

# Variabilité des émissions de GES pour des systèmes d'élevages bovins de la Région transfrontalière Lorraine-Luxembourg-Wallonie

LIOY R.(1), RABIER F.(4), ECHEVARRIA L.(2), CAILLAUD D.(2), REDING R.(1), PAUL C.(3), STILMANT D.(4)

(1) CONVIS société coopérative- Zone artisanale et commerciale 4, 9004 Ettelbruck, Luxembourg

(2) Institut de l'Élevage- 9, rue de la Vologne, 54520 Laxou, France

(3) SPIGVA-Lux- 1, rue du Carmel, B-6900 Marloie, Belgique

(4) Centre Wallon de Recherches agronomiques – 146, chaussée de Namur, 5030 Gembloux, Belgique

**RESUME** - Dans le cadre du projet OPTENERGES, financé par le programme INTERREG IVA-Grande Région, les émissions de GES de 250 exploitations d'élevage bovin, représentatives des principaux modes de fonctionnement rencontrés dans les 3 régions ont été estimées. L'objectif principal de l'étude était, d'une part, d'évaluer l'impact des élevages sur les émissions de GES et, d'autre part, d'analyser la variabilité des résultats afin d'identifier les itinéraires techniques à promouvoir. Les résultats présentés ici (184 fermes) concernent les exploitations conventionnelles ayant des ateliers en commun: lait, viande bovine et culture. L'étude met en évidence une forte variabilité au sein des différents systèmes concernant leur contribution au changement climatique. Ceci s'observe aussi bien pour les émissions exprimées à la surface que celles ramenées au produit. L'analyse montre que les émissions exprimées à la surface ou au produit sont complémentaires.

## Analysis of GHG emission variability for dairy and beef cattle farms in the Lorraine-Luxembourg-Wallonia area.

LIOY R.(1), RABIER F.(4), ECHEVARRIA L.(2), CAILLAUD D.(2), REDING R.(1), PAUL C.(3), STILMANT D.(4)

(1) CONVIS société coopérative- Zone artisanale et commerciale 4, 9004 Ettelbruck, Luxembourg

### SUMMARY

In the frame of the Interreg IV-project OPTENERGES ([www.optenerges.eu](http://www.optenerges.eu)), the green house gas emissions (GHG) of 250 dairy and beef cattle farms, representative for the principal production systems in the evaluation areas, were estimated. On the one hand the main goal of the project was to evaluate the impact of animal husbandry on the emission level and on the other hand to analyze the resulting variability in order to be able to define practicable mitigation options. The results presented here (184 farms) refer to the conventional farms with common production branches present in the three analyzed countries: milk, beef meat and crops. The study shows a very high variability of the analyzed production systems concerning their contribution to the climate change potential. This conclusion is valid for the emissions related to the surface and for these related to the product as well. The analysis also shows that the two ways to express the emission are complementary to each other.

### INTRODUCTION

Avec une augmentation moyenne de température de 0,74°C entre 1905 et 2005, des prévisions d'augmentation des émissions de GES de + 25% à 90% entre 2000 et 2030, ainsi que des phénomènes climatiques extrêmes plus fréquents, l'importance du dérèglement climatique est une réalité (IPCC, 2007).

Les différentes orientations prises au niveau politique pour, notamment, limiter les émissions de gaz à effet de serre (CE, 2008) attestent de l'importance d'évaluer au mieux les émissions de GES des différents secteurs dont l'agriculture. Ceci est renforcé par la part avérée de l'élevage dans les émissions de méthane et de protoxyde d'azote (IPCC, 2007, AWAC, 2009) et la spécificité des exploitations agricoles qui ont la particularité d'émettre mais également de stocker du carbone et qui présentent des bilans CO<sub>2</sub> très contrastés (Gac et al. 2010, Béguin et al 2009).

La présente analyse a été réalisée dans le cadre du projet INTERREG IV A-Grande Région « OPTENERGES » dont l'objectif principal était d'évaluer l'impact des élevages sur les émissions de GES et d'analyser la variabilité des résultats.

