



HAL
open science

Concilier production et environnement dans les systèmes bovin viande du Centre de la France

Jean Devun, Vincent Manneville, K. Morel, S. Moreau, J.P. Farrié, J. Renon,
Jacques Agabriel

► To cite this version:

Jean Devun, Vincent Manneville, K. Morel, S. Moreau, J.P. Farrié, et al.. Concilier production et environnement dans les systèmes bovin viande du Centre de la France. *Innovations Agronomiques*, 2016, 49, pp.203-214. 10.15454/1.4622781742190508E12 . hal-01652901

HAL Id: hal-01652901

<https://hal.science/hal-01652901v1>

Submitted on 30 Nov 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Concilier production et environnement dans les systèmes bovin viande du Centre de la France

Devun J.¹, Manneville V.², Morel K.¹, Moreau S.³, Farrié J.P.¹, Renon J.⁴, Agabriel J.⁵

¹ Institut de l'Élevage, F-63 122 Saint-Genès-Champanelle, France

² Institut de l'Élevage, F-63 170 Aubière, France

³ Institut de l'Élevage, F-69 364 Lyon, France

⁴ Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire, F-71 250 Jalogny, France

⁵ INRA, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

Correspondance : jean.devun@idele.fr

Résumé

L'élevage allaitant a aujourd'hui pour défi de produire en quantité et en qualité tout en étant davantage respectueux de l'environnement. Les travaux conduits dans ce projet s'inscrivent dans cette problématique et visent à caractériser les différents bilans « production- environnement » en fonction des différents fonctionnements mis en œuvre dans les principaux systèmes bovin viande de la zone charolaise du Centre de la France. Ces travaux ont mis en évidence les impacts des pratiques mises en œuvre par les éleveurs (systèmes fourragers et types d'animaux produits) et des structures (parcellaire) sur les trois principaux facteurs de consommation d'énergie et qui contribuent aux émissions de GES dans les exploitations bovin viande (carburant, alimentation et fertilisation). Ils ont montré que les systèmes bovins viande, qu'ils soient naisseurs ou naisseurs engraisseurs, basés sur l'herbe dans un même contexte pédoclimatique, pouvaient avoir des impacts environnementaux différents (consommations d'énergie, émissions de GES et occupation de l'espace) en lien avec les stratégies de gestion animale et fourragère mises en œuvre, elles-mêmes dépendantes de la surface disponible pour le troupeau et de la nature des couverts.

Mots-clés : production, environnement, réchauffement climatique, consommation d'énergie, gaz à effet de serre, bovin viande

Abstract: Reconcile production and environment in cattle systems meat from the Centre of the France

The present challenge of suckling cows operations is to produce in quantity and quality while being more respectful of the environment. The work carried out in this project fit into this issue and aimed to characterize the different trade-offs 'production-environment' based on different operations being implemented in major beef cattle systems of the Charolais area of the Centre of France. This work highlighted the impacts of the practices implemented by farmers (feed systems and types of animal products) and field structures on the three main factors of energy consumption and emissions of GHG in farms bovine meat (fuel, food and fertilizer). They showed that beef cattle systems, breeder or breeder-fattener, based on grassland in the same soil context, could have different environmental impacts (energy consumption, emissions of GHG and occupation of space) in connection with animal and feed management strategies, themselves depending on the area available for the flock and the nature of the swards.

Keywords: production, environment, global warming, energy consumption, greenhouse gases, bovine meat

Introduction

Dans toute activité agricole, les préoccupations environnementales sont devenues un enjeu majeur, et l'élevage bovin viande fait notamment l'objet de débats controversés vis à vis de ses performances environnementales. Il est notamment pointé du doigt quant à son rôle sur le réchauffement climatique en raison de ses émissions de méthane et il est relativement consommateur d'énergie et de surface au regard de sa production de viande et de protéines (Steinfeld et al., 2006). Néanmoins, il joue un rôle essentiel dans le développement rural des régions où les surfaces en herbe majoritairement inconvertibles occupent en moyenne plus de 80 % de la surface agricole, dans le maintien de la qualité des paysages et de la biodiversité et bien évidemment dans l'approvisionnement de la filière viande bovine. Ainsi, tout en contribuant au développement durable des régions herbagères, il a pour défi de produire en quantité et en qualité tout en étant davantage respectueux de l'environnement.

Pour faire face aux évolutions de la demande des marchés, aux aspirations des éleveurs et aux contraintes économiques, les stratégies de conduite des systèmes d'élevage bovin viande se diversifient. En réponse à l'augmentation de la productivité globale des exploitations ramenée à la main-d'œuvre et/ou pour répondre à la demande de la filière ou à la sécurisation des conduites techniques, cette diversification s'accompagne assez souvent d'un accroissement des consommations d'intrants et de davantage de mécanisation.

