9. Variations régionales de la production de lait de vache et des intensités d'émissions



Source: GLEAM.

particulièrement élevées pour la production allaitante des systèmes herbagers d'Amérique latine et des Caraïbes en raison des émissions liées au changement d'utilisation des terres due à l'expansion des pâturages. La différence d'intensité d'émission entre systèmes herbagers et systèmes mixtes est moins prononcée pour la viande bovine issue des troupeaux laitiers et est négligeable pour le lait.

### Des intensité d'émission plus élevées dans les systèmes à basse productivité

#### Filière viande

Les intensités d'émission de la viande bovine sont les plus élevées en Asie du Sud, Afrique sub-saharienne, Amérique latine et Caraïbes et en Asie de l'Est et du Sud-Est (Figure 8). Cela résulte principalement de la mauvaise digestibilité des aliments

(conduisant à des émissions plus importantes de méthane entérique et des effluents), de pratiques d'élevage peu performantes et de poids plus bas à l'abatage (taux de croissance lents entraînant plus d'émissions par kg de viande produite) et d'un âge plus avancé à l'abatage (une vie plus longue entraînant plus d'émissions).

En Amérique latine et dans les Caraïbes, un tiers des émissions (24 kg CO<sub>2</sub>e/kg de poids de carcasse) de la production de bœuf vient de l'expansion des pâturages dans les zones forestières. Cette estimation doit être prise avec précaution en raison des nombreuses incertitudes liées à la méthodologie et aux données concernant les estimations des émissions due aux changements d'utilisation des terres (Chapitre 2) (FAO, 2013a et 2013b).

TABLEAU 6. Viande et de lait de buffle: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial

Systèmes	Production (Million de tonnes)		Émissions (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)		Intensités d'émission (kg CO <sub>2</sub> e/kg produit)	
	Milk <sup>1</sup>	Meat <sup>2</sup>	Milk	Meat	Milk <sup>1</sup>	Meat <sup>2</sup>
Herbager	2,7	0,1	9,0	4,7	3,4 <sup>3</sup>	36,8 <sup>3</sup>
Mixte	112,6	3,2	357,9	175,2	3,2 <sup>3</sup>	54,8 <sup>3</sup>
Emissions en aval des filières (après la sortie de l'exploitation) <sup>4</sup>			23,0	0,3		
<b>Totaux</b>	<b>115,2</b>	<b>3,4</b>	<b>389,9</b>	<b>180,2</b>	<b>3,4<sup>5</sup></b>	<b>53,4<sup>5</sup></b>

<sup>1</sup> Lait standardisé, corrigé du contenu en matières grasses et protéines.

<sup>2</sup> Produit: poids de carcasse.

<sup>3</sup> N'inclut pas les émissions produites en aval.

<sup>4</sup> Calculé pour chaque secteur à l'échelle nationale.

<sup>5</sup> Inclut les émissions produites en aval des filières.

En Europe, environ 80 pour cent du bœuf est produit dans des troupeaux laitiers (veaux excédentaires et vaches de réforme) conduisant à des intensités d'émission plus basses.

### Filière lait

Généralement, l'intensité d'émission de la production de lait de vache est plus basse dans les régions industrialisées (en dessous de 1,7 kg CO<sub>2</sub>e/kg de lait, comparé avec des moyennes régionales qui montent jusqu'à 9 kg CO<sub>2</sub>e/kg de lait). Une meilleure alimentation et nutrition animale réduisent les émissions de méthane et des effluents (moins de rejet d'azote et de matières volatiles). Des rendements plus importants signifient qu'une plus grande partie du métabolisme des vaches est consacrée à la production de lait et à la reproduction, plutôt qu'à l'entretien de l'organisme, contribuant ainsi à une réduction des intensités d'émission.

Dans les régions où la productivité est basse, la fermentation entérique est la principale source des émissions. Dans les régions industrielles, production et transformation des aliments du bétail et gestion des effluents sont à eux deux équivalents à la fermentation entérique. Les émissions des effluents sont relativement élevées en Amérique du Nord où environ 27 pour cent des effluents du secteur laitier sont stockés sous forme liquide, ce qui produit des quantités plus importantes de méthane.

### 4.2 BUFFLES

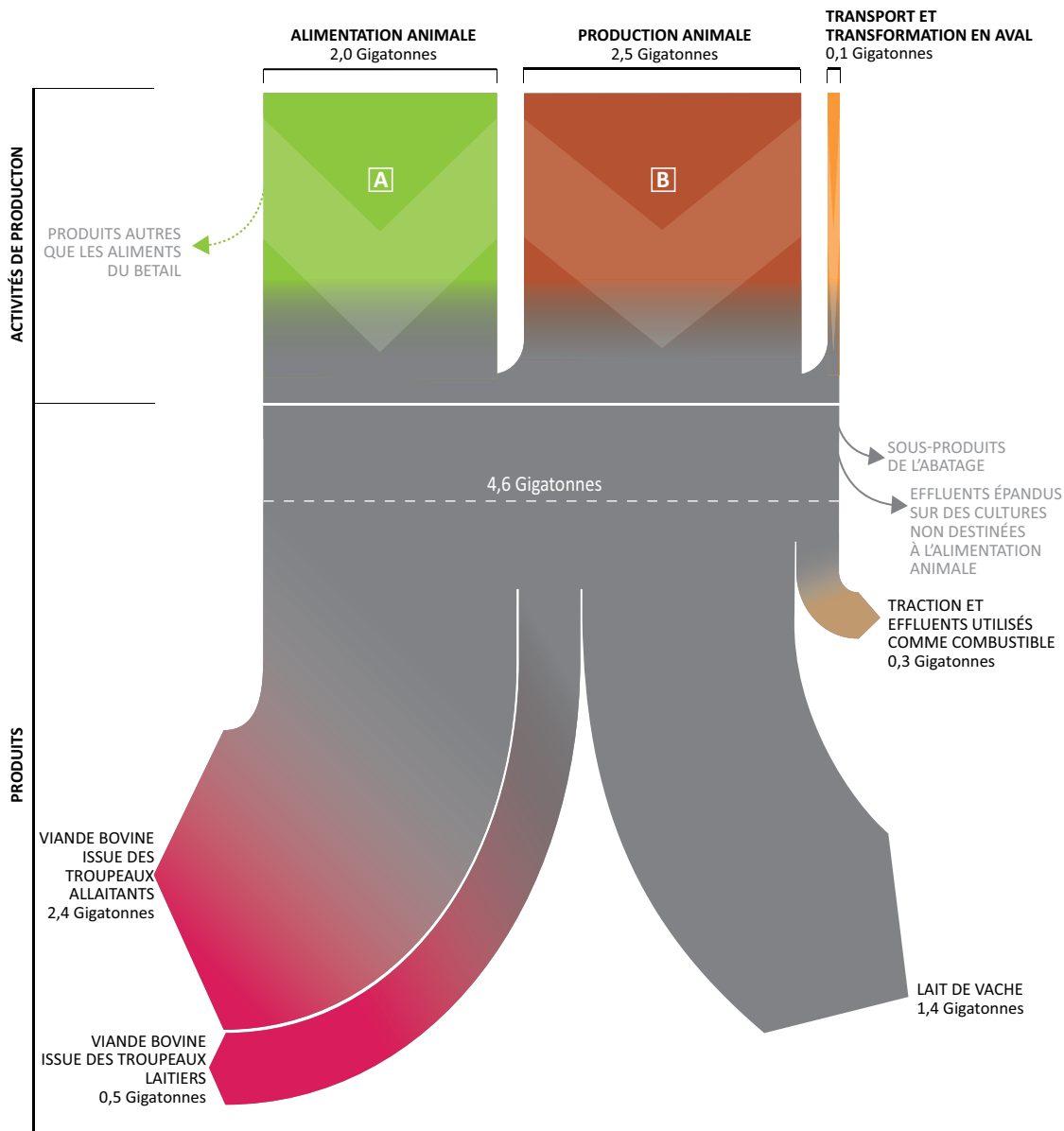
L'ensemble des émissions de GES des filières de buffles (viande, lait et autres produits et services) représentent 9 pour cent des émissions du secteur. Elles totalisent 618 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e, dont 390 millions de tonnes viennent de la production de lait, 180 millions de tonnes de la production de viande et 48 millions de tonnes de la production des autres biens et services, comme par exemple, les effluents utilisés comme combustibles ou la traction (Table 6).

#### Les sources principales d'émissions: fermentation entérique et fertilisation pour la production d'aliments du bétail

Plus de 60 pour cent des émissions de la production de viande et de lait de buffle viennent de la fermentation entérique contre 45 pour cent dans le cas des bovins. Cette différence est principalement due à la moins bonne digestibilité de la ration (Figure 11).

La fertilisation des cultures pour la production d'aliments du bétail est la deuxième source d'émissions, représentant 17 pour cent du total pour le lait et 21 pour cent pour la viande. Les émissions dues au changement d'utilisation des terres sont presque nulles en raison de l'absence de buffles dans les zones d'extension des pâturages et la présence limitée de soja dans leur ration alimentaire.

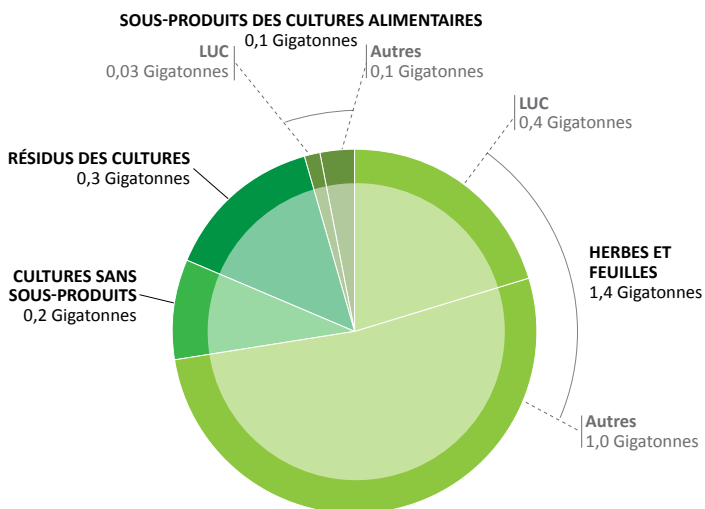
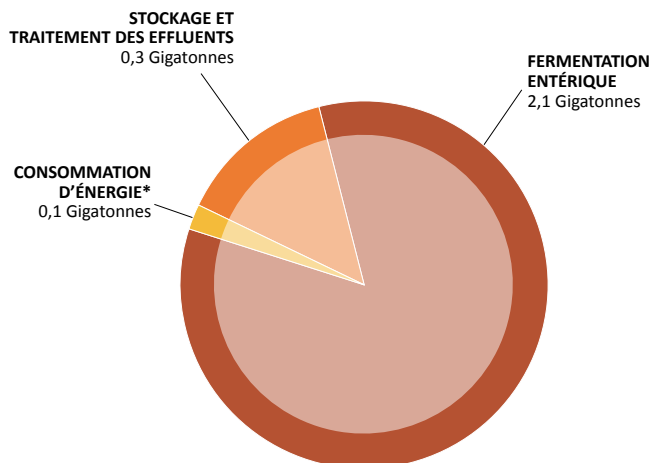
FIGURE 10. Émissions de GES des filières bovines au niveau mondial, par activité et produit



EMISSIONS DE GES DES FILIÈRES DE L'ÉLEVAGE AU NIVEAU MONDIAL, PAR ACTIVITÉ DE PRODUCTION ET PRODUIT

Plusieurs types de cultures pour l'alimentation animale ont été identifiés: les cultures de moindre qualité (cultures alimentaires qui ne répondent pas aux standards de qualité pour la consommation humaine et qui sont utilisées pour l'alimentation animale), les cultures pour l'alimentation animale sans coproduits (par ex., le maïs, l'orge), les résidus des cultures (résidus des cultures pour l'alimentation humaine et animale, par ex., les cannes de maïs, la paille) et les sous-produits des cultures alimentaires (sous-produits de la production et transformation, par ex., tourteaux de soja, sons). La flèche «produits non destinés à l'alimentation animale» rappelle que les émissions de la production des aliments du bétail sont divisées entre plusieurs secteurs. Ainsi, par exemple, les déchets alimentaires ménagers

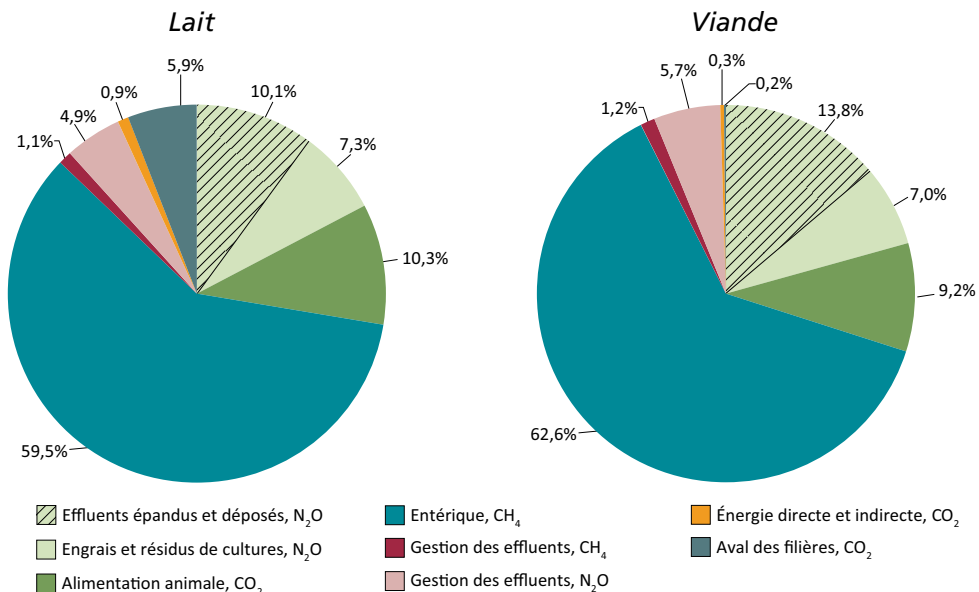
utilisés pour nourrir les porcs dans les systèmes de basse-cour ont une intensité d'émission estimée à zéro car les émissions sont allouées à l'alimentation du ménage. De la même manière, les émissions liées aux résidus des cultures (par ex., les cannes de maïs) sont peu élevées car une grande partie des émissions est attribuée au produit principal (les grains de maïs). Aucune émission n'a été allouée aux sous-produits de l'abatage (par ex., les abats, les peaux, le sang). Les études de cas montrent que les sous-produits peuvent ajouter de 5 à 10 pour cent aux revenus de l'abattoir. C'est par exemple le cas pour le bœuf et le porc dans les pays de l'OCDE (FAO, 2013a et 2013b).

**A** PRODUCTION D'ALIMENTS POUR ANIMAUX**B** PRODUCTION ANIMALE

\* L'énergie liée à la fabrication des bâtiments et des équipements de l'exploitation est incluse dans cette catégorie.

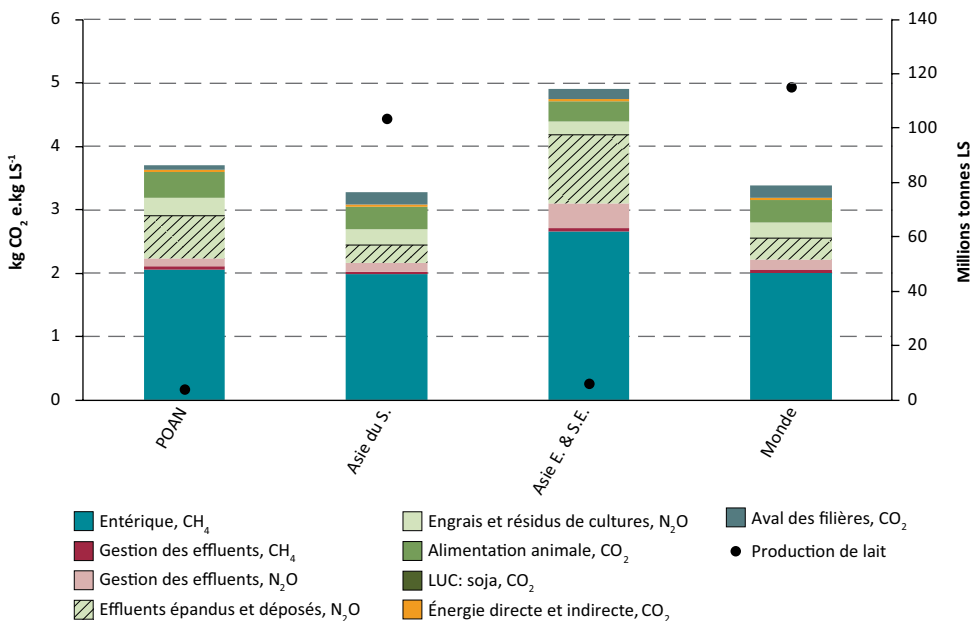
Source: GLEAM.

FIGURE 11. Émissions des filières lait et viande de buffles, par catégorie d'émissions



Source: GLEAM.

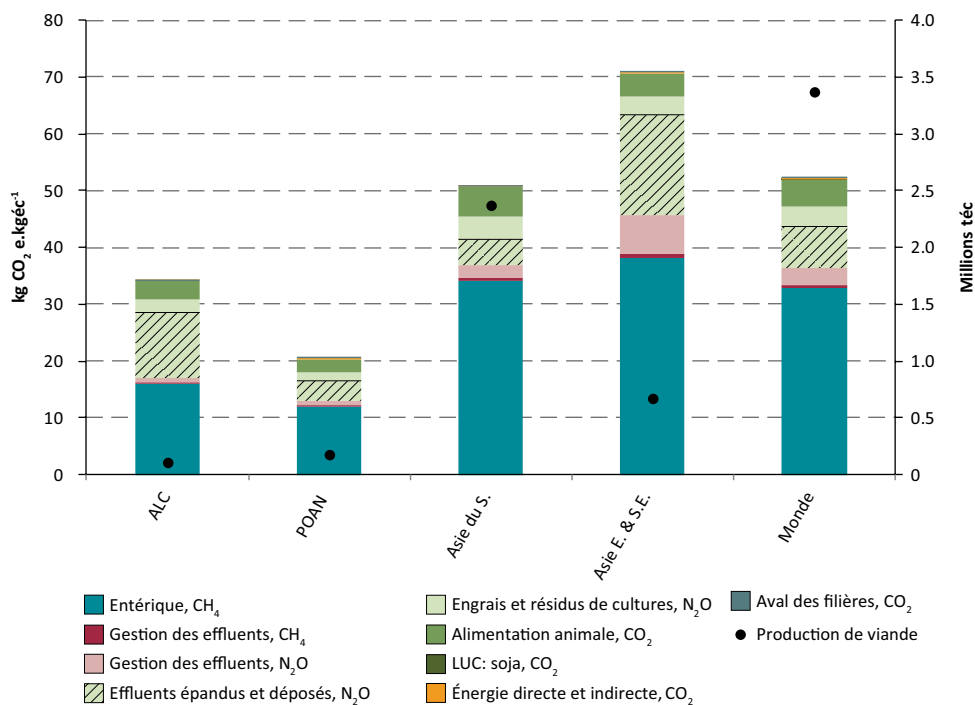
FIGURE 12. Variations régionales de la production de lait de bufflonne et des intensités d'émissions\*



\* Les régions qui représentent moins de 2 pour cent de la production mondiale ont été exclues.

Source: GLEAM.

FIGURE 13. Variations régionales de la production de viande de buffle et des intensités d'émissions\*



\* Les régions représentant moins de deux pour cent de la production mondiale ont été exclues.

Source: GLEAM.

### Une production concentrée géographiquement

L'élevage de buffles est concentré en Asie du Sud, au Moyen Orient, en Afrique du Nord, en Asie du Sud de l'Est et du Sud-Est. L'Asie du Sud produisant à elle seule respectivement 90 pour cent et 70 pour cent de la production mondiale de lait et viande de buffle. L'Asie de l'Est et du Sud-Est produit 20 pourcent de la production mondiale de viande de buffle; les autres régions ne contribuent que de façon limitée (Figure 12 et 13).

#### Filière lait

Environ 80 pour cent du lait de buffle est produit dans des systèmes mixtes sous des climats semi-arides. L'intensité d'émission moyenne de la production de lait va de 3,2 en Asie du Sud à 4,8 kg CO<sub>2</sub>e/kg de lait standardisé (corrige du contenu en matières grasses et protéines) en Asie de l'Est

et du Sud-Est. Le lait produit en Asie du Sud a l'intensité d'émission la plus basse en raison de ses rendements plus élevés.

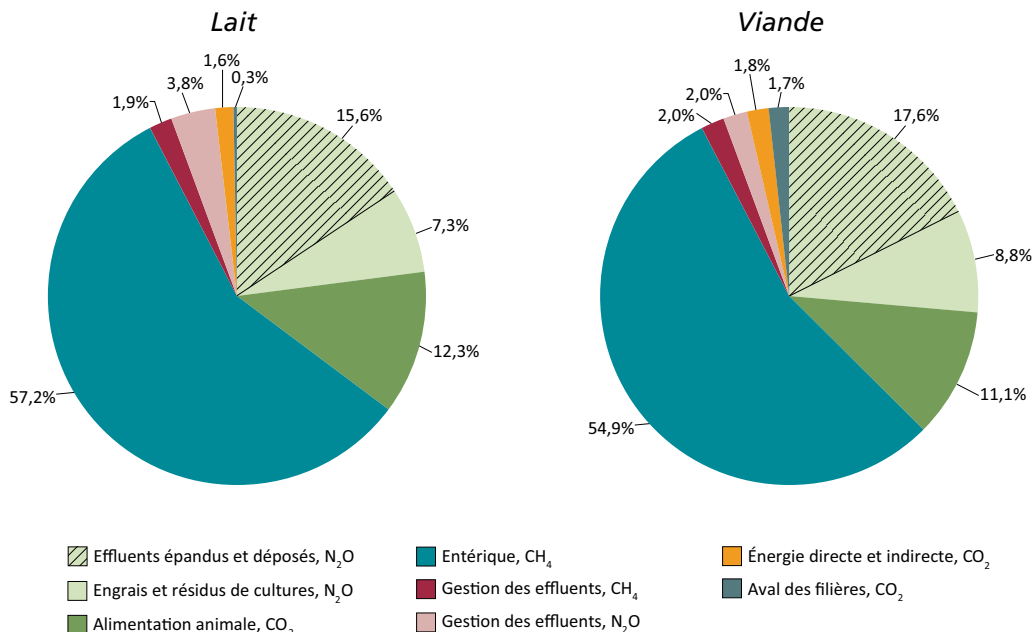
#### Filière viande

Environ 70 pour cent de la viande de buffle est produite dans des systèmes herbagers ou mixtes dans des zones arides qui ont aussi les intensités d'émission les plus basses.

Les intensités d'émissions de la production de viande de buffle varient de 21 kg CO<sub>2</sub>e/kg de poids de carcasse au Proche-Orient et en Afrique du Nord à 70,2 kg CO<sub>2</sub>e/kg de poids de carcasse en Asie de l'Est et du Sud-est. L'intensité d'émission est particulièrement élevée en Asie de l'Est et du Sud-Est car la productivité des animaux est basse en raison de la pauvreté des ressources alimentaires et une reproduction peu performante.



FIGURE 14. Émissions des filières lait et viande de petits ruminants, par catégorie d'émissions



Source: GLEAM.

### 4.3 PETITS RUMINANTS (OVINS ET CAPRINS)

Représentant environ 6,5 pour cent des émissions totales du secteur, les émissions des petits ruminants s'élèvent à 475 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e, dont 299 millions de tonnes pour la production de viande, 130 millions de tonnes pour la production de lait et 46 millions de tonnes pour les autres produits et services.

La production de lait de chèvre a une intensité d'émission plus basse comparée à celle du lait de brebis (Tableau 7) en raison de rendements plus élevés.<sup>14</sup> L'intensité d'émission moyenne pour les petits ruminants est 23,8 kg CO<sub>2</sub>e/kg poids de carcasse, sans différence majeure entre la viande ovine et la viande caprine.

### Les sources principales d'émissions: fermentation entérique et fertilisation des cultures pour la production d'aliments du bétail

Comme dans le cas de la production de buffles, plus de 55 pour cent des émissions de la production de viande et de lait des petits ruminants sont dus à la fermentation entérique (Figure 14). Un peu plus de 35 pour cent des émissions viennent de la production d'aliments du bétail. Comparé avec les buffles et les bovins, la consommation d'énergie en aval des filières est plus basse car les produits sont moins transformés. Les émissions dues aux effluents sont aussi moins élevées car ils sont principalement déposés dans les pâturages (Figure 15).

<sup>14</sup> Lait standardisé

TABLEAU 7. Viande et lait de petits ruminants: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial

Espèces	Systèmes	Production (Million de tonnes)		Émissions (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)		Intensités d'émission (kg CO <sub>2</sub> e/kg product)	
		Lait <sup>1</sup>	Viande <sup>2</sup>	Lait	Viande	Milk <sup>1</sup>	Meat <sup>2</sup>
Ovins	Herbager	3,1	2,8	29,9	67,3	9,8 <sup>3</sup>	23,8 <sup>3</sup>
	Mixte	5,0	4,9	37,1	115,0	7,5 <sup>3</sup>	23,2 <sup>3</sup>
	<b>Total</b>	<b>8,0</b>	<b>7,8</b>	<b>67,1</b>	<b>182,4</b>	<b>8,4<sup>3</sup></b>	<b>23,4<sup>3</sup></b>
Emissions en aval des filières (après la sortie de l'exploitation) <sup>4</sup>				0,3	4,1		
Caprins	Herbager	2,9	1,1	17,7	27,2	6,1 <sup>3</sup>	24,2 <sup>3</sup>
	Mixte	9,0	3,7	44,3	84,5	4,9 <sup>3</sup>	23,1 <sup>3</sup>
	<b>Total</b>	<b>11,9</b>	<b>4,8</b>	<b>62,0</b>	<b>111,7</b>	<b>5,2<sup>3</sup></b>	<b>23,3<sup>3</sup></b>
Emissions en aval des filières (après la sortie de l'exploitation) <sup>4</sup>				0,4	1,0		
<b>Totaux</b>		<b>20,0</b>	<b>12,6</b>	<b>129,8</b>	<b>299,2</b>	<b>6,5<sup>5</sup></b>	<b>23,8<sup>5</sup></b>

<sup>1</sup> Product: FPCM.<sup>2</sup> Product: CW.<sup>3</sup> Does not include post-harvest emissions.<sup>4</sup> Computed at commodity and country level.<sup>5</sup> Includes post-harvest emissions.

### Une production concentrée dans les régions les moins riches

A l'exception de la production de lait en Europe de l'Ouest et d'agneau et de mouton en Europe de l'Ouest et Océanie, la production de petits ruminants est principalement localisée dans les régions les moins riches (Figures 15 et 16).

### La production de fibres: une part substantielle des émissions.

Les petits ruminants ne produisent pas seulement du lait et de la viande pour la consommation humaine mais aussi des coproduits importants dont la laine, le cashmere et le mohair. Leur valeur économique relative a été utilisée pour allouer les émissions entre produits comestibles (viande et lait) et produits non comestibles (fibres naturelles). Dans les régions où la production de fibres naturelles est importante et a une grande valeur économique, une part substantielle des émissions peut être attribuée à ces produits, réduisant la part des émissions attribuées à la production de lait ou de viande. Au niveau mondial, les émissions liées à la production de fibres s'élèvent à 45 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e (Figure 17).

### 4.4 PORCS

Au niveau mondial, les filières porc émettent environ 668 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e, représentant 9 pour cent des émissions du secteur.

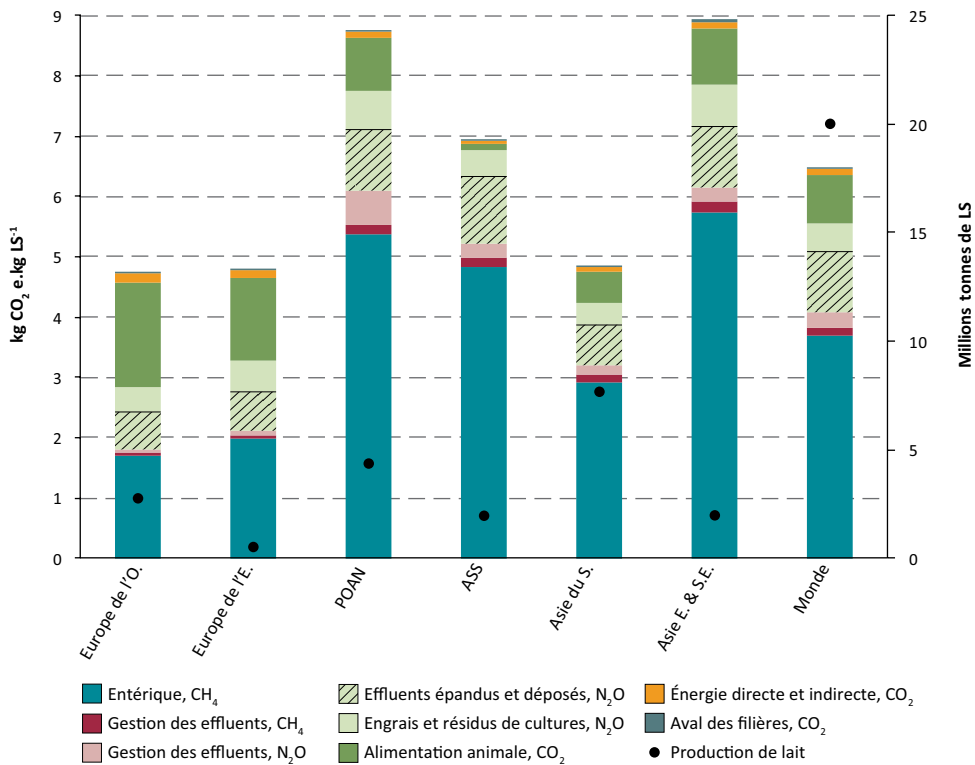
#### Les sources principales d'émissions: production d'aliments du bétail et effluents

La production d'aliments pour animaux représente 48 pour cent des émissions. Il faut y ajouter 12,7 pour cent liés au changement d'utilisation des terres dû à l'expansion de la culture de soja pour l'alimentation animale (Figure 18). Environ 27 pour cent des émissions sont liées à la production d'engrais, à l'utilisation de machines et au transport des aliments. Environ 17 pour cent des émissions viennent de la fertilisation (N<sub>2</sub>O), par les engrais synthèse et les effluents d'élevage.

Le stockage et traitement des effluents sont la deuxième plus grande source d'émissions, représentant 27,4 pour cent du total. La plupart de ces émissions sont du CH<sub>4</sub> (19,2 pour cent, principalement du stockage anaérobie sous des climats chauds); le reste est sous forme de N<sub>2</sub>O (8,2 pour cent).

Les émissions en aval (c.-à-d. la transformation, l'emballage et le transport des produits animaux

FIGURE 15. Variations régionales de la production de lait de petits ruminants et des intensités d'émission\*



\* Les régions représentant moins de deux pour cent de la production mondiale ont été exclues.

Source: GLEAM.

après la sortie de l'exploitation) ne contribuent que modérément aux émissions totales (5,7 pour cent).

La consommation d'énergie sur l'exploitation représente seulement 3,5 pour cent des émissions. Cependant la consommation d'énergie pour l'ensemble des filières porcs représente un tiers des émissions.

### Des intensité d'émission plus basses dans les systèmes de basse-cour

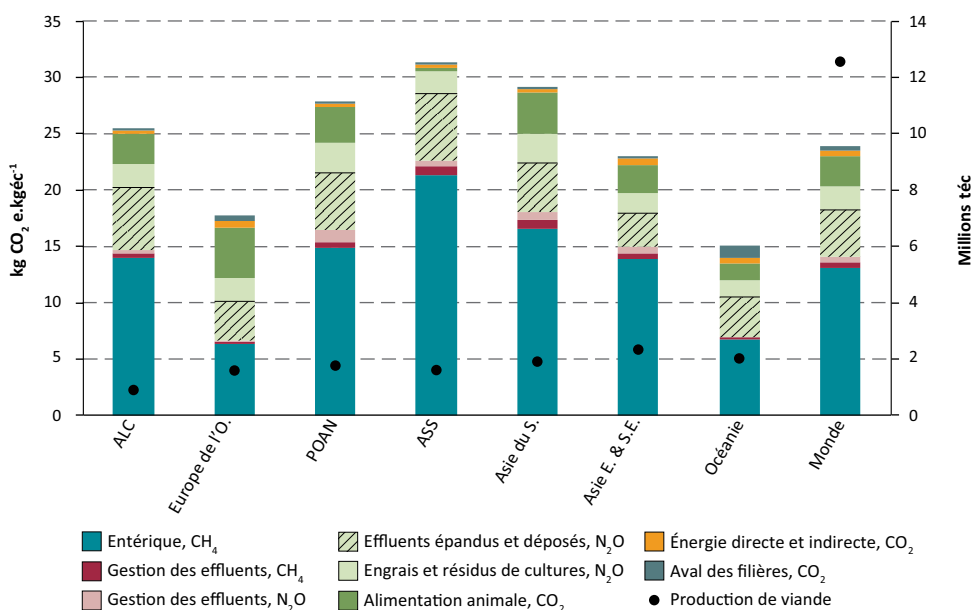
A l'échelle mondiale, les différences d'intensité d'émission entre les systèmes de production ne sont pas substantielles. Les systèmes intermédiaires<sup>15</sup> ont les intensités d'émissions les plus

hautes, suivis par les systèmes industriels et ceux de basse-cour. Les systèmes industriels cependant comptent pour la majorité de la production et des émissions (Tableau 8).

Dans les systèmes de basse-cour, les émissions dues aux effluents sont relativement élevées en raison des quantités importantes de matière volatile et de rejet d'azote par kg de viande produit. Cela est dû au faible taux de conversion<sup>16</sup> des aliments de qualité médiocre et est en partie compensé par les émissions limitées des aliments, les aliments de mauvaise qualité ayant des émissions basses.

<sup>16</sup> Le taux de conversion des aliments est la quantité d'aliments en kg par kg de viande produite. C'est un indicateur de l'efficacité avec laquelle un animal convertit les aliments en tissu et dépend de la qualité des aliments, des propriétés génétiques de l'animal, de sa santé et des pratiques d'élevage.

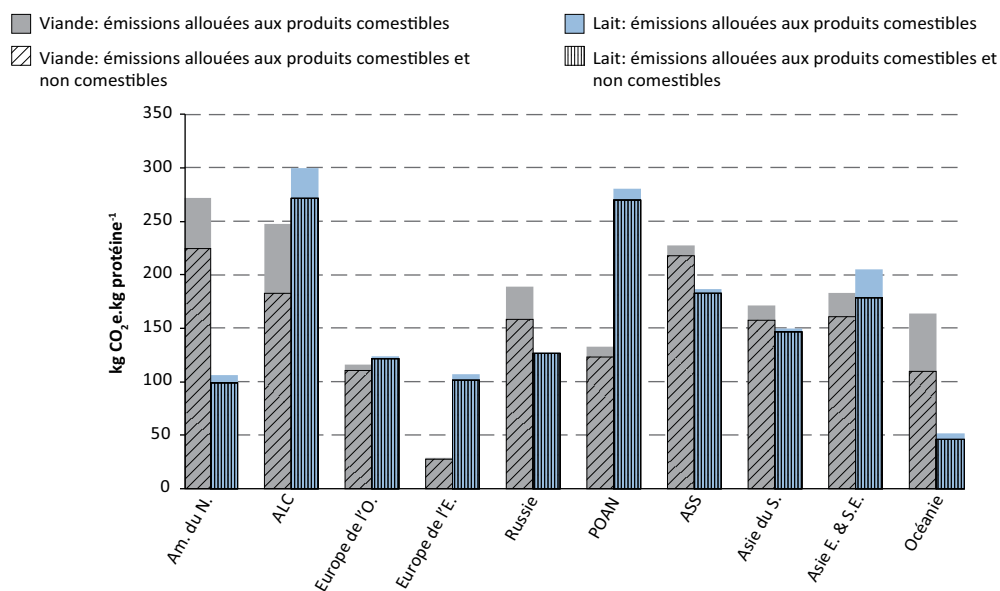
FIGURE 16. Variations régionales de la production de viande de petits ruminants et des intensités d'émissions\*



\* Les régions représentant moins de deux pour cent de la production mondiale ont été exclues.

Source: GLEAM.

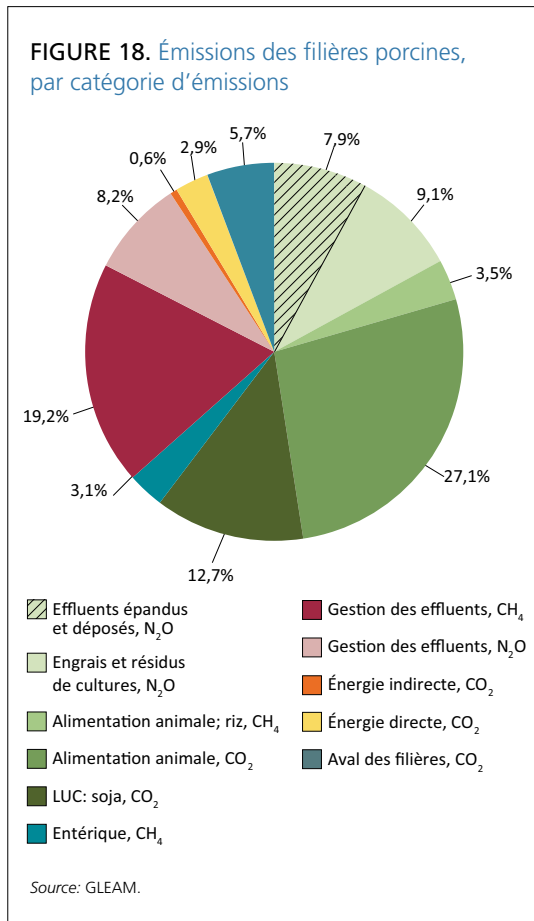
FIGURE 17. Émissions par kg de protéines de viande et de lait de petits ruminants, avec et sans allocations aux produits non comestibles



Source: GLEAM.

TABLE 8. Viande de porc: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial

System	Production (Million de t <sub>éc</sub> )	Émissions (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)	Intensités d'émission (kg CO <sub>2</sub> e/kg <sub>éc</sub> )
Basse-cour	22,9	127,5	5,6
Intermédiaire	20,5	133,9	6,5
Industriel	66,8	406,6	6,1
<b>Totaux</b>	<b>110,2</b>	<b>667,9</b>	<b>6,1</b>



L'intensité d'émission dans les systèmes intermédiaires est généralement plus élevée que dans les systèmes industriels. Cela s'explique par une conversion des aliments plus basse et une proportion de sous-produits de la culture de riz plus importante dans la ration des animaux. Une grande partie de la production des systèmes intermédiaires est située dans les zones de riziculture; ces

systèmes utilisent les sous-produits du riz pour nourrir les animaux (Asie de l'Est et du Sud-Est). La production du riz paddy émet du CH<sub>4</sub> et a une intensité d'émission plus élevée que la production d'autres céréales. Les intensités d'émission des systèmes intermédiaires sont également pénalisées par les émissions de CH<sub>4</sub> issues du stockage des effluents dans des systèmes anaérobie.

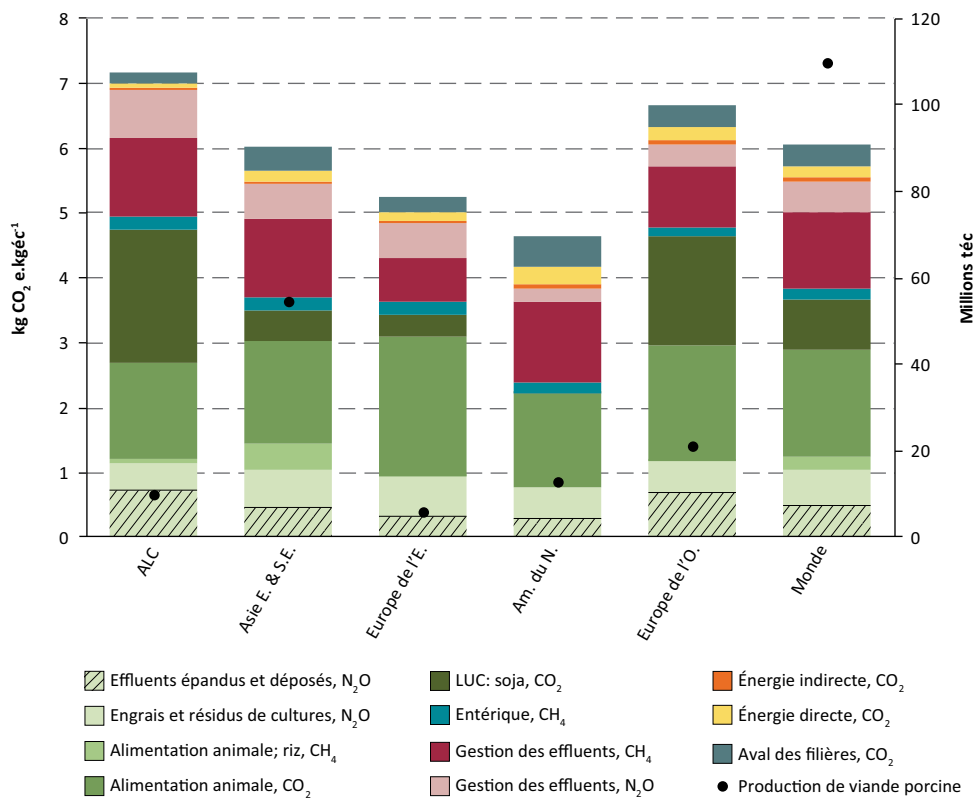
#### Intensité d'émissions des aliments du bétail: facteur des différences régionales

La production de porc est concentrée géographiquement en raison de préférences culturelles de consommation. Environ 95 pour cent du porc est produit dans 3 régions: Asie de l'Est, Europe et Amérique (Figure 19). Cette concentration géographique proche des lieux de consommation perdure grâce à l'importation de quantités toujours plus importantes d'aliments du bétail.