## 1. MATERIEL ET METHODE

### 1.1. LA METHODE D'EVALUATION DU BILAN GES

La méthode mobilisée (Lioy, 2011, description complète de la méthode avec facteurs d'émissions et clés d'allocations utilisées téléchargeable sur [www.opterges.eu](http://www.opterges.eu)) permet de réaliser des bilans GES sur l'ensemble de l'exploitation incluant le secteur amont. Le bilan CO<sub>2</sub> s'applique à des exploitations d'élevage, avec des bovins, des ovins, des porcs et des cultures pour la vente ou pour la production énergétique (biogaz). Les émissions de GES sont calculées pour 3 modules qui intègrent les postes repris à la figure 1.

Les crédits carbone représentent, la partie positive du bilan CO<sub>2</sub>, c'est à dire le stockage de carbone dans le sol et/ou la

substitution de sources d'énergies fossiles avec des sources renouvelables. Les postes comptabilisés sont : la production de biofuel (colza diester), la production de chaleur et d'électricité à partir de biogaz, la conversion de terres arables en prairie, le labour réduit/ semis direct et le bilan humique positif.

**Figure 1** : Postes pris en compte dans les 3 modules émetteurs de GES

Moyens de production	Production végétale	Production animale
- Engrais	- Sol (émissions directes)	- Fermentation entérique
- PPP	- Engrais azotés minéraux	- Stockage lisier
- Semences	- Combustion de fioul	- Stockage Fumier
- Aliments et paille	- Paille / Cultures dérobées	- Epandage engrais organique (incl. export et import)
- Produits vétérinaires	- Retournement de prairies permanentes	- Restitution au pâturage
- Achat de bétail	- Bilan humique négatif	
- Fioul (incl. travail par tiers & lubrifiant)		
- Electricité		
- Plastique ensilage		
- Eau		
- Machines / Bâtiments		

Pour la conversion de terres arables en prairies, c'est l'accumulation de carbone l'année suivant la réimplantation de la prairie qui est comptabilisée. Le cas contraire (retournement de la prairie, est prise en compte dans le module production végétale). Dans le cas du labour réduit, ce sont les surfaces travaillées sans charrue de manière régulière qui sont prises en compte. L'application de clés d'allocation est nécessaire lorsqu'il n'est pas possible d'affecter avec certitude un moyen de production, un processus d'émission ou encore de stockage de carbone à un atelier déterminé. Dans le cas de l'atelier bovins lait, une clé d'allocation protéique entre le produit lait et le sous-produit viande a été utilisée. Dans l'expression des résultats, les 3 principaux GES (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>) sont pris en compte et regroupés en équivalents CO<sub>2</sub> en utilisant leur pouvoir de réchauffement global (21, 310 et 1 respectivement). Les émissions nettes sont obtenues par soustraction des crédits carbone aux émissions de gaz à effet de serre. Le bilan

CO<sub>2</sub> est exprimé par rapport à la superficie (ha) ou par rapport aux produits de l'exploitation (litres de lait, kg de viande vendus, kg de céréales vendus...). Ces deux manières d'exprimer les résultats sont complémentaires, d'un côté le résultat par ha représente la charge environnementale du bilan tandis que l'expression par unité de produit mesure l'efficacité de la production. Pour les produits de l'atelier laitier, l'outil permet l'allocation économique ou protéique entre le lait et le coproduit viande. La somme des émissions des différents ateliers présents sur une exploitation est égale aux émissions de l'exploitation. Afin de permettre la comparaison des résultats

obtenus pour différents ateliers d'élevages, l'outil caractérise l'intensité de production en ramenant la quantité de produit (kg de lait, kg de poids vif ou quintaux en unité céréales) à la surface spécifique de l'atelier.

## 1.2 ELEVAGES DE L'ECHANTILLON ET TYPOLOGIE

Les résultats concernent 184 exploitations d'élevage conventionnel de la zone Lorraine-Luxembourg-Wallonie avec des ateliers en commun dans les 3 pays : lait, viande bovine et grandes cultures (Tableau 1).