Les études réalisées jusqu'à aujourd'hui sur les relations élevage – environnement en productions bovines allaitantes ont montré que les consommations d'énergie (Veysset et al., 2009 ; Beguin et al., 2009) et les émissions de GES (Gac et al., 2010) diffèrent d'une famille de systèmes à une autre (naissieurs, naisseurs engraisseurs de veaux sous la mère, de bœufs et de jeunes bovins). Ces travaux ont aussi mis en évidence une plus forte variabilité à l'intérieur d'une même famille de systèmes qu'entre les systèmes, laissant supposer que les performances de production (quantité de viande vive produite à l'UGB) et les achats d'intrants mobilisés pour produire, en fonction des logiques de fonctionnement des surfaces et des troupeaux, sont parmi les principaux facteurs explicatifs de cette variabilité intra système.

Face à ce constat, les travaux conduits dans le cadre du projet Casdar SALENPRO ont eu pour objectifs de mettre en évidence les conséquences des pratiques mises en œuvre par les éleveurs de bovins viande (systèmes fourragers, conduites des troupeaux et types d'animaux produits) et des facteurs structurels (parcellaire) sur i/ les principaux facteurs (carburant, alimentation et fertilisation) responsables des consommations d'énergie et contribuant au réchauffement climatique, ii/ les performances productives et environnementales et donc les différents bilans production – environnement qui en découlent. Cet article est articulé en trois parties : la première vise à positionner les niveaux d'achats d'intrants et de performances ainsi que leurs variabilités selon les pratiques fourragères et animales mises en œuvre, la deuxième aborde les différents bilans production – environnement, la troisième est consacrée aux éléments de discussion et conclusion.

1. Achats d'intrants et pratiques dans les exploitations suivies bovin viande du bassin Charolais

L'étude a été conduite à partir des exploitations allaitantes des réseaux INRA et Idele-chambres d'agriculture, soit :

- 171 exploitations (91 exploitations issues des réseaux Idele-chambres d'agriculture et 80 exploitations du réseau de l'Inra) pour caractériser notamment les performances de production et les consommations de carburant, de concentrés et d'engrais selon les systèmes d'élevage et fourrager ;
- 51 exploitations en enquêtes complémentaires pour caractériser le parcellaire et les conduites des surfaces et les équipements ;

- 93 exploitations ont fait l'objet d'une analyse des performances de production et des performances environnementales.

1.1 Classification des exploitations

Les exploitations ont été classées selon une typologie s'appuyant sur les types d'animaux produits et sur les systèmes fourragers de façon à les regrouper selon des conduites techniques relativement homogènes. Cette classification a été faite sur la base des résultats du suivi de deux ou trois campagnes par exploitation.

1.1.1 Systèmes d'élevage

Les systèmes d'élevage ont été classés en fonction des types d'animaux mâles et femelles vendus selon les principes proposés (coefficients de ressemblance) par Devun et Perrot (1994). Les mâles ont été classés selon la proportion de chaque catégorie par rapport à la totalité des mâles vendus dans les groupes suivants : mâles maigres, jeunes bovins, bœufs. Les femelles ont été classées selon la proportion de femelles (vaches et génisses) vendues finies (engraissées) par rapport à la totalité des femelles vendues. Ensuite, une mise en classes de l'ensemble des exploitations en combinant les types d'animaux mâles et femelles produits a été réalisée. Les quatre groupes typologiques suivants ont été retenus : naisseurs-engraisseurs de jeunes bovins (jeunes bovins, la majorité des femelles sont finies) (NEJB, 28 exploitations), naisseurs-engraisseurs de bœufs (bœufs, la majorité des femelles sont finies) (NEBF, 3 exploitations), naisseurs avec femelles fines (mâles maigres et femelles finies) (MMFF, 92 exploitations), naisseurs avec femelles maigres (mâles maigres et femelles maigres) (MMFM, 39 exploitations).

1.1.2 Système fourrager et d'alimentation

Dans un contexte pédoclimatique donné, le niveau d'intensification des surfaces fourragères exprimé en UGB/ha SFP est un facteur-clé du choix des pratiques de pâturage et des modes de récolte des excédents d'herbe. Il conditionne les matériels utilisés pour la récolte des fourrages mais aussi les équipements pour leur distribution. Indirectement en dépendent les niveaux de fertilisation, les consommations en carburant, les valeurs alimentaires des fourrages et donc les quantités d'aliments concentrés nécessaires pour la complémentation des rations hivernales et des rations d'engraissement.