Les intensités d'émissions dans les cinq principales régions productrices varient entre 4,6 et 7,1 kg de CO<sub>2</sub>e par kg de poids de carcasse. Ces différences régionales s'expliquent par les différences entre les aliments qui composent la ration, le niveau de productivité de l'animal et le climat. En Asie de l'Est et du Sud-Est, les émissions des effluents sont plus importantes comparativement en raison du type de stockage et des conditions climatiques.

En Europe, Amérique Latine et dans les Caraïbes, les intensités d'émissions s'expliquent partiellement par l'utilisation de tourteaux de soja venant de régions où les cultures ont progressé au détriment des forêts au cours des 20 dernières années.

FIGURE 19. Variations régionales de la production de viande porcine et des intensités d'émission\*



\* Les régions représentant moins de 1 pour cent de la production mondiale sont exclues.

Source: GLEAM.

#### 4.5 POULES ET POULETS

Au niveau mondial, les filières poules et poulets émettent 606 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e, représentant 8 pour cent des émissions du secteur.

##### Les sources principales d'émissions: alimentation animale (fertilisation, utilisation de machines et transport)

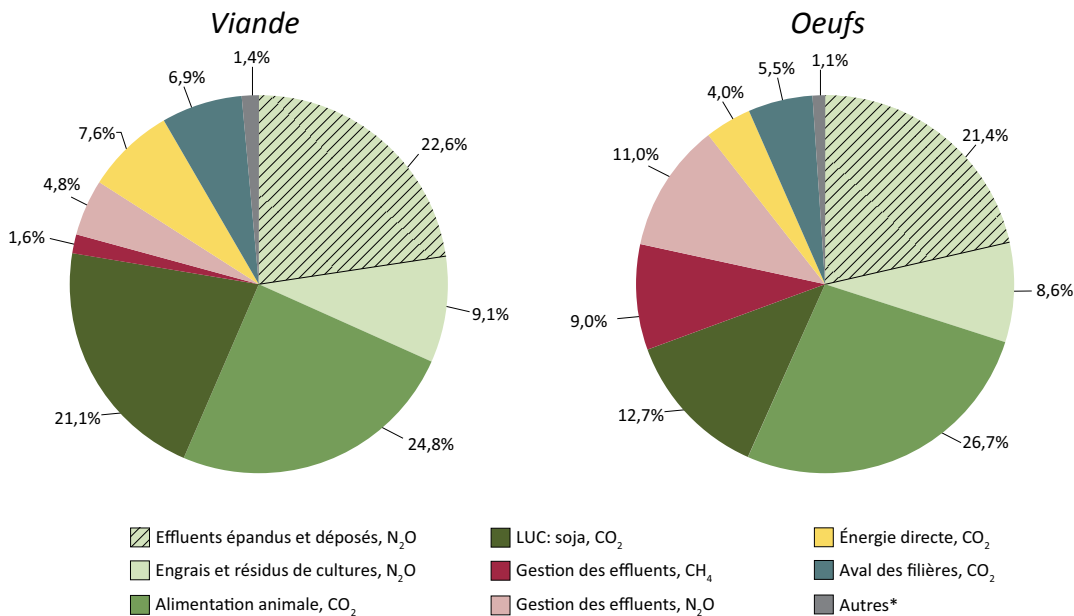
La production d'aliments représente 57 pour cent des émissions des filières poules et poulets (viande et œufs). Il faut ajouter à cela les émissions liées à l'expansion des terres agricoles pour la culture de soja qui représentent 21,1 pour cent des émissions pour la production de viande et 12,7 pour cent pour la production d'œufs (Figure 20). Les rations des poulets de chair sont plus riches en protéines

et incluent en moyenne une proportion plus importante de soja ayant entraîné de la déforestation.

Les émissions dues aux effluents représentent 20 pour cent du total dans le cas de la production d'œufs, mais seulement 6 pour cent dans le cas des poulets de chair. Cela est dû à la différence de système de gestion. Dans le cas de la production de viande, la majorité des effluents sont gérés dans des conditions sèches et aérobies; dans le cas des poules pondeuses, ils sont gérés dans des systèmes liquides avec des fosses à fumier de long terme.

Les émissions dues à la consommation d'énergie, dont l'énergie directe, le CO<sub>2</sub> émis lors de la production d'aliments et le CO<sub>2</sub> utilisé en aval, après la sortie de l'exploitation, représentent 35 à 40 pour cent des émissions totales.

FIGURE 20. Émissions des filières viande de poulet et œufs de poules, par catégorie d'émissions\*



\* Inclut "alimentation animale: riz, CH<sub>4</sub>" et "énergie indirecte, CO<sub>2</sub>".

Source: GLEAM.

### Des intensités d'émission plus faibles dans les systèmes industriels

Il existe trois types de systèmes de production: basse-cour, poules pondeuses (systèmes industriels produisant œufs et viande) et poulets de chair (systèmes industriels produisant seulement de la viande)<sup>17</sup>.

Avec plus de 90 pour cent de la production de viande, les poulets de chair ont l'intensité d'émission la plus basse (Tableau 9). De même, la production industrielle d'œufs représente plus de 85 pour cent du total et a une intensité d'émissions plus basse que la production d'œufs de basse-cour. Les systèmes de basse-cour ont des intensités d'émissions plus élevées mais ils représentent moins de 10 pour cent du total des émissions de GES. Il s'agit avant tout d'unités de production réduites et caractérisées par une croissance lente

des animaux et une production d'œufs par poule plus basse que dans les systèmes industriels.

Plusieurs facteurs expliquent le niveau plus élevé des intensités d'émission des systèmes de basse-cour. Tout d'abord, les poules de basse-cour ont un mauvais taux de conversion des aliments en raison de la qualité médiocre des rations et de leurs dépenses d'énergie pour chercher la nourriture. Deuxièmement, les systèmes de basse-cour ont une proportion plus importante d'animaux non-producteurs (environ 10 pour cent pour les volées de basse-cour, contre 4 pour cent pour les poulets de chair et 1 pour cent pour les volées de poules pondeuses) en raison de taux de mortalité plus élevés (maladies et prédation) et de taux de fertilité plus bas. Dans les systèmes de basse-cour, l'intensité d'émission du N<sub>2</sub>O des effluents est aussi plus élevée en raison de la faible conversion des aliments (taux plus élevés de transformation de l'azote des aliments en émissions de N<sub>2</sub>O).

<sup>17</sup> Les systèmes fermiers sont définis sur la base de la composition de la ration des animaux et du degré d'intégration aux marchés (Chapitre 2).

**TABLEAU 9.** Viande de poulet et œufs de poule: production, émissions et intensités d'émission au niveau mondial

Système	Production (Million de tonnes)		Émissions (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)		Intensités d'émissions <sup>y</sup> (kg CO <sub>2</sub> e/kg product)	
	Œufs	Viande <sup>1</sup>	Œufs	Viande	Œufs	Viande <sup>1</sup>
Basse-cour	8,3	2,7	35,0	17,5	4,2	6,6
Poulets de chair	49,7	4,1	182,1	28,2	3,7	6,9
Poules pondeuses		64,8		343,3		5,3
<b>Totaux</b>	<b>58,0</b>	<b>71,6</b>	<b>217,0</b>	<b>389,0</b>	<b>3,7</b>	<b>5,4</b>

<sup>1</sup> Produit: Poids de carcasse.

### Des intensités d'émissions similaires dans les trois principales régions productrices

L'Amérique latine et les Caraïbes, l'Amérique du Nord, l'Asie de l'Est et du Sud dominant la production de viande de poulet et l'Asie du Sud celle d'œufs (Figures 21 et 22). Les intensités d'émission moyenne ont des niveaux similaires dans ces trois régions productrices: les systèmes de production sont relativement standardisés et ont des niveaux de technologie similaires. Cependant, les systèmes d'Amérique du Nord ont généralement des intensités d'émission plus basses en raison d'un taux de conversion des aliments élevé et de l'utilisation d'aliments à basse intensité d'émission (environ 1 kg CO<sub>2</sub>e/kg de matière sèche d'aliment). Le recours à des aliments à hautes intensités d'émission en provenance de zones déboisées explique les intensités d'émission plus élevées en Europe de l'Ouest et en Amérique latine et dans les Caraïbes. En Asie de l'Est et Asie du Sud Est, le niveau peu élevé du taux de conversion des aliments et le stockage anaérobie des effluents expliquent les intensités d'émission plus élevées par rapport à celles d'Amérique du Nord.

## 4.6 OBSERVATIONS TRANSVERSALES

### Emissions de GES et efficacité dans l'utilisation des ressources naturelles

Pour les climatologues, le CH<sub>4</sub>, le N<sub>2</sub>O et le CO<sub>2</sub> sont des GES rejetés dans l'atmosphère. Cependant, pour les éleveurs, ces émissions représentent des pertes d'énergie, de nutriments et de matière

organique. Elles reflètent une mauvaise efficacité dans l'utilisation des intrants et des ressources. Ces pertes érodent l'efficacité et souvent la viabilité économique des filières.

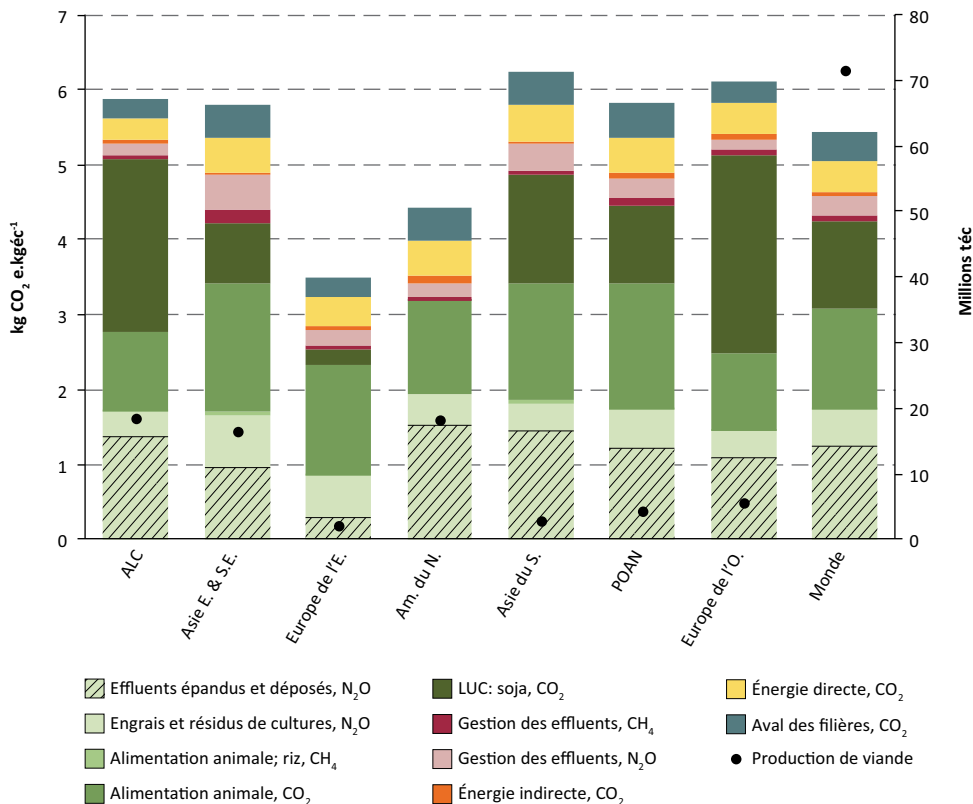
### Méthane

Les émissions dues à la fermentation entérique représentent une perte d'énergie pour le système de production: une partie de l'énergie ingérée sous forme d'aliment est perdue sous forme de méthane au lieu d'être assimilée par les animaux et utilisée pour la production. La production d'aliments du bétail et la conduite des animaux au pâturage nécessitent des efforts importants de la part des éleveurs; les aliments représentent habituellement le coût principal de la production dans les systèmes mixtes et intensifs. Perdre une partie de l'énergie apportée par les aliments sous forme de méthane est non seulement un problème environnemental mais aussi une perte au niveau de la production. De plus, la production d'aliments nécessite des ressources naturelles comme l'eau, le sol, les combustibles fossiles et le phosphore; leur gaspillage se fait au détriment d'autres dimensions de la durabilité environnementale. De même, les émissions de méthane des effluents sont une autre forme de perte d'énergie qui peut être récupérée quand les effluents sont traités dans un digesteur à biogaz.

Les émissions de méthane d'origine entérique s'élèvent à 2,7 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e par an équivalant à 144 millions de tonnes de pétrole par an – soit environ la consommation d'énergie de l'Afrique du Sud (Banque mondiale, 2013). Les



FIGURE 21. Variations régionales de la production de viande de poulet et des intensités d'émissions\*



\* Les régions représentant moins de 2 pour cent de la production mondiale sont exclues.  
Source: GLEAM.

émissions de méthane issues des effluents s’élèvent à 300 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e par an, équivalant à 16 millions de tonnes de pétrole par an – soit environ la consommation d’énergie de l’Irlande.

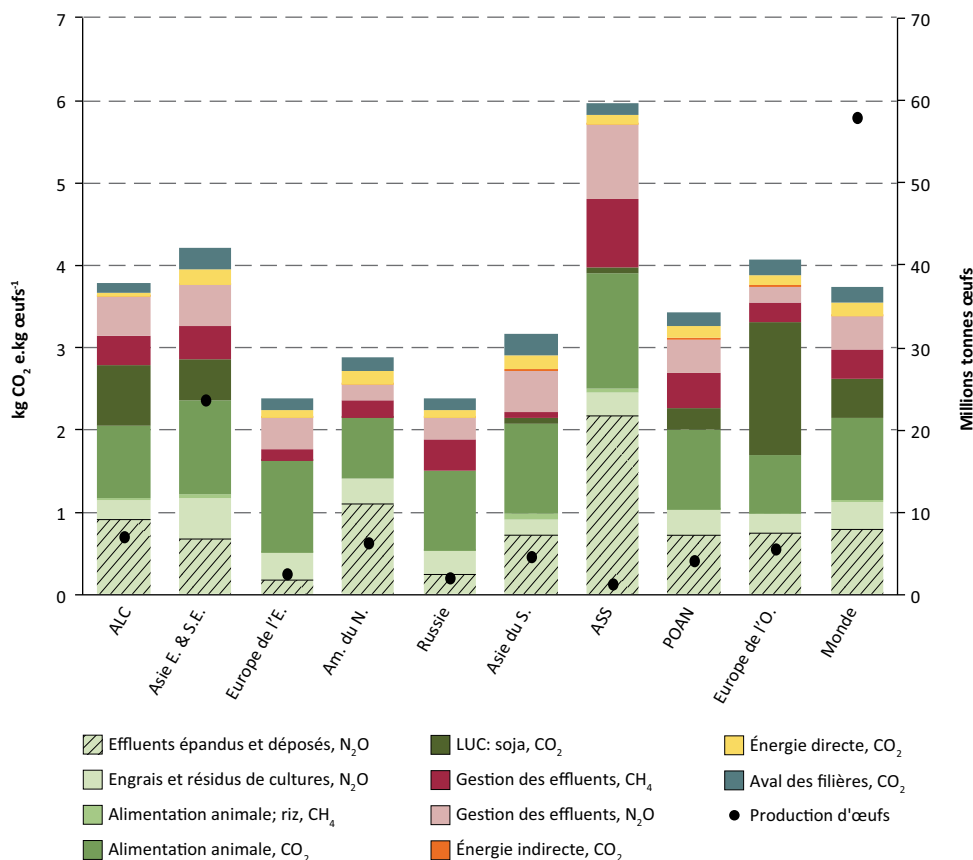
Alors que les émissions de méthane liées aux effluents pourraient être récupérées, les pertes de méthane d’origine entérique ne peuvent être que partiellement évitées en raison de l’état des connaissances actuelles. Ces données donnent une idée de l’ampleur des pertes. Ce fait n’a pas échappé aux producteurs et améliorer l’efficacité énergétique des aliments est le principal argument avancé en faveur de l’utilisation des lipides alimentaires, la réduction des émissions entériques étant un des bénéfices de cette technique.

### Oxyde nitreux

Les émissions d’oxyde nitreux, directes ou indirectes, sont deux formes de perte d’azote. L’azote est un macronutriment des plantes, essentiel pour améliorer les rendements. Fournir de l’azote réactif aux plantes (sous forme d’engrais organique ou synthétique) et préserver l’azote des sols grâce à des pratiques appropriées représente un coût significatif pour les producteurs. Cela implique aussi une importante consommation d’énergies fossiles.

Les émissions d’oxyde nitreux du stockage et traitement des effluents et de l’application des effluents sur les cultures et les pâturages s’élèvent à environ 3 millions de tonnes d’azote. Cela représente 15 pour cent des engrais à base d’azote

FIGURE 22. Variations régionales de la production d'œufs de poules et des intensités d'émission\*



\* Les régions représentant moins de 2 pour cent de la production mondiale sont exclues.

Source: GLEAM.

utilisés pour la production d'aliments (cultures ou pâturages) pour l'élevage (FAO, 2006).

D'autres pertes d'azote ont lieu sous forme d'émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) et d'oxyde d'azote (NOx) dans l'atmosphère et sous forme liquide dans les eaux souterraines. Ces émissions ne sont pas quantifiées dans cette évaluation, mais il est estimé que les émissions d'ammoniac et d'oxyde d'azote représentent des pertes d'azote importantes: les émissions de ces deux gaz due à l'application d'effluents dans les champs cultivés et les pâturages et dues au stockage et traitement des effluents sont estimées à 26 et 17 millions de

tonnes d'azote respectivement. Ces émissions ne contribuent pas au changement climatique, mais posent d'autres problèmes environnementaux comme l'acidification ou l'eutrophication des habitats naturels.

### Dioxyde de carbone

Les émissions de carbone de l'élevage sont liées à la consommation de combustibles fossiles et au changement de l'utilisation des terres.

La consommation d'énergie sur l'exploitation agricole représente une part généralement marginale des coûts de production, mais peut être élevée

dans certains cas (par exemple, dans les systèmes de production laitière intensifs). L'efficacité énergétique peut être améliorée grâce à de meilleures pratiques de gestion (par exemple l'entretien des équipements et leur durée de vie) et des dispositifs visant à économiser de l'énergie (par exemple, les pompes à chaleur et l'isolation thermique), réduisant à la fois les émissions et les coûts énergétiques des exploitations et de l'industrie de transformation.

La matière organique des sols, principalement sous la forme de carbone, a plusieurs fonctions. D'un point de vue agricole, elle joue un rôle essentiel comme «fond renouvelable de nutriments» et comme agent améliorant la structure du sol, maintenant son ameublissement et limitant l'érosion (FAO, 2005). La perte de matière organique du fait de pratiques agricoles inadéquates ou de dégradation des pâturages conduit à une réduction de la productivité des terres au cours du temps.

### Contribution importante mais mal comprise des terres et du changement de leur utilisation

Il est estimé que le changement d'utilisation des terres contribue à hauteur de 9 pour cent aux émissions de GES du secteur (6 pour cent dus à l'expansion des pâturages et 3 pour cent dus à l'expansion des cultures pour l'alimentation animale).

Les émissions liées au changement d'utilisation des terres sont relativement limitées quand elles sont agrégées au niveau mondial, mais elles sont significativement plus élevées dans certaines filières et régions. Elles s'élèvent à 15 pour cent des émissions pour la production de viande bovine (en raison de l'expansion des pâturages) et 21 pour cent pour la production de viande de poulet (en raison de l'expansion de la culture de soja). Le soja est commercialisé partout dans le monde, et les émissions dues à l'expansion de la culture du soja en Amérique latine et dans les Caraïbes sont attribuées, dans ce rapport, aux unités de production qui importent des tourteaux de soja de cette région. Dans le cas de l'expansion des pâturages, les émissions sont attribuées à la production locale. Les émissions dues au changement d'utilisation des terres s'élèvent à 24 kg CO<sub>2</sub>e/kgéc pour le

bœuf en Amérique latine et dans les Caraïbes, soit 33 pour cent des émissions totales.

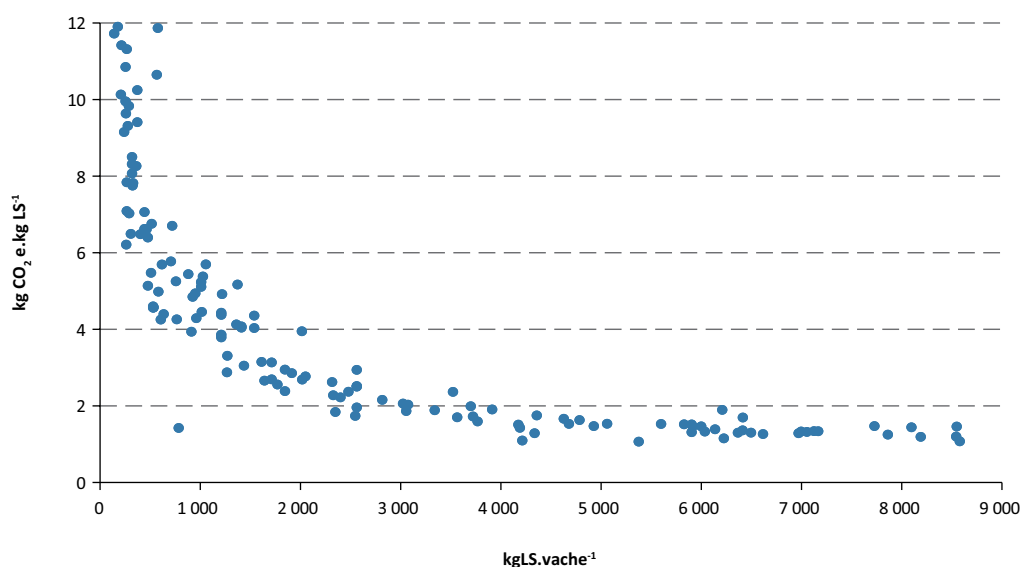
Les facteurs conduisant à des changements dans l'utilisation des terres, l'attribution des émissions et les méthodes disponibles pour calculer les émissions sont encore l'objet de débats intenses.

Ce rapport suit les lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006) et trois approches alternatives ont été testées dans le cadre d'une analyse partielle de sensibilité des résultats. Les émissions dues au changement de l'utilisation des terres se situent entre 0,3 et 4,2 kg CO<sub>2</sub>e/kg de tourteau de soja produit en Argentine et entre 3 et 7,7 kg CO<sub>2</sub>e/kg de tourteau de soja produit au Brésil (les valeurs obtenues avec la méthode du GIEC utilisée dans cette évaluation sont de 0,9 et 7,7 pour l'Argentine et le Brésil respectivement).

Cette analyse n'a pas pu estimer les changements de stocks de carbone dans le sol soumis à des pratiques de gestion constantes en raison de l'absence de données et de modèles au niveau mondial. Les conséquences de cette simplification ont cependant été estimées dans le cas de l'Union européenne pour laquelle les données étaient disponibles (Soussana *et al.*, 2010). Les prairies permanentes dans l'Union européenne représentent un puits de carbone de 3,1 ± 18,8 millions de tonnes de carbone par an (ou 11,4 ± 69 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e par an), équivalent à 3 pour cent (± 18 pour cent) des émissions annuelles des ruminants dans l'Union européenne. La séquestration nette ou les émissions des prairies permanentes sont donc potentiellement importantes mais l'incertitude sur les paramètres de calcul est telle qu'il n'est pas possible de conclure si elles sont des puits nets ou des sources d'émissions. L'importance relative des émissions dues au changement de l'utilisation des terres peut être plus élevée dans certaines parties du monde où les prairies permanentes sont plus courantes et la séquestration de C plus élevée (Afrique, Amérique latine et Caraïbes).

Une meilleure compréhension des dynamiques du carbone organique du sol dans les prairies et le développement de méthodes et modèles pour suivre et prévoir les changements des stocks de

FIGURE 23. Relation entre la productivité et l'intensité d'émissions du lait (moyennes par pays)



Source: Gerber *et al.*, 2011.

carbone sont nécessaires avant de pouvoir inclure cette catégorie d'émissions dans les évaluations à l'échelle mondiale (FAO, 2013b).

### Corrélation entre productivité et intensité d'émission

#### Ruminants

Dans le cas des ruminants, il existe une forte corrélation entre productivité et intensité d'émission: jusqu'à un niveau assez élevé, l'intensité d'émission décroît à mesure que le rendement augmente.

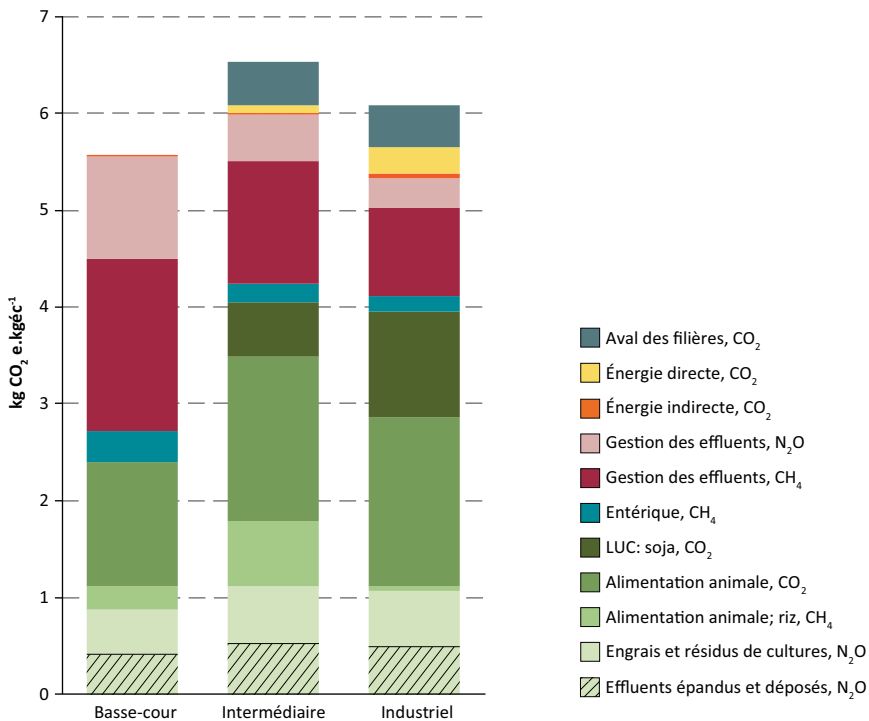
Gerber *et al.* (2011) ont montré cette corrélation pour la production de lait, illustrant comment les différences de productivité expliquent les différences d'intensité d'émission entre les pays. La figure 23 met en lumière la forte corrélation qui existe entre la production de lait par vache et l'intensité d'émission par unité de lait produit.

Les animaux à fort rendement produisant plus de lait par lactation ont généralement des intensités d'émission plus basses pour trois raisons principales. Tout d'abord les émissions sont divisées

par une quantité de lait produite plus importante, diluant ainsi les émissions relatives à l'entretien des animaux. Deuxièmement, les gains de productivité sont souvent réalisés grâce à des pratiques et techniques améliorées qui contribuent aussi à réduire les émissions, comme par exemple le recours à des aliments du bétail de bonne qualité ou la sélection d'animaux avec de meilleures performances. Troisièmement, les gains de productivité sont généralement le résultat d'une gestion améliorée des troupeaux et de la santé animale, qui augmente la part des ressources utilisées pour la production de lait plutôt que pour l'entretien des animaux. Il en résulte un nombre moins important d'animaux (à la fois vaches laitières et animaux de remplacement) par kg de lait produit. L'impact par kg de lait est ainsi réduit à la fois au niveau de l'animal et au niveau du troupeau laitier.

Il existe un fort potentiel de réduction des émissions dans les systèmes ruminants qui ont des rendements faibles. Améliorer la productivité au niveau de l'animal et du troupeau peut entraîner une

FIGURE 24. Intensités d'émission des filières porcines, par système de production



réduction des intensités d'émission et augmenter en même temps la production de lait.

### Espèces monogastriques

La relation entre les gains de productivité et les émissions évolue de manière différente dans le cas des monogastriques.

Dans le cas de la production de porc, la relation entre intensification et intensités d'émission a un profil de parabole (Figure 24). Dans les niveaux de productivité bas – systèmes de basse-cour – l'intensité d'émission est basse. La ration est principalement composée de déchets et de sous-produits à faible intensité d'émission, ce qui compense les émissions élevées des effluents par unité de produit résultant d'un pauvre équilibre nutritionnel et d'une mauvaise digestibilité. En revanche, les systèmes industriels caractérisés par une productivité élevée ont une intensité d'émission moyenne

un peu plus élevée que les systèmes de basse-cour au niveau mondial. Dans ces systèmes, le taux de conversion des aliments est optimisé mais ils sont pénalisés par leur recours à des aliments à haute intensité d'émission (en raison de la consommation d'énergie et du changement d'utilisation des terres). Les systèmes intermédiaires ont les intensités d'émission les plus élevées car ils ont des taux de conversion des aliments moyens et ont recours à des aliments dont l'intensité d'émission est relativement élevée. La diversité des intensités d'émission des effluents qui n'est pas liée au type de système mais plutôt aux pratiques locales de gestion et au climat rend la relation entre productivité et intensité d'émission moins évidente.

Dans les systèmes de basse-cour, le potentiel pour augmenter les niveaux de production est limité par la disponibilité des aliments. En revanche, l'optimisation des systèmes interméd-

diaires par l'amélioration de l'efficacité représente un potentiel d'atténuation important. De plus indépendamment des systèmes de production, les pratiques de stockage, de traitement et d'épandage des effluents peuvent être modifiées pour atténuer les émissions.

Dans le cas de la production de viande de poulet et d'œufs, les systèmes de poulets de chair et

de poules pondeuses ont des intensités d'émission plus basses que les systèmes de basse-cour. Les aliments pour animaux représentent environ 75 pour cent des émissions dans les systèmes intensifs; le type et l'origine des aliments expliquent en grande partie la variabilité des intensités d'émission dans ces systèmes.

## MESSAGES CLÉS DU CHAPITRE 5

- Le potentiel de réduction des émissions de GES du secteur de l'élevage est important. Les technologies et les pratiques qui permettent de réduire les émissions existent mais ne sont pas utilisées à grande échelle. L'adoption et l'utilisation des meilleures pratiques et technologies existantes par la majorité des producteurs peut conduire à des réductions d'émissions importantes.
- Les intensités d'émission (émissions par unité de produit) varient beaucoup d'une unité de production à l'autre, même au sein d'un même système de production. Cette variabilité s'explique par des différences de conditions agro-écologiques, de pratiques des producteurs et de gestion des filières. Le potentiel d'atténuation se trouve dans l'écart qui existe entre les unités de production avec les intensités d'émission les plus basses et celles avec les intensités d'émission les plus hautes.
- Les émissions pourraient être réduites de 18 à 30 pour cent (ou de 1,1 à 1,8 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e), si les producteurs au sein d'un même système, d'une même région et sous les mêmes conditions climatiques adoptaient les pratiques des 25 à 10 pour cent des producteurs avec l'intensité d'émission les plus faibles.
- Une meilleure gestion des pâturages offre des perspectives prometteuses en termes d'atténuation. Elle peut contribuer à stocker du carbone à hauteur de 0,4 à 0,6 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e.
- Ce potentiel d'atténuation est réalisable au sein des systèmes de production; cela signifie qu'il peut être atteint en améliorant les pratiques des systèmes actuels sans changer de systèmes de production (c.-à-d. sans passer de systèmes herbagers à des systèmes mixtes ou de systèmes de basse-cour à des systèmes industriels).
- Il est possible de réduire les émissions sous tous les climats, dans toutes les régions et dans tous les systèmes de production.
- L'adoption de technologies et pratiques de production plus efficaces est essentielle pour réduire les émissions. Les interventions possibles pour réduire les émissions sont en grande partie basées sur des pratiques et des technologies qui améliorent l'efficacité de la production au niveau des troupeaux et des animaux. Cela inclut des meilleures pratiques d'alimentation pour réduire les émissions entériques et celles des effluents, et de meilleures techniques d'élevage et de santé animale pour réduire la partie du troupeau qui n'est pas productive (moins d'animaux signifie moins d'intrants, moins d'effluents et donc moins d'émissions pour le même niveau de production).
- Les pratiques de gestion des effluents qui permettent la récupération et le recyclage des nutriments et de l'énergie ainsi qu'une meilleure efficacité énergétique sont aussi des solutions d'atténuation.
- La plupart des technologies et pratiques qui permettent d'atténuer les émissions améliorent aussi la productivité et peuvent contribuer à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté dans un contexte où la planète doit nourrir une population en hausse.
- Les systèmes ruminants dont la productivité est basse, par exemple en Amérique latine et dans les Caraïbes, en Asie du Sud et en Afrique subsaharienne, ont un potentiel d'atténuation important. Une partie de ce potentiel peut être réalisée grâce à une meilleure efficacité au niveau des animaux et des troupeaux.
- Les systèmes porcins d'Asie de l'Est et du Sud-Est ont aussi un potentiel de réduction des émissions important.
- Le potentiel d'atténuation est également significatif dans les pays les plus riches où les intensités d'émissions sont relativement basses mais les volumes de production et d'émissions élevés. Dans ces zones où l'efficacité des troupeaux est souvent déjà élevée, les émissions peuvent être atténuées grâce à une meilleure gestion des effluents et l'utilisation d'équipements qui permettent d'économiser de l'énergie.



# PERSPECTIVES D'ATTÉNUATION

Il existe plusieurs façons de réduire les émissions du secteur: en réduisant la production et la consommation, en réduisant l'intensité des émissions ou en faisant les deux. Cette évaluation n'explore pas le potentiel de réduction d'une diminution de la consommation en produits de l'élevage. Plusieurs auteurs ont cependant estimé le potentiel d'atténuation hypothétique de différents scénarios de changement de régime alimentaire (voir par exemple Stehfest *et al.*, 2009; Smith *et al.*, 2013). Leurs travaux montrent que l'effet d'atténuation peut être substantiel avec des coûts relativement faibles comparés à d'autres stratégies d'atténuation. Ils montrent aussi qu'une réduction de la consommation a également des effets positifs sur la santé des populations qui consomment beaucoup de produits d'origine animale (McMichael *et al.*, 2007; Stehfest *et al.*, 2009).

De nombreuses options techniques existent pour atténuer les émissions de GES dans les filières de l'élevage. Elles peuvent être classées de la façon suivante: 1) options liées à l'alimentation animale et la supplémentation (pour les émissions de CH<sub>4</sub> seulement); 2) options liées à la gestion des effluents, qui incluent des options d'alimentation animale mais qui se concentrent avant tout sur la fin du processus c'est-à-dire les phases de stockage, de traitement et d'épandage;

3) les options liées aux techniques d'élevage, en particulier les pratiques et technologies de gestion de la reproduction. Les pratiques et les technologies recommandées par la FAO (FAO, 2013c) en raison de leur efficacité sont présentées dans l'encadré 2.

## 5.1 POTENTIEL D'ATTÉNUATION

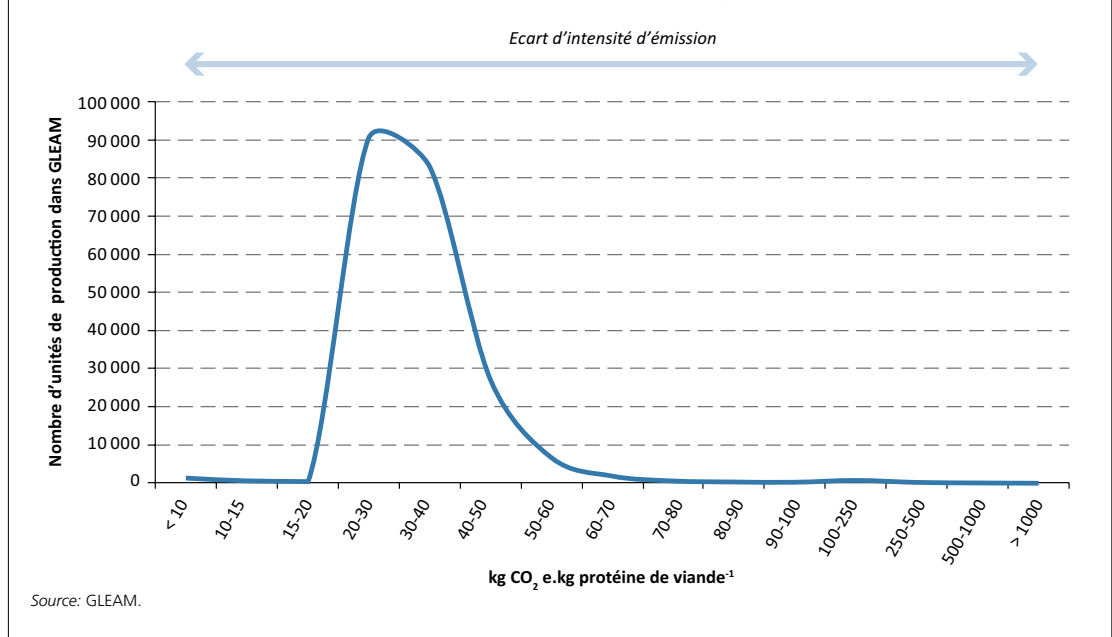
Les chapitres précédents ont décrit la forte variabilité des intensités d'émission au niveau mondial et au sein des régions. Il existe un très grand écart entre les producteurs ayant les intensités d'émission les plus basses et ceux ayant les intensités d'émissions les plus hautes. Cet écart existe pour tous les produits, tous les systèmes de production et toutes les régions et zones agro-écologiques (Figures 25 et 26) et il permet d'envisager des réductions d'émissions au sein des systèmes de production existants.

### Ordre de grandeur

Le potentiel d'atténuation des émissions de GES du secteur est important et des réductions significatives peuvent être obtenues en réduisant les écarts d'intensité d'émission qui existe entre les producteurs d'un même système de production au sein d'une région.



FIGURE 25. Exemple d'écart d'intensité d'émission – distribution des unités de production de poulets de chair dans GLEAM selon leur intensité d'émission dans les zones tempérées d'Asie de l'Est et du Sud-Est



### Potentiel d'atténuation au sein des systèmes de production existants

On estime que les émissions du secteur pourraient être réduites d'environ 30 pour cent (environ 1,8 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e) si les producteurs au sein d'un même système, d'une même région et d'une même zone agro-écologique utilisaient les pratiques des 10 pour cent d'entre eux ayant l'intensité d'émission la plus basse (10<sup>ème</sup> percentile)<sup>18</sup> (Tableau 10) tout en gardant le même niveau de production. Si les producteurs utilisaient les pratiques des 25 pour cent d'entre eux ayant les intensités d'émission les plus basses (25<sup>ème</sup> percentile), les émissions pourraient être réduites de 18 pour cent (environ 1,1 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e). Ces estimations reposent sur plusieurs hypothèses, en particulier sur l'existence de politiques favorables et de conditions de marchés qui permettent de dépasser les barrières à l'adoption de pratiques de production plus efficaces. Ces chiffres ne donnent qu'un ordre de grandeur et

doivent être interprétés à la lumière des hypothèses et simplifications qui ont été nécessaires pour mener cette analyse agrégée (Encadré 3).

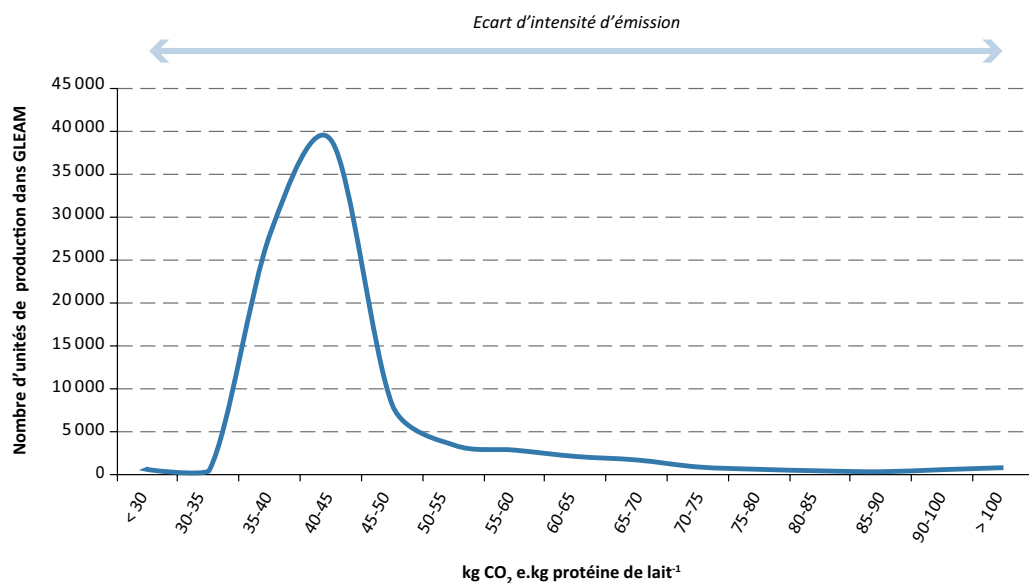
Réaliser ce potentiel d'atténuation ne nécessite pas de changer de système de production. Il repose sur l'utilisation de technologies déjà existantes mais peu répandues.