**Tableau 1** : Description de l'échantillon (moyenne et coefficients de variation)

Description	Unité	Exploitation		Culture		Lait		Viande	
		Moyenne	CV%	Moyenne	CV%	Moyenne	CV%	Moyenne	CV%
Nombre	n	184	-	129	-	124	-	147	-
SAU	ha	132,6	88,8	47	208,3	68,4	86,1	63,4	131,3
Surface de cultures	ha	51,7	187,9	46,3	212,6	16,6	129,5	8,2	195,6
Surface en herbe	ha	80,9	84,1	0,7	724,6	51,8	94,2	55,2	139,8
Surface fourragère principale	ha	92,3	79,4	-	-	62,8	87,3	58,9	134,8
Consommation énergie	GJ/ha	24,6	49,3	15,6	28,6	30,6	43,7	23,3	57,6
Bilan N apparent	kg N/ha	78	68,5	18,9	348,4	100,5	56,6	93,6	63,9
Rejets N bétail	kg Norg/ha	92,6	51,4	-	-	120,9	33,3	127,6	30,7
Chargement	UGB/ha	1,1	61	-	-	1,4	35,9	1,7	38,3

Préalablement à l'analyse, les élevages de l'étude ont été typés grâce à la méthode GENETYP développée par l'Institut de l'Élevage (Perrot, 1990) avant d'être agrégés en 5 types lait (Tableau 2) et 5 types viande (Tableau 3). Cette typologie a été adaptée (Hennart et al., 2011) afin de tenir compte des différences de systèmes entre la zone Luxembourg-Wallonie et la Lorraine.

**Tableau 2** : Caractérisation des différents types de la zone de l'étude avec présence d'un atelier laitier (types agrégés)

Types lait	Caractéristiques
herbe extensif	cultures < 40 ha, maïs < 5 ha, < 2 UGB/ha SF
Herbe intensif	Idem herbe intensif > 2 UGB/ha SF
Maïs semi intensif	cultures < 40 ha, maïs > 20 ares/vaches, < 2 UGB/ha SF
Maïs intensif	Idem maïs semi-intensif, > 2 UGB/ha SF
Polyculture	> 70 ha de cultures.

**Tableau 3** : Caractérisation des différents types viande présents sur la zone de l'étude (types agrégés)

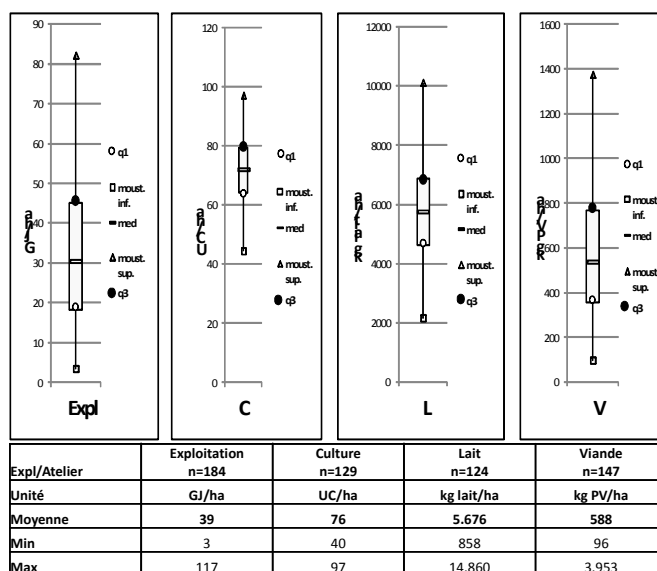
Types viande	Caractéristiques
Herbe extensif	SH > 90% SF, maïs < 4 ha, pas engraissement jeunes bovins, < 1,2 UGB / ha SF
Herbe semi intensif	cultures < 40 ha, maïs fourrage limité, 1,2<chargement<2 UGB/ ha SF
Herbe intensif	SH > 80% SF, chargement > 2 UGB/ ha SF
Maïs intensif	> 2 UGB/ ha SF, maïs prépondérant
Polyculture	cultures > 40 % SAU et > 50 ha

## 2. RESULTATS

### 2.1. INTENSITE DE LA PRODUCTION

Les résultats d'intensité de production (fig. 2) de notre échantillon au niveau de l'exploitation (énergie biogène des produits vendus en GJ/ha), ou au niveau de l'atelier (pour l'atelier grandes-cultures l'intensité est exprimée en quintaux céréales/ha) sont très variables. Ces résultats traduisent les grandes différences de gestion et de structure des systèmes d'élevages entre et au sein des 3 régions de l'étude. Les systèmes français ont un chargement bien plus faible qu'au Luxembourg ou en Wallonie. De plus, l'atelier grande culture domine en taille (ha) en Lorraine alors qu'il est presque absent en Wallonie. Au Luxembourg, la ferme typique est une ferme mixte : grandes cultures, bovins lait et viande.