Un potentiel d'atténuation existe pour toutes les espèces. Les réductions d'émissions potentielles sont à peu près proportionnelles aux niveaux d'émissions actuels des différentes espèces: les bovins ont le plus fort potentiel (65 pour cent), suivis par les poulets (14 pour cent), les buffles (8 pour cent), les cochons (7 pour cent) et les petits ruminants (7 pour cent).

Ce potentiel d'atténuation a été estimé à production constante. Mais le secteur est en pleine croissance et il devrait encore se développer dans les prochaines décennies. De plus, disséminer les pratiques de production des producteurs du 10<sup>ème</sup> percentile à l'ensemble des producteurs dans un système, une région et un climat donnés pourrait conduire à une augmentation de la productivité.

<sup>18</sup> L'intensité d'émission moyenne de chaque combinaison de produit, système de production, région et ZAE est mise au niveau du 10<sup>ème</sup> percentile (ou du 25<sup>ème</sup>) avec les niveaux d'intensité les plus bas.

**FIGURE 26.** Exemple d'écart d'intensité d'émission – distribution des unités de production de bovins lait dans GLEAM selon leur intensité d'émission dans les systèmes mixtes des zones tempérées d'Europe de l'Ouest



Source: GLEAM.

L'effet net d'atténuation dépend donc de la combinaison entre les réductions d'intensité d'émission et la croissance de la production.

### Potentiel d'atténuation avec changement de système de production

Changer de système de production (sans changer de filière, régions ou ZAE) n'offre que de modestes avantages additionnels (Tableau 10). Les émissions seraient réduites de 32 pour cent si tous les producteurs utilisaient les pratiques des 10 pour cent des producteurs avec les intensités d'émission les plus basses et de 20 pour cent s'ils utilisaient les pratiques des 25 pour cent des producteurs avec les intensités les plus basses<sup>19</sup>. Cela indique que l'hétérogénéité des pratiques et la différence d'intensité d'émission au sein des systèmes de production sont presque aussi importantes qu'entre systèmes de production.

Si le potentiel d'atténuation identifié dans cette évaluation ne nécessite ni de changement de système de production ni de changement de la répartition des types de produits générés par le secteur (c.-à-d. lait, viande bovine, etc.), ces changements ont de facto lieu et affectent l'intensité d'émission du secteur de l'élevage au niveau mondial. Le lait et la volaille connaissent actuellement la croissance la plus forte et font partie des produits animaux à faible intensité d'émission moyenne par kg de protéine (FAOSTAT, 2013). Cette dernière devrait donc continuer à baisser. Ceci est accentué par le fait que la plupart de la croissance a lieu dans les systèmes à forte productivité (secteur laitier) et les systèmes intensifs (systèmes industriels de poules pondeuses et de poulet de chair) qui ont généralement les intensités d'émission les plus basses.

### Une estimation conservatrice

Cette estimation de réduction des émissions faite à partir d'une analyse statistique des écarts d'intensité d'émission est basée sur l'hypothèse de l'aligne-

<sup>19</sup> L'intensité d'émission moyenne de chaque combinaison de produit, région et ZAE est mise au niveau du 10ième percentile (ou du 25ième) avec les niveaux d'intensité les plus bas.

ENCADRÉ 2. TECHNIQUES ET PRATIQUES D'ATTÉNUATION DES ÉMISSIONS DE GES HORS CO<sub>2</sub>

La FAO a publié récemment une analyse exhaustive de la littérature existante sur les techniques et pratiques d'atténuation disponibles dans le secteur d'élevage (FAO, 2013c; Gerber *et al.*, 2013). Ce travail se concentre sur les options d'atténuation des émissions de CH<sub>4</sub> dues à la fermentation entérique et des émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O dues aux effluents. Les tableaux A, B et C présentent un résumé de cette analyse.

La manipulation du régime alimentaire des animaux et les additifs alimentaires ont été identifiés comme les principales techniques d'atténuation des émissions de CH<sub>4</sub>. Leur efficacité concernant le volume total d'émissions est estimée généralement de niveau faible à moyen mais certaines de ces options peuvent conduire à une réduction substantielle des intensités d'émission en améliorant l'efficacité de l'alimentation et la productivité des animaux. Le régime alimentaire a un impact sur les émissions des effluents en changeant leur contenu:

la composition de la ration et les compléments alimentaires ont une influence sur la forme et la quantité de N dans l'urine et les fèces ainsi que sur la quantité de matière organique fermentable dans les fèces.

Les émissions des effluents peuvent être contrôlées de manière efficace en réduisant le temps de stockage, en assurant des conditions aérobies ou en capturant les biogaz émis dans des conditions anaérobies. Cependant, les émissions directes et indirectes d'oxyde nitreux sont beaucoup plus difficiles à empêcher une fois que l'azote est excrété. Les techniques qui empêchent les émissions lors des étapes initiales du processus de gestion des effluents conduisent à la conservation du N qui s'échappera à des étapes ultérieures sous forme d'émissions. Ainsi l'atténuation des pertes de N sous une forme (par exemple NH<sub>3</sub>) est souvent contrebalancée par des pertes sous d'autres formes (par exemple N<sub>2</sub>O or NO<sub>x</sub>). Ces effets de transfert doivent être pris

TABLEAU A. Techniques et pratiques disponibles pour atténuer les émissions de GES hors CO<sub>2</sub>: additifs alimentaires et pratiques d'alimentation

Pratique/technologie	Effet potentiel d'atténuation du CH <sub>4</sub> <sup>1</sup>	Effet à long terme	Sûr pour l'animal et sur le plan environnemental
<b>Additifs alimentaires</b>			
Nitrates	Important	Non?	Inconnu
Ionophores	Faible	Non?	Oui?
Composés bioactifs des plantes			
Tannins (condensé)	Faible	Non?	Oui
Lipides alimentaires	Moyen	Non?	Oui
<b>Manipulation du rumen</b>	Faible	Non	Oui?
<b>Inclusion de concentré dans la ration</b>	Faible à moyen	Oui	Oui
<b>Qualité et gestion des fourrages</b>	Faible à moyen	Oui	Oui
<b>Gestion des pâturages</b>	Faible	Oui	Oui
<b>Traitement des aliments</b>	Faible	Oui	Oui
<b>Supplémentation en macronutriments (quand insuffisante)</b>	Moyen	Oui	Oui
<b>Supplémentation en micronutriments (quand insuffisante)</b>	Pas applicable	Non	Oui
<b>Sélection de variétés céréalières pour la qualité de la paille</b>	Faible	Oui	Oui
<b>Alimentation de précision et analyses des aliments du bétail</b>	Faible à moyen	Oui	Oui

<sup>1</sup> Important = effet d'atténuation supérieur à 30 pour cent; Moyen = effet d'atténuation compris entre 10 et 30 pour cent; Faible = effet d'atténuation inférieur à 10 pour cent. L'effet d'atténuation est estimé par rapport à une pratique standard, c'est-à-dire un témoin servant de référence pour la comparaison et basé sur un ensemble d'études scientifiques et sur l'appréciation des auteurs.

? = Incertitude liée à des limites dans la recherche, des résultats variables ou une insuffisance de données sur la persistance de cet effet.

**TABLEAU B. Techniques et pratiques disponibles pour l'atténuation des émissions des GES hors CO<sub>2</sub>: gestion des effluents**

Pratique/technologie	Espèces <sup>1</sup>	Effet potentiel d'atténuation du CH <sub>4</sub> <sup>2</sup>	Effet potentiel d'atténuation du N <sub>2</sub> O <sup>2</sup>	Effet potentiel d'atténuation du NH <sub>3</sub> <sup>2</sup>
<b>Manipulation de la ration et bilan des substances nutritives</b>				
Réduction des protéines alimentaires	Toutes	?	Moyen	Important
Régime riche en fibre	P	Faible	Important	Inconnu
<b>Gestion du pâturage</b>	Rum	Inconnu	Important?	Inconnu
<b>Bâtiment</b>				
Biofiltration	Toutes	Faible?	Inconnu	Important
Système de gestion des effluents	BL, BV, P	Important	Inconnu	Important
<b>Traitement des effluents</b>				
Digestion anaérobie	BL, BV, P	Important	Important	Augmentation?
Séparation des matières solides	BL, BV	Important	Faible	Inconnu
Aération	BL, BV	Important	Augmentation?	Inconnu
Acidification	BL, BV, P	Important	?	Important
<b>Stockage des effluents</b>				
Diminution de temps de stockage	BL, BV, P	Important	Important	Important
Couverture avec de la paille	BL, BV, P	Important	Augmentation?	Important
Encrouement des lisiers	BL, BV	Important	Augmentation?	Important
Aération pendant le stockage du lisier	BL, BV, P	Moyen à important	Augmentation?	Inconnu
Compostage	BL, BV, P	Important	Inconnu	Augmentation
Empilement du fumier de volaille	V	Moyen	Pas applicable	Inconnu
Température de stockage	BL, BV	Important	Inconnu	Important
Stockage étanche avec bruleur	BL, BC, P	Important	Important	Inconnu
<b>Application des effluents</b>				
Injection vs application de surface	BL, BV, P	Pas d'effet à augmentation?	Pas d'effet à augmentation	Important
Temps d'application	Toutes	Faible	Important	Important
Couverture des sols, culture intermédiaire	Toutes	Inconnu	Pas d'effet à important	Augmentation?
Bilan des substances nutritives du sol	Toutes	Pas applicable	Important	Important
<b>Inhibiteur de nitrification appliqué aux effluents ou sur les pâtures ayant reçu de l'urine</b>	BL, BV, O	Pas applicable	Important	Pas applicable
<b>Inhibiteur d'uréase appliqué simultanément ou avant l'urine</b>	BL, BV, O	Pas applicable	Moyen?	Important

<sup>1</sup> BL = bovins lait; BV = bovins viande (les bovins incluent les *Bos taurus* et les *Bos indicus*); O = ovins; C = caprins; Rum = tous les ruminants; P = porcs; V = volaille.

<sup>2</sup> Important = effet d'atténuation supérieur à 30 pour cent; Moyen = effet d'atténuation compris entre 10 et 30 pour cent; Faible = effet d'atténuation inférieur à 10 pour cent. L'effet d'atténuation est estimé par rapport à une pratique standard, c'est-à-dire un témoin servant de référence pour la comparaison et basé sur un ensemble d'études scientifiques et sur l'appréciation des auteurs.

? = Incertitude liée des limites de la recherche, des résultats variables ou une insuffisance de données sur la persistance de cet effet.

(cont.)

## ENCADRÉ 2. (cont.)

TABLEAU C. Techniques et pratiques disponibles pour l'atténuation des émissions des GES hors CO<sub>2</sub>; pratiques d'élevage

Pratique/technologie	Espèces <sup>1</sup>	Effet sur la productivité	Effet potentiel d'atténuation du CH <sub>4</sub> <sup>2</sup>	Effet potentiel d'atténuation du N <sub>2</sub> O <sup>2</sup>
<b>Gestion des animaux</b>				
Sélection génétique (Consommation alimentaire résiduelle)	BL, BV, P?	Aucun	Faible?	Inconnu
Santé animale	Toutes	Augmentation	Faible?	Faible?
Réduction de la mortalité animale	Toutes	Augmentation	Faible?	Faible?
Optimisation de l'âge à l'abatage	Toutes	Aucun	Medium	Moyen
<b>Gestion de la reproduction</b>				
Stratégies d'accouplement	Rum, P	Important à moyen		Elevé à moyen
Amélioration de la vie productive	Rum, P	Moyen		Moyen
Fécondité améliorée	P, O, C	Important à moyen		Important à moyen
Soin/santé pendant période de vêlage	Rum, P	Moyen		Moyen
Réduction du stress	Rum, P	Important à moyen		Important à moyen
Technologies de reproduction assistée	Rum, P	Important à moyen		Important à moyen

<sup>1</sup> BL = bovins lait; BV = bovins viande (les bovins incluent les *Bos taurus* et les *Bos indicus*); O = ovins; C = caprins; Rum = tous les ruminants; P = porcs.

<sup>2</sup> Important = effet d'atténuation supérieur à 30 pour cent; Moyen = effet d'atténuation compris entre 10 et 30 pour cent; Faible = effet d'atténuation inférieur à 10 pour cent. L'effet d'atténuation est estimé par rapport à une pratique standard, c'est-à-dire un témoin servant de référence pour la comparaison et basé sur un ensemble d'études scientifiques et sur l'appréciation des auteurs.

? = Incertitude liée à des limites de la recherche, des résultats variables ou une insuffisance des données sur la persistance de cet effet.

en compte lors de la conception des pratiques d'atténuation. De nombreuses interactions ont lieu entre techniques pour atténuer émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O.

Des recherches sont nécessaires pour développer des techniques d'atténuation concrètes et viables économiquement et qui puissent être mises en pratique à

grande échelle. Les efforts doivent se concentrer sur les pratiques ayant le plus grand potentiel (par exemple la vaccination contre les méthanogènes du rumen) mais doivent aussi prendre en compte les possibles interactions afin de développer des ensembles de pratiques efficaces pour des systèmes de production spécifiques.

ment des intensités d'émissions moyennes sur les niveaux des 10 et 25 pour cent des unités de production les plus performantes. Malgré les limites de cette analyse statistique et les hypothèses de base concernant le contexte et la disponibilité des ressources sur lesquelles elle se base (voir Encadré 3), cette estimation est probablement conservatrice.

Premièrement, cette estimation exclue les technologies et les pratiques qui existent mais ne sont pas encore utilisées par plus d'une petite partie des producteurs. C'est par exemple le cas des bio-digesteurs dans le secteur des ruminants, des équipements qui

permettent de faire des économies d'énergie dans la production laitière ou les suppléments alimentaires pour réduire les émissions de méthane.

Deuxièmement, l'analyse des écarts ne capte pas le potentiel offert par des pratiques pour lesquelles GLEAM utilise des données moyennes pour des combinaisons de paramètres (système de production, région et ZAE). Par exemple, plusieurs paramètres liés à la performance des troupeaux qui rendent compte des pratiques d'élevage et de santé animale sont définis au niveau régional ou au niveau des systèmes de production.

TABLEAU 10. Estimation du potentiel d'atténuation par l'analyse des écarts d'intensité d'émissions

	Analyse menée pour des combinaisons uniques (région, climat et système de production) - pas de changement de système de production						Analyse menée pour des combinaisons uniques (région, climat et système de production) - changement de système de production					
	Unités de production alignées sur l'intensité d'émission moyenne du 10 <sup>ème</sup> percentile			Unités de production alignées sur l'intensité d'émission moyenne du 25 <sup>ème</sup> percentile			Unités de production alignées sur l'intensité d'émission moyenne du 10 <sup>ème</sup> percentile			Unités de production alignées sur l'intensité d'émission moyenne du 25 <sup>ème</sup> percentile		
	Par espèce (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)	Dans le scénario (pourcentage)	Par espèce (pourcentage)	Par espèce (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)	Dans le scénario (pourcentage)	Par espèce (pourcentage)	Par espèce (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)	Dans le scénario (pourcentage)	Par espèce (pourcentage)	Par espèce (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)	Dans le scénario (pourcentage)	Par espèce (pourcentage)
Bovins viande	-775	44	-27	-482	-17	44	-883	-31	45	-619	-22	51
Bovins lait	-401	23	-32	-231	-18	21	-440	-35	23	-264	-21	22
Porcs	-103	6	-19	-76	-14	7	-108	-19	6	-69	-14	6
Viande de buffle	-96	5	-41	-31	-13	3	-101	-43	5	-32	-14	3
Lait de bufflonne	-80	4	-22	-51	-14	5	-89	-25	5	-54	-15	4
Œufs de poule	-66	4	-38	-51	-29	5	-73	-42	4	-50	-29	4
Viande de poulet	-113	6	-40	-97	-34	9	-94	-33	5	-60	-21	5
Lait des petits ruminants	-45	3	-36	-24	-19	2	-49	-39	3	-17	-14	1
Viande des petits ruminants	-96	5	-31	-50	-16	5	-105	-33	5	-58	-18	5
<b>Total</b>	<b>-1 775</b>	<b>100</b>	<b>-29</b>	<b>-1 092</b>	<b>-18</b>	<b>100</b>	<b>-1 943</b>	<b>-32</b>	<b>100</b>	<b>-1 224</b>	<b>-20</b>	<b>100</b>

### ENCADRÉ 3. ESTIMER LE POTENTIEL D'ATTÉNUATION: ANALYSE DE L'ÉCART DES INTENSITÉS D'ÉMISSION

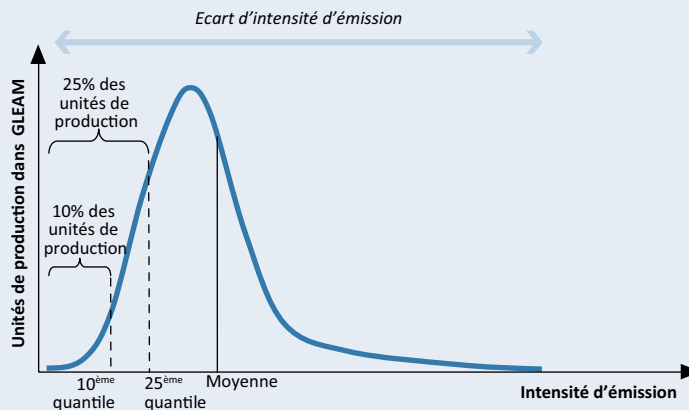
L'intensité d'émission moyenne et les intensités d'émission des 10<sup>ème</sup> et 25<sup>ème</sup> percentiles des unités de production (pixels) ayant les intensités les plus basses ont été calculées pour chaque produit dans une région spécifique, un climat spécifique et un système spécifique (cette combinaison d'éléments représentant une combinaison unique). Le potentiel d'atténuation a été estimé en faisant passer l'intensité d'émission moyenne au niveau de l'intensité des 10<sup>ème</sup> ou 25<sup>ème</sup> percentiles (représentant les unités de production avec l'intensité d'émission la plus basse).

Le potentiel d'atténuation a aussi été calculé en permettant des changements de système de production: les moyennes et percentile ont été estimés pour chaque produit d'élevage, produit dans une région et une ZAE spécifique.

Cette analyse statistique est basée sur les hypothèses suivantes:

- Des politiques et les conditions des marchés favorables sont en place pour permettre de surmonter les barrières à l'adoption des pratiques de production les plus efficaces.
- Etendre l'utilisation du mélange d'intrants utilisés par les 25 pour cents ou les 10 pour cent des unités de production les plus performantes à toutes les unités de production dans la région / climat/ système ne change pas l'intensité d'émission de ce mélange d'intrants.
- Il n'y a pas de barrières locales en termes de ressources (par exemple microclimat, eau) à l'adoption de pratiques avec une intensité d'émission faible.
- Les ressources (par exemple aliment du bétail du commerce, énergie) sont disponibles au niveau régional pour permettre l'adoption de pratiques avec une intensité d'émission faible.

Représentation schématique de la distribution des intensités d'émission et de l'écart des intensités d'émission pour un produit donné, à l'intérieur d'une région, une zone climatique et un système de production



Troisièmement, l'analyse exclut les émissions de l'aval de la filière (après la sortie de l'exploitation) et les émissions liées à l'expansion des pâturages qui ne sont pas calculées au niveau des pixels et par conséquent ajoutées en fin de modélisation. Ces émissions additionnées représentent environ 10 pour cent des 7,1 gigatonnes émises par le secteur.

## 5.2 SÉQUESTRATION DU CARBONE

### Réduire les changements d'utilisation des terres

Réduire les changements de l'utilisation des terres peut aussi contribuer à l'atténuation. Les émissions dues à l'expansion des pâturages et de la



Credit: ©FAO/Giulio Napolitano

culture du soja représentent environ 9 pour cent des émissions du secteur (chapitre 2). Aucune analyse formelle n'a été faite pour estimer le potentiel global de réduction qu'offre une diminution des changements de l'utilisation des terres, mais il est plausible de réduire de moitié les taux de conversion des terres sur le moyen terme (une à deux décennie) et donc de réduire les émissions annuelles du secteur d'environ 0,4 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e. Cet objectif est réalisable comme le montre l'engagement du Gouvernement brésilien en 2010 de réduire les émissions de 0,7 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e, en réduisant les taux de déforestation de 80 pour cent en Amazonie et de 40 pour cent dans le Cerrado d'ici 2020<sup>20</sup>. Dans l'étude de cas viande bovine en Amérique du Sud (voir chapitre 6), il a été estimé que l'amélioration de l'efficacité des animaux et des troupeaux réduit les surfaces de pâturage nécessaires et donc les émissions dues au changement d'utilisation des terres qui leur sont associées jusqu'à 25 pour cent.

### Séquestration du carbone du sol des prairies

On estime qu'une meilleure gestion des pâturages pourrait permettre de séquestrer au niveau

mondial environ 409 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e de carbone chaque année (ou 111,5 millions de tonnes de C par an sur une période de 20 ans). On estime également qu'il serait possible de séquestrer en plus 176 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e (net de l'augmentation des émissions de N<sub>2</sub>O) par an sur une période de 20 ans en semant des légumineuses dans certaines zones de prairies. Ainsi, le potentiel combiné de ces pratiques est estimé à 585 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e représentant environ 8 pour cent des émissions des filières de l'élevage. Une introduction à la méthodologie utilisée est présentée dans le chapitre 2.

Dans les prairies qui ont connu un prélèvement excessif de biomasse et des pertes de carbone du sol en raison de périodes prolongées de surpâturage, on peut inverser la tendance de déstockage en réduisant la pression pastorale. Inversement, il est possible d'améliorer la productivité de l'herbe et de séquestrer le carbone du sol en augmentant la pression pastorale dans les nombreuses prairies qui sont sous-pâturées (Holland *et al.*, 1992).

Plusieurs autres pratiques pourraient être utilisées pour accroître les stocks de carbone dans les prairies mais elles n'ont pas été analysées dans cette étude. Cela comprend l'ensemencement avec des espèces prairiales tropicales à racines profondes et une gestion améliorées des feux.

<sup>20</sup> [http://unfccc.int/files/meetings/cop\\_15/copenhagen\\_accord/application/pdf/brazilcphaccord\\_app2.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/copenhagen_accord/application/pdf/brazilcphaccord_app2.pdf); <http://www.brasil.gov.br/cop-english/overview/what-brazil-is-doing/domestic-goals>



Selon le quatrième rapport d'évaluation du GIEC (Smith *et al.*, 2007), 1,5 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e de carbone pourraient être séquestrées annuellement si un large éventail des pratiques d'amélioration du pâturage et des prairies était appliqué à toutes les surfaces en herbe dans le monde. La même étude estime que jusqu'à 1,4 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e pourraient être séquestrées dans les terres cultivées, une grande partie d'entre elles étant utilisée pour l'alimentation animale. Dans une autre évaluation des prairies au niveau mondial, Lal (2004) a calculé un potentiel plus conservateur de séquestration du carbone : entre 0,4 et 1,1 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e par an. Le potentiel de séquestration estimé dans cette évaluation entre dans la fourchette de ces évaluations au niveau mondial.

### 5.3 POTENTIEL PAR ZONE GÉOGRAPHIQUE

Le potentiel d'atténuation varie selon les régions et dépend du volume de production et des intensités d'émission. Les émissions par unité de protéine animale et les émissions par unité de surface sont présentées sur les cartes des figures 27A, B, et C.

Les zones dans lesquelles les émissions par unité de protéine animale et par unité de surface sont basses (par exemple certaines zones d'Europe centrale, du Moyen Orient et des Andes) sont généralement des zones où il y a peu de production et un élevage essentiellement monogastrique. Ces zones ont probablement un potentiel d'atténuation faible.

Les zones les plus riches de la planète ont souvent à la fois des intensités d'émission par unité de produit basses avec des intensités d'émission par unité de surface élevées. Dans ces zones, les gains d'intensité d'émission sont relativement limités mais peuvent néanmoins conduire à une atténuation importante en raison de l'importance des volumes d'émissions.

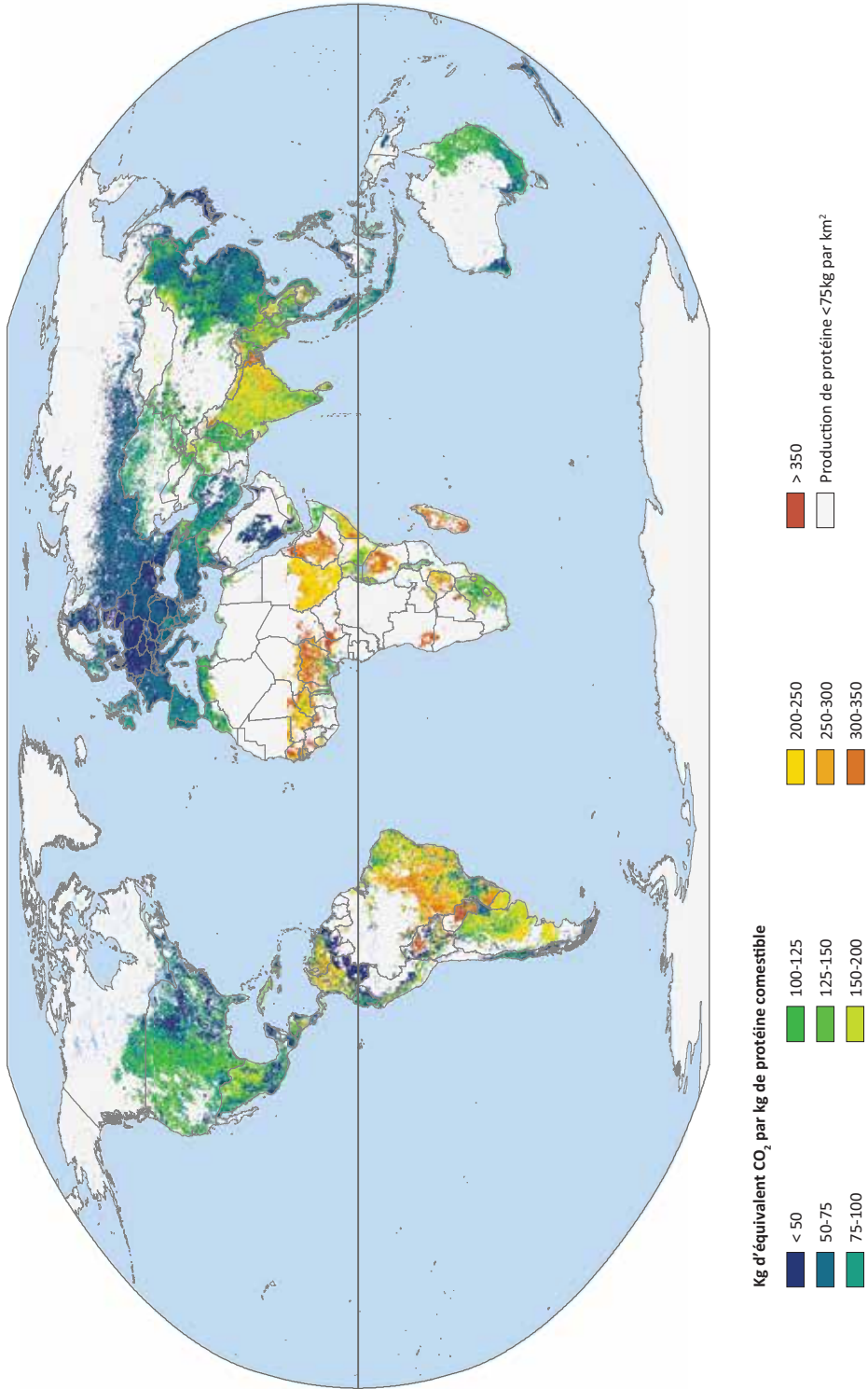
Dans les zones subhumides et semi-arides d'Afrique et d'Amérique latine, on trouve de grandes régions avec des intensités d'émission par unité de protéine élevées mais des intensités d'émission basses par unité de surface. Il est possible d'atténuer les émissions dans ces régions mais les questions de sécurité alimentaire et d'adapta-

tion au changement climatique doivent être prises en compte. Même une modeste amélioration de la productivité dans les systèmes de ruminants et une amélioration des pratiques de pâturage peuvent permettre de réduire les intensités d'émissions et d'améliorer la sécurité alimentaire. Cependant, nombre de ces zones pâtissent de leur éloignement et de la variabilité de leurs conditions climatiques qui limitent l'adoption de nouvelles pratiques. Des politiques spécifiques sont nécessaires pour surmonter ces barrières (voir chapitre 7).

Le potentiel le plus important est probablement dans les zones où les deux formes d'intensité d'émission sont basses. Ces zones sont principalement en Amérique latine et Asie du Sud et dans certaines parties d'Afrique de l'Est. Dans ces régions, un potentiel important de réduction des émissions par unité de protéine coïncide avec des volumes d'émissions importants. Ces zones sont généralement caractérisées par une forte densité de bétail et une productivité peu élevée par animal. L'ensemble des options d'atténuation présentées dans les sections précédentes peut s'appliquer, en particulier l'amélioration des performances des animaux (par exemple, options génétique et santé animale), les pratiques d'alimentation (par exemple, la digestibilité de la ration, le contenu en protéine), la gestion des troupeaux (par exemple, réduction du cheptel de reproduction), la gestion des effluents (stockage application, bio-digestion) et la gestion des terres (gestion améliorée des pâturages).

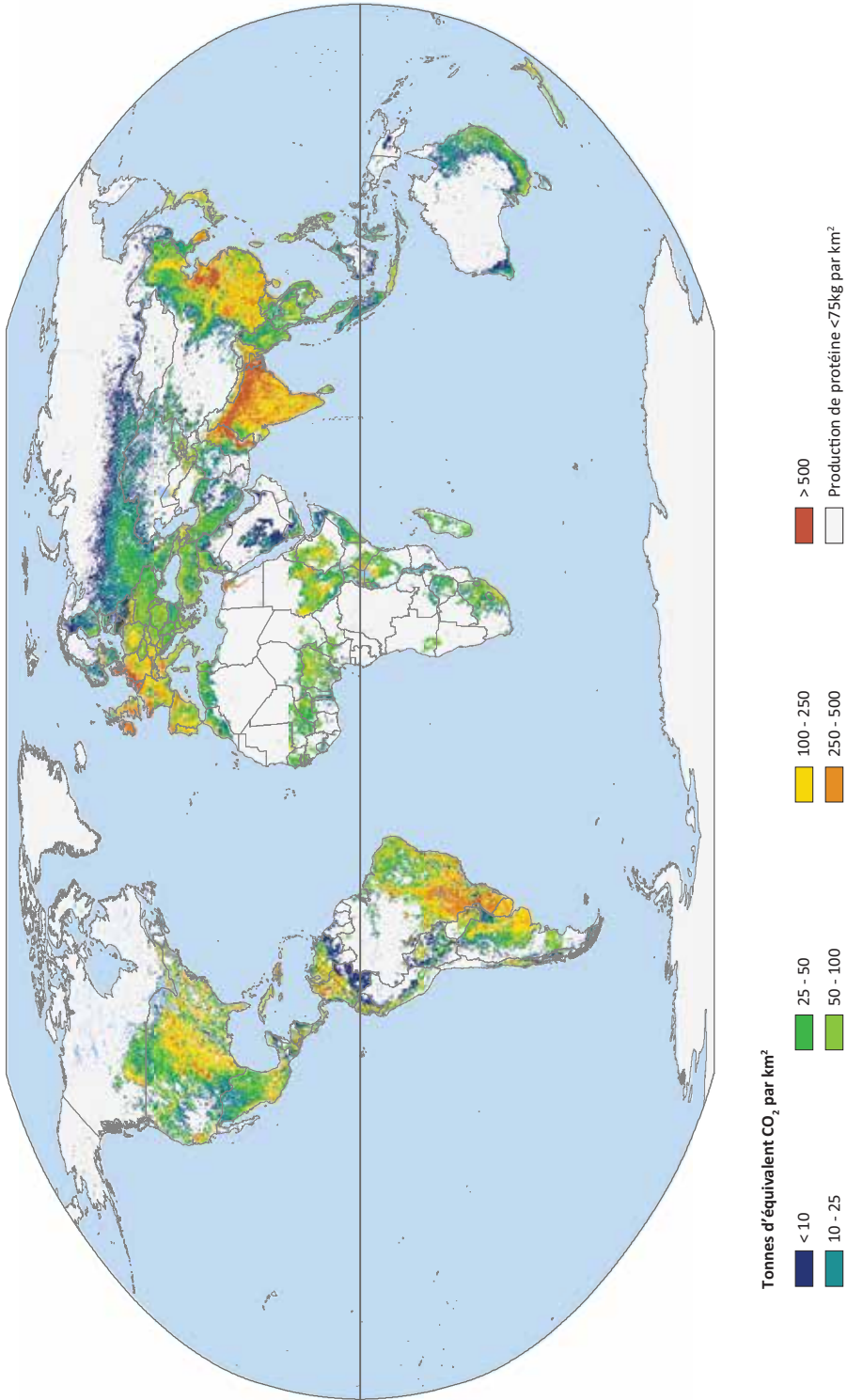
Une autre façon d'exprimer l'intensité d'émission est de rapporter les émissions du secteur à la population humaine (Figure 27C). Les valeurs d'intensité d'émission sont relativement élevées quand les animaux sont élevés dans des zones peu peuplées : par exemple dans les systèmes viande bovine herbagers de certaines zones d'Amérique du Nord, d'Amérique latine et d'Océanie. Dans ces zones, les implications économiques et sociales de l'atténuation nécessitent une attention particulière car l'élevage est une activité économique essentielle. Les effets sur la population locale à travers les questions de revenu, de risques et de compétitivité sont particulièrement pertinents.

FIGURE 27A. Intensité d'émission par unité de protéine comestible



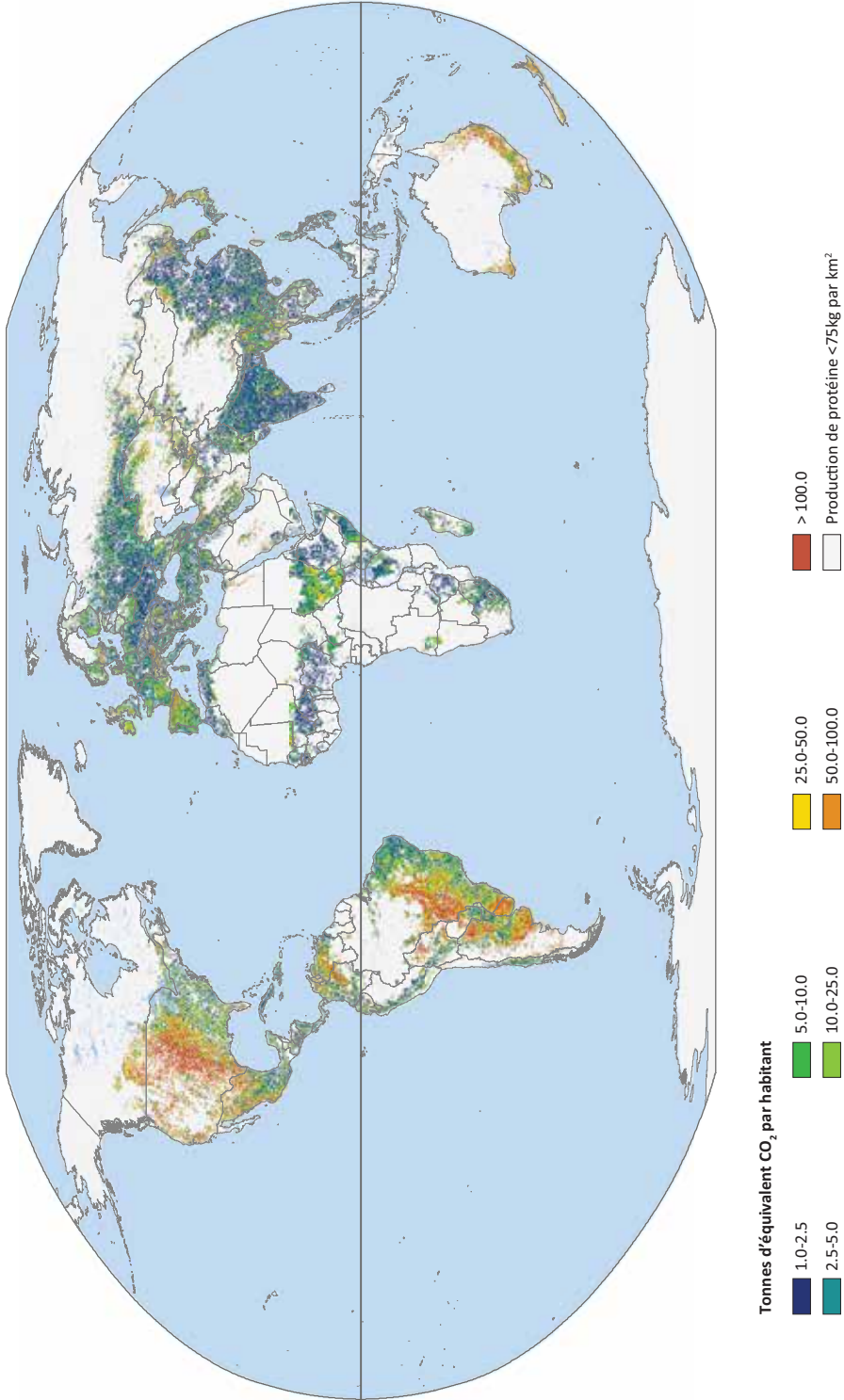
Source: GLEAM.

FIGURE 27B. Intensités d'émission par unité de surface



Source: GLEAM.

FIGURE 27C. Intensité d'émission par habitant



Source: GLEAM; Données SIG pour la population humaine: Dobson *et al.*, 2000.

## MESSAGES CLÉS DU CHAPITRE 6

- Des mesures d'atténuation peuvent générer des bénéfices environnementaux importants ainsi que l'illustrent les cinq études de cas conduites pour cette analyse qui explorent l'atténuation du point de vue pratique. Le potentiel d'atténuation pour les espèces, systèmes et régions sélectionnés varie de 14 à 41 pour cent\*.
- Comparativement, les systèmes d'élevage de ruminants et de porcs en Asie, Amérique latine et Afrique ont les potentiels d'atténuation les plus importants. Mais des réductions d'émissions significatives peuvent aussi être réalisées dans les systèmes laitiers qui ont déjà un bon niveau de productivité, comme le montre l'étude de cas sur les pays de l'OCDE.
- Certaines mesures d'atténuation peuvent simultanément conduire à une réduction des intensités et des volumes d'émissions et à une augmentation de la productivité et des volumes de production. C'est particulièrement le cas de l'amélioration de l'alimentation, de la santé animale et de la gestion des troupeaux.
- Dans les systèmes de production industrielle de porc en Asie de l'Est et du Sud-Est, les émissions pourraient être réduites de 16 à 25 pour cent (21 à 33 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e) en améliorant la gestion des effluents, en adoptant des technologies d'économie d'énergie et en utilisant une énergie à faible intensité carbonique. Dans les systèmes intermédiaires, pour lesquels la gestion améliorée des troupeaux et de l'alimentation a aussi été testée, les émissions pourraient être réduites de 32 à 38 pour cent (32 à 37 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e). Environ la moitié de la réduction des émissions est obtenue grâce à une meilleure qualité des aliments du bétail et une meilleure performance au niveau de l'animal.
- Dans les systèmes spécialisée viande bovine en Amérique du Sud, l'amélioration de la qualité du fourrage, de la santé animale et des techniques d'élevage et la gestion du pâturage peuvent conduire à une réduction des émissions de 19 à 30 pour cent (190 à 310 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e).

### Principales conclusions des études de cas

- Dans les systèmes mixtes laitiers d'Asie du Sud, les émissions de GES peuvent potentiellement être réduites de 38 pour cent (120 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e) en améliorant la qualité de l'alimentation animale, la santé animale et les pratiques d'élevage.
- En Afrique de l'Ouest, dans le secteur des petits ruminants, les émissions peuvent être potentiellement réduites de 27 à 41 pour cent (7,7 à 12 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e) en améliorant la digestibilité du fourrage, la santé animale, les techniques d'élevage et de sélection et la gestion des pâturages.
- Dans les systèmes mixtes laitiers des pays de l'OCDE, les émissions pourraient être réduites de 14 à 17 pour cent (54 à 66 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e) en adoptant de meilleurs systèmes de gestion des effluents, en utilisant des compléments alimentaires et des équipements d'économie d'énergie.

\* Cette fourchette est cohérente avec les résultats de l'évaluation statistique du chapitre 5 qui estime que les émissions au niveau mondial peuvent être réduites de 19 à 30 pour cent en comblant l'écart des intensités d'émission. Il faut aussi mentionner que ces potentiels d'atténuation sont du même ordre de grandeur que les estimations et engagements de réduction pris par certains pays et secteurs (voir par exemple le programme Agriculture Pauvre en Carbone (ABC) du Brésil et les engagements du secteur laitier aux États-Unis et au Royaume-Uni mentionnés au chapitre 6).