**Figure 2** : Variabilité de l'intensité de production au niveau de l'exploitation et des ateliers: culture, lait et viande.



### 2.2. BILAN GES

#### 2.1.1. Résultats par ha

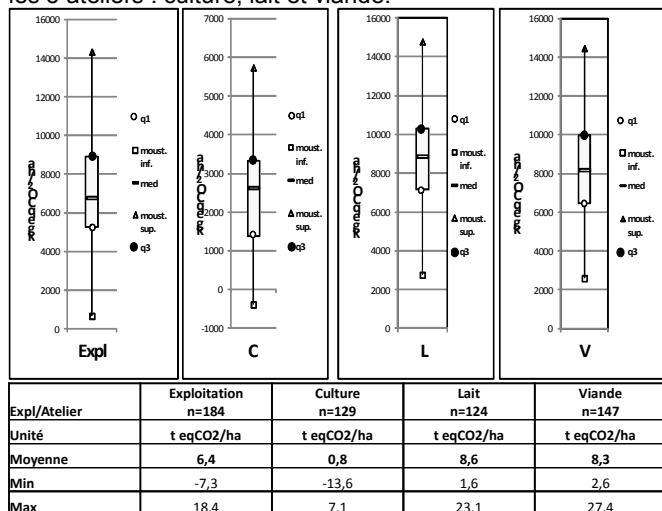
Les résultats globaux des bilans GES sont également très variables au sein de notre échantillon pour l'exploitation ou les ateliers séparément (fig. 3). Les superficies prises en compte pour l'expression des résultats sont celles de l'exploitation ou des ateliers. Il faut préciser l'impact de la prise en compte des crédits carbone dans le bilan. En effet, des différences importantes se marquent au niveau de ce poste créditeur qui ne sont pas seulement liées à la volonté de l'exploitant, mais aussi, par exemple, à la possibilité de réaliser un travail du sol simplifié selon les conditions de la ferme (sol...). Des valeurs négatives peuvent être rencontrées dans des situations où le bilan humique positif est très élevé et/ou le non labour est généralisé à l'exploitation. Dans ces cas, le stockage de carbone est supérieur aux émissions de GES.

#### 2.1.2. Résultats exprimés par rapport aux principaux produits

Les données présentées ici pour l'atelier lait sont le résultat de l'allocation protéique pour la répartition entre le produit lait et le produit viande et concernent **seulement le produit lait**.

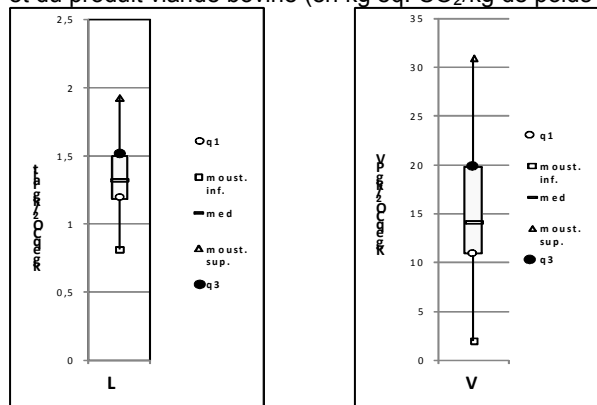
En moyenne, à travers toutes les exploitations possédant un atelier laitier, la production d'1 kg de lait entraîne l'émission de 1,31 kg eq. CO<sub>2</sub>. La variation autour de ce résultat est importante.

**Figure 3 :** bilan CO<sub>2</sub> exprimé par ha pour l'exploitation et pour les 3 ateliers : culture, lait et viande.



Les valeurs observées pour le lait confirment des résultats publiés dans d'autres régions (HAAS & WETTERICH 1999, BÉGUIN et al. 2009, NEMECEK et al. 2009, ROSS 2012).

**Figure 4 :** Bilan GES du produit lait (en kg eq. CO<sub>2</sub>/kg de lait) et du produit viande bovine (en kg eq. CO<sub>2</sub>/kg de poids vif)



Atelier	Lait n=124	Viande n=147
Unité	kg eq CO <sub>2</sub> /kg lait	kg eq CO <sub>2</sub> /kg PV
Moyenne	1,31	13,79
Min	0,16	1,99
Max	2,58	71,49

Pour la viande, les résultats sont encore plus contrastés, la production d'1 kg de poids vif entraînant l'émission (boîte à moustache), de 1,99 et 30,93 kg eq. CO<sub>2</sub>/kg PV. La valeur moyenne se rapproche à celle observée par d'autres auteurs (KRAL 2011).

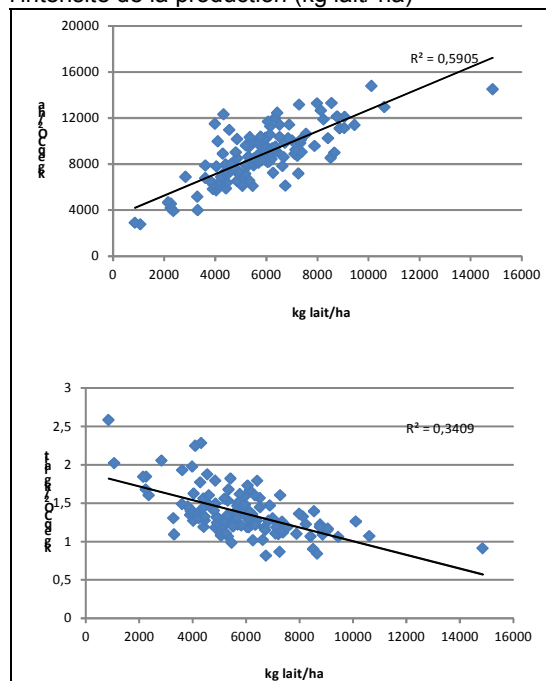
Les valeurs très basses observées, que ce soit pour le lait ou la viande, s'expliquent par des crédits carbone importants (pratique du labour réduit) associés à des surfaces de cultures autoconsommées importantes. Les valeurs maximales se retrouvent pour des exploitations très intensives avec des SAU réduites.

### 3. DISCUSSION

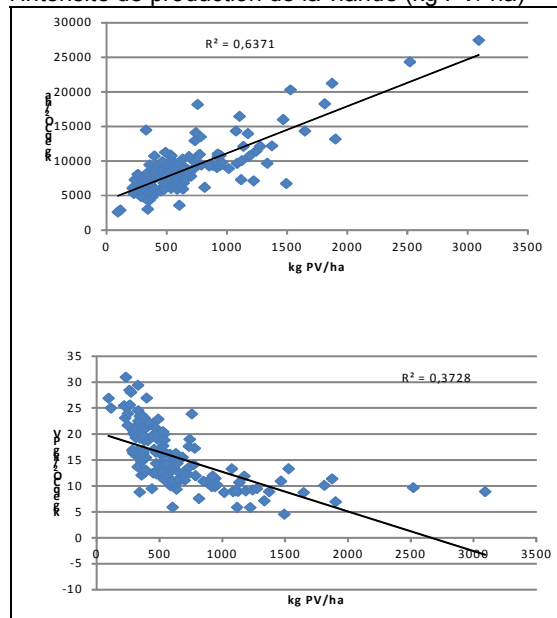
La première constatation est que les émissions ramenées à la surface augmentent significativement avec l'intensité de production. La tendance inverse est observée avec les émissions ramenées aux produits qui diminuent avec l'augmentation de l'intensité de production (Figures 5 et 6). Cette diminution n'est cependant pas linéaire et s'atténue au-delà d'un certain seuil, proche des 8000 l de lait par hectare en production

laitière et des 900 kg de Poids vifs vendus par hectare en production de viande. L'occurrence de cette asymptote souligne la possibilité d'identifier un optimum permettant de concilier efficacité et environnement. Optimum qu'il y aura lieu de préciser pour les différents systèmes étudiés une fois les effectifs disponibles suffisants.