# L'ATTÉNUATION EN PRATIQUE: ÉTUDES DE CAS

Ces cinq études de cas ont été développées pour compléter l'analyse statistique de l'écart des intensités d'émission (chapitre 5) et explorer la réalisation de ce potentiel d'atténuation dans la pratique. Les études de cas ont évalué le potentiel d'atténuation d'interventions techniques spécifiques dans certains systèmes de production et certaines zones géographiques.

Chaque étude de cas est une illustration de mesures d'atténuation possibles et repose sur la connaissance que l'on a des principales sources d'émissions et des leviers possibles pour les atténuer, comme par exemple les gains de productivité au niveau du troupeau, l'efficacité énergétique ou la gestion des effluents (Encadré 2). Ces études de cas ne donnent pas une estimation du potentiel d'atténuation total dans les systèmes étudiés (c.-à-d. de l'atténuation réalisable en adoptant toutes les technologies disponibles quelque soit leur coût).

Elles sont basées sur le court à moyen terme en ce qui concerne les interventions sélectionnées. Les potentiels d'atténuation ont été calculés en modifiant les paramètres liés aux interventions dans GLEAM tout en gardant le niveau de production constant.

**Choix des filières.** Quatre des cinq études de cas concernent les filières ruminants (bovins et petits ruminants) en raison de leur contribution relativement élevée aux émissions totales du secteur;

une étude de cas explore le potentiel d'atténuation de la filière porcine.

**Choix des mesures d'atténuation.** L'objectif des études de cas est d'illustrer le potentiel de réduction des émissions de GES en utilisant une sélection de quelques mesures applicables à différents systèmes de production plutôt que de proposer une évaluation exhaustive de toutes les mesures d'atténuation disponibles dans le secteur.

Les mesures évaluées ont été sélectionnées en raison de leur potentiel d'atténuation élevé et de leur probabilité d'adoption par les éleveurs dans les différentes régions et systèmes de production. Il s'agit de techniques disponibles dont l'efficacité a été prouvée sur le court et moyen terme et dont on connaît a priori l'impact positif sur la productivité. Ces mesures ont aussi été sélectionnées en fonction leur faisabilité économique, leur impact positif sur la sécurité alimentaire et les arbitrages nécessaires avec d'autres aspects environnementaux.

Un certain nombre de techniques d'atténuation généralement recommandées dans le secteur n'ont pas été évaluées. Parmi elles, l'apport de concentrés (céréales) à la ration des ruminants est peut-être l'option qui est mise en avant le plus souvent (FAO, 2013c). Cependant cette étude l'exclut en raison des doutes qui existent sur sa faisabilité économique et la menace potentielle qu'elle représente pour la sécurité alimentaire du fait de

son impact sur la disponibilité en céréales pour la consommation humaine. De plus, une analyse beaucoup plus large, qui dépasse le cadre de cette évaluation, aurait été nécessaire pour prendre en compte les différents impacts de la production de concentrés supplémentaires sur le changement d'utilisation des terres et les émissions globales.

En considérant une période plus longue, d'autres options d'atténuation efficaces et déjà disponibles, comme la sélection sur critères de productivité, auraient pu être prises en compte. L'utilisation de vaccins anti-méthanogènes est également une option envisageable sur le long terme mais qui nécessite des recherches supplémentaires. Ces vaccins ont été évalués dans d'autres études (Whittle *et al.*, 2013; Moran *et al.*, 2008; Beach *et al.*, 2008) et on considère qu'ils sont potentiellement intéressants dans les systèmes ruminants extensifs car les injections peuvent être réalisées facilement et peu fréquemment. Cependant des recherches supplémentaires sont encore nécessaires et la commercialisation de ces vaccins est peu probable dans un futur proche (FAO, 2013c).

Des études estiment qu'un certain nombre d'activateurs de croissance controversés, comme les ionophores et bST, sont des options d'atténuation efficaces (USEPA, 2006; Moran *et al.*, 2011; Smith *et al.*, 2007). Ils ont été exclus de cette analyse en raison de l'interdiction de leur utilisation sur certains marchés importants (par exemple, l'Union européenne) et les incertitudes concernant leurs implications pour la santé humaine.

L'apport d'acides aminés synthétiques à la ration des animaux, comme la lysine pour la production de porc, a également été exclue en raison de son coût même si cette option améliore l'efficacité alimentaire et atténue les émissions de  $\text{NH}_3$  et  $\text{N}_2\text{O}$  des effluents (FAO, 2013c).

**Potentiel d'atténuation calculé pour un niveau de production constant.** Dans un but de clarté et en raison de l'attention portée principalement aux intensités d'émission, les volumes de production ont été gardés à niveau constant lors du calcul des scénarios d'atténuation dans GLEAM. Certaines interventions présentées dans les études de cas

conduiraient néanmoins à une hausse à la fois de productivité et d'efficacité. Ces effets sont abordés dans la dernière section de ce chapitre.

**Limites.** Les évaluations des options d'atténuation ne prennent pas en considération les barrières qui peuvent exister à leur adoption. En l'absence d'incitations financières (par ex. de subventions) ou de réglementations pour limiter les émissions, il est peu probable que les producteurs investissent dans les pratiques d'atténuation à moins qu'elles ne permettent d'augmenter les profits ou apportent d'autres bénéfices à la production comme par exemple une réduction des risques. Ainsi une analyse des coûts et bénéfices des pratiques d'atténuation serait nécessaire pour estimer les réductions d'émissions qui pourraient être obtenues de manière économiquement viable. De plus, il faudrait prendre en considération d'autres barrières à l'adoption comme la capacité technique des producteurs, des conseillers agricoles et des institutions, la capacité d'investissements et l'existence d'infrastructures nécessaires pour mieux comprendre le taux d'adoption des pratiques analysées. Les implications et besoins en termes de politiques publiques sont explorés plus en détails dans le chapitre suivant.

Les interventions peuvent aussi avoir des effets collatéraux (positifs ou négatifs) sur d'autres dimensions environnementales (par exemple, la préservation des ressources en eau et le changement d'utilisation des terres), sur le bien-être des animaux et sur le développement, par exemple en matière de sécurité alimentaire et d'équité. Il est nécessaire de les évaluer et de les intégrer dans les politiques du secteur de l'élevage. Ces facteurs ne sont pas modélisés dans les études de cas; cependant la sélection des pratiques d'atténuation et, dans certains cas, les hypothèses sur leur niveau d'adoption ont pris en compte ces contraintes. Par exemple, la plupart des interventions sélectionnées peuvent simultanément accroître la production et réduire les émissions en améliorant la productivité au niveau de l'animal et du troupeau. Ces interventions permettent d'éviter des conflits entre objectifs environnementaux et objectifs de développement et de sécurité alimentaire.

## 6.1 PRODUCTION DE LAIT DE VACHE EN ASIE DU SUD

### Caractéristiques principales

#### Production

Avec environ 12 pour cent de la production mondiale de lait de vache, l'Asie du Sud est une des plus grosses régions productrice du monde<sup>21</sup>. L'Inde compte pour 75 pour cent de la production régionale à elle seule et devrait maintenir sa prédominance avec une croissance prévue de 3 pour cent par an pour la période 2011-2020. En Inde, la plupart des États interdisent l'abatage des bovins pour des raisons culturelles et religieuses. Par conséquent, les troupeaux ont une proportion élevée de veaux masculins non désirés au taux de mortalité élevé ce qui représente une perte pour la filière.

28 pour cent des bovins laitiers élevés dans des systèmes mixtes se trouvent en Asie du Sud, contre 10 et 4 pour cent respectivement en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord. Les systèmes mixtes d'Asie du Sud produisent environ 93 pour cent de la production de lait dans la région et représentent 13 pour cent de la production mondiale de lait des systèmes mixtes pour 23 pour cent de leurs émissions.

#### Emissions

Les sources principales d'émissions sont le CH<sub>4</sub> de la fermentation entérique, qui représente 60 pour cent des émissions, et le N<sub>2</sub>O de l'alimentation animale (effluents épandus et déposés et utilisation d'engrais synthétiques), qui représente 17 pour cent des émissions.

L'intensité d'émission moyenne des systèmes mixtes d'Asie du Sud est estimée à 5,5 kg de CO<sub>2</sub>e/kg de lait. Au niveau mondial, la moyenne est 2,7 kg de CO<sub>2</sub>e/kg lait. Ce niveau d'émissions élevé s'explique par:

- **La mauvaise qualité des aliments** (faible digestibilité) – qui conduit à des émissions élevées de CH<sub>4</sub> d'origine entérique et à un rendement

peu élevé. La digestibilité moyenne de la ration dans la région est relativement basse et est estimée à environ 54 pour cent. L'alimentation animale est principalement basée sur les résidus des cultures comme la paille et les cannes de maïs (60 pour cent de la ration), les fourrages verts et secs (34 pour cent) et les sous-produits (environ 6 pour cent). Une faible digestibilité des aliments entraîne plus d'émissions de CH<sub>4</sub> par unité d'énergie ingérée. Une mauvaise qualité de l'alimentation affecte aussi la productivité animale: les rendements sont bas (environ 965 kg de lait par vache par an comparé à la moyenne mondiale de 2 269 kg de lait par vache et par an dans les systèmes mixtes laitiers) et les animaux grandissent lentement, conduisant à des âges au premier vêlage plus élevés.

- **L'importance du cheptel de reproduction** – animaux contribuant aux émissions mais pas à la production, augmentant ainsi les intensités d'émission élevées. La région est caractérisée par un cheptel de reproduction important: environ 57 pour cent du troupeau laitier en Asie du Sud est composé d'animaux qui ne produisent pas de lait, contre une moyenne mondiale de 41 pour cent dans les systèmes mixtes de bovins.<sup>22</sup> Cela est dû à un âge plus avancé au premier vêlage (3,1 an comparé la moyenne mondiale de 2,4) influencé à son tour par une mauvaise fertilité et santé des troupeaux (plus d'animaux sont gardés dans le troupeau alors qu'ils ne produisent pas) et au fait que les veaux mâles ne sont pas utilisés pour la production dans certaines parties de la région.
- **Desaux de mortalité élevés** – conduisant à la perte d'animaux et donc à des "émissions improductives" (taux de mortalité de 31,1 et 8,1 pour cent pour les veaux et les autres animaux respectivement comparé à une moyenne mondiale de 17,8 et de 6,7 dans les systèmes mixtes de bovins laitiers).

<sup>21</sup> Afghanistan, Bangladesh, Bhoutan, Inde, Iran, Maldives, Népal, Pakistan et Sri Lanka.

<sup>22</sup> Les animaux qui ne produisent pas de lait sont définis ici comme les animaux utilisés pour la reproduction et le remplacement, dont les taureaux et les génisses et jeunes mâles de remplacement.



TABLEAU 11. Estimation du potentiel d'atténuation pour les systèmes mixtes de bovins laitiers en Asie du Sud

Options	Effet d'atténuation (par rapport au niveau de référence)
<b>Potentiel d'atténuation total</b> (Million de tonnes de CO <sub>2</sub> e)	<b>120</b>
	(pourcentage)
<b>Par rapport au niveau de référence</b>	<b>38,0</b>
...dont	
Meilleure alimentation	30,4
Meilleure structure des troupeaux	7,6

### Mesures d'atténuation étudiées

En tenant compte des déterminants principaux des intensités d'émission dans la région, cette étude de cas explore le potentiel d'atténuation des interventions suivantes:

- **Amélioration de l'alimentation animale.** Améliorer la digestibilité du régime alimentaire en transformant les aliments ou en ajoutant des fourrages locaux améliorés conduit à une meilleure performance animale (c.-à-d. meilleurs rendements laitiers et croissance animale) et à une réduction des émissions de CH<sub>4</sub><sup>23</sup>.
- **Amélioration de la santé animale et des techniques d'élevage.** La part des animaux productifs dans le troupeau peut être augmentée grâce à l'amélioration de la santé des animaux et des techniques d'élevage. L'étude de cas explore aussi dans le cas de l'Inde, le potentiel d'atténuation d'une réduction du nombre de veaux mâles grâce au sexage de la semence lors de l'insémination artificielle.

Le potentiel d'atténuation des deux premières interventions a été calculé en modifiant les paramètres liés à la qualité de l'alimentation animale et aux performances des animaux (taux de croissance, âge au premier vêlage, taux de fertilité et taux de mortalité) dans GLEAM (Note technique 1).

### Estimation du potentiel d'atténuation

Une réduction des émissions de 38 pour cent par rapport au niveau de référence ou de 120 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e est possible grâce à des améliorations

<sup>23</sup> De nombreux chercheurs considèrent que l'amélioration de l'alimentation animale est une des façons les plus efficaces d'atténuer les émissions de CH<sub>4</sub> d'origine entérique. (Voir par exemple: FAO, 2013c; Beauchemin et al., 2008; Monteny et Chadwick, 2006; Boadi et al., 2004).

raisonables dans l'alimentation du bétail, la santé animale et les techniques d'élevage (voir tableau 11).

L'amélioration de la digestibilité des aliments est la mesure qui a le potentiel d'atténuation le plus important en raison de son impact sur plusieurs sources d'émission. L'atténuation vient principalement de la réduction du nombre d'animaux: la hausse de rendement permet de produire le même volume de lait avec 10 pour cent d'animaux en moins (la réduction atteint 20 pour cent dans les animaux de reproduction grâce à l'amélioration de la structure du troupeau). Par exemple, en Inde, l'effet d'atténuation de l'amélioration de l'alimentation s'élève à 85 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e, ce qui représente 71 pour cent de l'effet d'atténuation total en Asie du Sud. L'utilisation de la technologie de sexage de la semence pour 25 pour cent du cheptel des vaches laitières en Inde réduit le nombre de veaux mâles de 9 pour cent.

## 6.2 PRODUCTION INTENSIVE DE PORC EN ASIE DE L'EST ET DU SUD-EST

### Principales caractéristiques

#### Production

La production de porc d'Asie de l'Est et du Sud-Est représente 50 pour cent de la production mondiale<sup>24</sup>. La Chine représente à elle seule 40 pour cent de la production mondiale. La production de porc a quadruplé au cours des trois dernières décennies. Cette croissance a eu lieu principalement en Chine et dans les systèmes intermédiaires et industriels qui représentent maintenant respectivement environ 30 et 40 pour cent de la production

<sup>24</sup> République Populaire de Chine, Mongolie, Japon, République de Corée, République populaire démocratique de Corée, Brunei Darussalam, Cambodge, Indonésie, République démocratique populaire du Laos, Malaisie, Myanmar, Philippines, Singapour, Thaïlande, Timor oriental et Viet Nam.



Credit: ©FAO/Simon Maina

de porc de la région. Ces systèmes de production devraient continuer de se développer dans cette zone alors et les prévisions montrent que la production devrait continuer à croître et s'intensifier (FAO, 2011b).

### Emissions

Les systèmes intermédiaires et industriels de la région émettent des quantités importantes de GES, estimées à 320 millions de tonnes de  $\text{CO}_2\text{e}$  par an, représentant 5 pour cent des émissions mondiales du secteur de l'élevage. Les moyennes régionales d'intensité d'émission (6,7 et 6  $\text{kg CO}_2\text{e/kgéc}$  pour les systèmes intermédiaires et industriels respectivement) sont proches des moyennes mondiales en raison de la part significative que représente la production régionale dans la production mondiale.

Les principales sources d'émissions sont:

- **La production d'aliments du bétail.** Elle représente à elle seule environ 60 pour cent du total des émissions des systèmes commerciaux. Environ la moitié de ces émissions sont liées à l'utilisation d'énergie pour la production d'aliments (opérations dans les champs, transport, transformation et production d'engrais). Les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  (des effluents ou de l'application de N synthétique sur les cultures) représentent environ 28 pour cent du total des émissions dues à la production

d'aliments du bétail. Le dioxyde de carbone dû au changement de l'utilisation des terres (liée à l'importation de soja) est responsable de 13 pour cent des émissions dans les systèmes industriels et de 8 pour cent des émissions dans les systèmes intermédiaires. Les émissions de méthane de la riziculture dans les systèmes intermédiaires sont particulièrement élevées dans la région et représentent 13 pour cent des émissions.

- **Les effluents.** Ils sont une source importante d'émissions de  $\text{CH}_4$ . En Asie de l'Est et du Sud-Est, les émissions de  $\text{CH}_4$  des effluents représentent 14 pour cent des émissions dans les systèmes industriels et 21 pour cent dans les systèmes intermédiaires en raison du stockage sous forme liquide et du climat chaud dans certaines zones de la région. L'indice de conversion du  $\text{CH}_4$  (c.-à-d. la part de la matière organique convertie en  $\text{CH}_4$ ) est de 32 pour cent dans les systèmes intermédiaires et industriels de la région alors que les moyennes mondiales sont de 27 pour cent dans les systèmes intermédiaires et de 23 pour cent dans les systèmes industriels.
- **Utilisation d'énergie sur l'exploitation et dans l'aval des filières.** L'énergie utilisée directement sur l'exploitation contribue plus aux émissions dans les systèmes industriels de la région (6 pour cent) que dans les systèmes in-

# 1

## NOTE TECHNIQUE

### MODÉLISATION DES MESURES D'ATTÉNUATION DANS LES SYSTÈMES MIXTES DE PRODUCTION LAITIÈRE D'ASIE DU SUD

#### Amélioration de l'alimentation animale

Améliorer l'alimentation animale est possible en utilisant des techniques qui permettent d'augmenter la digestibilité des aliments comme leur traitement à l'urée, le séchage, le meulage la réduction en granulés mais aussi et en utilisant des fourrages améliorés comme les mélanges incluant des légumineuses. C'est aussi possible en complétant le régime de base avec des sous-produits et des concentrés. Dans cette étude de cas, seuls les aliments produits localement ont été considérés, supposant ainsi que l'adoption de ces pratiques n'aurait pas d'impact sur le commerce international des aliments du bétail.

L'adoption de rations de meilleure qualité a été modélisée de la manière suivante dans GLEAM (voir Tableau A).

- Pour chaque pixel (la plus petite unité de production dans GLEAM), la valeur de référence de la digestibilité a été remplacée par la valeur des 10 pour cent des pixels ayant la meilleure digestibilité au sein de la même zone climatique (c.-à-d. la valeur du 90ième percentile dans chaque ZAE).
- L'âge au premier vêlage a été calculé en supposant qu'une augmentation de un pour cent de la digestibilité de l'alimentation conduit à une diminution de 4 pour cent de l'âge au premier vêlage. Cette hypothèse se base sur la relation entre digestibilité et croissance des animaux (Keady *et al.*, 2012; Steen, 1987; Manninen *et al.*, 2011; Scollan *et al.*, 2001; Bertelsen *et al.*, 1993) et l'hypothèse que le taux de croissance et l'âge au premier vêlage sont corrélés.

- Les rendements laitiers ont été recalculés en supposant qu'une augmentation de un pour cent de la digestibilité de la ration pourrait stimuler une augmentation des rendements laitiers de cinq pour cent (Keady *et al.*, 2012; Manninen *et al.*, 2011; Scollan *et al.*, 2001; Bertelsen *et al.*, 1993).

#### Amélioration de la santé animale et des techniques d'élevage

Augmenter la proportion des animaux producteurs au sein du troupeau est possible grâce à une meilleure gestion de la reproduction (âge plus jeune au premier vêlage et taux de remplacement des vaches laitières), une meilleure santé animale (réduire la mortalité) et une réduction du nombre de veaux mâles (sexage de la semence) dans les zones où ils ne sont pas utilisés pour la production de viande.

L'adoption de meilleures pratiques en matière de reproduction et de santé a été modélisée comme suit dans GLEAM (voir Tableau A):

- Les taux de remplacement et de mortalité ont été alignés sur ceux des systèmes mixtes d'Asie de l'Est.
- Le ratio femelle / mâle des veaux en Inde a été modifié de 50:50 (niveau de référence) à 80:20. L'hypothèse de base est que 50 pour cent des fermes utilisent l'insémination artificielle (d'après NDDDB, 2013); 25 pour cent de ces fermes utilisent le sexage de la semence. Dans ces cas, le ratio femelle/ mâle passe à 80:20. (Rath and Johnson, 2008, DeJarnette *et al.*, 2009; Norman *et al.*, 2010; Borchensen et Peacock, 2009).

dustriels au niveau mondial (4 pour cent). Ces émissions sont négligeables dans les systèmes intermédiaires (environ 1 pour cent). Les émissions des activités de transformation, emballage et transport des produits animaux en aval représentent environ 8 pour cent des émissions dans les deux types de systèmes dans la région.

- **Intensités d'émission plus élevées dans les**

**systèmes intermédiaires que dans les systèmes industriels** Cette différence est due à de plus faibles niveaux de performance des animaux et des troupeaux dans les systèmes intermédiaires. En particulier, l'âge tardif de la première mise à bas (1,25 an dans la région) et du sevrage (40 jours) font que le cheptel de reproduction qui contribue aux émissions

TABLEAU A. Paramètres de GLEAM modifiés pour évaluer le potentiel d'atténuation pour les systèmes mixtes laitiers en Asie du Sud

Paramètres de GLEAM	Niveau de référence	Scénario d'atténuation	Notes
<b>Module Alimentation animale</b>			
Digestibilité moyenne des aliments donnés aux vaches laitières ( <i>pourcentage</i> )	aride: 54,8 (6,4) <sup>1</sup> humide: 53,3 (7,8) <sup>1</sup> tempéré: 5,6 (6,4) <sup>1</sup>	aride: 63,4 humide: 62,7 tempéré: 59,4	Valeur de la digestibilité du 90 <sup>ième</sup> percentile <sup>2</sup> dans chaque zone climatique – voir texte.
<b>Module Troupeau</b>			
Taux de remplacement des vaches laitières ( <i>pourcentage</i> )	21,0	18,0	Aligné sur la valeur moyenne des systèmes mixtes en Asie de l'Est.
Taux de mortalité ( <i>pourcentage</i> )	Veaux femelles: 22,0 Veaux mâles: 52,0 <sup>3</sup> Autres cohortes: 8,0	Veaux femelles: 17,0 Veaux mâles: 47,0 <sup>3</sup> Autres cohortes: 7,0	Aligné sur la valeur moyenne des systèmes mixtes en Asie de l'Est.
Age au premier vêlage ( <i>année</i> )	3,1	2,5 to 2,9	Augmentation de un pour cent de la digestibilité conduit à une diminution de 4 pour cent de l'âge au premier vêlage - voir texte.
Ratio femelle/mâle pour les veaux	50:50	80:20	Technologie de sexage de la semence appliquée à 25 pour cent des vaches en Inde.
<b>Module Système</b>			
Rendement laitier	200 à 1 500 kg	200 à 3 587 kg	Augmentation de 1 pour cent de la digestibilité des aliments conduit à une augmentation des rendements laitiers de 5 pour cent – voir texte.

<sup>1</sup> Digestibilité moyenne et écart type.<sup>2</sup> Valeur de la digestibilité des aliments du bétail pour laquelle on trouve 90 pour cent des pixels.<sup>3</sup> Appliqué seulement à l'Inde.

mais pas à la production est plus important. Les taux de mortalité élevés contribuent également aux «émissions non productives». Une alimentation de moins bonne qualité conduit à un gain moyen quotidien de poids plus faible (0,66 kg/jour) et des cycles de production plus long, accroissant ainsi la part de l'énergie (et donc des émissions) nécessaire à

l'entretien de l'animal par rapport à celle nécessaire à la production.

### Mesures d'atténuation étudiées

En tenant compte des principales sources d'émission des systèmes porcins intermédiaires et industriels, cette étude de cas explore les mesures d'atténuation suivantes:

TABLEAU 12. Estimation du potentiel d'atténuation pour la production de porc dans les systèmes intermédiaires et industriels en Asie de l'Est et du Sud-Est

Système	Intermédiaire		Industriel		Commercial	
	<i>Business as usual</i>	<i>Alternative Policy Scenario</i>	<i>Business as usual</i>	<i>Alternative Policy Scenario</i>	<i>Business as usual</i>	<i>Alternative Policy Scenario</i>
Scénario énergétique						
<b>Potentiel d'atténuation total</b> (Million tonnes CO <sub>2</sub> -e)	32	37	21	33	52	71
	(pourcentage)					
<b>Par rapport au niveau de référence</b>	<b>31,5</b>	<b>37,6</b>	<b>15,5</b>	<b>24,9</b>	<b>27,7</b>	<b>36,0</b>
<b>... dont:</b>						
Réduction de CH <sub>4</sub> des effluents	9,2	9,2	4,2	4,2	6,1	6,1
Énergie produite par le biogaz	2,2	1,9	1,7	1,4	2,3	1,9
Efficacité énergétique	4,9	9,8	9,6	19,3	9,9	19,0
Qualité des aliments & performance des animaux <sup>1</sup>	15,2	16,7	NA	NA	9,4	9,0

<sup>1</sup> seulement pour les systèmes intermédiaires.

NA = Non applicable.

- **Amélioration de la gestion des effluents.** Une plus grande utilisation de la digestion anaérobie contribue à réduire les émissions de CH<sub>4</sub> et à augmenter la production de biogaz qui peut remplacer en partie les combustibles fossiles.
- **Amélioration de l'efficacité énergétique et recours aux énergies à faible intensité carbonique.** Ces technologies permettent de réduire les émissions associées à l'utilisation d'énergie sur l'exploitation, mais aussi lors de la production des aliments du bétail et aux stades de transformations et transport des produits animaux en aval des filières.
- **Amélioration de l'alimentation et de la santé animales et des techniques d'élevage dans les systèmes intermédiaires.** Une meilleure qualité et digestibilité des aliments du bétail conduit à une réduction des émissions des effluents et à des performances améliorées aux niveaux des animaux et des troupeaux à travers des taux de croissance plus élevés. Une meilleure gestion de la santé animale et des techniques d'élevage plus performantes conduisent à une réduction de l'âge à la première mise bas et au sevrage et permettent de faire baisser les taux de mortalité, augmentant ainsi la part des animaux productifs du troupeau.

Le potentiel d'atténuation a été calculé en modifiant les paramètres liés à la gestion des effluents,

l'utilisation d'énergie, la qualité des aliments du bétail et aux performances des animaux dans GLEAM. Pour l'efficacité énergétique, le potentiel a été calculé pour un scénario de référence (*Business As Usual* en anglais ou BAU) et pour un scénario alternatif plus ambitieux (*Alternative Policy Scenario* en anglais ou APS, Note technique 2).

### Estimation du potentiel d'atténuation

Les émissions des systèmes industriels pourraient être réduites de 16 à 25 pour cent, soit 21 à 33 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e avec des améliorations raisonnables de la gestion des effluents, l'adoption de technologies plus efficaces et le recours à des énergies pauvres en carbone (Tableau 12). Les technologies qui améliorent l'efficacité énergétique peuvent potentiellement conduire à une réduction des émissions de 9,6 à 19,3 pour cent. C'est l'intervention la plus efficace pour réduire les émissions dans les systèmes industriels. L'amélioration de la gestion des effluents offre une réduction plus modeste de 4,2 pour cent.

Dans les systèmes intermédiaires, où des mesures portant sur la gestion des troupeaux et l'alimentation animale ont aussi été testées, les émissions pourraient être réduites de 32 à 38 pour cent (32 à 37 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e). Environ la moitié de ce potentiel est dû à l'amélioration de la qualité des aliments et des performances des animaux. La réduction des émissions de CH<sub>4</sub> due

à l'amélioration de la gestion des effluents peut atteindre environ 9,2 pour cent. Cette option est ainsi plus efficace pour les systèmes intermédiaires que pour les systèmes industriels.

Quand la production de biogaz est ajoutée, l'atténuation atteint 5,9 pour cent dans les systèmes industriels et 11,4 pour cent dans les systèmes intermédiaires dans le scénario BAU. L'atténuation est légèrement réduite dans le scénario APS (de 5,6 à 11,1 pour cent). Malgré le taux d'adoption relativement ambitieux, l'atténuation obtenue grâce à la récupération d'énergie est limitée dans cette étude de cas.

### 6.3 PRODUCTION DE VIANDE BOVINE SPÉCIALISÉE EN AMÉRIQUE DU SUD

#### Principales caractéristiques

##### Production

Le secteur viande bovine<sup>25</sup> en Amérique du Sud<sup>26</sup> produit 31 pour cent de la viande de ce secteur au niveau mondial et 17 pour cent de la production de viande bovine des troupeaux spécialisés et des troupeaux laitiers au niveau mondial.

##### Emissions

Le secteur viande bovine spécialisé d'Amérique du Sud émet environ 1 milliard de tonnes de CO<sub>2</sub>e de GES par an, contribuant ainsi à hauteur de 54 pour cent aux émissions de ce secteur au niveau mondial et 15 pour cent des émissions du secteur de l'élevage au niveau mondial.

Les émissions viennent principalement de trois sources: la fermentation entérique (30 pour cent); la production d'aliments du bétail, principalement à travers les effluents déposés dans les pâturages (23 pour cent) et le changement d'utilisation des terres (40 pour cent).

Les intensités d'émission du secteur en Amérique du Sud et du secteur au niveau mondial sont respectivement de 100 kg et 68 kg de CO<sub>2</sub>e/kgéc.

Les principales raisons de ce niveau élevé sont présentées ci-dessous:

- **Changement d'utilisation des terres.** Les intensités élevées du secteur en Amérique du Sud sont principalement dues aux émissions liées au changement d'utilisation des terres. Si ces dernières étaient exclues, l'intensité d'émission moyenne pour le secteur en Amérique du Sud tomberait à 60 kg de CO<sub>2</sub>e/kgéc, soit seulement 9 pour cent de plus que la moyenne mondiale de 55 kg CO<sub>2</sub>e/kgéc. Les émissions dues au changement d'utilisation des terres sont plus élevées dans cette région en raison de la déforestation causée par l'expansion des pâturages.<sup>27</sup>
- **Émissions liées au dépôt d'effluents sur les pâturages:** En excluant les émissions liées au changement d'utilisation des terres, la différence entre les intensités d'émission peut être expliquée par les émissions de N<sub>2</sub>O liées à l'alimentation animale en Amérique du Sud; l'intensité d'émission du N<sub>2</sub>O liées à l'alimentation animale dans le secteur viande bovine spécialisé est plus élevée de 33 pour cent en Amérique du Sud que dans le reste du monde (23 kg CO<sub>2</sub>e/kg vs. 17 kg CO<sub>2</sub>e/kg). L'élevage bovin en Amérique du Sud est principalement basé sur le pâturage extensif, les animaux croissent relativement lentement et les effluents déposés sur les pâturages sont propices à la formation de N<sub>2</sub>O.
- **Importance du cheptel de reproduction:** Comme le cheptel de reproduction est responsable d'une part importante des émissions, mais ne contribue que très peu à la production, ce cheptel contribue beaucoup plus aux émissions entériques de CH<sub>4</sub> que le reste du troupeau. La taille du cheptel de reproduction dans la région est liée à des taux de croissance relativement peu élevés (0,34 et 0,43 kg/jour/animal pour les femelles et les mâles respectivement comparé aux moyennes mondiale de 0,45 et 0,57 kg/jour/animal) et des taux

<sup>25</sup> Troupeaux spécialisés viande, n'inclut pas la viande des troupeaux laitiers.

<sup>26</sup> Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Equateur, Guyane, Paraguay, Pérou, Uruguay et Venezuela.

<sup>27</sup> Voir discussion dans FAO, 2013a.

## NOTE TECHNIQUE

### MODÉLISATION DES MESURES D'ATTÉNUATION POUR LES SYSTÈMES INTENSIFS DE PRODUCTION DE PORCS EN ASIE DE L'EST ET DU SUD EST

#### Amélioration de la gestion des effluents

Conçus pour le traitement des effluents liquides, les digesteurs anaérobies, sont une des techniques les plus prometteuses pour atténuer les émissions de  $\text{CH}_4$  (Safley and Westerman, 1994; Masse *et al.*, 2003a,b). Quand ils sont utilisés correctement, les digesteurs sont aussi une source d'énergie renouvelable sous forme de biogaz ( $\text{CH}_4$ ) à hauteur de 60 à 80 pour cent, selon le substrat et les conditions d'opération (Roos *et al.*, 2004). L'amélioration de la gestion des effluents a été modélisée de la manière suivante dans GLEAM: la quantité d'effluents traités sous forme liquide a été diminuée et la quantité d'effluents traités dans un digesteur a été portée à 60 pour cent (Tableau A). En Thaïlande, ce ratio a été portée de 15 pour cent (niveau de référence) à 70 pour cent. La quantité de biogaz produit par la digestion anaérobie des effluents a été estimée et les émissions de  $\text{CO}_2$  évitées du fait de la substitution aux énergies fossiles ont été calculées (pour les deux scénarios énergétiques).

#### Amélioration de l'efficacité énergétique et recours aux énergies à faible intensité carbonique.

Kimura (2012) s'est penché sur deux scénarios énergétiques dans la région à l'horizon 2035. Le premier scénario – BAU – reflète les objectifs et les plans d'action nationaux actuels; le second scénario – APS – inclut des objectifs et plans d'action plus volontaires et actuellement à l'étude dans chaque pays. Un passage partiel du charbon et du pétrole à des sources d'énergie renouvelable et au nucléaire et l'adoption de technologies de charbon «propres» et de captage et stockage du carbone peuvent réduire les émissions dues à l'énergie de 8 pour cent dans le scénario BAU et de 19 pour cent dans le scénario APS.

Dans la région, environ 85 à 90 pour cent des émissions dues à la consommation d'énergie dans les filières porc ont lieu en dehors de l'exploitation (industries de fabrication des engrais et industries agro-alimentaires, transport des aliments et des produits, etc.). Il a donc été supposé que l'efficacité énergétique atteinte globalement dans l'ensemble des secteurs économiques pouvait s'appliquer à l'élevage (15 et 32 pour cent dans

les scénarios BAU et APS respectivement). L'amélioration de l'efficacité énergétique et de l'intensité d'émission de l'énergie ont été modélisées dans GLEAM en réduisant l'intensité d'émission de l'énergie de 23 pour cent dans le scénario BAU et de 46 pour cent dans le scénario APS, conformément aux données de Kimura (2012).

#### Amélioration de l'alimentation et de la santé animales et des techniques d'élevage dans les systèmes intermédiaires

Augmenter la part des aliments de bonne qualité (par exemple les céréales, les tourteaux, les minéraux et les additifs) dans la ration améliore la digestibilité et la performance des animaux. Cela réduit les émissions dues aux effluents du fait de la réduction de leur teneur en azote et en matière organique par unité de viande produite. Des mesures sanitaires permettent de réduire les taux de mortalité et d'avancer l'âge de la première mise bas et du sevrage. Globalement, cela permet aussi de faire baisser l'intensité d'émission car la production augmente.

L'amélioration de la qualité des aliments a été modélisée de la manière suivante dans GLEAM.

- La valeur de référence de la digestibilité dans les systèmes intermédiaires a été remplacée par la valeur de la digestibilité des 10 pour cent de pixels où la digestibilité est la meilleure dans les systèmes intermédiaires de la région (c.-à-d. valeur du 90<sup>ième</sup> percentile);
- Les paramètres de performance des animaux (gain moyen quotidien, âge au sevrage, âge à la première mise bas et taux de mortalité) ont été alignés sur les valeurs moyennes au niveau national dans GLEAM pour les systèmes intermédiaires et industriels.

L'hypothèse est qu'il est possible d'améliorer la digestibilité en remplaçant partiellement, dans la ration, les produits issus du riz par le maïs (qui est prédominant dans la ration du 90<sup>ième</sup> percentile). En raison de l'intensité d'émission élevée du riz, ce remplacement conduira à la réduction de l'intensité d'émission des aliments. Cependant ce remplacement pourrait aussi avoir l'effet inverse et augmenter l'intensité d'émission des aliments : une demande accrue de maïs pourrait conduire à l'expansion

sion de sa culture et donc à l'augmentation de l'intensité d'émission. Se pencher sur cette question nécessiterait une analyse conséquentielle, en particulier pour prédire les réponses de l'offre et les changements des flux commerciaux engendrés par le changement des pratiques d'alimentation. Les incertitudes liées à ce type d'estimations sont substantielles et ne peuvent être déterminées à

l'échelle mondiale. C'est aussi au-delà du cadre de cette évaluation. Le potentiel d'atténuation a cependant été recalculé avec une intensité d'émission plus élevée: en utilisant une intensité d'émission de 0,9 kg CO<sub>2</sub>e/kg de matière sèche (au lieu de 0,79 kg CO<sub>2</sub>e/kg de matières sèche), le potentiel d'atténuation serait de 24 pour cent sous le scénario BAU et de 30 pour cent dans le scénario APS.

**TABLEAU A. Paramètres de GLEAM modifiés pour évaluer le potentiel d'atténuation dans les systèmes intensifs de production de porc en Asie de l'Est et du Sud-Est**

Paramètres de GLEAM	Niveau de référence	Scénario d'atténuation		Notes
<b>Module Effluents</b>				
Effluents traités dans des digesteurs anaérobies ( <i>pourcentage</i> )	7,0 (15 en Thaïlande)	60		
<b>Module Alimentation animale</b>				
Digestibilité de la ration ( <i>pourcentage</i> )	76,0	78,0		Valeur de la digestibilité des aliments du 90 <sup>ème</sup> percentile des systèmes intermédiaires.
Contenu en N ( <i>g N/kg MS</i> )*	31,8	33,8		
Énergie disponible de la ration ( <i>kJ/kg MS</i> )	18,7	19,8		
Énergie digestible de la ration ( <i>kJ/kg MS</i> )	14,3	14,8		
Énergie métabolisable de la ration ( <i>kg CO<sub>2</sub>e/kg MS</i> )	13,8	14,2		
Intensité d'émission de la ration ( <i>kg CO<sub>2</sub>e/kg MS</i> )	0,89	0,79		
<b>Module troupeau<sup>1</sup></b>				
	<b>Asie de l'Est et du Sud-Est</b>	<b>Asie de l'Est</b>	<b>Asie du Sud-Est</b>	Aligné sur les valeurs moyennes dans GLEAM entre les systèmes intermédiaires et les systèmes industriels au niveau national.
Gain moyen quotidien ( <i>kg/jour/animal</i> )	0,48	0,53	0,58	
Age au sevrage ( <i>jours</i> )	40,0	32,5	37,0	
Age à la première mise bas ( <i>années</i> )	1,25	1,13	1,13	
Taux de mortalité des animaux adultes ( <i>pourcentage</i> )	3,0	4,3	4,3	
Taux de mortalité des porcelets ( <i>pourcentage</i> )	15,0	13,0	13,0	
Taux de mortalité des animaux de remplacement ( <i>pourcentage</i> )	4,0	3,5	3,5	
Taux de mortalité des animaux d'engraissement ( <i>pourcentage</i> )	2,0	3,5	3,5	
<b>Module Systèmes</b>				
Réduction des émissions de l'énergie utilisée pour produire des aliments du bétail ( <i>pourcentage</i> )	NA	BAU - 23	APS - 46	Basé sur Kimura (2012).
<b>Utilisation directe et indirecte d'énergie sur l'exploitation</b>				
Changements de l'intensité d'émission de l'énergie ( <i>pourcentage</i> )		BAU - 23	APS - 46	Basé sur Kimura (2012).
<b>Émissions de l'aval</b>				
Changements de l'intensité d'émission de l'énergie ( <i>pourcentage</i> )	NA	BAU - 23	APS - 46	Basé sur Kimura (2012).

<sup>1</sup> Seulement pour les systèmes intermédiaires.

NA = Non applicable.

\*MS = Matière Sèche.



de fertilité peu élevés (73 pour cent comparé à la moyenne mondiale de 79 pour cent). Ces faibles taux de croissance contribuent à retarder l'âge au premier vêlage (les génisses atteignent leur maturité plus tard) et retardent le moment où les animaux atteignent leur poids d'abattage. Les taux de mortalité et la digestibilité moyenne de la ration en Amérique du Sud sont similaires aux moyennes mondiales.

### Mesures d'atténuation étudiées

Cette étude de cas explore le potentiel d'atténuation des mesures suivantes:

- **Amélioration de la qualité des pâturages:** Le semis de variétés herbagères améliorées associé à une meilleure gestion des pâturages peuvent conduire à une amélioration de la digestibilité et de la qualité nutritive des fourrages. Cela favorise une croissance plus rapide des animaux et un âge plus précoce au premier vêlage. Une meilleure nutrition peut aussi conduire à une augmentation des taux de fertilité des vaches et à une réduction des taux de mortalité des veaux et des animaux adultes, améliorant ainsi la performance des animaux et des troupeaux (FAO, 2013c).
- **Amélioration de la santé animale et des techniques d'élevage.** Les mesures sanitaires de prévention comme les vaccins pour contrôler les maladies et les mesures pour réduire le stress (ombre et eau) contribuent à la réduction des taux de mortalité et à l'augmentation des taux de croissance et de fertilité, améliorant ainsi la performance des animaux et du troupeau.
- **Intensification du pâturage** (pour la séquestration du carbone dans le sol). L'impact d'une meilleure gestion du pâturage (par une optimisation entre croissance/disponibilité de l'herbe et taux de chargement) sur la production de fourrage et la séquestration du carbone du sol est aussi évalué.

Le potentiel d'atténuation des deux premières options a été calculé en modifiant les paramètres de GLEAM liés à la qualité des aliments et à la performance de l'animal (taux de croissance, âge

au premier vêlage, taux de fertilité, taux de mortalité). La troisième option a été évaluée en utilisant le modèle Century. Le potentiel d'atténuation a été calculé pour deux scénarios: un avec des hypothèses modestes concernant l'efficacité de ces options et l'autre avec des hypothèses plus optimistes (Note technique 3).

### Estimation du potentiel d'atténuation

Les émissions peuvent être réduites de 18 à 29 pour cent soit de 190 à 310 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e (Tableau 13) grâce à l'amélioration de la qualité du fourrage, de la santé animale et des pratiques d'élevage et à la séquestration du carbone.

Dans chaque zone climatique, la réduction des taux de mortalité est l'option qui conduit à la plus forte réduction des émissions. La qualité du fourrage et la fertilité engendrent une réduction des émissions similaires et la séquestration du carbone a un impact plus modéré mais néanmoins important notamment dans la zone tempérée. La séquestration annuelle du carbone du sol sur environ 80 millions d'hectares est estimée à 11 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e par an. En comparaison, le gouvernement du Brésil s'est engagé à un objectif de séquestration de 83 à 104 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e grâce à la restauration de 15 millions d'hectares de pâturages dégradés, entre 2010 et 2020, dans son programme Agriculture Pauvre en Carbone (ABC)<sup>28</sup>, ce qui se traduit par une séquestration annuelle de 8,3 à 10,4 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e. C'est équivalent aux estimations de cette étude mais le programme ABC couvre une zone plus petite et se concentre sur la restauration des prairies dégradées alors que cette évaluation est basée sur l'optimisation de la charge de pâturage dans toutes les prairies. Les taux de séquestration par hectare du programme ABC sont plus élevés mais sont en ligne avec la littérature existante sur la séquestration du carbone par restauration de pâturages dégradés (Conant et Paustian, 2002).

La combinaison des mesures d'atténuation conduit à une réduction de 25 pour cent du

<sup>28</sup> <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/recuperacao-areas-degradadas>

**TABLEAU 13.** Estimation du potentiel d'atténuation pour la production de viande bovine spécialisée en Amérique latine

	Tempérée	Humide	Aride	Total
<b>Potentiel total d'atténuation</b> (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)	9,2 à 13	156 à 255	24 à 42	190 à 310
	(pourcentage)			
<b>Par rapport au niveau de référence</b>	<b>39,4 à 57,5</b>	<b>17,5 à 28,4</b>	<b>16,3 à 28,9</b>	<b>17,7 à 28,8</b>
<b>... dont:</b>				
Amélioration de la qualité de l'alimentation	4,4 à 10	3,6 à 8,9	3,5 à 8,9	3,6 à 9
Amélioration de la fertilité	7,5 à 12	3,7 à 5,7	3,2 à 5,4	3,7 à 5,8
Réduction de la mortalité	20 à 28	9,4 à 13	8 à 13	9,4 à 13
Séquestration du carbone	7,5	0,8	1,6	1

nombre d'animaux (dans le scénario le plus optimiste). Cette réduction est due en grande partie à la réduction du cheptel de reproduction qui diminue de 36 pour cent. L'effet combiné de l'augmentation des taux de croissance et de fertilité réduit le nombre de femelles de remplacement de 44 pour cent. Avec un troupeau plus productif, moins de génisses de remplacement et de femelles adultes sont nécessaires. En conséquence, le pourcentage de femelles d'engraissement abattues augmente de 49 (niveau de référence) à 65 pour cent.

## 6.4 FILIÈRES PETITS RUMINANTS EN AFRIQUE DE L'OUEST

### Principales caractéristiques

#### Production

Le secteur des petits ruminants d'Afrique de l'Ouest<sup>29</sup> a produit 642 milliers de tonnes de viande<sup>30</sup> en 2005, soit l'équivalent de 53 pour cent du total de la viande de ruminant produite en Afrique de l'Ouest. Le secteur a aussi fourni 728 milliers de tonnes de lait (standardisé, c'est-à-dire corrigé du contenu en matières grasses et protéines) – environ un tiers du lait produit dans la région.

En raison de leur robustesse, les petits ruminants sont adaptés à la région et sont une source de

nourriture et de revenu essentielle et à risques plus limités pour les ménages vulnérables (Kamuanga *et al.*, 2008). Dans la région, 40 à 78 pour cent du revenu des habitants des zones rurales vient de l'agriculture (Reardon, 1997).

#### Emissions

L'intensité d'émission de la viande des petits ruminants en Afrique de l'Ouest est de 36 kg CO<sub>2</sub>e/kgéc. Elle est 55 pour cent plus élevée de que la moyenne mondiale à 23 kg CO<sub>2</sub>e/kgéc. L'intensité d'émission de la production de lait des petits ruminants en Afrique de l'Ouest est de 8,2 kg de CO<sub>2</sub>e/kg de lait standardisé, 30 pour cent de plus que la moyenne mondiale à 6,8 kg de CO<sub>2</sub>e/kg de lait standardisé. Ces niveaux élevés d'intensité d'émission peuvent être expliqués par la faible productivité au niveau des troupeaux due à une mauvaise nutrition et santé animale:

- **Mauvaise qualité des aliments (mauvaise digestibilité).** La moyenne de digestibilité de la ration des petits ruminants d'Afrique de l'Ouest est de 55 pour cent comparée à la moyenne mondiale de 59 pour cent. Une mauvaise digestibilité conduit à des émissions entériques de CH<sub>4</sub> plus importantes. L'intensité d'émission entérique de la production de viande des petits ruminants d'Afrique de l'Ouest est de 25 kg de CO<sub>2</sub>e/kgéc comparée à la moyenne mondiale de 13 kg de CO<sub>2</sub>e/kgéc.

<sup>29</sup> Bénin, Burkina Faso, Cap Vert, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée-Bissau, Libéria, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, Sainte Hélène, Ascension et Tristan da Cunha, Sénégal, Sierra Leone et Togo.

<sup>30</sup> Exprimé en terme de poids de carcasse.

## NOTE TECHNIQUE

### MODÉLISATION DES OPTIONS D'ATTÉNUATION POUR LA PRODUCTION DE VIANDE BOVINE SPECIALISÉE EN AMÉRIQUE DU SUD SOUTH AMERICA

#### Amélioration de la qualité des pâturages (digestibilité, taux de croissance et âge au premier vêlage)

La digestibilité des fourrages peut être améliorée grâce à des pratiques qui réduisent la concentration en membranes cellulaires (Jung et Allen, 1995), en particulier le semis de variétés de meilleure qualité et une meilleure gestion des pâturages (FAO, 2013c; Alcock et Hegarty, 2006; Wilson et Minson, 1980). Selon Thornton et Herrero (2010), le remplacement des prairies naturelles du Cerrado par la *Brachiaria decumbens* qui est plus digestible pourrait conduire à une augmentation de 170 pour cent du gain moeyn quotidien des bovins.

Ces améliorations de la qualité du fourrage ont été modélisées de la façon suivante dans GLEAM:

- Il a été supposé que la digestibilité de la ration augmente entre un et trois pour cent.
- Les taux de croissance ont été calculés en supposant que toute augmentation de un pour cent de la digestibilité de la ration conduit à une augmentation de quatre pour cent de la moyenne annuelle du taux de croissance des animaux (Keady *et al.*, 2012; Steen, 1987; Manninen *et al.*, 2011; Scollan *et al.*, 2001; Bertelsen *et al.*, 1993).

#### Amélioration de la santé animale et des techniques d'élevage (taux de fertilité et de mortalité)

Dans les pays en développement, une nutrition inadéquate est le premier facteur qui limite la fertilité des ruminants (FAO, 2013c); ainsi les améliorations de la qualité des aliments, mentionnées précédemment, permettront des gains de fertilité. En plus de l'aspect nutritionnel, la réduction du stress (en améliorant l'accès à l'ombre et à l'eau) et des mesures sanitaires préventives comme les vaccins pour réduire les taux d'infection jouent aussi un rôle dans la réduction des taux de mortalité et l'augmentation des taux de fertilité. L'effet combiné des améliorations de la digestibilité des aliments, de la santé et des techniques d'élevage

a été modélisé en ajustant les paramètres suivants concernant les performances des animaux et des troupeaux dans GLEAM:

- Les taux de fertilité des femelles adultes ont été augmentés: les taux moyens compris entre 69 et 74 sont passés à des taux compris entre 85 et 90 pour cent. La limite haute pour chaque zone climatique a été fixée après une discussion avec un expert régional en production animale (Diaz, 2013).
- Différents taux de mortalité ont été utilisés. Les limites hautes des taux de mortalité améliorés présentés dans le tableau A sont basées sur les meilleures moyennes nationales recensées dans GLEAM pour la région Amérique latine et Caraïbes. Les limites basses des taux sont la moyenne entre les meilleurs taux et les taux de référence. Ils représentent ce qui peut être atteint sur la base d'hypothèses conservatrices quant à l'efficacité des options d'atténuation.

#### Amélioration de la gestion du pâturage (séquestration du carbone dans le sol)

Les estimations de la séquestration du carbone dans le sol sont tirées d'une étude de la FAO (Voir chapitre 2 et annexe) qui utilise le modèle Century pour estimer le potentiel de séquestration du carbone dans les pâturages au niveau mondial. Les taux de séquestration par hectare pour le secteur dans les pâturages d'Amérique du Sud sont tirés de cette évaluation (Tableau A).

L'approche utilisée dans l'évaluation Century est d'ajuster les taux de chargement à la hausse ou à la baisse pour les adapter au potentiel de production fourragère des pâturages. La hausse de la production fourragère consécutive à cet ajustement permet de rendre plus de matière organique au sol et la quantité de carbone organique stocké dans le sol augmente (Conant *et al.*, 2001). Plus de détails sont fournis dans l'annexe de ce rapport.

**TABLEAU A. Paramètres de GLEAM modifiés pour évaluer le potentiel d'atténuation pour la production de viande bovine spécialisée en Amérique du Sud**

Paramètres de GLEAM	Niveau de référence	Scénario d'atténuation	Notes
<b>Module Alimentation animale</b>			
Qualité de la ration	<i>(pourcentage)</i>		
Digestibilité – tempéré	57,0	58,0 to 60,0	1 à 3 pour cent d'augmentation supposé dans chaque ZAE. Voir la description des mesures dans le texte.
Digestibilité – humide	63,0	64,0 to 66,0	
Digestibilité – aride	63,0	64,0 to 66,0	
<b>Module troupeau</b>			
Performance de l'animal – liée à la qualité de la ration			
Gain moyen quotidien	<i>(kg/jour/animal)</i>		
Femelle – tempéré	0,31	0,32 to 0,35	
Male – tempéré	0,40	0,42 to 0,45	
Femelle – humide	0,33	0,34 to 0,37	
Male – humide	0,42	0,44 to 0,47	
Femelle – aride	0,38	0,39 to 0,42	
Male – aride	0,48	0,50 to 0,54	
Âge au premier vêlage	<i>(années)</i>		
Temperate	3,5	3,3 to 3,0	
Humid	3,4	3,2 to 2,9	
Arid	3,1	3,0 to 2,7	
Performances des animaux- fertilité & mortalité			
	<i>(pourcentage)</i>		
Taux de fertilité femelles adultes – tempéré	69,0	80,0 to 90,0	Maximum à dire d'expert (Diaz, 2013). Limite basse correspondant au point médian entre le maximum et le taux observé.
Taux de fertilité femelles adultes – humide	73,0	79,0 to 85,0	
Taux de fertilité femelles adultes – aride	74,0	79,0 to 85,0	
Taux de mortalité autres adultes – tempéré	19,0	13,0 to 8,0	Minimum basé sur la meilleure moyenne nationale en Amérique centrale. Limite haute correspondant au point médian entre le maximum et le taux observé.
Taux de mortalité autres adultes – humide	15,0	11,0 to 8,0	
Taux de mortalité autres adultes – aride	14,0	11,0 to 8,0	
Taux de mortalité veaux – tempéré	9,0	6,0 to 2,0	Minimum basé sur la meilleure moyenne nationale en Amérique centrale. Limite haute correspondant au point médian entre le maximum et le taux observé.
Taux de mortalité veaux – humide	6,0	4,0 to 2,0	
Taux de mortalité veaux – aride	5,0	4,0 to 2,0	
<b>Séquestration du carbone des sols</b>			
	<i>(tonnes CO<sub>2</sub>-eq /hectare/an)<sup>1</sup></i>		
Tempéré	0,00	0,04	Résultats du modèle Century. Taux appliqués à 5,3, 73,1 et 71,4 millions d'hectares respectivement pour les ZAE tempérée, humide et aride.
Humide	0,00	0,12	
Aride	0,00	0,08	

<sup>1</sup> Pas dans GLEAM. Voir Chapitre 2.

- **Mauvaise santé animale.** La combinaison d'une mauvaise santé animale et d'une alimentation médiocre conduit à une faible productivité des troupeaux en raison de leur impact négatif sur la croissance, la fertilité et les taux de mortalité: le taux de croissance des animaux femelles et mâles sont 0,04 et 0,05 kg/animal/jour respectivement en Afrique de l'Ouest, comparé aux taux moyens mondiaux de 0,07 et 0,09 kg/animal/jour respectivement; le taux de fertilité en Afrique de l'Ouest est de 82,6 pour cent comparé à la moyenne mondiale de 84,3 pour cent; et les taux de mortalité pour les adultes et les jeunes animaux sont de 9,5 et 26 pour cent respectivement en Afrique de l'Ouest, comparé avec les taux moyens mondiaux de 8,8 et 20,6 pour cent respectivement. La combinaison de taux de croissance et de fertilité moins élevés et des taux de mortalité plus élevés font augmenter la taille du cheptel de reproduction.

### Mesures d'atténuation étudiées

L'étude de cas explore les mesures d'atténuation qui s'attaquent aux causes principales de la faible productivité des animaux et des troupeaux:

- **Amélioration de la qualité des fourrages:** La digestibilité des aliments peut être améliorée grâce au traitement des résidus des cultures disponibles localement (par exemple le traitement de la paille avec de l'urée) et par l'apport de fourrages verts de meilleure qualité comme les légumineuses arborées fourragères polyvalentes, quand elles sont disponibles. Une meilleure digestibilité conduit à une meilleure performance des animaux et des troupeaux.
- **Amélioration de la santé animale et des techniques d'élevage et de sélection.** Des mesures sanitaires préventives comme la vaccination pour contrôler les maladies, la réduction du stress (en fournissant de l'ombre et de l'eau) et des stratégies de sélection nécessitant peu d'intrants contribuent à réduire les taux de mortalité et à faire augmenter les taux de

fertilité, améliorant ainsi les performances au niveau de l'animal et du troupeau.

- **Amélioration de la gestion du pâturage (séquestration du carbone dans le sol).** Une meilleure gestion du pâturage (mobilité accrue et gestion des périodes de pâture et de repos) peut avoir un impact positif sur la production de fourrage et la séquestration du carbone dans les sols.

Le potentiel d'atténuation des deux premières options a été calculé en modifiant les paramètres de GLEAM liés à la qualité des aliments et des performances des animaux (taux de croissance, rendements laitiers, âge au premier vêlage, taux de fertilité et taux de mortalité). La troisième option a été évaluée en utilisant le modèle Century. Comme dans la troisième étude de cas, le potentiel a été calculé pour deux scénarios: un sur la base d'une hypothèse modeste et un autre sur la base d'une hypothèse plus optimiste sur l'efficacité de l'option d'atténuation (voir la note technique 4).

### Estimation du potentiel d'atténuation

Les émissions peuvent être potentiellement réduites de 27 à 41 pour cent, soit de 7,7 à 12 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e grâce à des améliorations raisonnables de la digestibilité des aliments, de la santé animale et des techniques d'élevage et de sélection (Tableau 14). Le potentiel d'atténuation est plus élevé pour les ovins que pour les caprins car les ovins présentent des écarts de fertilité et de mortalité plus importants, et donc plus de marge de manœuvre pour améliorer les performances des animaux et des troupeaux.

C'est la réduction des taux de mortalité qui contribue le plus à l'atténuation dans le cas des ovins alors que l'amélioration des aliments est plus efficace pour les caprins.

La séquestration du carbone dans les sols est la troisième mesure la plus importante pour l'atténuation dans le secteur des petits ruminants (en comparant avec les hypothèses hautes des autres mesures), compensant presque 10 pour cent du total de ses émissions.

TABLEAU 14. Estimation du potentiel d'atténuation pour les petits ruminants en Afrique de l'Ouest

	Ovins	Caprins	Total
<b>Potentiel total d'atténuation</b> (Million de tonnes CO <sub>2</sub> e)	<b>4,7 à 7,1</b>	<b>3 à 4,9</b>	<b>7,7 à 12</b>
	(pourcentage)		
<b>Par rapport au niveau de référence</b>	<b>32,7 à 48,7</b>	<b>20,7 à 33,1</b>	<b>26,6 à 41,3</b>
<b>... dont:</b>			
Amélioration de la qualité de l'alimentation	4,7 à 12	5,4 à 13	5 à 13
Amélioration de la fertilité	6 à 6,7	1,9 à 2,5	4 à 4,6
Réduction de la mortalité	11 à 19	5 à 9,2	7,9 à 14
Séquestration du carbone	11	8,4	9,7

Comme pour tous les ruminants, le maintien d'un cheptel de remplacement non-productif important nécessite plus de ressources et génère des émissions substantielles. Selon les estimations, l'effet combiné des interventions d'atténuation réduit le stock d'animaux nécessaire pour maintenir le niveau de production d'un tiers pour les ovins et d'un cinquième pour les caprins.

## 6.5 PRODUCTION DE LAIT DE VACHE DANS LES PAYS DE L'OCDE

### Principales caractéristiques

#### Production

Alors que les pays de l'OCDE<sup>31</sup> ne comptent que 20 pour cent des effectifs mondiaux de vaches laitières, ils produisent 73 pour cent du lait. Dans ces pays, les systèmes mixtes dominent, représentant 84 pour cent de la production de lait. Au sein de l'OCDE, l'Union européenne et les États-Unis représentent respectivement 37 pour cent et 22 pour cent de la production. Tirée par la croissance de la demande domestique et mondiale en produits laitiers, la production augmente en Amérique du Nord et en Océanie depuis les années 80 mais est restée stable dans l'Union européenne en raison de la politique des quotas en place depuis cette époque.

Les systèmes laitiers mixtes sont différents d'un pays à l'autre au sein de l'OCDE, mais la plupart ont en commun des niveaux de productivité éle-

vés et la capacité d'adopter de nouvelles pratiques d'atténuation. En raison de ces similarités, l'évaluation de cette étude de cas a porté sur l'ensemble des pays même si certains résultats sont présentés individuellement pour certains pays ou certaines régions de ce groupe.

#### Emissions

L'intensité d'émission moyenne de la production laitière des systèmes mixtes de l'OCDE est plus basse que la moyenne mondiale (1,7 et 2,9 kg de CO<sub>2</sub>e/kg lait<sup>32</sup> respectivement). Cependant, ils émettent 391 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e, soit 28 pour cent des émissions de la production laitière au niveau mondial et 6 pour cent des émissions du secteur de l'élevage au niveau mondial. Les principales sources d'émissions sont les suivantes:

- **Fermentation entérique.** Sous la forme de CH<sub>4</sub>, il s'agit de la principale source d'émissions qui représente environ 30 pour cent des émissions totales des systèmes mixtes laitiers en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord, 42 pour cent en Europe de l'Est et 38 pour cent en Océanie. Le principal moteur de ces émissions est la digestibilité des aliments qui est déjà relativement élevée dans les pays de l'OCDE: 72, 77 et 73 pour cent respectivement en Amérique du Nord, Europe de l'Ouest et Océanie comparé à la moyenne mondiale de 60 pour cent.
- **Effluents.** Les émissions des effluents sont particulièrement élevées dans les systèmes de production où le bétail est confiné et les

<sup>31</sup> Autriche, Belgique, République Tchèque, Danemark, Estonie, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays Bas, Pologne, Portugal, Slovaquie, Espagne, Suède, Royaume Uni, Suisse, Norvège, Islande, Chili, Mexique, Israël, Turquie, Japon, République de Corée, Australie, Nouvelle Zélande, Canada, États Unis.

<sup>32</sup> Lait standardisé

## 4 NOTE TECHNIQUE

### MODÉLISATION DES MESURES D'ATTÉNUATION POUR LES PETITS RUMINANTS EN AFRIQUE DE L'OUEST

#### Amélioration de la qualité des fourrages (digestibilité, taux de croissance et rendements laitiers)

Le traitement des résidus de cultures disponibles localement et l'ajout à la ration de fourrage vert de meilleure qualité comme les légumineuses arborées fourragères polyvalentes, quand elles sont disponibles, conduit à une meilleure digestibilité des aliments (voir par exemple Mohammad Saleem, 1998; Mekoya *et al.*, 2008; Oosting *et al.*, 2011). Le traitement à l'urée est une option viable pour améliorer la digestibilité et la valeur nutritionnelle des résidus des cultures comme la paille qui représente une grande partie de la ration des petits ruminants (39 pour cent). Cette approche peut augmenter la digestibilité des résidus des cultures d'environ 10 pour cent (Walli, 2011).

L'amélioration de la qualité des fourrages a été modélisée de la façon suivante dans GLEAM:

- La digestibilité a été augmentée de 1 à 3 pour cent.
- Les taux de croissance ont été recalculés en supposant qu'une augmentation de un pour cent de la digestibilité conduit à une augmentation de 4 pour cent du taux de croissance moyen annuel des animaux (Keady *et al.*, 2012; Steen, 1987; Manninen *et al.*, 2011; Scollan *et al.*, 2001; Bertelsen *et al.*, 1993).
- Il a été supposé qu'une augmentation de un pour cent de la digestibilité pourrait stimuler une augmentation des rendements laitiers de 4,5 pour cent (Keady *et al.*, 2012; Manninen *et al.*, 2011; Scollan *et al.*, 2001; Bertelsen *et al.*, 1993).

#### Amélioration de la santé animale et des techniques d'élevage et de sélection (taux de fertilité et de mortalité)

Dans les pays en développement, le premier facteur qui limite la fertilité des ruminants est une nutrition inadéquate (FAO, 2013c); ainsi les améliorations mentionnées précédemment en matière de qualité des aliments permettraient d'améliorer la fertilité. Des stratégies de sélection qui nécessitent peu d'intrants comme la limitation de la consanguinité (Zi, 2003; Berman *et al.*, 2011)

et une sélection des taureaux de reproduction parmi les animaux les plus fertiles (FAO, 2013c) sont considérées des options de long terme. La santé des animaux est affectée par de nombreux aspects du système de production : en plus de la nutrition, la réduction du stress (en améliorant l'accès à l'ombre et à l'eau) et des mesures sanitaires préventives comme la vaccination pour réduire les taux d'infection sont considérées comme pouvant jouer un rôle dans la réduction des taux de mortalité et l'augmentation des taux de fertilité.

L'effet combiné des améliorations de la digestibilité des aliments, de la santé et de la reproduction animale a été illustré par les changements suivants concernant les paramètres de performances des animaux et des troupeaux dans GLEAM. Les taux de fertilité et de mortalité des agneaux /chevreaux et des animaux matures ont été ajustés de la façon suivante: la limite haute des taux de mortalité (tableau A) est basée sur les taux moyens les plus élevés observés dans les pays d'Afrique du Nord dans GLEAM pour les ovins et caprins, alors que la limite haute pour le taux de mortalité est basée sur les taux moyens les plus élevés observés en Afrique de l'Ouest et en Asie de l'Ouest pour les ovins et les caprins dans GLEAM. Pour tous les cas, les limites basses correspondent à la moyenne entre les taux les plus élevés et les taux de référence. Ils représentent ce qui peut être obtenu dans le cas d'un scénario conservateur de l'efficacité des options d'atténuation.

#### Amélioration de la gestion du pâturage (séquestration du carbone du sol)

Les estimations de la séquestration du carbone du sol dans les pâturages sont tirées d'une étude de la FAO (Voir chapitre 2 et l'annexe) qui utilise le modèle Century pour estimer le potentiel de séquestration du carbone dans les pâturages au niveau mondial. Les taux de séquestration par hectare des terres de pâturage en Afrique de l'Ouest sont extraits de cette évaluation (Tableau A).

L'approche utilisée dans l'évaluation Century est d'ajuster les charges de pâturage à la hausse ou à la

baisse pour mieux les ajuster aux ressources fourragères disponibles et ainsi améliorer la production de fourrage. Avec plus de fourrage, plus de matière orga-

nique retourne dans les sols et la quantité de carbone organique stocké dans le sol augmente (Conant *et al.*, 2001). L'annexe contient plus de détails.

**TABLEAU A. Paramètres de GLEAM modifiés pour évaluer le potentiel d'atténuation pour le secteur des petits ruminants en Afrique de l'Ouest**

Paramètres de GLEAM	Niveau de référence	Scénario d'atténuation	Notes
<b>Module alimentation animale</b>			
Qualité des aliments	<i>(pourcentage)</i>		
Digestibilité des aliments (ovins)	54,0	55 à 57	Augmentation de 1 à 3 % dans chaque AEZ. Voir description dans le texte.
Digestibilité des aliments (caprins)	54,0	55 à 57	
<b>Module troupeaux</b>			
Performance au niveau de l'animal – liée à la qualité des aliments			
Gain moyen quotidien	<i>(kg/jour/animal)</i>		
Ovins (femelles)	0,054	0,057 à 0,062	Taux de croissance liée à la digestibilité (littérature). Voir description dans le texte.
Ovins (mâles)	0,073	0,077 à 0,083	
Caprins (femelles)	0,033	0,034 à 0,043	
Caprins (mâles)	0,038	0,040 à 0,043	
Rendement laitier	<i>(kg/jour/femelle adulte)</i>		
Ovins	0,085	0,089 à 0,096	
Caprins	0,135	0,141 à 0,153	
Age à la première mise bas	<i>(années)</i>		
Ovins	1,42	1,35 à 1,23	
Caprins	1,90	1,81 à 1,64	
Performances - fertilité & mortalité			
	<i>(pourcentage)</i>		
Taux de fertilité femelles adultes (ovins)	78,0	83,0 à 88,0	Valeur maximale basée sur la moyenne la plus élevée des pays d'Afrique du Nord. Limite basse à mi-chemin entre le maximum et la valeur observée.
Taux de fertilité femelles adultes (caprins)	88,0	90,0 à 92,0	
Taux de mortalité des adultes (ovins)	13,0	10,0 à 8,0	Valeurs minimales pour les ovins et caprins basées sur la moyenne la plus basse des pays d'Afrique de l'Ouest et d'Asie de l'Ouest respectivement. Limites hautes à mi-chemin entre le maximum et les valeurs observées.
Taux de mortalité des adultes (caprins)	7,0	5,0 à 4,0	
Taux de mortalité des agneaux	33,0	23,0 à 13,0	
Taux de mortalité des chevreaux	21,0	18,0 à 16,0	
<b>Séquestration du carbone du sol<sup>1</sup></b>			
	<i>(tonnes CO<sub>2</sub>e/hectares/année)</i>		
	0,00	0,17	Données de l'analyse de la modélisation Century. Taux appliqués à 16,4 millions d'hectares.

<sup>1</sup> Pas dans GLEAM, cf. Chapitre 2.



effluents gérés sous forme liquide (par ex., le lisier accumulé dans des lagunes) comme en Amérique du Nord où ces émissions représentent 17 pour cent du total. La moyenne mondiale pour les systèmes mixtes est de 4 pour cent. Les émissions sont moins élevées en Europe et en Océanie où les effluents ne sont pas stockés dans des lagunes mais des fosses, gérés sous forme solide ou déposés sur les pâturages.

- **Emissions liées à l'utilisation d'énergie lors de la production d'aliments du bétail et lors des activités sur l'exploitation et en aval.** Les émissions dues à l'utilisation d'énergie dans les systèmes mixtes pendant la production d'aliments du bétail (opérations dans les champs, transport et transformation et production d'engrais) représentent environ 15 pour cent des émissions totales de la production de lait d'Amérique du Nord, d'Europe de l'Est et de l'Ouest. Elles ne représentent que 4 pour cent en Océanie. Les émissions liées à l'utilisation d'énergie dans les exploitations mixtes<sup>33</sup> sont élevées dans les pays de l'OCDE (environ 4 pour cent contre une moyenne mondiale de 2 pour cent pour les systèmes mixtes) en raison du niveau élevé de mécanisation. Les émissions en aval de la filière (transformation du lait et transport) représentent aussi une part plus importante des émissions dans les pays de l'OCDE où la transformation des produits laitiers est très développée: 15 pour cent en Amérique du Nord et en Océanie, 11 pour cent en Europe de l'Ouest comparé à la moyenne mondiale de 6 pour cent pour les systèmes mixtes.

### Mesures d'atténuation étudiées

En tenant compte des principales sources d'émissions des systèmes laitiers mixtes en OCDE, cette étude de cas explore le potentiel d'atténuation des mesures suivantes:

- **Apport de lipides alimentaires.** L'utilisation d'huile de lin ou de graines de coton dans les rations des vaches laitières permet de réduire la fermentation entérique.
- **Amélioration de la gestion des effluents.** Un plus grand recours à la digestion anaérobie conduit à une réduction des émissions de CH<sub>4</sub> et génère du biogaz qui peut se substituer à d'autres formes d'énergie.
- **Amélioration de l'efficacité énergétique et recours aux énergies à faible intensité carbonique.** Ces technologies permettent de réduire les émissions associées à l'utilisation d'énergie sur l'exploitation, mais aussi lors de la production des aliments du bétail et aux stades de transformations et transport des produits animaux en aval des filières.

Le potentiel d'atténuation a été calculé en modifiant les paramètres liés à la gestion des effluents, à l'utilisation d'énergie, à la qualité des aliments du bétail et aux performances des animaux dans GLEAM. Le potentiel d'atténuation de l'utilisation des lipides alimentaires a été calculé sur la base d'hypothèses modestes et ambitieuses concernant son efficacité (Note technique 5).

### Estimation du potentiel d'atténuation

Avec des améliorations raisonnables dans la gestion des effluents, l'utilisation d'énergie, la qualité des aliments et les performances des animaux, les émissions pourraient être réduites de 14 à 17 pour cent par rapport au niveau de référence, ce qui représenterait 4 à 5 pour cent des émissions mondiales du secteur laitier, soit une réduction de 54 à 66 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e (Tableau 15).

Le potentiel d'atténuation varie de 11 à 14 pour cent en Europe de l'Ouest et de 11 à 17 pour cent en Australie et Nouvelle-Zélande. Il est plus élevé en Amérique du Nord (25 à 28 pour cent) en raison du potentiel plus important du remplacement des lagunes par des digesteurs anaérobie. En Europe de l'Ouest et pour l'OCDE dans son ensemble, c'est l'efficacité énergétique qui contribue le plus à la réduction des émissions (environ 5 pour cent).

<sup>33</sup> L'énergie utilisée sur l'exploitation et pour la construction des bâtiments et équipements.

**TABLEAU 15.** Estimation du potentiel d'atténuation pour la production laitière des systèmes mixtes dans les pays de l'OCDE

	Pays OCDE en Amérique du Nord	Pays OCDE en Europe de l'Ouest	Pays OCDE en Océanie	Tous les pays OCDE
<b>Potentiel total d'atténuation</b> (Million tonnes CO <sub>2</sub> e)	25 à 28	21 à 26	2 à 4	54 à 66
	(pourcentage)			
<b>Par rapport au niveau de référence</b>	<b>24,8 à 27,7</b>	<b>11,2 à 13,6</b>	<b>11,2 à 17,4</b>	<b>13,8 à 16,8</b>
<b>... dont:</b>				
Supplémentation en lipides	1,5 à 4,4	1,2 à 3,6	3,1 à 9,3	1,5 à 4,5
Gestion des effluents	12,7	2,8	3,2	4,9
Production de biogaz	4,4	2,4	0,7	2,4
Efficience énergétique	6,2	4,8	4,2	5,0

En Amérique du Nord, une utilisation plus répandue des digesteurs anaérobie – option qui a le potentiel d'atténuation le plus élevé – pourrait conduire à une réduction des émissions de 12,7 pour cent.

En Océanie, l'atténuation vient principalement de l'utilisation des lipides alimentaires (potentiel de réduction de 3 à 9 pour cent) car les émissions entériques sont plus importantes dans cette région. L'utilisation des lipides alimentaires a un impact moindre en Amérique du Nord et en Europe de l'Ouest (1 à 4 pour cent) mais en termes absolus, ce potentiel n'est pas négligeable: 1,5 à 4,4 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e en Amérique du Nord et 2,3 à 6,8 millions de tonnes en Europe de l'Ouest.

La production de biogaz contribue à réduire les émissions venant de l'énergie en remplaçant partiellement les carburants fossiles. Son potentiel d'atténuation varie de 1 pour cent en Australie et Nouvelle-Zélande où le stockage des effluents sous forme liquide est peu fréquent à 4 pour cent en Amérique du Nord. L'effet agrégé de la réduction des émissions de CH<sub>4</sub> et la substitution de l'énergie va de 3,9 pour cent en Océanie à 17,1 pour cent en Amérique du Nord<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> Ces estimations sont cohérentes avec les initiatives volontaires prises par le secteur laitier. Le centre d'innovation pour le secteur laitier des Etats-Unis a annoncé que un objectif de réduction des émissions de 25 pour cent entre 2009 et 2020 (Centre d'innovation du secteur laitier des

## 6.6 POTENTIEL DE GAINS DE PRODUCTIVITÉ

De nombreuses options d'atténuation peuvent entraîner simultanément une réduction des intensités d'émission et une augmentation de la production. C'est particulièrement le cas des pratiques d'amélioration de l'alimentation, de la santé animale et des techniques d'élevage.

### Pourquoi modéliser les mesures d'atténuation à niveau de production constant?

Les volumes de production n'ont pas été modifiés dans GLEAM lors du calcul de l'atténuation dans les divers scénarios pour diverses raisons. Tout d'abord, cela permet de comparer clairement les effets d'atténuation entre les systèmes et les pratiques. Deuxièmement, GLEAM est un modèle biophysique statique qui n'inclut pas les relations entre l'offre et la demande en produits de l'élevage et toute augmentation de la production liée aux pratiques d'atténuation évaluées seraient nécessairement arbitraires. La raison principale est que toute augmentation de l'offre en produits de l'élevage ferait baisser leur prix et entrainerait à terme une réduction de l'offre

Etats-Unis, 2008). En Europe de l'Ouest, la *Feuille de route du secteur laitier* (2008) préparée par le Forum de la filière laitière au Royaume Uni présente un objectif de réduction des émissions des fermes laitières de 20 à 30 pour cent entre 1990 et 2020 et une amélioration de l'efficacité énergétique de 15 pour cent (1, 3 pour cent /an).

## NOTE TECHNIQUE

### MODELISATION DES MESURES D'ATTÉNUATION POUR LA PRODUCTION LAITIÈRE DANS LES PAYS DE L'OCDE

#### Apport de lipides alimentaires

Parmi les nombreux suppléments alimentaires qui permettent de réduire les émissions entériques de  $\text{CH}_4$ , l'apport de lipides comme l'huile de lin ou l'huile de graines de coton est de plus en plus considéré comme réalisable malgré leur coût (Beauchemin *et al.*, 2008). Les lipides alimentaires ajoutés à la ration des vaches laitières dans les systèmes mixtes jusqu'à hauteur de 8 pour cent du régime en matières sèches, peut entraîner une réduction de 10 à 30 pour cent des émissions entériques (Nguyen, 2012, Grainger & Beauchemin, 2011; Rasmussen & Harrison, 2011). Même si plusieurs méta-analyses de publications scientifiques montrent un impact positif sur la productivité (Rabiee *et al.*, 2012; Chilliard et Ferlay, 2004), il a aussi été montré que des lipides alimentaires ont un impact négatif sur la consommation de matière sèche et la production de lait (par ex. Martin *et al.*, 2008). Dans la pratique, la supplémentation ne concerne par tout le troupeau laitier mais seulement les animaux qui ont des performances au dessus de la moyenne.

L'apport de lipides alimentaires a été modélisé dans GLEAM en réduisant les émissions entériques de  $\text{CH}_4$  de la moitié des vaches laitières de 10 ou de 30 pour cent (Tableau A).

#### Amélioration de la gestion des effluents

Conçus pour traiter les effluents liquides, les digesteurs anaérobies sont une des méthodes les plus prometteuses pour atténuer les émissions de  $\text{CH}_4$  des effluents (Safley et Westerman, 1994; Masse *et al.*, 2003 a,b). Les digesteurs anaérobies, quand ils sont utilisés correctement, sont aussi une source d'énergie renouvelable sous forme de  $\text{CH}_4$ , à hauteur de 60 à 80 pour cent du biogaz produit selon le substrat et les conditions d'utilisation (Roos *et al.*, 2004).

L'amélioration de la gestion des effluents a été modélisée de la façon suivante dans GLEAM:

- 60 pour cent des effluents traités dans les lagunes ou les fosses et 25 pour cent des effluents épanchés quotidiennement passent dans ce scénario à la digestion anaérobie. Il en résulte que la part des effluents traités dans la digestion anaérobie passe de 0 pour cent (dans les pays où les effluents ne sont pas traités sous forme liquide dans le niveau de référence de GLEAM, comme par exemple en Grèce, en Turquie et en Israël) à plus de 40 pour cent (où les effluents liquides représentent une part importante dans le niveau de référence, comme par exemples en Allemagne, aux Pays-Bas, au Danemark et aux États-Unis).
- Le biogaz produit par la digestion anaérobie des effluents a été calculé et la génération d'énergie équivalente économisée a été estimée en  $\text{CO}_2$ .

#### Amélioration de l'efficacité énergétique et recours aux énergies à faible intensité carbonique

Diminuer l'intensité d'émission de l'énergie nécessite de «décarboniser» la génération d'énergie ce qui peut être réalisé avec un passage significatif aux énergies renouvelables et le captage et stockage du carbone (Agence Internationale de l'Énergie (AIE), 2008). Le rapport de l'AIE (2008) examine l'évolution du mix énergétique dans les pays de l'OCDE jusqu'en 2050 et leur impact sur les émissions de GES. Dans le scénario Blue Map présenté par l'AIE (2008), les émissions en 2050 sont réduites de 50 pour cent par rapport à leur niveau de 2005 grâce à la réduction de l'intensité d'émission de l'énergie et les gains d'efficacité énergétiques dans tous les secteurs économiques à un taux de 1,7 pour cent par an.

L'amélioration de l'efficacité et la diminution de l'intensité d'émissions ont été modélisées dans GLEAM en réduisant les émissions venant de l'énergie de 15 pour cent ce qui correspond à la situation en 2030.

TABLEAU A. Paramètres de GLEAM modifiés pour évaluer le potentiel d'atténuation en production laitière mixtes dans les pays de l'OCDE

Paramètres GLEAM	Niveau de référence	Scénario d'atténuation	Notes
	<i>(pourcentage)</i>		
<b>Module système</b>			
Réduction de émissions entériques CH <sub>4</sub>	0	10 à 30	Nguyen (2012), Grainger & Beauchemin (2011), Rasmussen & Harrison (2011). Basé sur IEA (2008) – Scénario Blue Map.
Pourcentage de vaches laitières (taux d'adoption)	0	50	
Emissions liées l'énergie utilisée pour la production d'aliments du bétail	NA	-15	
<b>Module effluents</b>			
Pourcentage des effluents traités dans des digesteurs anaérobie	0 <sup>1</sup>	Varie de 0 à 53	Transfert partiel des effluents liquides à la digestion anaérobie (60 pour cent des effluents traités en lagunes et en fosses et 25 pour cent des effluents épandus).
<b>Utilisation d'énergie directe et indirecte sur l'exploitation</b>			
Emissions venant de l'énergie	NA	- 15	Basé sur IEA (2008) – Scénario Blue Map
<b>Emissions en aval</b>			
Emissions venant de l'énergie	NA	-15	Basé sur IEA (2008) – Scénario Blue Map.

<sup>1</sup> Estimé à zéro en raison du niveau bas d'adoption.

NA = Non applicable.

**TABLEAU 16.** Effet du maintien du nombre d'animaux constant sur les volumes de production et d'émission dans quatre études de cas\*

	Systèmes laitiers mixtes d'Asie du Sud	Production intensive de porc en Asie de l'Est et du Sud-Est	Production spécialisée de viande bovine en Amérique du Sud	Filières petits ruminants en Afrique l'ouest	
				Viande	Lait
<b>Production (Millions de tonnes de lait standardisé ou poids de carcasse)</b>					
Niveau de référence	56	50	10,7	0,64	0,73
Scénario d'atténuation	69	53	13,5 à 15,7	0,76 à 0,90	0,76 to 0,83
<i>Changement par rapport au niveau de référence (pourcentage)</i>	+24	+7	+27 à +48	+19 à +40	+5 à +14
<b>Emissions (Millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e)</b>					
Niveau de référence	319	234	1 063	29	
Atténuation avec niveau de production constant	199	152 à 169	753 à 874	17 à 21	
<i>Changement par rapport au niveau de référence (pourcentage)</i>	-38	-28 à -35	-29 à -18	-41 à -27	
Atténuation avec production qui augmente	247	163 à 182	1 126 à 1 128	24 à 27	
<i>Changement par rapport au niveau de référence (pourcentage)</i>	-23	-22 à -30	+6.0 à +5.8	-19 à -7	
<b>Intensité d'émission (kg CO<sub>2</sub>e/kg lait standardisé ou kgéc)</b>					
Niveau de référence	5,7	4,7	100	36	8,2
Scénario d'atténuation	3,6	3 à 3,4	72 à 83	22 à 29	5.3 à 6.8
<i>Changement par rapport au niveau de référence (pourcentage)</i>	-38	-28 à -35	-28 à -16	-40 à -20	-35 à -17

\* Les interventions d'atténuation testées dans les quatre études de cas sont décrites ci-dessus.

côté producteurs. Dans les situations où les pratiques d'atténuation conduiraient à une réduction des coûts de production, ces effets retour négatifs pourrait être contrebalancés voir même renversés, conduisant à une augmentation de la consommation. Cependant en l'absence d'un cadre analytique économique rigoureux pour estimer ces retours importants et complexes des marchés, le niveau de production a été maintenu tel quel.