**Figure 5 :** Régression entre les émissions de GES (kg eq. CO<sub>2</sub>) liés à la production laitière, par ha et par kg de lait, et l'intensité de la production (kg lait/ ha)



**Figure 6 :** Régression entre les émissions de GES (kg eq. CO<sub>2</sub>) du produit viande par ha et par kg de poids vif et l'intensité de production de la viande (kg PV/ ha)



L'augmentation des émissions par ha en fonction de l'intensité de production s'explique par un chargement en bétail plus important nécessaire dans les exploitations plus productives. Cela entraîne, non seulement, plus d'émissions liées au bétail mais également plus d'importation de concentrés et d'autres moyens de productions.

En ce qui concerne le comportement des émissions par unité de produit en fonction de l'intensité de production, on observe une « dilution » de certaines émissions sur une plus grande quantité de produit ce qui explique que les émissions diminuent avec l'intensité. Cet effet est renforcé par les économies d'échelle telles que celles observées pour la consommation d'électricité par vache qui diminue avec le nombre d'animaux

(Prigent et Quintin, 2010) grâce à une utilisation plus rationnelle de l'énergie. Ces leviers d'action, qui consistent à accroître la productivité des ateliers, rencontrent cependant des limites. Une hypothèse résiderait dans une perte du lien au sol et une forte dépendance vis-à-vis des intrants (chaque kilo de produit supplémentaire est complètement acquis au départ de moyens de production standardisés et importés sur l'exploitation). Le tableau 4 présente les émissions de GES/kg lait en fonction de la typologie. Les types les plus extensifs (**Lait herbe extensif** et **Lait maïs semi intensif**) ont un taux net d'émission par produit plus élevé que les ateliers plus intensifs (**Lait herbe intensif** et **Lait maïs intensif**). Le cinquième type (**Lait polyculture semi intensif**) occupe une place intermédiaire. Ces résultats, caractérisés par de fortes variations intra groupes et de plus faibles effectifs au niveau des systèmes herbager, illustrent la corrélation négative, soulignée ci-avant, entre l'intensité de production et le taux d'émission par unité de produits.

**Tableau 4** : Emissions moyennes pour le lait, en kg eq. CO<sub>2</sub> /kg de lait, pour exploitations de type spécialisée lait et mixte et CV%

Types	n (%)	Moyenne (kg eq. CO <sub>2</sub> /kg de lait)	CV %
Lait herbe extensif	12 (10)	1,51	30,4
Lait herbe intensif	8 (6)	1,39	30,3
Lait maïs semi intensif	69 (56)	1,34	18,7
Lait maïs intensif	17 (14)	1,21	35,3
Lait polyculture semi intensif	18 (15)	1,27	16,9

Par contre, au niveau des émissions de l'atelier lait ramenées aux surfaces (Tableau 5), ce sont les types les plus intensifs qui ont les émissions les plus élevées. Cela confirme pour l'atelier lait que les émissions, lorsqu'elles sont ramenées aux surfaces ou au produit, ont un comportement inverse.

**Tableau 5** : Emissions moyennes pour le lait en kg eq. CO<sub>2</sub> / ha pour exploitations de type spécialisé lait et mixte et CV%

Types	n (%)	Moyenne (kg eq. CO <sub>2</sub> /ha)	CV %
Lait herbe extensif	12 (10)	5465	73,6
Lait herbe intensif	8 (6)	11290	19,3
Lait maïs semi intensif	69 (56)	8242	22,4
Lait maïs intensif	17 (14)	10047	41,7
Lait polyculture semi intensif	18 (15)	9657	22,9

Les tableaux 6 et 7, présentent les émissions de GES (par kg de PV ou ha) pour les ateliers viande en fonction des différents types.

**Tableau 6** : Emissions moyennes pour la viande en kg eq. CO<sub>2</sub> /kg PV pour exploitations spécialisées viande et CV%

Types	n (%)	Moyenne (kg eq. CO <sub>2</sub> /kg PV)	CV %
Viande herbe extensif	7 (12)	12,15	47,9
Viande herbe semi intensif	9 (15)	17,59	16,8
Viande herbe intensif	6 (10)	13,75	25,5
Viande maïs intensif	7 (12)	11,72	31,8
Viande polyculture semi intensif	30 (51)	14,52	54,4

Pour l'atelier viande, les résultats du type herbe extensif font exception à la règle qui veut les émissions des types extensifs plus faible que les intensifs. Les types viande avec une alimentation basée sur le maïs ont le niveau d'émissions par produit plus faible entre les types considérés. Les exploitations avec beaucoup de cultures se situent dans la moyenne. Il est important de préciser que les exploitations « viande maïs intensif » sont exclusivement des fermes wallonnes avec un chargement très élevé et un niveau de production de viande bovine par ha très important supérieur aux 4 autres types. Le tableau 7 confirme même pour la viande un niveau plus élevé d'émissions par ha pour les exploitations plus inten-

sives. Rappelons enfin que le nombre d'exploitations par type restant relativement modeste, il est difficile de généraliser les résultats.