### Modéliser les changements pour mieux comprendre le potentiel d'augmentation de la production et de réduction des émissions

En gardant la production constante, les options d'atténuation basées sur l'amélioration de la productivité et de la qualité de l'alimentation animale permettent de produire la même quantité avec moins d'animaux et donc de réduire l'intensité d'émission.

Quand les mesures d'atténuation sont testées en

gardant le nombre de femelles adultes<sup>35</sup> stable, la production croît dans quatre des cinq études de cas dans lesquelles les options d'atténuation améliorent les performances des animaux (Tableau 16)<sup>36</sup>. Quand le modèle GLEAM tourne avec ces paramètres, les potentiels d'atténuation sont plus bas que quand le niveau de production reste constant. Néanmoins, avec ces paramètres, les options d'atténuation conduisent à l'augmentation simultanée de la production et de la réduction des émissions, dans trois des quatre études de cas.

Dans les systèmes laitiers mixtes en Asie du Sud, les mesures d'atténuation testées peuvent conduire à la fois à une augmentation de la production de 24 pour cent et à une réduction des émissions de 23 pour cent. En Afrique de l'ouest, les mesures d'atténuation testées peuvent conduire à une augmentation de la production de lait et de viande

qui se situe entre 19 et 40 pour cent et entre 5 et 14 pour cent respectivement, alors que les émissions peuvent reculer de 7 à 19 pour cent. Pour la production intensive de porc en Asie, les mesures d'atténuation peuvent conduire à une augmentation de 7 pour cent de la production et des réductions des émissions de 22 à 30 pour cent.

Les ruminants sont caractérisés par les plus fortes augmentations de production et les plus petites réductions des émissions en raison de l'importance des interventions qui font augmenter la productivité animale. Par contre, la production de porc ne bénéficie que d'une augmentation marginale de sa production mais de réductions plus importantes d'émissions en raison de l'importance accordée à l'efficacité énergétique et à des pratiques «en bout de chaîne» dans cette étude de cas.

<sup>35</sup> Les femelles adultes sont déterminantes de la production et leurs effectifs sont les seuls disponibles dans FAOSTAT, avec le nombre total d'animaux.

<sup>36</sup> Les options d'atténuation testées pour les systèmes laitiers mixtes des pays de l'OCDE n'ont pas d'impact sur la productivité et la production totale.

## MESSAGES CLÉS DU CHAPITRE 7

- Le secteur de l'élevage peut contribuer à résoudre le problème du changement climatique: ses émissions de GES sont substantielles mais peuvent être aisément réduites grâce à des mesures d'atténuation aux objectifs à la fois de protection de l'environnement et de développement.
- Il existe un lien étroit entre l'intensité d'émission et l'efficacité dans l'utilisation des ressources. La plupart des mesures d'atténuation conduisent à une amélioration de l'efficacité de l'utilisation des ressources naturelles dans les filières d'élevage.
- Réaliser ce potentiel d'atténuation du changement climatique dans le secteur de l'élevage pour son développement durable requiert des politiques de soutien, des structures institutionnelles adéquates et une gouvernance plus proactive.
- Le transfert et l'utilisation des technologies et pratiques plus efficaces déjà disponibles peuvent être facilités par des politiques de conseil agricole et de renforcement des capacités. Les incitations financières sont des instruments complémentaires importants notamment dans le cas de stratégies d'atténuation qui conduisent à une augmentation des coûts et des risques pour les éleveurs.
- La recherche et le développement sont cruciaux pour développer l'offre de nouvelles options d'atténuation efficaces et rendre leur prix plus abordable. Un effort de recherche significatif est nécessaire pour développer des méthodes de mesure précises et abordables, pour démontrer les bénéfices des options d'atténuation à travers des projets pilotes et développer de nouvelles technologies d'atténuation.
- Les pratiques et technologies qui permettent d'atténuer les émissions en améliorant l'efficacité de la production sont la clé pour encourager l'atténuation dans les pays les moins riches car elles permettent de minimiser les compromis entre atténuation, sécurité alimentaire et préservation des moyens de subsistance ruraux.
- Il faut poursuivre les efforts pour que les dispositions et règlements existants aux niveaux régional, national et international, dans le cadre ou non de la CCNUCC, offrent des incitations plus fortes à l'atténuation des émissions du secteur de l'élevage et pour que les efforts soient répartis de manière équilibrée entre les différents secteurs de l'économie.
- Ces dernières années, les secteurs publics et privés ont mis en place des initiatives intéressantes et prometteuses pour atténuer les émissions du secteur et pour, plus généralement, s'attaquer au problème de sa durabilité.
- En raison de la taille et de la complexité du secteur de l'élevage au niveau mondial, une action collective et concertée de tous les acteurs de la filière (producteurs, fédérations industrielles, recherche, secteur public, organisations intergouvernementales et organisations non gouvernementales) est nécessaire pour élaborer et mettre en pratique des stratégies et politiques d'atténuation équitables et rentables.



# IMPLICATIONS POUR L'ÉLABORATION DE POLITIQUES

Le secteur de l'élevage n'est pas étranger à la question du changement climatique. La contribution du secteur aux émissions de GES anthropiques représente 7,1 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e. Or, cette contribution peut facilement être réduite d'un tiers, permettant au secteur de contribuer à la lutte contre le changement climatique.

Des politiques de soutien, des structures institutionnelles adéquates et une gouvernance plus proactive sont nécessaires pour que le secteur réalise son potentiel d'atténuation et pour promouvoir son développement durable.

L'élevage est critique pour la sécurité alimentaire, particulièrement dans les environnements agro-environnementaux difficiles. Cependant, la croissance du secteur et de l'utilisation des matières naturelles qui en découle est principalement tirée par la consommation des centres urbains des économies émergentes. Alors que les projections de la demande en produits animaux prévoient une croissance de 70 pour cent d'ici 2050, les préoccupations grandissent quant à la nature déséquilibrée de cette croissance et ses conséquences environnementales et socio-économiques. Jusqu'à présent, l'augmentation de la demande a principalement pu être satisfaite par l'expansion des formes modernes de production alors que des centaines de millions d'éleveurs nomades et de petits proprié-

taires qui dépendent de l'élevage pour leur survie ont peu accès à ces nouvelles opportunités de croissance. De plus, l'impact de la croissance de la production sur les ressources naturelles dont le secteur est un gros consommateur est de plus en plus préoccupant; l'élevage est par exemple le plus gros utilisateur mondial de terres agricoles.

Les décideurs politiques doivent se concentrer sur les stratégies d'atténuation qui poursuivent à la fois des objectifs environnementaux et de développement. Une bonne partie du potentiel d'atténuation est réalisable en utilisant des pratiques déjà existantes qui permettent de réduire les émissions tout en contribuant à des objectifs sociaux et économiques comme la sécurité alimentaire et la génération de revenus. L'encadré 4 présente une synthèse des stratégies de réduction des émissions identifiées dans cette évaluation. Par ailleurs, les politiques d'atténuation qui se concentrent sur des stratégies qui peuvent générer des bénéfices pour le secteur privé auront probablement plus de succès et plus de chance d'être adoptées.

Ce chapitre explore la mise en pratique des principales stratégies d'atténuation actuellement disponibles et les politiques qui peuvent favoriser leur adoption. La question du rôle que jouent les cadres politiques existants au niveau étatique et international est aussi discutée ainsi que les op-



tions disponibles pour accélérer l'atténuation dans le secteur de l'élevage.

## 7.1 APERÇU DES APPROCHES EXISTANTES EN MATIÈRE DE POLITIQUE D'ATTÉNUATION

Les approches disponibles en matière de politiques d'atténuation se sont pas spécifiques au changement climatique ou au secteur de l'élevage; elles sont généralement les mêmes pour tous les problèmes de gestion de l'environnement et de développement.

- *Conseils agricoles et services d'appui à l'agriculture*: ces activités facilitent l'adoption de pratiques d'atténuation et le développement en favorisant l'accès aux nouvelles technologies, à la connaissance et aux compétences pour leur application ainsi qu'aux informations sur l'existence de nouvelles opportunités commerciales. Elles regroupent communément la communication, la formation, les fermes de démonstration et la mise en place de réseaux pour faciliter les relations entre les acteurs du secteur.
- *Recherche et développement*: la R&D est nécessaire pour développer de nouvelles technologies et pratiques d'atténuation mais aussi pour démontrer le bon fonctionnement des technologies et pratiques déjà existantes et permettre de les affiner afin d'améliorer leur applicabilité et de faire baisser leur coût.
- *Incitations financières*: cela inclut des mécanismes de «bénéficiaire payeur» (subventions pour la réduction des émissions) ou de «pollueur payeur» (taxes sur les émissions, systèmes de permis d'émettre commercialisables). Ces mécanismes sont économiquement efficaces pour stimuler l'adoption de technologies/pratiques d'atténuation.
- *Règlementation*: l'approche réglementaire recouvre l'attribution d'objectifs d'atténuation aux producteurs ou aux filières ainsi que des mesures plus prescriptives comme l'obligation d'utiliser certaines technologies ou pratiques d'atténuation.

- *Instruments de marchés*: certains instruments peuvent permettre d'améliorer la quantité et qualité des informations sur les émissions des produits animaux (par ex. les programmes d'étiquetage). Ces informations peuvent aider les consommateurs à choisir les produits selon leur profil d'émission mais également des producteurs pour leur approvisionnement en intrants.
- *Sensibilisation*: il est nécessaire d'aider la prise de conscience du rôle que peut jouer le secteur de l'élevage dans la lutte contre le changement climatique afin d'influencer et de promouvoir le développement de politiques d'atténuation pour le secteur (par ex. à travers la représentation intergouvernementale au sein du processus des négociations de la CCNUCC).

Ce chapitre est consacré aux politiques nécessaires pour soutenir l'adoption d'interventions d'atténuation au niveau de l'offre. Au niveau de la demande, les approches d'atténuation - qui ciblent les consommateurs - sont également importantes, mais elles n'entrent pas dans le cadre de ce rapport.

## 7.2 CIBLAGE DES POLITIQUES

Il est possible d'atténuer les émissions dans tous les sous-secteurs et toutes les régions. Des recherches additionnelles sont nécessaires pour mieux comprendre ces potentiels d'atténuation, mais les profils d'émissions développés dans cette évaluation fournissent une première indication pour le ciblage des politiques d'atténuation. Ainsi, par exemple, les politiques auront un impact plus important si elles visent des secteurs et des régions où les volumes d'émissions et les intensités d'émission sont les plus élevés.

### Sous-secteurs à hautes intensités d'émission

Les politiques d'atténuation centrées sur le secteur des ruminants dont les émissions sont élevées, particulièrement dans les pays les moins riches, pourraient avoir l'impact le plus fort. Les profils d'émissions montrent que les bovins à eux-seuls représentent les deux tiers des émissions du secteur. L'ensemble des ruminants représentent 80 pour cent des émissions. Au niveau mondial,

#### ENCADRÉ 4. PRINCIPALES STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS

Les mesures d'atténuation doivent bien-entendu être conçues selon les objectifs et conditions locaux, mais de manière générale, les mesures suivantes peuvent être recommandées:

- Mesures pour les ruminants:
  - *Au niveau de l'animal*: optimiser la digestibilité des aliments et l'équilibre de la ration, assurer une meilleure santé animale et améliorer les performances des animaux grâce à la sélection.
  - *Au niveau du troupeau*: réduire la part du cheptel de reproduction non productif. Ceci est possible en améliorant l'alimentation, la santé et la génétique, ces facteurs ayant un effet sur la fertilité, la mortalité et l'âge au premier vêlage mais aussi en ayant recours à des pratiques de gestion des troupeaux dont l'objectif est de réduire l'âge au premier vêlage, d'ajuster les poids et l'âge à l'abatage et d'ajuster les taux de remplacement dans le troupeau laitier.
  - *Au niveau de l'unité de production*: dans les systèmes herbagers: optimiser la gestion du pâturage pour améliorer l'alimentation et le stockage du carbone. Dans les systèmes mixtes : améliorer la qualité et l'utilisation des résidus de récoltes et du fourrage et améliorer la gestion des effluents.
- *Au niveau des filières* : augmenter la production de viande bovine issu de troupeaux mixtes, c'est à dire produisant à la fois de la viande et du lait, adopter des pratiques et équipement a meilleure efficacité énergétique, réduire les gaspillages et les déchets.
- Mesures pour les monogastriques:
  - *Au niveau de l'animal*: améliorer l'équilibre de la ration, la gestion de la santé animale et de la génétique pour mieux tirer profit des aliments et réduire la quantité d'azote et de matière organique rejetée par unité de produit.
  - *Au niveau de l'unité de production*: produire ou utiliser des aliments à basse intensité d'émission (limiter le changement d'utilisation des terres dû à la production d'aliments du bétail, améliorer la fertilisation des cultures ainsi que l'efficacité énergétique de la production et la transformation des aliments), adopter des pratiques et des équipements permettant des économies d'énergie et améliorer la gestion des déchets.
  - *Au niveau des filières*: favoriser l'efficacité énergétique et l'utilisation d'énergie à basse intensité d'émission, réduire les gaspillages et les déchets et augmenter le recyclage.

la production spécialisée de viande bovine est celle qui a la plus forte intensité d'émission (67,8 kg CO<sub>2</sub>e), suivie par la production de viande des petits ruminants (23,8 kg CO<sub>2</sub>e) et par la production de viande des troupeaux bovins laitiers (18,4 kg CO<sub>2</sub>e). Les intensités d'émission sont plus basses dans les pays les plus développés. La production des monogastriques contribue nettement moins aux émissions totale du secteur et possède également des intensités d'émissions plus basses : l'intensité d'émission moyenne pour le poulet et la viande de porc est respectivement de 5,4 kg de CO<sub>2</sub>e et 6,1 kg de CO<sub>2</sub>e.

#### Sous-secteurs à hauts niveaux d'émissions

Des politiques d'atténuation qui se concentreraient sur les sous-secteurs où les intensités d'émission sont comparativement basses mais où les niveaux d'émissions absolus sont élevés seraient aussi très efficaces. Dans ces situations, une réduction additionnelle, même minimale, des intensités d'émission peut avoir des résultats appréciables. Cela serait par exemple le cas pour la production de lait dans les pays de l'OCDE et pour la production de porc en Asie de l'Est.

### Points critiques dans les filières

L'efficacité des politiques d'atténuation peut être fortement améliorée par un ciblage des interventions sur les points ou étapes de production qui se révèlent critiques dans les filières. Par exemple, l'analyse montre que les émissions liées à la consommation d'énergie sont importantes (environ un tiers des émissions totales dans la filière porc). Des incitations pour augmenter l'approvisionnement en sources d'énergie à faible intensité d'émission et pour améliorer l'efficacité énergétique pourrait, ainsi, être une option d'atténuation efficace pour ce sous-secteur. L'approche ACV qui permet de repérer les sources d'émissions à tous les niveaux de la production peut aider à identifier les points critiques pour élaborer et cibler les politiques en conséquence.

### Recherches complémentaires sur le potentiel d'atténuation

L'existence de niveaux élevés d'émissions dans un secteur particulier ou une région ne suffit pas à garantir que les politiques d'atténuation ciblant ces secteurs ou ces régions seront efficaces. Des analyses techniques complémentaires sont nécessaires pour évaluer le potentiel d'atténuation de ces sources d'émissions.

L'efficacité des politiques d'atténuation va aussi dépendre des barrières qui existent à l'adoption de nouvelles pratiques particulièrement dans le secteur des ruminants des pays les moins riches qui abrite une grande partie du potentiel d'atténuation au niveau mondial. Ces barrières incluent l'investissement et les autres coûts d'adoption, les contraintes en termes de capacité et les risques. Ces problèmes et leur impact sur l'élaboration des politiques sont abordés dans les sections suivantes dans le contexte des principales stratégies d'adaptation identifiées dans le chapitre 6. Des recherches supplémentaires pour surmonter ces barrières et identifier des stratégies et des politiques qui peuvent apporter des bénéfices environnementaux, économiques et sociaux sont nécessaires pour réaliser le potentiel d'atténuation du secteur tel que modélisé dans cette étude.

## 7.3 PRINCIPALES STRATÉGIES D'ATTÉNUATION ET POLITIQUES

### Comblant les écarts d'efficacité

Les émissions de GES représentent une perte d'énergie, d'azote et de matière organique pour le secteur de l'élevage (Chapitre 4). Il existe ainsi un lien étroit entre l'intensité des émissions et l'efficacité dans l'utilisation des ressources. La plupart des interventions d'atténuation permettent d'améliorer cette efficacité dans les filières de l'élevage. Ainsi, l'important potentiel d'atténuation qui réside dans le fait de combler l'écart entre les producteurs avec les intensités d'émission les plus basses et ceux avec les intensités d'émission les plus hautes (Chapitres 5 et 6) peut être réalisé grâce au transfert de technologies permettant d'améliorer l'efficacité. Plusieurs types de politiques peuvent soutenir ce transfert de technologies et de pratiques.

### Besoins en matière de politique

#### Favoriser le transfert de connaissances

Les politiques qui favorisent le transfert de connaissances sont particulièrement importantes pour stimuler l'adoption de technologies efficaces et de bonnes pratiques de gestion par les exploitants. Par exemple, le conseil agricole et l'appui technique peuvent faciliter les changements de pratiques en donnant accès à la connaissance et aux nouvelles technologies. Ces activités peuvent inclure les visites d'exploitations par des conseillers agricoles et des techniciens, l'établissement de fermes de démonstration, de formations sur le terrain et de réseaux pour promouvoir le transfert entre producteurs (par exemple grâce à la mise en place de tables rondes) et entre acteurs de la filière. Pour renforcer les capacités du secteur et assurer l'application réussie des pratiques d'atténuation, le transfert de connaissance doit être approché de manière cohérente et intégrée. Les politiques ont aussi un rôle à jouer pour créer et développer des conditions permettant le transfert des technologies dont notamment le développement d'infrastructures et le renforcement d'institutions d'appui techniques.

### Crer les conditions nécessaire au transfert de technologies et à l'innovation

En règle générale, l'innovation est le fait d'entrepreneurs à la recherche d'opportunités commerciales (Banque mondiale, 2006) et l'introduction de nouvelles connaissances et technologies fonctionne mieux quand elle est accompagnée par le développement d'infrastructures et d'institutions, de partenariats et de politiques d'appui (IFPRI, 2009). La recherche et le développement peuvent jouer un rôle d'appui important : ils fournissent les analyses et données factuelles sur les technologies et les pratiques qui permettent de rassurer les producteurs quant à leur impact sur les émissions et sur les niveaux de production. Les projets pilotes pour tester l'efficacité et la faisabilité des nouvelles technologies et pratiques dans des contextes agro-écologiques et socio-économiques différents jouent un rôle fondamental en matière de transfert de technologie, tout comme les réglementations et les politiques économiques qui permettent d'orienter la recherche, le développement et la diffusion des nouvelles technologies dans les filières d'élevage.

### Supprimer les barrières et mettre en place des mécanismes d'incitation

Les instruments financiers comme les prêts à taux préférentiel et les programmes de micro-crédit peuvent être nécessaires pour compléter les mesures de conseil agricole et de soutien à l'adoption de nouvelles pratiques. Ces instruments sont nécessaires quand les pratiques nécessitent des investissements initiaux et quand leur adoption est freinée par le manque ou l'inefficacité des services financiers ou des marchés de capitaux – comme c'est souvent le cas dans les pays en développement. Ces types d'instruments peuvent ainsi être nécessaires même quand les options d'atténuation peuvent générer des profits et que les producteurs peuvent prendre en charge les coûts liés au transfert de la technologie.

Il peut y avoir d'autres barrières à l'adoption, telles que l'aversion du producteur au changement, ou un accroissement des risques associés à l'adoption et des coûts liés à l'adoption des pra-

tiques d'atténuation au détriment d'autres investissements. Dans ces cas, les producteurs vont demander plus de soutien ou des niveaux d'incitations plus élevés car ils attendent un taux de retour minimum plus élevé avant d'investir dans des pratiques d'atténuation

Ces mesures de soutien peuvent inclure des subventions pour soutenir l'adoption de pratiques plus efficaces mais qui ne génèrent pas forcément des profits pour tous les producteurs. Des subventions d'atténuation peuvent être élaborées pour couvrir une partie (par ex. des mécanismes de partage des coûts) ou l'ensemble des coûts encourus par les fermiers. Les subventions peuvent être autonomes (c'est-à-dire financées par le gouvernement) ou peuvent être fournies par des programmes compensatoires lorsque ces mécanismes existent (par ex. le *Mécanisme de Développement Propre* du Protocole de Kyoto et le *Carbon Farming Initiative* en Australie)<sup>37</sup>.

Les décideurs publics doivent être attentifs aux contraintes que rencontrent les producteurs dans des contextes socio-économiques différents. Les filières d'élevage sont très variées et font face à des contraintes et défis différents pour l'adoption de nouvelles technologies et pratiques. C'est particulièrement vrai dans les pays en développement où la gamme des exploitants va de ceux opérant dans des marchés peu efficaces (pour les intrants, les produits, l'accès au crédit ou aux terres) et dont l'objectif principal est la subsistance à ceux spécialisés dans l'élevage et qui opèrent sur des marchés plus performants. Le conseil agricole et les politiques d'incitation sont probablement plus efficaces pour favoriser le transfert de technologies au sein de ce dernier groupe qu'au sein des éleveurs qui pratiquent un élevage de subsistance et

<sup>37</sup> Alors qu'il est possible de stimuler l'adoption de pratiques d'atténuation en imposant des sanctions financières comme une taxe d'émission (sur la base du principe 'pollueur payeur'), cette approche serait vraisemblablement politiquement impopulaire et n'a jamais été utilisée, à la connaissance des auteurs, pour réglementer les émissions de GES du secteur agricole. De plus des sanctions financières réduiraient les revenus des exploitants et augmenteraient les prix alimentaires exacerbant ainsi la faim et la pauvreté dans les pays en développement où les intensités d'émission et donc les sanctions imposées par un tel instrument seraient les plus élevées.

qui seront souvent incapables d'obtenir les mêmes retours économiques (Jack, 2011). Les politiques d'atténuation doivent ainsi être élaborées en prenant en compte les différentes motivations et les contextes commerciaux des éleveurs.

### **Développer les recherches sur les coûts et les bénéfices des pratiques d'atténuation**

L'évaluation des coûts et des bénéfices des pratiques d'atténuation doit être un axe majeur de développement pour la recherche afin d'aider les décideurs publics à comprendre quelles sont les options politiques les plus à même de favoriser leur adoption. Peu d'évaluations de l'atténuation des émissions de GES se sont penchées sur les aspects économiques des pratiques qui améliorent l'efficacité de la production (dont USEPA, 2006; Beach *et al.*, 2008; Moran *et al.*, 2010; Schulte *et al.*, 2012; Whittle *et al.*, 2013; Smith *et al.*, 2007; McKinsey, 2009; Alcock et Hegarty, 2011). Alors qu'une proportion importante de ces pratiques pourrait générer des profits, les conclusions varient considérablement selon les options évaluées, les espèces et les régions. Par exemple, des études montrent que l'amélioration génétique des troupeaux de bovins viande et bovins lait portant sur la productivité animale et la fertilité sont rentables au Royaume-Uni (Moran *et al.*, 2010), tout comme les améliorations génétiques des bovins viande en Irlande (Schulte *et al.*, 2012), et la sélection sur critère de fécondité pour les brebis de certaines exploitations en Australie (Alcock and Hegarty, 2011). De même, certaines stratégies d'alimentation et de pâturage pour améliorer l'efficacité au niveau du troupeau sont estimées rentables dans certains cas (par ex., pâturages intensifs pour les bovins aux Etats-Unis et au Brésil), mais prohibitives dans d'autres cas (par ex., apport de concentrés dans la ration des bovins lait en République populaire de Chine), selon un rapport de l'USEPA (2006).

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour développer une meilleure compréhension des coûts et bénéfices de ces pratiques dans différents contextes de production.

## **Gestion des risques**

### **Limiter les émissions du secteur**

Des politiques pour limiter les émissions du secteur peuvent être nécessaires quand les gains d'efficacité entraînent une augmentation de la production et donc des émissions. Par exemple, certaines pratiques jouant sur l'efficacité peuvent inciter les éleveurs à accroître la taille de leur troupeau, si cela génère des retours sur investissements plus importants. Selon Alcock et Hegarty (2011), c'est le cas pour les investissements dans l'amélioration des pâturages dans le secteur des ruminants. Le même problème se pose à l'échelle industrielle, quand les pratiques d'atténuation font augmenter les profits (soit parce que ces pratiques sont rentables, soit parce que les systèmes d'incitations les rendent rentables) et attirent de nouveaux entrants dans l'industrie, conduisant ainsi à une augmentation de la production et potentiellement des émissions (Perman *et al.*, 2003). Ces options d'atténuation peuvent ainsi être plus efficaces si les pays adoptent des politiques pour limiter les émissions du secteur (par ex. à travers des permis d'émissions échangeables ou non échangeables).

### **Réglementer le défrichage des terres**

Réglementer le défrichage des terres peut être nécessaire quand l'amélioration de l'efficacité conduit à l'augmentation de la production et du défrichage pour créer des pâturages et terres cultivables. Toute amélioration de l'efficacité du processus de production peut avoir des conséquences en termes de changement d'utilisation des terres, car ces améliorations permettent de diminuer la quantité d'intrants nécessaires dont la terre pour les pâturages et la production d'aliments du bétail, pour un certain niveau de production. Ainsi, les gains d'efficacité peuvent être considérés comme une condition nécessaire pour empêcher la conversion de la forêt en terre agricole pour l'élevage. Mais quand ces gains d'efficacité génèrent des profits, il est possible qu'ils conduisent indirectement à une augmentation de la production et donc à l'utilisation de plus de terres. Il est cependant difficile d'évaluer et d'anticiper quelle sera la

tendance du changement d'utilisation des terres (Lambin et Meyfroidt, 2011; Hertel, 2012). En raison de cette incertitude, des réglementations pour empêcher le défrichage permettraient d'éviter que dans certains cas les gains d'efficacité puissent, de manière inattendue, encourager la déforestation.

### **Mettre en place des garde-fous contre de potentiels effets secondaires**

Des gains d'efficacité de la production peuvent générer d'autres bénéfices environnementaux en plus de l'atténuation des émissions de GES, en faisant baisser les besoins en ressources naturelles du secteur. Cependant, lorsque les gains de productivité conduisent à une intensification de la production (c.-à-d. une évolution vers plus de confinement des animaux et l'importation d'aliments plus énergétiques), des politiques mettant en place des garde-fous permettraient d'éviter des effets secondaires négatifs sur l'environnement (par ex., pollution des sols et de l'eau par les déchets animaux) et sur le bien-être des animaux et le développement de maladies. Un bon exemple de telles politiques est la directive européenne sur les installations classées<sup>38</sup> qui impose notamment l'obtention d'un permis pour l'établissement de porcheries de plus de 750 truies reproductrices. Pour obtenir ce permis, les éleveurs doivent respecter certaines obligations environnementales en matière de traitement des déchets, de distance entre installations et cours d'eau et d'émissions d'ammoniac. Des compromis importants entre des préoccupations éthiques concernant le bien-être animal et l'amélioration de l'efficacité de la production peuvent également être nécessaires.

### **Limiter ou compenser les pertes de biens et services non-alimentaires**

Se concentrer uniquement sur l'efficacité de la production peut avoir un impact sur les autres services que fournit l'élevage et qui sont importants dans des systèmes agricoles traditionnels. Les éleveurs des pays en développement gardent souvent certains animaux pour remplir des fonctions non

alimentaires, dont l'atténuation des risques, les services financiers, la force de traction et la fourniture de fumier pour les cultures. Les gains d'efficacité basés seulement sur les produits commercialisables pourraient entraîner une diminution de la taille des troupeaux dans certains cas et ainsi réduire les services annexes (Udo *et al.*, 2011). A moins qu'ils ne puissent être substitués de manière rentable par la mécanisation, par l'utilisation d'engrais artificiel et par des systèmes financiers et d'assurance, la perte de ces services pourrait être préjudiciable à la subsistance des ménages agricoles.

### **Stocker du carbone dans les prairies**

Les pratiques de gestion des prairies et des pâturages qui permettent d'augmenter les stocks de carbone peuvent compenser de manière importante les émissions de CO<sub>2</sub> et offrir des opportunités d'investissements rentables dans l'atténuation.

Un travail récent de modélisation dirigé par la FAO estime qu'il est possible de stocker annuellement 409 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e dans un milliard d'hectares de zone de prairies au niveau mondial (chapitre 5). Pour 46 pour cent de ces surfaces en prairies, le stockage est réalisable en augmentant à la fois la charge de pâturage et la consommation d'herbe. Pour 31 pour cent, réduire la charge de pâturage augmente la production et la consommation d'herbe. Ces pratiques non seulement permettent d'atténuer les émissions de CO<sub>2</sub>, mais améliorent aussi la santé du sol et la production d'herbe et apportent d'autres bénéfices environnementaux (par ex., biodiversité et qualité de l'eau), en particulier où ces pratiques permettent la restauration des prairies dégradées.

### **Développer les recherches sur le stockage de carbone dans les sols**

D'autres recherches sont nécessaires avant que cette stratégie ne puisse être appliquée à grande échelle. Alors que les données tirées d'expériences et de travaux de modélisation sont relativement abondantes et prouvent l'efficacité de cette stratégie dans certaines zones, le nombre de projets pilotes et d'évaluations économiques nécessaires

<sup>38</sup> Directive 2010/75/EU du Parlement européen et du Conseil, 24 Novembre 2010.

pour élaborer des itinéraires techniques et vérifier la viabilité de cette stratégie sur le long terme est insuffisant. Des interrogations persistent concernant la persistance du stockage du carbone dans les prairies - stockage qui dépend de la mise en place de pratiques de gestion sur le long terme mais aussi du climat (Ciais *et al.*, 2005); par exemple, un déstockage de carbone a été observé dans les prairies en Europe en cas de sécheresse sévère. Le processus de stockage est aussi susceptible d'atteindre des niveaux de saturation qui limitent la séquestration sur le long terme.

Les arguments sont donc nombreux en faveur de la poursuite des recherches et du développement pour continuer à évaluer le potentiel d'atténuation des pratiques de séquestration du carbone et développer les cadres institutionnels qui favorisent leur mise en place à l'échelle du paysage sur le long terme.

### **Développer des méthodes de mesure**

Des efforts supplémentaires sont nécessaires pour développer et améliorer les méthodes de mesure. Comparée à d'autres stratégies d'atténuation, l'évaluation de la séquestration du carbone dans les prairies est plus difficile. La mesure directe des stocks de carbone nécessite un effort d'échantillonnage ce qui peut être prohibitif en terme de coûts à l'échelle du paysage (FAO, 2011a). Les méthodes pour estimer les changements des stocks de carbone plus abordables à l'échelle du paysage sont en voie de développement; elles sont basées sur la mesure des pratiques de gestion des prairies (VCS, 2013), mais des recherches supplémentaires sont nécessaires avant que les décideurs politiques, les exploitants agricoles et les acteurs des marchés de carbone ne puissent investir avec confiance dans cette stratégie d'atténuation.

### **Mieux évaluer les risques de non-persistance**

Le risque de non-persistance est un autre défi à la mise en place de projets et de politiques de stockage du carbone; le risque est que le carbone stocké soit relâché dans l'atmosphère si les pratiques de gestion durable cessent. Cela peut être causé par la conversion des prairies en terre arables ou

la reprise de pratiques de pâturage non durables. En comparaison, les réductions des émissions de GES dans les filières de l'élevage sont persistentes.

Les implications des défis posés par la quantification des stocks de carbone et des risques de non-persistance sur l'éligibilité du stockage de carbone dans les cadres politiques existants, au niveau national et international, sont explorées plus loin dans ce chapitre.

### **Innover matière de régime foncier**

La viabilité des pratiques de stockage du carbone dépend de la possibilité de les appliquer à l'échelle du paysage, et non de la parcelle uniquement (Tennigkeit et Wilkes, 2011). Des innovations institutionnelles sont donc nécessaires pour pouvoir agréger de manière équitable les actifs en carbone des ménages afin qu'à la fois les ménages et la société puissent tirer des bénéfices des sols. Le régime foncier pose des difficultés au stockage du carbone dans les prairies, en particulier dans les nombreuses zones pastorales gérées par l'ensemble d'une communauté sans que la propriété ou les droits d'accès ne soient clairement établis. Dans ces situations, la mise en place de pratiques de gestion améliorées peut rencontrer des difficultés liées au droit de propriété des actifs en carbone et au suivi continu des pratiques pour gérer les risques de non-permanence.

### **S'appuyer sur le conseil agricole, les incitations financières et réglementaires**

Les politiques de développement du conseil agricole et des incitations financières et réglementaires vont jouer un rôle important pour stimuler l'adoption de pratiques de gestion des pâturages qui favorisent la séquestration du carbone. La combinaison de mesures qui permettra de soutenir au mieux ces pratiques va en partie dépendre de l'attrait économique de chacune d'entre elles.

### **S'approvisionner en intrants à faible intensité d'émission**

La production des intrants est souvent une source importante d'émissions. C'est particulièrement le cas de la production d'aliments du bétail qui est

souvent la première source d'émissions dans les filières animales ; dans le cas des monogastriques, la production d'aliments représente pour le porc et le poulet respectivement environ 60 et 75 pour cent des émissions. Les principales émissions de la production des aliments du bétail sont le  $N_2O$  issu de la fertilisation (engrais organiques ou chimiques) et de  $CO_2$  lié au changement d'utilisation des terres. L'énergie est un autre intrant dont les émissions sont élevées dans les systèmes de production de monogastriques. Les différentes sources d'énergie ont aussi différentes intensités d'émission. Ainsi les producteurs peuvent atténuer leurs émissions en passant à des sources d'énergie à faible intensité d'émission.

L'Analyse du Cycle de Vie est un instrument extrêmement utile : il permet de suivre la trace des émissions dues à la production des intrants et ainsi de faciliter l'approvisionnement en intrants à faible intensité d'émission. Ce cadre d'analyse peut aussi être utilisé pour élaborer des stratégies d'approvisionnement qui résultent au niveau général en une atténuation des émissions et permettent d'éviter des augmentations involontaires des émissions en amont et en aval des filières. Par exemple, les émissions entériques des ruminants peuvent être réduites en augmentant la proportion des aliments à forte digestibilité dans leur ration. Cependant, si produire ces aliments conduit à des émissions élevées, alors leur inclusion dans les rations peut au final entraîner une augmentation des émissions pour les filières (Vellinga et Hoving, 2011).

### **Développer les politiques d'appui nécessaires**

Encourager les producteurs à s'approvisionner en aliments du bétail, énergie et autres intrants à faible intensité d'émission peut passer par la mise en place de programmes de labels et certifications afin que les informations sur le profil d'émissions des intrants soient accessibles. Ces programmes sont naturellement plus efficaces quand ils sont accompagnés de politiques d'incitation et d'une réglementation de l'utilisation des aliments à intensité élevée. Ces politiques peuvent aider à faire baisser les émissions des cultures pour le secteur

particulièrement quand les politiques d'atténuation dans ce secteur font défaut.

### **Adapter les règles de comptabilité**

Les règles de comptabilité des émissions, comme celles des inventaires nationaux d'émissions dans le cadre de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), posent des problèmes pour la stratégie d'atténuation qui consiste à s'approvisionner en intrants à faible intensité (la CCNUCC est présentée plus loin dans ce chapitre).

Par exemple, selon les règles de comptabilité, les réductions d'émissions résultant de la diminution de l'importation d'aliments à haute intensité d'émission ne sont pas éligibles pour les pays importateurs. Or, il est improbable que les gouvernements nationaux mettent en place des politiques qui ne contribuent pas à atteindre leurs objectifs d'atténuation. Des obstacles similaires se présentent au niveau sectoriel à l'intérieur d'un pays (Schulte *et al.*, 2012), ainsi ces mêmes règles comptables attribuent les émissions en amont aux secteurs produisant ces intrants (par ex., la réduction des émissions de la production d'aliments est attribuée au secteur agricole).

Dans ces cas, les politiques internationales et intersectorielles et les règles de comptabilité qui permettent d'attribuer les réductions d'émissions en aval sont nécessaires. Les gouvernements peuvent être relativement flexibles sur le choix du secteur qui se verra attribuer la réduction des émissions aussi longtemps que cela leur permet de remplir leurs objectifs nationaux d'atténuation. Cependant, attribuer des réductions d'émissions réalisées à l'étranger à des secteurs domestiques peut s'avérer plus problématique.

Le choix entre réglementer les émissions au niveau de l'exploitation ou en amont dans le secteur agricole ou énergétique d'origine aura aussi un impact sur le champ d'application et le rapport coût - efficacité de la politique. Naturellement, une politique qui cible toutes les émissions de l'élevage et des cultures couvrirait plus d'émissions qu'une politique qui exclut la partie des émissions du secteur



qui ne sont pas liées à la production des aliments du bétail. Cependant, il peut être plus pragmatique d'appliquer la politique d'atténuation aux seules fermes d'élevage car en engageant un petit nombre de producteurs, les coûts administratifs pour le gouvernement et les entreprises seraient moindre.

### **Fournir les informations sur les intensités d'émission des intrants**

Il est probable que les efforts pour réduire les émissions des produits d'élevage viendront des distributeurs et des consommateurs plus que des gouvernements, pour les raisons présentées ci-dessus. Des programmes de certification et de labellisation peuvent favoriser l'atténuation en fournissant des informations aux consommateurs (dont les producteurs en tant que consommateurs d'intrants comme les aliments du bétail et l'énergie) sur les émissions attribuées à chaque produit aux différentes étapes de production dans les filières. Le succès de ces programmes dépendra de l'existence de systèmes et de méthodes reconnus par tous pour mesurer les émissions et d'informations suffisamment précises sur les intensités d'émission des intrants et produits d'élevage. Un cadre de quantification des émissions, comme celui développé par le partenariat LEAP<sup>39</sup>, pourrait satisfaire ce besoin en orientant les décisions d'achat d'intrants des éleveurs.

### **Poursuivre les avancées technologiques**

Même si l'adoption de technologies et pratiques d'atténuation de pointe qui sont encore en développement n'a pas été évaluée dans cette analyse, il est très probable que de nouvelles avancées technologiques puissent fournir un potentiel d'atténuation important.

### **Mettre en place une stratégie de recherche et développement**

Mettre en place une stratégie de recherche et développement pourrait accélérer la mise à disposition d'options d'atténuation prometteuses. Il existe toute une gamme d'options d'atténuation prometteuses dont l'adoption pourrait être accélérée

grâce à des stratégies R&D adéquates, notamment en matière de d'essais et de développement. Un parfait exemple est l'utilisation des vaccins anti-méthanogène, technique très prometteuse car facilement utilisable dans tous les systèmes de ruminants, dont les systèmes herbagers où le contact entre les animaux et les éleveurs est minimal (FAO 2013c). Selon certaines études (USEPA, 2006 et Whittle *et al.*, 2013), si cette technologie était plus développée et disponible sur le marché, elle pourrait devenir une option d'atténuation relativement bon marché. D'autres options prometteuses, qui nécessitent des recherches et développement additionnels, incluent la sélection génétique des bovins sur critère de basses émissions entériques et l'utilisation des nitrates comme agent d'atténuation dans la ration des animaux (FAO, 2013c).

### **Développer des incitations financières et réglementaires**

Si des initiatives de recherche et développement sont essentielles pour développer de nouvelles options d'atténuation pour le secteur, des incitations financières et réglementaires peuvent aussi pousser le secteur privé à développer ces technologies. En rendant les émissions coûteuses ou l'atténuation rentable, ces politiques incitent l'industrie de l'élevage à chercher et développer des pratiques et technologies avec des intensités d'émission plus basses.

### **Soutenir l'adoption de nouvelles technologies et pratiques**

Les mêmes politiques de soutien au transfert et à l'utilisation d'options d'atténuation que celles développées pour les options d'atténuation existantes seront nécessaires pour soutenir l'adoption de nouvelles pratiques et technologies encore en développement.

## **7.4 CADRES POLITIQUES POUR L'ATTÉNUATION DANS LE SECTEUR DE L'ÉLEVAGE**

Les recherches sur les pratiques et les technologies d'atténuation des émissions du secteur agricole ont produit une quantité importante de travaux mais il

<sup>39</sup> [www.fao.org/partnerships/leap](http://www.fao.org/partnerships/leap)

y a eu beaucoup moins de progrès dans le développement de véritables politiques d'atténuation. Au niveau mondial, les politiques d'atténuation dans tous les secteurs, dont l'agriculture, sont principalement stimulées par le Protocole de Kyoto de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Les politiques et programmes pour l'élevage au niveau régional, national et infra-national peuvent être à la fois liés ou indépendants du Protocole. Cependant, les incitations proposées par l'ensemble des politiques et programmes existants sont assez faibles.

Cette section présente un résumé des cadres politiques existants pour l'atténuation et pertinents pour le secteur de l'élevage.

### Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto de la CCNUCC établit des objectifs d'atténuation juridiquement contraignants pour les pays développés signataires. Cependant, l'efficacité du Protocole est fortement limitée. Premièrement, les pays visés à l'annexe I<sup>40</sup> du Protocole (les pays riches) ne sont pas tous signataires du Protocole. Le plus grand de ces pays, les États-Unis, n'a jamais ratifié le Protocole. Le Canada s'en est retiré en 2001 et le Japon, la Nouvelle-Zélande et la Fédération de Russie n'ont pas pris d'engagements pour la seconde période d'engagement du Protocole (2013-2020). Deuxièmement, le Protocole n'impose pas d'objectifs légalement contraignants aux pays non visés à l'Annexe I (pays à faible revenu). Par conséquent, les 37 pays de l'Annexe I qui ont des objectifs contraignants pour la seconde période d'engagement (2013-2020) représentent une maigre proportion des émissions de GES d'origine humaine, soit 13,4 pour cent en 2010 (PNUE, 2012). Ces pays contribuaient à hauteur

de 16 pour cent aux émissions directes<sup>41</sup> du secteur de l'élevage au niveau mondial en 2005.<sup>42</sup>

Par ailleurs, seuls deux pays visés par l'Annexe I, le Danemark et le Portugal, ont choisi de rendre compte des changements des stocks de carbone associés à la gestion des pâturages dans le cadre de l'article 3.4 du Protocole de Kyoto. Tous les autres pays l'excluent de leur inventaire national de GES et de leurs objectifs d'atténuation nationaux. Les défis que représentent la quantification des changements des stocks de carbone et les risques de non permanence contribuent à la réticence des pays à reconnaître la constitution de stocks de carbone dans les pâturages comme une source d'atténuation éligible.

### Le rôle des marchés de carbone

Un certain nombre de pays et de juridictions ont mis en place des marchés du carbone qui organisent l'échange de permis et de réductions d'émissions. En général, les marchés de carbone fonctionnent relativement bien et se développent lentement, selon Newell *et al.* (2011), malgré le manque d'engagement politique collectif pour réduire les émissions qui affecte de la même façon le développement de toutes les politiques d'atténuation. Malgré ces progrès, les marchés de carbone offrent actuellement peu d'incitations à l'atténuation pour le secteur. Ils n'incluent pas les émissions du secteur ou n'offrent qu'une couverture limitée. Cela est dû en partie aux difficultés rencontrées pour mesurer précisément et à moindre coût les réductions des émissions. Cependant, le rôle des marchés du carbone pourrait s'accroître sur le long terme grâce à des progrès du côté des méthodes de mesure et l'évolution continue des instruments de marché.

### Les mécanismes de marché du carbone conformes au Protocole de Kyoto

Les pays qui ont des objectifs contraignants en vertu du Protocole de Kyoto peuvent choisir à quelle politique recourir pour remplir ces objectifs. Jusqu'à présent, seuls quelques mécanismes de

<sup>40</sup> La Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques répartit les pays en trois groupes principaux selon leurs engagements : Les Parties visées à l'annexe I incluent les pays industrialisés qui étaient membres de l'OCDE en 1992 et les pays en transition sur le plan économique. Les Parties non visées à l'annexe I sont pour la plupart des pays en développement. La Convention reconnaît que certains groupes de pays sont particulièrement vulnérables aux effets préjudiciables des changements climatiques, par exemple les pays qui ont des zones côtières de faible altitude ou des zones sujettes à la sécheresse et à la désertification. Les Parties visées à l'annexe II sont les membres de l'OCDE qui figurent à l'annexe I, sans les pays en transition sur le plan économique.

<sup>41</sup> Émissions entériques de CH<sub>4</sub> et émissions de N<sub>2</sub>O et de CH<sub>4</sub> liées aux effluents.

<sup>42</sup> Estimations à partir du modèle GLEAM mais basées sur les règles de comptabilité pour l'élevage de la CCNUCC.

marché du carbone ont été établis au niveau national ou international. Il s'agit notamment du Système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) de l'Union européenne, du Système australien de fixation des prix du carbone et du Système d'échange d'émissions de Nouvelle-Zélande.

Le volume et la valeur des émissions échangées sur les marchés conformes au Protocole de Kyoto ont crû de 114 pour cent et de 31 pour cent respectivement entre 2008 et 2011 (Peters-Stanley et Hamilton, 2012; Hamilton *et al.*, 2010). Le volume et la valeur des quotas d'émissions échangés dans le Système d'échange de quotas d'émissions de l'Union européenne qui est le marché le plus grand et avec la plus forte liquidité au monde, ont crû de 153 et 47 pour cent respectivement pendant la même période. Cependant, l'effet combiné de l'actuelle crise économique mondiale et d'un niveau d'émissions plus bas que prévu ont entraîné une offre excédentaire des quotas d'émission dans l'Union européenne et une chute des prix depuis 2008 (Newell *et al.*, 2012).

Ces mécanismes de marché n'ont aucunement contribué à l'atténuation des émissions du secteur de l'élevage car aucun d'entre eux n'inclut le secteur agricole à l'exception du Système de fixation des prix du carbone en Australie qui est lié à un marché de compensation du carbone connu sous le nom d'Initiative Carbone Agricole (ou *Carbon Farming Initiative* en anglais).

### Mécanisme de Développement Propre (MDP)

Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) établi par le Protocole de Kyoto est un mécanisme de compensation qui permet aux pays développés de remplir leurs obligations nationales d'atténuation en finançant des projets d'atténuation dans les pays en développement. Même si toutes les sources d'émissions du secteur de l'élevage peuvent être incluses dans les projets du MDP, cet instrument n'offre que des opportunités limitées à l'atténuation des émissions du secteur.

Le commerce des réductions d'émissions issues du stockage du carbone dans les terres agricoles n'est pas autorisé sur les marchés conformes au Protocole de Kyoto, comme le SCEQE ; ces rè-

glements empêchent de fait la demande de projets de stockage de carbone dans les sols dans le cadre du MDP (Larson *et al.*, 2011). Cette restriction ne concerne pas les projets de réduction des émissions de la fermentation entérique et des effluents mais les seuls projets du secteur de l'élevage qui ont été enregistrés sont des projets de gestion des effluents liés à l'utilisation des biogaz. C'est une conséquence du fait que les pratiques qui permettent de réduire les émissions de CH<sub>4</sub> du stockage des effluents connaissent moins de problème de mise en place et d'évaluation que d'autres pratiques. Actuellement, 193 projets de gestion des effluents sont enregistrés dans le cadre du MDP, pour un potentiel d'atténuation annuel estimé à 4,4 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e<sup>43</sup>.

L'établissement de projets d'utilisation des terres agricoles dans le cadre du MDP rencontre plusieurs difficultés dont des coûts de transaction élevés dus à la structure du MDP, des défis liés à la quantification et des problèmes liés au besoin de coordonner les actions de plusieurs utilisateurs des terres (Larson *et al.*, 2011). Ces difficultés contribuent à un renchérissement du coût de participation dans le MDP, particulièrement pour les petits propriétaires.

Alors que Larson *et al.* (2011) ont estimé que l'évolution du MDP dépassait les attentes initiales, une offre excédentaire de crédits combinée à des préoccupations concernant leur crédibilité et des restrictions sur l'utilisation des crédits CDM dans le SCEQE ont entraîné une baisse importante des prix des crédits à la fin de 2012, laissant planer un doute sur son avenir (Newell *et al.*, 2012; Marcu, 2012, Wilkes *et al.*, 2012).

### Marchés volontaires du carbone

Les options d'atténuation du secteur de l'élevage bénéficient d'une plus grande éligibilité sur les marchés volontaires du carbone que sur les marchés conformes au Protocole de Kyoto. Cependant, les

<sup>43</sup> Cette estimation a été calculée en additionnant les réductions d'émissions présentées par les participants de chaque projet, selon les informations sur chaque projet disponibles sur le registre en ligne du MDP. Voir <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>.

transactions liées au secteur ont été jusqu'à présent très limitées, l'offre de crédit étant basse.

Le marché volontaire du carbone est de petite taille comparé aux marchés conformes au Protocole de Kyoto<sup>44</sup>. En 2011, le volume des transactions sur les marchés volontaires du carbone au niveau mondial ont représenté 95 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e comparé à respectivement 131 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e et 94 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e en 2010 et 2009 (Peters-Stanley et Hamilton, 2012; Peters-Stanley *et al.*, 2011; Hamilton *et al.*, 2010). En 2009, presque la moitié des transactions ont eu lieu sur le *Chicago Climate Exchange (CCX)*<sup>45</sup> (Hamilton *et al.*, 2010). Cependant suite à la fermeture du CCX en 2010, les transactions de gré à gré<sup>46</sup> ont pris la relève et leur proportion a augmenté jusqu'à représenter 97 pour cent des transactions.

Les crédits des projets agricoles concernant les sols n'ont, comme on pouvait s'y attendre, représenté qu'une petite proportion des transactions de gré à gré: entre 0 et 3 pour cent entre 2009 et 2011. Les transactions de gré à gré des crédits de CH<sub>4</sub> du secteur de l'élevage ont aussi représenté une proportion relativement faible des crédits: de 2 à 4 pour cent sur la même période. Par contre, les crédits liés à la déforestation représentaient une proportion plus importante: de 7 à 29 pour cent pendant cette période (Peters-Stanley et Hamilton, 2012; Peters-Stanley *et al.*, 2011; Hamilton *et al.*, 2010).

Une contrainte majeure à l'offre de crédits de carbone stockés dans les sols sur les marchés volontaires est l'absence d'une méthodologie de

calcul fiable de l'élimination du CO<sub>2</sub> grâce aux activités de pâturage. Deux méthodologies ont été validées dans ce but dans le cadre du *Verified Carbon Standard (VCS)*, qui est le standard le plus communément appliqué et qui couvrirait 43 pour cent des crédits de tous les marchés volontaires de carbone en 2011 (Peters-Stanley et Hamilton, 2012); même s'il n'est pas établi clairement qu'une de ces méthodologies permet de mesurer le carbone stocké à l'échelle d'un paysage avec un bon rapport coût-efficacité. La FAO est en train de développer une méthodologie VCS qui au moment de la rédaction de ce rapport en était au stade de la seconde et dernière validation indépendante. Une fois validée, cette méthodologie qui est basée sur une modélisation biogéochimique afin de réduire les besoins d'échantillonnage en sol, apportera une solution rentable au problème de mesure des changements des stocks de carbone à grande échelle dans les prairies.

En plus des limites et incertitudes concernant les marchés du carbone présentées dans la section ci-dessus, les projets de stockage de carbone dans les terres agricoles rencontrent des obstacles plus importants sur les marchés que d'autres types de projets d'atténuation en agriculture. Les préoccupations concernant la permanence du stockage du carbone et par conséquent la crédibilité des crédits liés à ce stockage conduisent à une augmentation de la complexité des règles de comptabilité et réduisent la demande de ces crédits. (Larson *et al.*, 2011). Ce problème ajouté à des difficultés de mesure et de coordination plus importantes, notamment quand les terres appartiennent à la communauté ou sont en accès libre, font que les projets de stockage de carbone dans le sol sont moins attrayants pour les investisseurs.

### Mesures d'atténuation adaptées au contexte national (MAAN)

Les Mesures d'Atténuation Adaptées au contexte National (MAAN) peuvent fournir d'autres incitations à l'atténuation mais jusqu'à présent l'inclusion du secteur de l'élevage dans ces mesures est restée limitée. Les MAAN incluent les politiques et

<sup>44</sup> En 2011, la valeur des transactions sur les marchés volontaires du carbone s'est élevée à 576 millions de dollars, comparés aux 3,3 milliards de dollars du marché primaire MDP et aux 147,8 milliards du SCEQE de l'Union européenne. En termes de quantité de CO<sub>2</sub>e, le volume des transactions sur les marchés volontaires s'est élevé à 95 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e comparés à 291 millions de tonnes CO<sub>2</sub>e sur le marché primaire MDP et 7 853 CO<sub>2</sub>e sur le SCEQE (Peters-Stanley & Hamilton, 2012).

<sup>45</sup> CCX fonctionnait comme un programme de plafonnement et d'échanges avec un volet compensatoire entre 2003 et 2010. Il a été relancé sous le nom de *Chicago Climate Exchange Offsets Registry Program* en 2011, mais les niveaux d'échanges sont restés très bas depuis 2010.

<sup>46</sup> Les transactions de gré à gré font référence aux échanges privés décentralisés pour lesquels les acheteurs et les vendeurs interagissent directement via un courtier ou un échange en ligne (Peters-Stanley and Hamilton, 2012).

mesures volontaires prises par les Parties non visées par l'Annexe I au Protocole de Kyoto pour réduire les émissions de GES qui peuvent être financées au niveau national ou par les pays industrialisés.

Selon l'accord de Copenhague, les pays non visés par l'annexe I ont été invités à partager des informations sur leurs MAAN lors de la quinzième session de la Conférence des Parties à la CCNUCC (COP 15) en 2009. Un certain nombre de pays ont répondu et apporté des informations au secrétariat de la CCNUCC sur les objectifs et actions qu'ils proposent. Parmi les MAAN soumises à cette date, seuls six pays ont spécifiquement inclus le domaine de l'élevage dans leur stratégie d'atténuation (le Brésil, le Tchad, la Jordanie, Madagascar, la Mongolie et le Swaziland). Parmi ces pays, seul le Brésil s'est fixé un objectif chiffré (Encadré 5).

### Inventaires nationaux de GES

Sans être des instruments politiques en tant que tels, les inventaires nationaux de GES établis selon les lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006), sont critiques pour l'établissement de politiques d'atténuation nationales car ils donnent les bases de référence des émissions des différents secteurs et identifient les voies possibles pour les réduire (Smith *et al.*, 2007). Les lignes directrices du GIEC établissent les méthodes, qui varient selon leur degré de complexité, pour estimer les émissions selon les sources et les absorptions par les puits des différents secteurs, dont l'élevage. Dans le cadre de la méthode de niveau 1 (ou Tier 1 en anglais) qui est la plus simple, il est possible d'appliquer des facteurs d'émissions par défaut au nombre total d'animaux qui varient entre les espèces et selon les régions, et, dans les cas des émissions des effluents d'élevage, selon les moyennes annuelles des températures. Les méthodes de niveau 1 sont faciles à utiliser mais sont relativement inexactes et n'apportent aucun éclaircissement sur les voies d'atténuation possibles. Les lignes directrices du GIEC ont établi aussi des méthodes plus sophistiquées de niveau 2 et 3 pour estimer les émissions de GES qui permettent de faire varier les facteurs de production jouant sur les émis-

sions comme la taille des animaux, leur fonction, la gestion des aliments etc. Ces méthodes permettent une estimation plus précise des émissions et, ce qui est plus important encore, l'identification des voies à suivre pour réduire les émissions. Cependant, il est possible d'améliorer fortement l'utilité de ces méthodes pour identifier les opportunités d'atténuation dans le secteur de l'élevage notamment en ce qui concerne la mesure du lien entre la qualité des aliments et les émissions entériques (FAO, 2013c). La recherche et le développement ont un rôle clef à jouer dans la préparation d'inventaires nationaux plus précis en aidant les pays qui utilisent les méthodes de niveau 1 à passer aux méthodes de niveau 2 et 3 et en développant des approches plus précises pour identifier des solutions d'atténuation.

### Recherche et développement, dissémination et fonds climat en soutien à l'atténuation

#### Financements pour l'atténuation

Outre les marchés du carbone, il existe de nombreuses sources complémentaires pour financer l'atténuation. Ces sources incluent les financements multilatéraux comme le Fonds Vert pour le Climat<sup>47</sup>, la Banque mondiale et le Fonds pour l'environnement mondial<sup>48</sup> ainsi que les sources de financement nationales comme les banques nationales de développements et les fonds nationaux en faveur du climat (par ex. le Fond Carbone espagnol<sup>49</sup>) dont la contribution au financement de l'atténuation s'accroît (Venugopal, 2012). Mettre au point des instruments financiers pour attirer un investissement conjoint du secteur privé dans des projets d'atténuation peut être une bonne opportunité pour le secteur

<sup>47</sup> Le Fonds Vert pour le Climat est un mécanisme qui permet aux pays riches de soutenir l'adaptation et l'atténuation dans les pays en développement. Il a été établi par la Conférence des Parties (COP) 16. Son but est de mobiliser 100 milliards de dollars par an de sources publiques et privées d'ici 2020. ([http://unfccc.int/cooperation\\_and\\_support/financial\\_mechanism/green\\_climate\\_fund/items/5869.php](http://unfccc.int/cooperation_and_support/financial_mechanism/green_climate_fund/items/5869.php)).

<sup>48</sup> Le Fonds pour l'environnement mondial réunit 182 pays en partenariat avec de nombreux acteurs pour s'attaquer à des problèmes environnementaux à caractère mondial dont le changement climatique. Le FEM offre des subventions pour des projets d'assistance techniques, et de transfert de connaissance (<http://www.thegef.org/gef/whatisgef>). C'est le plus gros et plus ancien mécanisme multi-donateur de financement de projets d'atténuation au niveau mondial.

<sup>49</sup> <https://wbcarbonfinance.org/Router.cfm?Page=SCF>

## ENCADRÉ 5. LES MAAN DU BRÉSIL ET LES PROGRÈS DANS LE SECTEUR DE L'ÉLEVAGE

Dans ses MAAN, le Brésil s'est fixé des objectifs d'atténuation ambitieux pour la décennie 2011-2020<sup>1</sup> et est devenu ainsi un acteur de premier plan en matière d'atténuation des émissions de GES du secteur de l'élevage. Ses MAAN incluent des mesures de réduction directe des émissions de GES du secteur de l'élevage et une augmentation du stockage du carbone dans les prairies : restauration des pâturages (réductions estimées: 83–104 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e d'ici 2020); et des systèmes intégrés de culture-élevage (réductions estimées: 16–20 million de tonnes de CO<sub>2</sub>e d'ici 2020).

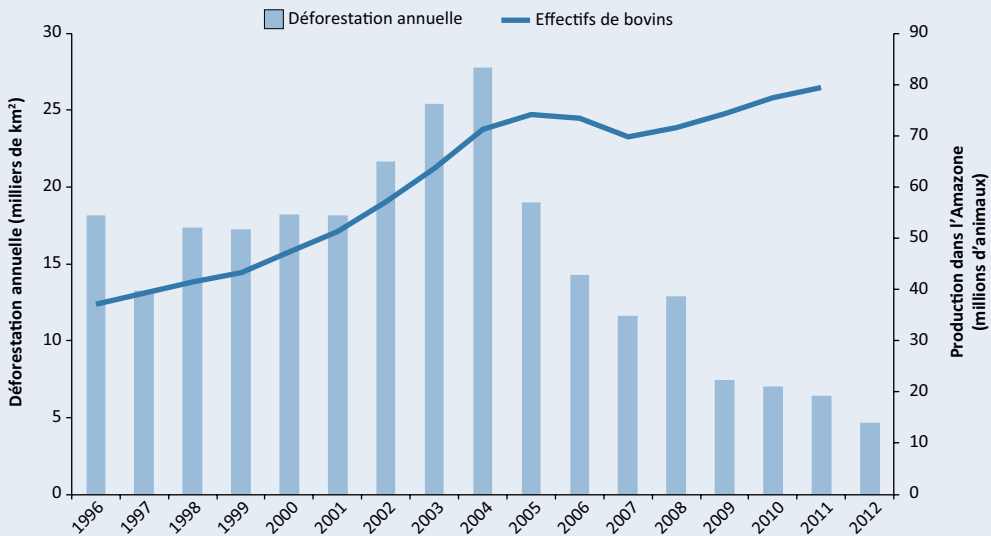
Le Brésil s'est aussi engagé à mettre en œuvre un certain nombre d'actions qui auront un impact d'atténuation indirect mais substantiel pour le secteur de l'élevage, soit en limitant la déforestation qui peut être attribuée au secteur, soit en augmentant l'atténuation dans les zones qui sont consacrées à la production d'aliments pour le secteur. Ces mesures incluent:

- La réduction de la déforestation dans l'Amazone (estimation de la réduction: 554 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e d'ici 2020);

- La réduction de la déforestation dans le Cerrado (estimation de la réduction: 104 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e d'ici 2020);
- La culture sans labour (estimation de la réduction: 16–20 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e d'ici 2020); et
- La fixation biologique de N (estimation de la réduction: 16–20 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e d'ici 2020).

Pour tenir ses engagements, le Gouvernement brésilien a mis en place le programme ABC qui comporte une ligne de crédit pour des prêts spéciaux servant à financer les pratiques présentées ci-dessus ainsi que des actions dans le domaine de la gestion des effluents dont le potentiel de réduction est estimé à 6,9 millions de tonnes d'ici 2020. Le programme ABC a un budget estimé à 197 milliards de réales.<sup>2</sup>

Alors que des gains d'atténuation importants sont attendus dans le futur grâce au programme ABC, la forte croissance récente de la productivité de l'élevage de bovins a déjà permis au Brésil d'augmenter la taille de son cheptel alors que les taux de déforestation dans la région officielle de l'Amazone baissent depuis 2004.



Source: IPAM apud. Bastos, 2013.

<sup>1</sup> [http://unfccc.int/files/meetings/cop\\_15/copenhagen\\_accord/application/pdf](http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/copenhagen_accord/application/pdf)

<sup>2</sup> <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/plano-abc>

public, peut-être en gérant les risques que le secteur privé n'est pas prêt à prendre (Venugopal, 2012).

### Initiatives de recherche, de développement et de conseil agricole

Il a été mentionné précédemment qu'un effort additionnel significatif est nécessaire en matière de recherche et développement pour construire une base de connaissances sur les pratiques et technologies d'atténuation existantes et futures. Il existe quelques projets de recherches avec cet objectif aux niveaux international et national mais ils pourraient être développés. Une des principales initiatives de recherche au niveau mondial est l'Alliance mondiale de recherche (*Global Research Alliance* en anglais ou GRA) sur les gaz à effets de serre de l'agriculture qui se concentre sur la recherche et le développement de technologies et pratiques pour permettre d'augmenter la production alimentaire sans augmenter les émissions. L'alliance a été créée en décembre 2009 et a maintenant plus de 30 pays membres.

L'alliance s'appuie sur des programmes de recherche nationaux de plus en plus solides et a ainsi accès à de nombreux scientifiques et ingénieurs pour former des équipes multiculturelles et multidisciplinaires afin de trouver des solutions innovatrices et pratiques. Les efforts de recherche sont organisés selon plusieurs sous-secteurs agricoles et incluent un groupe de recherche sur l'élevage dont l'objectif est de trouver des solutions pour réduire l'intensité des GES des systèmes d'élevage et augmenter la quantité de carbone stocké dans les pâturages (GRA, 2013). Plusieurs initiatives nationales soutiennent la recherche, le développement et la dissémination d'informations dans ce domaine, dont certaines appuient directement le GRA. Par exemple, le programme canadien sur les gaz agricoles à effet de serre (*Agricultural Greenhouse Gases Program* en anglais) se focalise sur le développement de connaissances et le transfert des technologies d'atténuation<sup>50</sup>. Une initiative similaire mais de plus grande taille est le programme australien des marchés à terme du carbone agri-

cole qui mettra à disposition 394 millions de dollars pour financer des activités de recherche, de démonstration et de formation pour aider les producteurs à bénéficier de l'Initiative Carbone Agricole (CFI en anglais). Les activités sont les suivantes : combler les lacunes de la recherche en matière de nouvelles technologies et pratiques pour l'atténuation; mener des recherches sur les situations agricoles concrètes, vulgarisation et information du public; et déductions fiscales pour les producteurs achetant des équipements de travail minimum des sols<sup>51</sup>. Le *Scottish Climate X Change*<sup>52</sup> est une autre initiative. Il s'agit d'un centre d'expertise et de collaboration des meilleurs instituts de recherche et d'enseignement supérieur d'Ecosse. Le centre utilise ce réseau académique pour fournir des informations factuelles et conseiller tous les secteurs dont l'agriculture sur les pratiques d'atténuation et d'adaptation. Le Centre de recherche sur les gaz à effet de serre agricoles de Nouvelle-Zélande (*New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre* en anglais) est une autre initiative pour générer des connaissances et mettre au point des pratiques et des technologies pour atténuer les GES dans le secteur agricole<sup>53</sup>.

Outre l'Alliance, d'autres initiatives internationales importantes investissent dans la recherche, le développement et la formation. Par exemple, le projet *Animal Change* est un projet de recherche qui réunit 25 partenaires publics et privés de pays européens et non-européens dans le but de développer et fournir des connaissances factuelles pour mettre en place les stratégies d'atténuation et d'adaptation appropriées à l'échelle des exploitations, des pays et des régions de l'Union européenne, d'Amérique latine et d'Afrique. Ce projet a un budget de 12,8 millions d'euros principalement financé par l'Union européenne<sup>54</sup>. Une autre initiative internationale importante est l'Initiative mondiale sur le méthane (*Global Methane Initiative*

<sup>51</sup> <http://www.daff.gov.au/climatechange/carbonfarmingfutures>

<sup>52</sup> <http://www.climatexchange.org.uk>

<sup>53</sup> <http://www.agresearch.co.nz/our-science/land-environment/greenhouse-gas/Pages/default.aspx>

<sup>54</sup> <http://www.animalchange.eu>

<sup>50</sup> <http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1331047113009&lang=eng>



Credit: ©FAO/Ishara Kodikara

ou *GMI* en anglais). Ce partenariat multilatéral a été établi pour stimuler la coopération internationale en vue de réduire les émissions de  $\text{CH}_4$  et faire progresser la récupération et l'utilisation du  $\text{CH}_4$  comme une source d'énergie propre. Plus de 40 pays collaborent à cette initiative en coordination avec les secteurs publics et privés, les chercheurs, les banques de développement et les organisations non gouvernementales. Le GMI cible cinq sources majeures de  $\text{CH}_4$  dont l'agriculture où l'initiative se concentre sur la digestion anaérobie des systèmes de gestion des effluents. L'initiative se focalise aussi sur le développement de stratégies et de marchés pour la réduction et l'utilisation du  $\text{CH}_4$  et s'est engagée dans des activités de formation, d'échanges d'informations et d'évaluations des ressources sur les sites particuliers afin de promouvoir l'adoption de technologies d'atténuation.

### Réduire les émissions issues de la déforestation et de la dégradation des forêts (REDD+)

Lors de sa 16<sup>ème</sup> réunion, la Conférence des Parties de la CCNUCC a adopté le programme de Réduction des émissions issues de la déforestation et de la dégradation des forêts (REDD+<sup>55</sup>) qui est

une importante stratégie d'atténuation dans le secteur forestier des pays en développement. Les efforts nationaux et mondiaux d'atténuation dans le cadre de REDD+ sont soutenus par des initiatives multilatérales comme le programme UN-REDD, le Fonds de partenariat pour le carbone forestier (FPCF) et du Programme d'investissement pour la forêt (FIP) hébergé par la Banque mondiale<sup>56</sup>. Ces initiatives ont besoin d'incitations financières et d'appui technique pour développer l'adoption des pratiques REDD+. Jusqu'à 30 milliards de dollars de flux financiers devraient être disponibles pour REDD+<sup>57</sup>. La conversion de la forêt en pâturages pour l'élevage étant un des moteurs de la déforestation, la stratégie REDD+ a un rôle important à jouer dans les réductions des émissions du secteur. Depuis 2012, le rôle que joue l'agriculture comme un des moteurs de la déforestation a été reconnu dans les négociations REDD+ au sein de la CCNUCC (Wilkes *et al.*, 2012).

### Initiatives du secteur privé

L'industrie de l'élevage joue un rôle croissant dans le développement des stratégies d'atténuation. Le nombre d'initiatives du secteur privé qui visent à

<sup>55</sup> Le 'plus' fait référence à des activités de conservation, de gestion durable des forêts et à l'amélioration des stocks de carbone forestier et à des activités de prévention de la déforestation et de la dégradation des forêts.

<sup>56</sup> <http://www.un-redd.org/AboutREDD/tabid/102614/Default.aspx>

<sup>57</sup> [www.un-redd.org](http://www.un-redd.org)



développer des réponses ciblées aux défis de la durabilité a augmenté ces dix dernières années.

### **Programmes volontaires d'atténuation**

Dans certains cas, le secteur de l'élevage joue un rôle moteur dans l'identification des conséquences environnementales de la production et des options d'atténuation potentielles. L'Approche Commune Empreinte Carbone pour le Lait de la Fédération Internationale du Lait (FIL) est un des exemples (FIL, 2010). Basée sur une analyse de Cycle de vie, la méthodologie développée est le résultat d'un processus impliquant les experts internationaux et l'industrie laitière dans le développement de lignes directrices communes pour calculer l'empreinte carbone du secteur laitier. De telles initiatives permettent non seulement d'identifier les points critiques des émissions de GES dans les filières et les possibilités de réduction, mais peuvent aussi en améliorer l'efficacité. En lien avec cet effort international, un nombre croissant d'associations nationales de producteurs laitiers se sont engagées dans des programmes volontaires d'atténuation. L'industrie de la viande s'engage aussi progressivement dans cette voie, comme le montre plusieurs initiatives nationales par exemple celle de l'Association des éleveurs de bétail des Etats-Unis ou encore celles d'un certain nombre de pays clés pour en production porcine (OIV, 2012). Les instruments présentés récemment par l'Association des producteurs de porc américains et le partenariat *Teagasc-BordBia Partnership* pour évaluer et mieux comprendre l'empreinte carbone de l'industrie sont également des exemples d'efforts d'atténuation au niveau des filières<sup>58</sup>.

### **Plateformes pour la durabilité**

Des plateformes pour la durabilité qui réunissent un certain nombre de secteurs pour travailler collectivement sur le développement et l'adoption de pratiques plus durables sont aussi actives. Par exemple, l'Initiative pour une Agriculture Du-

table (*Sustainable Agriculture Initiative* en anglais) créée en 2002, réunit plus de 50 membres internationaux dont les plus grosses compagnies de productions agricoles mondiales<sup>59</sup>. En général, ces programmes de durabilité ont permis des progrès pour un certain nombre de produits dont le bœuf et le lait ; l'accent a été mis sur le climat et l'eau.

### **Engagement croissant des distributeurs**

Les distributeurs ont également fait beaucoup de progrès pour améliorer leur performance environnementale. Les Objectifs pour une Agriculture Mondiale Durable de Walmart constituent un de ces programmes de distributeurs qui investit de manière substantielle dans des filières plus efficaces et durables. En avril 2013, l'annonce du partenariat entre *The Nature Conservancy*, une organisation leader dans le domaine de la conservation, le groupe Marfrig, un des plus gros producteurs d'aliments au niveau mondial et Walmart Brésil pour investir dans un programme de durabilité ciblé sur le bœuf dans le sud-est de l'Etat du Pará démontre que les distributeurs jouent un rôle plus actif en faveur de pratiques durables dans le secteur.

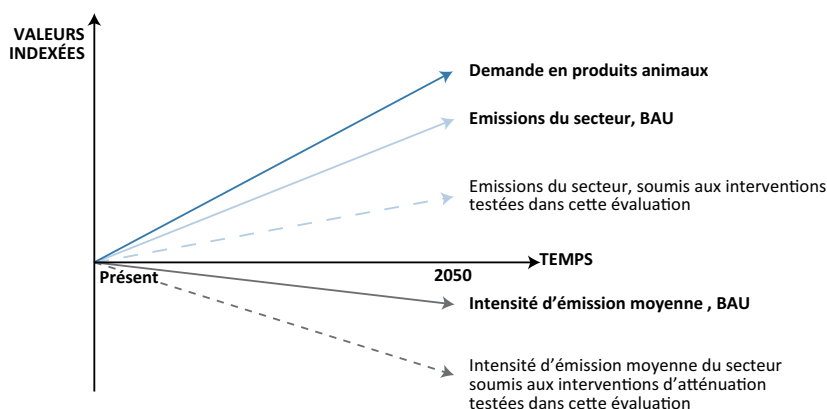
### **Plus d'interaction entre les acteurs des filières**

Ces développements sont principalement motivés par les évolutions dans les préférences des consommateurs et une prise de conscience croissante des acteurs des filières. Le défi pour le secteur privé est d'assurer la mise en œuvre des politiques et initiatives par les producteurs et leur maintien sur le long terme à travers un processus d'amélioration continue des pratiques. De plus, le lien entre les producteurs et les consommateurs est important pour assurer que le secteur de l'élevage réponde de manière appropriée aux besoins des consommateurs. Cela nécessite de toujours mieux comprendre le cycle de vie des produits de l'élevage et d'encourager une plus grande interaction entre les décideurs au sein des filières.

<sup>58</sup> <http://www.pork.org/Resources/1220/CarbonFootprintCalculatorHomepage.aspx> and The 'Beef Carbon Navigator' <http://www.teagasc.ie/news/2012/201209-25.asp>

<sup>59</sup> [www.saiplatform.org](http://www.saiplatform.org)

FIGURE 28. Interactions entre tendances de la production, des émissions et des efforts d'atténuation



## 7.5 CONCLUSIONS

### Stratégies pour un objectif double de développement et d'atténuation

Pour obtenir le soutien des décideurs politiques, les politiques d'atténuation dans le secteur de l'élevage doivent être cohérentes avec les objectifs généraux de développement du pays et faire partie d'une vision d'ensemble sur le développement du secteur. Pour assurer la participation des pays en développement où se trouve la majeure partie du potentiel d'atténuation en élevage, il est indispensable de mettre au point des stratégies ayant à la fois des objectifs de développement et d'atténuation.

Le recours plus systématique aux pratiques et technologies déjà disponibles qui permettent des gains d'efficacité et peuvent aider à remplir ces deux objectifs permettraient de réduire les émissions du secteur de l'élevage jusqu'à un tiers, à court et moyen terme. Alors que la plupart du potentiel d'atténuation du secteur de l'élevage pourrait être atteint tout en générant des profits ou avec des coûts minimaux (USEPA, 2006; Moran *et al.*, 2010; Schulte *et al.*, 2012), d'autres évaluations sont nécessaires pour mieux comprendre où et comment parmi l'ensemble des pratiques d'atténuation, les régions et les systèmes de production, les objectifs de développement et d'atténuation peuvent converger.

### Investissements et politiques pour créer un environnement favorable

Des investissements et partenariats additionnels sont nécessaires pour encourager l'innovation technologique et construire les capacités institutionnelles nécessaires au soutien et à l'utilisation de ces innovations. Des activités de conseils agricoles, de mise en réseaux et d'échanges de connaissance sont les principaux instruments pour combler l'écart d'efficacité entre les producteurs les plus efficaces et leur pairs. En même temps, des cadres politiques plus solides permettraient de mieux aligner les objectifs économiques privés et publics et de faciliter une plus grande adoption de toutes les stratégies d'atténuation. Cependant, sans des objectifs solides et contraignants de réduction des émissions au niveau mondial qui incluent l'agriculture et les pays qui sont les plus gros émetteurs au monde, l'introduction de politiques d'atténuation efficaces restera un défi économique et politique. Par ailleurs, il faut prendre en compte et gérer les compromis qui doivent être faits entre l'atténuation et d'autres objectifs environnementaux et socio-économiques. Alors que des stratégies d'atténuation des GES basées sur l'efficacité peuvent améliorer l'utilisation d'autres ressources naturelles, des mesures de précaution doivent être mises en place pour éviter des risques

environnementaux, sanitaires et socio-économiques imprévus. Par exemple, se concentrer uniquement sur l'efficacité de la production pour un produit peut se faire au détriment des services auxiliaires fournis par l'élevage, comme celui de «capital sur pied», qui sont importants pour les ménages pauvres en milieu rural.

### **Des efforts supplémentaires en recherche et développement**

Il faut poursuivre les efforts de recherche et développement dans le domaine de l'atténuation pour améliorer les technologies existantes, en développer de nouvelles mais aussi développer des groupes de technologies adaptées à des conditions de production spécifiques. Des méthodes pour mesurer les émissions plus précises et plus abordables sont nécessaires pour entraîner un changement des pratiques et contribuer à des inventaires nationaux plus exacts. Ces défis varient selon les sources d'émissions, le secteur et les régions. Par exemple, des méthodologies valides existent pour mesurer la récupération et l'utilisation du CH<sub>4</sub> des effluents stockés comme une source d'énergie propre. La prédominance des projets de production de biogaz dans le système de compensation MDP en témoigne.

De même, le stockage du carbone dans les prairies a un potentiel très important, mais des efforts de recherche et développement additionnels sont nécessaires au développement de méthodologies pour mesurer les stocks. De plus, il faut également mener des études pilotes et mettre en place des mécanismes institutionnels de soutien avant que cette stratégie ne puisse être encouragée à une échelle significative. Cela permettrait d'améliorer l'inclusion de cette stratégie dans les objectifs nationaux d'atténuation. De plus, il est crucial que des recherches soient menées sur les coûts et bénéfices de cette option d'atténuation pour combler le manque actuel d'analyse. Comme mentionné précédemment, l'existence d'informations sur l'attractivité économique de ces options est fondamentale pour l'élaboration de politiques d'atténuation présentant un bon rapport coûts/efficacité.

### **Investir dans l'atténuation en l'absence d'incitations politiques**

Dans l'ensemble, les politiques et programmes existants aux niveaux national et international offrent peu d'incitations à l'atténuation dans le secteur de l'élevage.

Cette faiblesse vient principalement de la petite proportion des pays qui se sont engagés dans le cadre du Protocole de Kyoto et de la faible part des émissions couvertes par le Protocole et les instruments de marchés qui lui sont liés. Quelques incitations supplémentaires sont apportées par les MAAN. Cependant les engagements des MAAN ne sont que volontaires, et, à l'exception notable du Brésil, les MAAN n'incluent aucun objectif spécifique au secteur de l'élevage. En l'absence d'accord internationaux plus ambitieux et complets pour réduire les émissions, la mise en place d'actions pour atténuer les émissions va dépendre principalement de l'identification d'opportunités d'investissements rentables. L'atténuation va dépendre de la réduction des coûts de production ou des primes de marché pour des produits à faible intensité d'émission. L'élaboration d'instruments financiers qui permettent au secteur public d'assurer les risques des projets d'atténuation que le secteur privé ne veut pas encourir, pourrait être un catalyseur important pour attirer les investissements du secteur privé.

### **Intensité d'émissions versus émissions absolues**

Le futur volume total des émissions du secteur dépendra de l'effet combiné des réductions d'intensité d'émission et de la croissance de la production qui est estimée à 70 pour cent entre 2010 et 2050 (FAO, 2011c).

Selon un scénario de statu quo, la moyenne mondiale d'intensité d'émission des filières animales devrait diminuer légèrement avec l'adoption de pratiques plus efficaces et grâce au fait que la majorité de la croissance du secteur concerne des produits avec une intensité d'émission relativement faible. Cette évaluation montre que combler les écarts d'intensité d'émission au sein d'un

même système de production pourrait réduire les intensités d'environ un tiers par rapport aux niveaux actuels.

A l'échelle mondiale, il est peu probable que les gains d'intensité d'émission basés sur le déploiement de technologies actuellement disponibles permettraient de compenser l'augmentation des émissions liées à la croissance du secteur (Figure 28). Cependant, le potentiel total d'atténuation technique du secteur, c.-à-d. le fait d'utiliser toutes les techniques d'atténuation disponibles sans considération de coûts, représente plus d'un tiers des émissions et il est possible que des percées technologiques permettent d'atténuer les émissions au-delà des prévisions actuelles. De plus, dans les régions où, selon les prévisions, la croissance de la production sera faible, la réduction des intensités d'émission pourra peut-être compenser complètement les tendances du secteur.

Ces aspects qui n'ont pas été couverts dans cette évaluation nécessitent des recherches additionnelles. Il s'agit notamment d'analyses économiques et sociales pour mieux comprendre les spécificités régionales, les différences entre les systèmes et les interactions entre le développement rural, la sécurité alimentaire et l'atténuation. Il faudrait aussi évaluer l'effet des gains d'efficacité sur les prix aux consommateurs et les niveaux de consommation. Cette recherche est nécessaire pour mieux comprendre le potentiel d'atténuation du secteur et identifier le rôle que l'élevage peut jouer dans les efforts mondiaux et multisectoriels de lutte contre le changement climatique.

### Nécessité d'une action internationale multisectorielle et multipartite

En raison de la taille et de la complexité du secteur de l'élevage, l'élaboration et la mise en place de stratégies et politiques d'atténuation qui soient rentables et équitables est seulement possible à travers l'action concertée de tous les groupes d'acteurs du secteur : producteurs, fédération d'industriels, recherche, secteur public et organisations intergouvernementales. De plus, en raison de la nature du climat qui est un bien public et des défis socio-éco-

nomiques du secteur, une action collective au niveau mondial est à la fois bienvenue et nécessaire.

En raison de l'intégration économique croissante des filières d'élevage, des actions unilatérales pour atténuer les émissions seront beaucoup moins efficaces que des actions coordonnées au niveau mondial. Par exemple, si des politiques fortes en matière d'atténuation sont mise en place dans un pays, une grande partie des réductions d'émissions risquent d'être compensées par d'autres ou de « fuir » dans des secteurs qui ne sont pas régulés à l'étranger (Golub *et al.*, 2012). De plus, des politiques unilatérales soulèvent des problèmes de compétitivité et d'équité dans des secteurs fortement exposés au commerce international.