**Tableau 7** : Emissions moyennes pour la viande en kg eq. CO<sub>2</sub> / ha pour exploitations spécialisées viande et CV%

Types	n (%)	Moyenne (kg eq. CO <sub>2</sub> /ha)	CV %
Viande herbe extensif	7 (12)	5713	18,0
Viande herbe semi intensif	9 (15)	7872	27,0
Viande herbe intensif	6 (10)	11121	44,1
Viande maïs intensif	7 (12)	7189	13,8
Viande polyculture semi intensif	30 (51)	7358	47,5

## CONCLUSION

L'Analyse de la variabilité des émissions de GES pour des systèmes d'élevages de la Région transfrontalière Lorraine-Luxembourg-Wallonie met en évidence la forte variabilité au sein des différents systèmes en ce qui concerne leur contribution au changement climatique. Ceci s'observe aussi bien pour les émissions exprimées à la surface que celles ramenées au produit. L'analyse montre que les émissions exprimées à la surface ou au produit sont complémentaires. Sur ce critère GES, les exploitations intensives ont des émissions/ha élevées tandis qu'elles sont basses une fois ramenées au produit. Le contraire est observé pour les types extensifs. Il est nécessaire de prendre en compte les deux aspects (surface et produit) afin d'évaluer à la fois l'impact de l'atelier sur l'environnement (ha) et son efficacité de production (produit). Les exploitations intensives doivent rechercher une amélioration du point de vue environnemental en maintenant un haut niveau d'efficacité de production alors que les exploitations extensives doivent augmenter leur niveau d'efficacité tout en gardant un impact limité sur l'environnement. La durabilité des exploitations et de leurs ateliers de production dépend du respect de ces deux conditions.

*Le projet a été financé par l'Union Européenne (fonds FEDER – programme INTERREG IV A (Lorraine-Luxembourg-Wallonie) et cofinancé par la Région wallonne pour la Wallonie.*

**AWAC, 2009.** Inventaire des émissions de GES et de gaz acidifiants du secteur agricole en Région wallonne. 7p.

**Béguin E., Charroin T. et al., 2009.** La méthode de diagnostic énergétique et évaluation de GES de l'Institut de l'Élevage

**Commission Européenne, 2008.** Efficacité énergétique : atteindre l'objectif des 20%. 21 p.

**Gac A., Manneville V. et al., 2010.** Rencontres Recherches Ruminants, 17, 335-342

**Haas G., Wetterich F., 1999.** Ökobilanz Allgäuer Grünlandbetriebe - Intensiv, Extensiviert, Ökologisch. Berlin, 94 p.

**Hennart S., Lebacqz T. et al., 2011.** Rencontres Recherches Ruminants, 17, 241-244

**IPCC, 2007.** Changement climatique 2007-Rapport de synthèse 114p.

**Kral I., 2011:**

(<https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/download.php?dataset...>)

**Liroy R., 2011.** Manuel méthodologique, Bilan GES – Méthode Convis. 32 p. - [www.optenerges.eu](http://www.optenerges.eu)

**Liroy R., Reding R. et al., 2012.**

(<https://colloque4.inra.fr/emili2012/Oral-presentations/Parallel-session-6-INVENTORIES-ENVIRONMENTAL-EVALUATION>)

**Nemecek T., Nussbaum K. et al., 2009.** Ökobilanzplattform Landwirtschaft, FAT Agroscope Reckenholz-Tänikon, 15. September 2009

**Perot C., 1990.** INRA Production Animale, 3(1), 51-66

**Prigent A., Quintin H., 2010.** Cap élevage, 46,

**Ross S, 2012:** (<https://colloque4.inra.fr/emili2012/Oral-presentations/Parallel-session-6-INVENTORIES-ENVIRONMENTAL-EVALUATION>)