Alors que la CCNUCC reste le principal mécanisme officiel pour une action internationale et multisectorielle pour l'atténuation des GES, des efforts d'atténuation importants ont aussi lieu au niveau de l'industrie locale, souvent à l'initiative du secteur privé. Cependant le besoin de soutien de la part d'initiatives mondiales focalisées sur la question de l'élevage qui intègrent et généralisent efficacement les objectifs d'atténuation et de développement poursuivis par les acteurs du secteur se fait sentir. Le partenariat LEAP en est un exemple. Il réunit des partenaires du secteur privé, des gouvernements, des organisations de la société civile, du monde de la recherche et des organisations internationales pour développer des méthodes communes afin de définir et mesurer les performances environnementales des filières d'élevage<sup>60</sup>. Le Programme mondial pour un élevage durable est une initiative étroitement liée à la précédente et réunit un groupe similaire d'acteurs du secteur. Le programme se concentre sur la mise en place de solutions concrètes pour améliorer la durabilité du secteur en favorisant les changements de pratique et les progrès continus<sup>61</sup>. L'expertise de chaque groupe d'acteurs du secteur permet de construire la confiance et la cohésion essentielle à une action concertée dans les filières au niveau international.

<sup>60</sup> [www.fao.org/partnerships/leap](http://www.fao.org/partnerships/leap)

<sup>61</sup> [www.livestockdialogue.org](http://www.livestockdialogue.org)



# INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LA MÉTHODOLOGIE

1. Tableau A1. Présentation générale de l'approche utilisée pour calculer les émissions liées à la production d'aliments du bétail dans GLEAM 112
2. Comparaison de GLEAM avec l'évaluation publiée dans le rapport *L'Ombre portée de l'élevage* 114
3. Tableau A2. Méthodes et sources des données utilisées dans ce rapport et dans *L'Ombre portée de l'élevage* 115

TABLEAU A1. Présentation générale de l'approche utilisée pour calculer les émissions liées à la production d'aliments du bétail dans GLEAM

Espèces/ systèmes	Etape 1 Types d'aliments et produits composant les rations	Etape 2 Proportions des types d'aliments et des produits composant les rations	Etape 3 Quantité d'aliments consommée par les animaux énergétiques	Etape 4 Emissions associées à la production d'aliments du bétail
<b>Poulets de basse-cour</b>	<p>Les types d'aliments et les produits composant les rations sont:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les cultures fourragères, par ex. les produits de culture de première qualité donnés aux animaux comme le manioc ou le soja</li> <li>• Les cultures de moindre qualité, par ex. les produits déclassés (céréales, légumineuses, bananes etc.) et non aptes à la consommation humaine</li> <li>• Les résidus de culture, par ex. la paille, les cames de maïs</li> <li>• Les sous-produits, par ex., les tourteaux de soja et les sons</li> </ul> <p>Les fourrages, par ex., aliments collectés pendant le pâturage et la circulation des animaux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les déchets ménagers</li> </ul>	<p>Tous les produits viennent de la zone</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les proportions de chaque catégorie viennent de la littérature et de consultation d'experts.</li> <li>• A l'intérieur de chaque catégorie, les proportions des produits sont définies de la manière suivante: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultures fourragères, cultures déclassées, résidus de cultures et sous-produits: estimées pour chaque cellule SIG sur la base de la proportion relative des produits dans le pays et la ZAE où la cellule est localisée</li> <li>- Déchets et produits collectés pendant la libre circulation des animaux: composition non spécifiée</li> </ul> </li> </ul>	<p>Basée sur les besoins énergétiques</p>	<p>Calcul pour chaque produit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultures fourragères, cultures déclassées, résidus des cultures et sous-produits: estimations basées sur la moyenne des paramètres de culture au niveau des pays et ZAE. Facteurs d'allocation appliqués à tous sauf aux cultures fourragères</li> <li>• Déchets et matières consommées pendant la libre circulation des animaux: aucun</li> </ul>
<b>Systèmes de production intensive, poulets de chair et poules pondeuses</b>	<p>Les types d'aliments et les produits composant les rations sont:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les cultures fourragères, par ex. les produits de culture de première qualité donnés aux animaux comme le manioc, le soja ou les céréales</li> <li>• Les sous-produits, par ex., les tourteaux d'oléagineux et de céréales</li> <li>• Les aliments non issus de l'agriculture, par ex., chaux, farines de poisson et acides aminés synthétiques</li> </ul>	<p>Aucun aliment venant de la zone</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les proportions de chaque catégorie viennent de la littérature et de consultation d'experts</li> </ul>	<p>Basée sur les besoins énergétiques; la consommation de N a été vérifiée pour l'aligner sur les besoins</p>	<p>Calcul pour chaque produit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultures fourragère et sous-produits: estimations basées sur les moyennes des paramètres de culture dans les régions de la FAO (pour les matières importées comme le soja, les émissions sont calculées comme une moyenne nationale dans le pays d'origine)</li> <li>• Chaux, farines de poisson et acides aminés synthétiques: facteurs d'émissions standards venant de la littérature et de bases de données, par ex. ecoinvent</li> <li>• Transport des aliments du bétail: basées sur des estimations du transport local et international</li> </ul>
<b>Porcs de basse-cour</b>	Comme pour les poulets de basse-cour			

(cont.)

TABLEAU A1. (cont.)

Espèces/ systèmes	Etape 1 Types d'aliments et produits composant les rations	Etape 2 Proportions des types d'aliments et des produits composant les rations	Etape 3 Quantité d'aliments consommée par les animaux	Etape 4 Emissions associées à la production d'aliments du bétail
<b>Systèmes intermédiaires de production de porc</b>	Les types d'aliments et les produits composant les rations sont: <ul style="list-style-type: none"> <li>Les cultures fourragères, par ex. les produits de cultures de première qualité donnés aux animaux comme le manioc, le soja ou les céréales</li> <li>Les cultures de moindre qualité, par ex. les produits déclassés (céréales, légumineuses, bananes etc.) et non aptes à la consommation humaine</li> <li>Les résidus de culture, par ex. la paille, les cannes de maïs</li> <li>Les fourrages, par ex., aliments collectés pendant le pâturage et la circulation des animaux</li> <li>Les déchets ménagers</li> <li>Les aliments non issus de l'agriculture, par ex., chaux, farines de poisson et acides aminés synthétiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une partie des produits viennent de la zone (déchets, fourrages, résidus de cultures, cultures déclassées) et une partie des produits viennent de la zone d'exploitation (cultures fourragères, sous-produits, aliments non issus de l'agriculture)</li> <li>Les proportions de chaque catégorie viennent de la littérature et de consultation d'experts</li> <li>Les proportions des produits hors zones d'exploitation viennent de la littérature et de consultation d'experts</li> <li>Les proportions des produits locaux ont été estimées pour chaque cellule SIG, sur la base de la proportion relative des produits de la ration dans le pays et la ZAE où la cellule est localisée</li> </ul>	Basée sur les besoins énergétiques; la consommation de N a été vérifiée pour l'aligner sur les besoins	Calcul pour chaque produit: <ul style="list-style-type: none"> <li>Produits locaux: estimations d'émissions basées sur la moyenne des paramètres de cultures au niveau du pays et de la ZAE. Les facteurs d'allocation sont appliqués à tous à l'exception des cultures fourragères</li> <li>Produits hors zone d'exploitation: estimations basées sur les moyennes des paramètres de culture dans les régions FAO (pour les matières importées, comme le soja, les émissions sont calculées comme une moyenne nationale dans le pays d'origine)</li> <li>Déchets et produits collectés lors de la libre circulation des animaux: aucun</li> </ul>
<b>Systèmes industriels de production de porc</b>	Comme pour la production intensive de poulet. Mêmes types et produits à l'exception de la chaux			
<b>Bovins et petits ruminants</b>	Les types d'aliments et les produits composant les rations sont: <ul style="list-style-type: none"> <li>Les fourrages: herbe fraîche, foin, légumineuses et ensilage, résidus, apex et feuilles de canne à sucre</li> <li>Les sous-produits: sons et tourteaux d'oléagineuses</li> <li>Les concentrés: céréales, mélasses, pulpes, graines d'oléagineux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les proportions de chaque catégorie viennent de la littérature et de consultation d'experts. Elles varient selon les pays, les troupeaux (viande et lait) et aussi par catégorie d'animal (femelles, mâles et animaux d'engraissement)</li> <li>Pour les pays développés, les proportions de chaque produit dans la ration viennent de la littérature et de consultation d'experts</li> <li>Pour les pays en développement, elles ont été établies sur la base des informations disponibles dans les cellules SIG</li> </ul>	Basée sur les besoins énergétiques	Calcul pour chaque produit: <ul style="list-style-type: none"> <li>Fourrages: estimation basée sur les paramètres de culture de la cellule SIG</li> <li>Concentrés: estimations basées sur les moyennes des paramètres de culture des régions FAO (pour les matières importées comme le soja les émissions sont calculées comme une moyenne nationale dans le pays d'origine)</li> <li>Transport des aliments du bétail: basées sur des estimations du transport local et international</li> </ul>



## COMPARAISON DE GLEAM AVEC L'ÉVALUATION PUBLIÉE DANS LE RAPPORT L'OMBRE PORTÉE DE L'ÉLEVAGE

L'évaluation de 2006 et celle-ci plus récente, se basent toutes deux sur une Analyse de Cycle de Vie attributive et ont recours aux mêmes limites pour les systèmes étudiés: de la naissance des animaux à leur sortie de la ferme. Malgré ce cadre général commun, l'évaluation présentée dans ce rapport utilise un cadre de calcul complètement nouveau: GLEAM. Les principales différences sont présentées dans le Tableau 6A et résumées ci-dessous.

- Cette analyse utilise le modèle GLEAM, basé sur des données SIG et développé à la FAO pour calculer les émissions de GES par espèces, produits, systèmes de production et zones climatiques, alors que l'évaluation de 2006 est principalement basée sur des tableaux statistiques.
- L'estimation présentée dans ce rapport est calculée pour la moyenne des trois années autour de l'année 2005, alors que l'évaluation 2006 donne une estimation pour la période 2001-2004.
- Les deux évaluations se basent sur les lignes directrices du GIEC sur les émissions de GES mais l'évaluation *L'ombre portée de l'élevage* utilise la version de 2001 alors que l'évaluation présente utilise la version de 2006. De plus, les deux évaluations utilisent des potentiels de réchauffement différents pour calculer les émissions en unité de CO<sub>2</sub>e: 296 et 298, et 23 et 25, respectivement pour le N<sub>2</sub>O et le CH<sub>4</sub> dans l'évaluation de 2006 et celle présente.
- Selon les lignes directrices du GIEC (2006), cette évaluation prend pour hypothèse que les stocks de carbone du sol restent stables lors que l'utilisation des terres ne change pas, c.-à-d. quand la terre est restée dans la même catégorie de type d'utilisation ces vingt dernières années (pâturage, grandes cultures, forêt). Par contre, *L'ombre portée de l'élevage* a estimé que les émissions liées à la perte de matière organique des sols cultivés et à la désertification des pâturages en raison de l'élevage représentaient 0,12 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e.
- Cette évaluation inclut les émissions de CH<sub>4</sub> des co-produits de riz utilisés comme aliments du bétail qui n'avaient pu être estimées lors de la préparation de *L'ombre portée de l'élevage* car les informations disponibles étaient trop limitées; ces émissions s'élèvent à 26 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e.
- L'évaluation de *L'ombre portée de l'élevage* inclut les émissions de GES liées à la production des aliments du bétail (dont les pâturages) qui sont donnés à toutes les espèces (pour un total de 2,7 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e), alors que ce rapport comptabilise seulement les aliments donnés aux espèces étudiées, c.-à-d. le poulet, les bovins, les petits ruminants et les buffles (pour un total de 3,2 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e incluant les co-produits du riz).
- Dans *L'ombre portée de l'élevage*, toutes les émissions issues des effluents ont été comptabilisées (pour un total d'approximativement 2,2 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e), alors que dans cette évaluation seules les émissions liées à la gestion des effluents et à l'application des effluents sur les pâturages ou les cultures pour la production d'aliments du bétail sont comptabilisées (pour un total de 0,7 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e et 1,1 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e, respectivement).
- Les deux évaluations incluent les émissions liées au changement d'utilisation des terres dû à la déforestation dans le but de créer des pâturages et des terres cultivables pour la production d'aliments du bétail et limitent l'analyse à la région de l'Amérique latine. Dans *L'ombre portée de l'élevage*, ces émissions sont estimées à 2,4 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e comparé à 0,65 gigatonnes de CO<sub>2</sub>e dans ce rapport. La différence significative qui existe s'explique par: (i) des périodes de référence différentes (1990-2006 et 2000-2010 pour cette évaluation et *L'ombre portée de l'élevage* respectivement) et des sources de données différentes sur les changements d'utilisation des terres (FAOSTAT pour cette évaluation et Wassenaar *et al.* (2007) pour *L'ombre portée de l'élevage*); (ii) l'inclusion de seulement l'expansion de la culture du soja au Brésil et en Argentine dans cette évaluation comparée à l'inclusion de l'expansion de toutes les cultures pour produire des aliments du bétail au Brésil et en Bolivie pour *L'ombre portée de l'élevage*; et (iii) l'utilisation de versions différentes des lignes directrices du GIEC – voir ci-dessus.
- Alors que cette évaluation utilise la méthodologie du GIEC pour quantifier les émissions liées au changement d'utilisation des terres, l'approche utilisée dans *L'ombre portée de l'élevage* est basée sur une modélisation des changements d'utilisation des terres qui prédisait les changements potentiels jusqu'en 2010 sur la base de projections de la FAO (2003) et de changements de la couverture forestière.
- Les émissions liées aux bâtiments et équipements des exploitations d'élevage n'ont pas été incluses dans *L'ombre portée de l'élevage* car les informations disponibles étaient limitées. Cette évaluation les estime à 24 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e.

TABLEAU A2. Méthodes et sources de données utilisées dans ce rapport et dans *L'ombre portée de l'élevage*

Étapes dans la filière	Méthodes utilisées dans ce rapport	Méthodes utilisées dans <i>L'ombre portée de l'élevage</i>
<b>En amont – Production des aliments du bétail</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les compositions des rations ont été définies par espèce et système de production. Une partie des informations nécessaires pour établir les rations sont issues de la littérature et de consultation d'experts; Les informations restantes ont été modélisées dans le SIG</li> <li>• La consommation des aliments a été calculée pour chaque espèce, sur la base de leurs besoins énergétiques</li> <li>• Les émissions par unité d'aliment ont été calculées dans l'environnement SIG sur la base des moyennes locales et régionales des paramètres; les émissions liées aux changements d'utilisation des terres ont été calculées au niveau national</li> <li>• Les émissions liées au transport national et international ont été calculées sur la base des matrices des échanges commerciaux et des facteurs d'émissions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de rations établies établis par espèce</li> <li>• Statistiques agrégées de la consommation d'aliments du bétail de FAOSTAT</li> <li>• Emissions liées à la production d'aliments du bétail calculées comme la somme des émissions provenant des sources suivantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- engrais appliqués aux cultures pour l'alimentation du bétail au niveau mondial (fabrication et application)</li> <li>- utilisation des combustibles fossiles sur l'exploitation au niveau mondial (pour les aliments du bétail et l'élevage des animaux)</li> <li>- conversion des forêts dans les néotropiques basée sur la littérature et les lignes directrices du GIEC 2001</li> <li>- perte de matière organique et au chaulage des sols cultivés au niveau mondial, les émissions de la culture du riz n'étant pas incluses</li> <li>- désertification des terres due à l'élevage au niveau mondial</li> </ul> </li> </ul>
<b>En amont – Hors production des aliments du bétail</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimation des émissions liées aux bâtiments et équipements utilisés sur l'exploitation, par espèce, système de production et zone climatique, en extrapolant des informations de la littérature et des connaissances d'experts; l'énergie indirecte et les émissions associées ont ensuite été calculées à partir de bases de données existantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non inclus</li> </ul>
<b>Exploitation d'élevage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions entériques de CH<sub>4</sub> basées sur les lignes directrices de niveau 2 du GIEC (2006); rations estimées comme expliqué ci-dessus; la production animale et la structure du troupeau modélisées à l'intérieur du modèle ACV</li> <li>• Les émissions d'oxyde nitreux et CH<sub>4</sub> liées au stockage des effluents calculées en utilisant les lignes directrices de niveau 2 du GIEC (2006) et la technologie SIG; quantité et composition des effluents calculées pour chaque cellule SIG et données climatiques utilisées pour estimer les facteurs d'émissions; estimations des principales pratiques de gestion des effluents pour différentes espèces, systèmes de production, régions et zones climatiques</li> <li>• Niveaux de mécanisation estimé par espèce, système de production, zone climatique en extrapolant les informations de la littérature et les connaissances d'experts; efficacité énergétique, sources d'énergie et émissions associées calculées à partir des bases de données existantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions entériques de CH<sub>4</sub> basées sur les lignes directrice de niveaux 1&amp;2 du GIEC (2001); paramètres nécessaires pour calculer les émissions estimés pour chaque espèce / région et systèmes de production à partir des bases de données de la FAO et de la littérature</li> <li>• Les émissions d'oxyde nitreux et CH<sub>4</sub> liées au stockage des effluents calculées en utilisant les lignes directrices de niveaux 1&amp; 2 du GIEC (2001); pratiques de gestion des effluents estimées par espèces, systèmes de production et région</li> <li>• Utilisation d'énergie sur l'exploitation estimée au niveau global sur la base de données issues de la littérature (pas de distinction entre émissions liées à l'alimentation animale et celles qui ne le sont pas – voir ci-dessus)</li> </ul>
<b>Aval</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les degrés de transformation et les distances de transports ont été estimés par produit, système de production, et région; les besoins énergétiques liés ont été tirés de la littérature et les émissions ont été calculées en utilisant des bases de données existantes sur l'intensité d'émission du secteur de l'énergie; les émissions du transport ont été estimées sur la base de données d'études de cas publiées et les matrices d'échanges commerciaux de FAOSTAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les émissions de la transformation des produits animaux ont été estimées au niveau mondial sur la base d'études de cas publiées et de la contribution relative des systèmes de production à la production totale; des données d'études de cas et les matrices d'échanges commerciaux de FAOSTAT ont été utilisées pour calculer les émissions du transport international</li> </ul>



---

# RÉFÉRENCES

- AIE. 2008. *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*, Paris.
- Alcock, D.J. & Hegarty, R.S. 2011. Potential effects of animal management and genetic improvement on enteric methane emissions, emissions intensity and productivity of sheep enterprises at Cowra, Australia. *Animal Feed Science and Technology*, 166: 749–760.
- Banque mondiale. 2011. *Climate-smart agriculture: increased productivity and food security, enhance resilience and reduced carbon emissions for sustainable development*. Washington, DC, USA.
- Banque mondiale. 2012. *Turn down the heat. Why a 4 °C warmer world must be avoided. A report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics*. Washington, DC, USA.
- Banque mondiale. 2013. Energy use data. (aussi disponible à <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.KT.OE>).
- Bastos, E. 2013. *Multi-stakeholder action for sustainable livestock*, side-event at the 38<sup>th</sup> FAO Conference. Brazilian Roundtable on Sustainable Livestock. Rome, FAO, 17 June. (disponible à l'adresse: [http://www.livestockdialogue.org/fileadmin/templates/res\\_livestock/docs/2013\\_june17\\_Rome/GTPS\\_FAO\\_Jun13\\_Institutional-eng.pdf](http://www.livestockdialogue.org/fileadmin/templates/res_livestock/docs/2013_june17_Rome/GTPS_FAO_Jun13_Institutional-eng.pdf)).
- Beach, R.H., DeAngelo, B.J., Rose, S., Li, C., Salas, W. & DelGrosso, S.J. 2008. Mitigation potential and costs for global agricultural greenhouse gas emissions. *Agricultural Economics*, 38(2): 109–115.
- Beauchemin, K.A., Janzen, H.H., Little, S.M., McAllister, T.A. & McGinn, S.M. 2011. Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada – Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Animal Feed Science and Technology*, 166–167: 663–677.
- Beauchemin, K.A., Kreuzer, M., O'Mara, F. & McAllister, T.A. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Animal Production Science*, 48(2): 21–27.
- Bell, M.J., Wall, E., Russell, G., Simm, G. & Stott, A.W. 2011. The effect of improving cow productivity, fertility, and longevity on the global warming potential of dairy systems. *Journal of Dairy Science*, 94: 3662–3678.
- Bertelsen, B.S., Faulkner, D.B., Buskirk, D.D., & Castree, J. W. 1993. Beef cattle performance and forage characteristics of continuous, 6-paddock, and 11-paddock grazing systems. *Journal of Animal Science*, 71(6): 1381–1389.
- Berman, A. 2011. Invited review: Are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates? *Journal of Dairy Science*, 94: 2147–2158.
- Borchersen, S. & Peacock, M. 2009. Danish A.I. field data with sexed semen. *Theriogenology*, 71(1): 59–63.
- Britz, W., & Witzke, P. 2008. *CAPRI model documentation 2008: version 2*. Institute for Food and Resource Economics, University of Bonn, Bonn.
- CCNUCC. 2009a. *Annex I Party GHG inventory submissions*. (disponible à l'adresse [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/4771.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4771.php)).

- CCNUCC. 2009b. *Non-Annex I national communications*. (disponible à l'adresse [http://unfccc.int/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/items/2979.php](http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php)).
- Chilliard, Y. & Ferlay, A. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reproduction Nutrition Development*, 44: 467–492.
- Cederberg, C. & Stadig, M. 2003. System expansion and allocation in life cycle assessment of milk and beef production, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(6): 350–356
- Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., Aubinet, M., Buchmann, N., Bernhofer, C., Carrara, A., Chevallier, F., De Noblet, N., Friend, A.D., Friedlingstein, P., Grünwald, T., Heinesch, B., Keronen, P., Knohl, A., Krinner, G., Loustau, D., Manca, G., Matteucci, G., Miglietta, F., Ourcival, J.M., Papale, D., Pilegaard, K., Rambal, S., Seufert, G., Soussana, J.F., Sanz, M.J., Schulze, E.D., Vesala, T. & Valentini, R. 2005. Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, 437: 529–533.
- Clemens, J., Trimborn, M., Weiland, P. & Amon, B. 2006. Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 112: 171–177.
- Conant, R. T., Paustian, K., & Elliott, E.T. 2001. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications*, 11(2): 343–355.
- Conant, R.T. & Paustian, K. 2002. Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global Biogeochemical Cycles*, 16(4): 1143.
- Cramer, W., Kicklighter, D.W., Bondeau, A., Moore Lii, B., Churkina, G., Nemry, B., Ruim, A. & Schloss, A.L. 1999. Comparing global models of terrestrial net primary productivity (NPP): overview and key results. *Global Change Biology*, 5(1): 1–15.
- Crosson, P., Shalloo, L., O'Brien, D., Lanigan, G.J., Foley, P.A., Boland, T.M. & Kenny, D.A. 2011. A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. *Animal Feed Science and Technology*, 166–167: 29–45.
- Dairy UK Supply Chain Forum. 2008. *The Milk Roadmap* (available at <http://www.dairyuk.org/environmental/milk-roadmap>).
- De Jarnette, J.M., Nebel, R.L. & Marshall, C.E. 2009. Evaluating the success of sex-sorted semen in US dairy herds from on farm records. *Theriogenology*, 71: 49–58
- Diaz, T. 2013. Personal communication.
- Dobson, J.E., Bright, E.A., Coleman, P.R., Durfee, R.C. & Worley, B.A. 2000. Land Scan: a global population database for estimating populations at risk. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 66(7): 849–857.
- Dorrough, J., Moll, J. & Crosthwaite, J. 2007. Can intensification of temperate Australian livestock production systems save land for native biodiversity? *Agriculture Ecosystems & Environment*, 121: 222–32.
- EPA. 2006. *Global mitigation of non-CO<sub>2</sub> greenhouse gases*. EPA430-R-06-005. Washington, DC, USA.
- Falloon, P. & Smith, P. 2002. Simulating SOC changes in long-term experiments with RothC and CENTURY: model evaluation for a regional scale application. *Soil Use and Management*, 18(2): 101–111.
- FAO. 1996. *World livestock production systems: current status, issues and trends*, by C. Seré & H. Steinfeld. FAO Animal Production and Health Paper 127. Rome.
- FAO. 2005. *The importance of soil organic matter: key to drought-resistant soil and sustained food and production*, by A. Bot & J. Benites. Vol. 80. Rome.
- FAO. 2006. *Livestock's long shadow – Environmental issues and options*, by H. Steinfeld, P. J. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales & C. de Haan. Rome.

- FAO. 2007. *Gridded livestock of the world 2007* by W. Wint & T. Robinson. Rome.
- FAO. 2010a. *Agriculture, food security and climate change in the post-Copenhagen process, an FAO information note*. Rome.
- FAO. 2010b. *Greenhouse gas emissions from the dairy sector – A life cycle assessment*. Rome.
- FAO. 2011a. *Climate change mitigation finance for smallholder agriculture. A guide book to harvesting soil carbon sequestration benefits*, by L. Lipper, B. Neves, A. Wilkes, T. Tennigkeit, P. Gerber, B. Henderson, G. Branca & W. Mann. Rome.
- FAO. 2011b. *Global livestock production systems*, by T.P. Robinson, P.K. Thornton, G. Franceschini, R.L. Kruska, F. Chiozza, A. Notenbaert, G. Cecchi, M. Herrero, M. Epprecht, S. Fritz, L. You, G. Conchedda & L. See. Rome.
- FAO. 2011c. *World Livestock 2011 – Livestock in food security*. Rome.
- FAO. 2013a. *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment*, by C. Opio, P. Gerber, A. Mottet, A. Falcucci, G. Tempio, M. MacLeod, T. Vellinga, B. Henderson & H. Steinfeld. Rome.
- FAO. 2013b. *Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains – A global life cycle assessment*, by M. MacLeod, P. Gerber, A. Mottet, G. Tempio, A. Falcucci, C. Opio, T. Vellinga, B. Henderson & H. Steinfeld. Rome.
- FAO. 2013c. *Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions*, by P. J. Gerber, B. Henderson & H. Makkar, eds. FAO Animal Production and Health Paper No. 177. Rome.
- FAO. 2013d. *Optimization of feed use efficiency in ruminant production systems – Proceedings of the FAO Symposium, 27 November 2012, Bangkok, Thailand*, by Harinder P.S. Makkar and David Beeve, eds. FAO Animal Production and Health Proceedings, No. 16. Rome, FAO and Asian-Australasian Association of Animal Production Societies.
- FAOSTAT. 2009. FAO, Rome.
- FAOSTAT. 2013. FAO, Rome.
- Fischer, G., Nachtergaele, F., Prieler, S., van Velthuizen, H. T., Verelst, L. & Wiberg, D. 2008. *Global agro-ecological zones assessment for agriculture (GAEZ 2008)*. Laxenburg, Austria, IIASA and Rome, FAO.
- Flysjö, A., Cederberg, C. & Strid, I. 2008. *LCA-databasförkonventionellafodermedel – miljöpåverkan samband med production*. SIK rapport No. 772, Version 1.1.
- Follett, R.F. & Reed, D.A. 2010. Soil carbon sequestration in grazing lands: societal benefits and policy implications. *Rangeland Ecology & Management*, 63(1): 4–15.
- Garnsworthy, P. 2004. The environmental impact of fertility in dairy cows: a modelling approach to predict methane and ammonia emissions. *Animal Feed Science and Technology*, 112: 211–223.
- Gerber, P.J., Vellinga, T., Opio, C. & Steinfeld, H. 2011. Productivity gains and greenhouse gas intensity in dairy systems. *Livestock Science*, 139: 100–108
- Gerber, P.J. & Menzi, H. 2006. Nitrogen losses from intensive livestock farming systems in Southeast Asia: a review of current trends and mitigation options. *International Congress Series*, 1293: 253–261
- Gerber, P.J., Hristov, A.N., Henderson, B., Makkar, H., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A.T., Yang, W.Z., Tricarico, J.M., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. 2013. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal*, 7 (2): 220–234.
- GIEC. 2006. *GIEC Guidelines for national greenhouse gas inventories, Volume 4: Agriculture, forestry and other land use*. Japan, IGES.

- GIEC.** 2007. *Climate Change 2007: Mitigation.* Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave & L.A. Meyer, eds. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Golub, A.A., Henderson, B.B., Hertel, T.W., Gerber, P.J., Rose, S.K. & Sohngen, B.** 2012. *Global climate policy impacts on livestock, land use, livelihoods, and food security.* PNAS, 109.
- Grainger C. & Beauchemin K.A.** 2011. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? *Animal Feed Science and Technology*, 166–167: 308–320.
- Havlík, P., Schneider, U.A., Schmid, E., Böttcher, H., Fritz, S., Skalský, R., Aoki, K., Cara, S. D., Kindermann, G., Kraxner, F., Leduc, S., McCallum, I., Mosnier, A., Sauer, T. & Obersteiner, M.** 2011. Global land-use implications of first and second generation biofuel targets. *Energy Policy*, 39(10): 5690–5702.
- Hertel, T.W.,** 1999. *Global trade analysis: modeling and applications.* Cambridge, Cambridge University Press.
- Hertel, T.** 2012. *Implications of agricultural productivity for global cropland use and GHG emissions.* Global Trade Analysis Project Working Paper No. 69, Center for Global Trade Analysis, Department of Agricultural Economics, Purdue University, USA.
- Holland, E.A., Parton, W.J., Detling, J.K. & Coppock, D.L.** 1992. Physiological responses of plant populations to herbivory and their consequences for ecosystem nutrient flow. *American Naturalist*, 140(4): 85–706.
- FIL.** 2010. The International Dairy Federation common carbon footprint approach for dairy. The IDF guide to standard lifecycle assessment methodology for the dairy sector. *Bulletin of the International Dairy Federation* 445/2010. Brussels.
- IFPRI.** 2009. *Millions fed: Proven successes in agricultural development*, by D.J. Spielman & R. Pandya-Lorch, eds. Washington, DC, USA.
- Innovation Center for US Dairy.** 2008. *US dairy sustainability initiative: a roadmap to reduce greenhouse gas emissions and increase business value* (disponible à l'adresse: <http://www.usdairy.com/Public%20Communication%20Tools/RoadmapToReduceGHGEmissions.pdf>).
- Jack, B.K.** 2011. *Constraints on the adoption of agricultural technologies in developing countries.* White paper, Agricultural Technology Adoption Initiative, J-PAL (MIT) and CEGA (UC Berkeley).
- Kamuanga, M.J., Somda, J., Sanon, Y., & Kagoné, H.** 2008. *Livestock and regional market in the Sahel and West Africa. Potentials and challenges.* SWAC-OECD/ECOWAS. Sahel and West Africa Club/OECD, Issy-les-Moulineaux.
- Keady T.W.J, Marley, C.M. and Scollan, N.D.** 2012. *Grass and alternative forage silages for beef cattle and sheep: effects on animal performance.* Proceedings of the XVI International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland.
- Kimura S., ed.** 2012. *Analysis on energy saving potential in East Asia region*, ERIA Research Project Report 2011, No. 18.
- Kirschbaum, M.U. & Paul, K.I.** 2002. Modelling C and N dynamics in forest soils with a modified version of the CENTURY model. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(3): 341–354.
- Lal, R.** 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304: 1623–1627.
- Lambin, E. & Meyfroit, P.** 2011. Global land-use change, economic globalization and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(9): 3465–3472.
- Manninen, M., Honkavaara, M., Jauhiainen, L., Nykänen, A. & Heikkilä, A.M.** 2011. Effects of grass-red clover silage digestibility and concentrate protein concentration on performance, carcass value, eating quality and economy of finishing Hereford bulls reared in cold conditions. *Agricultural and Food Science*, 20: 151–168.


- Martin, C., Rouel, J., Jouany, J.P., Doreau, M. & Chilliard, Y. 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. *Journal of Animal Science*, 86: 2642–2650.
- Masse, D.I., Croteau, F., Patni, N.K. & Masse, L. 2003a. Methane emissions from dairy cow and swine manure slurries stored at 10 °C and 15 °C. *Canadian Biosystems Engineering*, 45(6): 1–6.
- Masse, D.I., Masse, L. & Croteau, F. 2003b. The effect of temperature fluctuations on psychrophilic anaerobic sequencing batch reactors treating swine manure. *Bioresource Technology*, 89: 57–62.
- McMichael, A.J., Powles, J.W., Butler, C.D. & Uauy, R. 2007. Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet*, 370(9594): 1253–1263.
- Mekoya, A., Oosting, S.J., Fernandez-Rivera, S. & Van der Zijpp, A.J. 2008. Multipurpose fodder trees in the Ethiopian highlands: Farmers' preference and relationship of indigenous knowledge of feed value with laboratory indicators. *Agricultural Systems*, 96(1): 184–194.
- Mohamed Saleem, M.A. 1998. Nutrient balance patterns in African livestock systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 71: 241–254.
- Monfreda, C., Ramankutty, N. & Foley, J.A. 2008. Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(1).
- Moran, D., MacLeod, M., Wall, E., Eory, V., McVittie, A., Barnes, A., Rees, R., Topp, C.F.E. & Moxey, A. 2011. Marginal abatement cost curves for UK agricultural greenhouse gas emissions. *Journal of Agricultural Economics*, 62(1): 93–118.
- Nazareno, A.G., Feres, J.M., de Carvalho, D., Sebbenn, A.M., Lovejoy, T.E. & Laurance, W.F. 2012. Serious new threat to Brazilian forests. *Conservation Biology*, 26(1): 5–6.
- NDDB. 2013. *Animal Breeding* (Disponible à l'adresse <http://www.nddb.org/English/Services/AB/Pages/Animal-Breeding.aspx>).
- Nguyen, H. 2012. *Life cycle assessment of cattle production: exploring practices and system changes to reduce environmental impact*, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France. (PhD thesis)
- Norman, H.D., Hutchison, J.L. & Miller, R.H. 2010. Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. *Journal Dairy Science*, 93: 3880–3890
- OCDE/FAO. 2011. OECD-FAO Agricultural outlook 2011-2020 (aussi disponible à l'adresse suivante: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2011-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2011-en)).
- OIV. 2012. *Pigs and the environment: How the global pork business is reducing its impact*. International meat Secretariat. Paris.
- Oosting, S.J., Mekoya, A., Fernandez-Rivera, S. & van der Zijpp, A.J. 2011. Sesbaniasban as a fodder tree in Ethiopian livestock farming systems: feeding practices and farmers' perceptions of feeding effects on sheep performance. *Livestock Science*, 139: 135–142.
- Parton, W.J., Schimel, D.S., Cole, C.V. & Ojima, D.S. 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. *Soil Science Society of America Journal*, 51(5): 1173–1179.
- Parton W.J., Hartman M., Ojima D. & Schimel D. 1998. DAYCENT and its land surface sub-model: description and testing. *Global and Planetary Change*, 19: 35–48.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J. & Common, M. 2003. *Natural resource and environmental economics; Third edition*. Essex, UK, Pearson Education Limited.
- PNUE. 2012. *The emissions gap report 2012*. Nairobi.
- Rabiee, A.R., Breinhild, K., Scott, W., Golder, H.M., Block, E. & Lean, I.J. 2012. Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: a meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*, 95: 3225–3247.



- Rasmussen, J. & Harrison, A. 2011. The benefits of supplementary fat in feed rations for ruminants with particular focus on reducing levels of methane production. ISRN *Veterinary Science*, 2011.
- Rath, D. & Johnson, L.A. 2008. Application and commercialization of flow cytometrically sex-sorted semen. *Reproduction in Domestic Animals*, 43: 338–346.
- Reardon, T. 1997. Using evidence of household income diversification to inform study of the rural nonfarm labor market in Africa, *World Development*, 25(5): 735–747.
- Roos, K.F., Martin, J.H. & Moser, M.A. 2004. *AgSTAR Handbook: A manual for developing biogas systems at commercial farms in the United States, Second edition*. US Environmental Protection Agency. EPA-430-B-97-015.
- Rosegrant, M.W., Meijer, S. & Cline, S.A. 2008. *International model for policy analysis of agricultural commodities and trade (IMPACT): model description*. Washington, DC, USA.
- Rotz, C.A. & Hafner, S. 2011. *Whole farm impact of anaerobic digestion and biogas use on a New York dairy farm*. ASABE Annual International Meeting, Louisville, Kentucky.
- Safley, L.M. & Westerman, P.W. 1994. Low-temperature digestion of dairy and swine manure. *Bioresource Technology*, 47: 165–171.
- Schulte, R. & Donnellan, T. 2012. *A marginal abatement cost curve for Irish agriculture*. Teagasc submission to the National Climate Policy Development Consultation. Teagasc, Oak Park, Carlow.
- Scollan, N.D., Sargeant, A., McMullan, A.B. & Dhanoa, M.S. 2001. Protein supplementation of grass silages of differing digestibility for growing steers. *The Journal of Agricultural Science*, 136: 89–98.
- Smith, P., Haberl, H., Popp, A., Erb, K., Lauk, C., Harper, R., Tubiello, F.N., de Siqueira Pinto, A., Jafari, M., Sohi, S., Masera, O., Bötcher, H., Berndes, G., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsidig, E.A., Mbow, C., Ravindranath, N.H., Rice, C.W., Robledo Abad, C., Romanovskaya, A., Sperling, F., Herrero, M., House, J.I. & Rose, S. 2013. How much land based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals? *Global Change Biology*, 19(8): 2285–2302.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B. & Sirotenko, O. 2007. Agriculture. In B. Metz, O.R. Davidsons, P.R. Bosch, R. Dave & L.A. Meyer, eds. *Climate change 2007: mitigation*. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA Cambridge University Press.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U. & Towprayoon, S. 2007. Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118: 6–28.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M. & Smith, J. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492): 789–813.

- Soussana, J.F., Tallec, T. & Blanfort, V. 2010. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal*, 4: 334–350.
- Steen, R.W.J. 1987. Factor affecting the utilization of grass silage for beef production. In J. F. Frame, ed. *Efficient beef production from grass. Occasional symposium of the British grassland society*, 22: 129–139. Reading UK.
- Stehfest, E., Bouwman, L., van Vuuren, D.P., den Elzen, M.G., Eickhout, B. & Kabat, P. 2009. Climate benefits of changing diet. *Climatic change*, 95(1–2): 83–102.
- Stocker, T.F. 2013. The closing door of climate targets. *Science*, 339(6117): 280–282.
- Tennigkeit, T. & Wilkes, A. 2008. *An assessment of the potential for carbon finance in rangelands*. Working Paper No. 68. World Agroforestry Centre.
- Thornton, P.K. & Herrero, M. 2010. Potential for reduced methane and carbon dioxide emissions from livestock and pasture management in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(46): 19667–19672.
- Udo, H.M.J., Aklilu, H.A., Phong, L.T., Bosma, R.H., Budisatria, I.G.S., Patil, B.R., Samdup, T. & Bebe, B.O. 2011. Impact of intensification of different types of livestock production in smallholder crop-livestock systems. *Livestock Science*, 139: 22–30.
- US EPA. 2006. *Global mitigation of non-CO<sub>2</sub> greenhouse gases*. EPA 430-R-06-005. Washington DC.
- VCS. 2013. Verified carbon standard requirements document Version 3.2 (disponible à l'adresse: <http://v-c-s.org/program-documents>).
- Vellinga, T.V. & Hoving, I.E. 2011. Maize silage for dairy cows: mitigation of methane emissions can be offset by land use change. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 89(3), 413–426.
- Walli, T.K. 2011. *Biological treatment of straws. Successes and failures with animal nutrition practices and technologies in developing countries*. Proceedings of the FAO electronic conference, 1-30 September 2010, Rome, Italy.
- Whittle, L., Hug, B., White, S., Heyhoe, E., Harle, K., Mamun, E. & Ahammad, H. 2013. *Costs and potential of agricultural emissions abatement in Australia*. Technical report 13.2. Government of Australia, ABARES.
- Wilkes, A., Solymosi, K. & Tennigkeit, T. 2012. *Options for support to grassland restoration in the context of climate change mitigation*. Freiburg, UNIQUE forestry and land use.
- Wilson, J.R. & Minson, D.J. 1980. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. *Tropical Grasslands*, 14(3): 253–259.
- You, L., Crespo, S., Guo, Z., Koo, J., Ojo, W., Sebastian, K., Tenorio, T.N., Wood, S. & Wood-Sichra, U. 2010. Spatial production allocation model (SPAM) 2000, version 3. release 2 (disponible à l'adresse : <http://MapSPAM.info>).
- Zi, X.D. 2003. Reproduction in female yak and opportunities for improvement. *Theriogenology*, 59(5): 1303–1312.



An aerial photograph of a vast green field with a herd of sheep grazing. The sheep are scattered across the field, with a denser group in the upper center. The field is divided into sections by faint lines, and the overall scene is bathed in bright, natural light.

Des efforts supplémentaires sont nécessaires pour limiter les émissions de gaz à effet de serre. Le secteur de l'élevage peut y participer. Il contribue de manière importante aux émissions anthropiques, mais peut aussi potentiellement réduire ses émissions de manière significative. Ce rapport présente une évaluation unique de l'ampleur, des sources et des processus d'émissions des différents systèmes et filières de l'élevage au niveau mondial. Sur la base d'une évaluation de cycle-de-vie, d'analyses statistiques et la construction de scénarios, ce rapport fournit aussi des estimations du potentiel de réduction des émissions et identifie des solutions concrètes pour y parvenir.

Ce rapport est une ressource utile pour les acteurs du secteur, des producteurs aux décideurs politiques et des chercheurs aux représentants de la société civile. Son objectif est aussi d'informer le débat public sur la contribution des filières d'élevage au changement climatique et les solutions possibles.