Six classes de systèmes fourragers ont été retenues selon la méthode proposée par Devun et Legarto (2011) : « pâturage – foin », « pâturage – foin - enrubannage », « pâturage – foin - ensilage d'herbe », « pâturage – foin - maïs ensilage », « pâturage – foin - enrubannage - maïs ensilage » et « pâturage – foin - ensilage d'herbe - maïs ensilage ». Lorsque le nombre de données par classe est insuffisant, les résultats sont présentés en regroupant les classes selon la présence ou non de maïs ensilage

1.2 Les intrants étudiés

1.2.1 Le carburant

La quantité totale de carburant consommée (hors transport et déplacement 'type voiture') correspond aux quantités de carburant réellement achetées (+/- variations d'inventaire) par l'exploitation auxquelles ont été ajoutées les quantités de carburant fournies par les prestataires extérieurs à l'exploitation (CUMA et/ou ETA) sur la base de quantités forfaitaires à l'ha variables selon la nature du travail réalisé.

Le carburant et le fonctionnement des exploitations

Pour tenir compte des situations propres à chaque exploitation, la démarche a consisté à établir un modèle d'ajustement entre la quantité de carburant utilisée et les principales pratiques mobilisant du carburant (travail du sol, fertilisation, récolte, mode de distribution des fourrages...). Cela concerne donc tout particulièrement, les surfaces en herbe récoltées, les surfaces en cultures fourragères et les surfaces en cultures.

L'analyse des résultats des exploitations a permis d'établir une relation qui explique en grande partie la consommation de carburant (quantités achetées par l'exploitation et fournies par des intervenants extérieurs). Cette relation (Devun et al., 2014) s'établit de la façon suivante : quantité annuelle consommée en litres = $76 \text{ l} \cdot \text{ha de foin} + 122 \text{ l} \cdot \text{ha d'enrubannage} + 180 \text{ l} \cdot \text{ha d'ensilage herbe} + 466 \text{ l} \cdot \text{ha de maïs ensilage} + 118 \text{ l} \cdot \text{ha de cultures} + 1268 \text{ l}$ ($R^2 = 0,84$)¹.

Les quantités moyennes de carburant dédiées aux surfaces fourragères, ramenées à l'UGB ou à l'hectare de SFP, sont rassemblées dans le tableau 1.

Système fourrager		Litres carburant : médiane, (moyenne et écart-type)		Nb EA
		/ Ha SFP	/UGB	
Sans maïs ensilage	Foin	38,7 (43,7 ± 18)	34,7 (41,4 ± 15)	27
	Foin et enrubannage	50,5 (51,4 ± 11)	45,5 (46,2 ± 9)	41
	Foin et ensilage herbe	63,3 (60,5 ± 15)	50,5 (50,3 ± 14)	15
Avec maïs ensilage	Foin	57,9 (57,5 ± 11)	43,2 (45,3 ± 10)	9
	Foin et enrubannage	64,2 (65,1 ± 17)	50,8 (52,6 ± 14)	24
	Foin et ensilage herbe	82,3 (82,8 ± 20)	67,0 (67,1 ± 14)	49

Tableau 1 : Consommations de carburant par ha de SFP et par UGB selon les systèmes fourragers dans des exploitations (EA) bovin viande du bassin Charolais

Le parcellaire et les consommations de carburant

Enquêtes en fermes

Des enquêtes complémentaires ont été réalisées dans 51 exploitations dont les objectifs ont été de caractériser le parcellaire en prenant en compte, notamment, l'éclatement et la dispersion (parcellaire éclaté / parcellaire regroupé, parcelles éloignées ou proches du siège de l'exploitation) mais aussi la diversité des situations vis-à-vis, par exemple, du broyage de haies de façon à en évaluer les conséquences sur les consommations de carburant.

Différentes variables ont été mobilisées :

- les unes caractérisant l'éclatement et la dispersion du parcellaire, ces éléments influençant les temps de déplacement et de transport : la distance au siège de l'exploitation et le nombre d'îlots,
- les autres caractérisant plus directement la parcelle et pouvant expliquer des temps de travaux plus ou moins longs : la pente, la taille des parcelles, la géométrie.

Les classifications statistiques n'ayant pas permis d'obtenir des classes homogènes, les parcellaires ont été classés par un groupe d'experts à partir des photos aériennes en trois groupes : type « groupé » (Figure 1), type « éclaté et dispersé » (Figure 2) et un type « intermédiaire » regroupant les exploitations non classées dans les deux types précédents.

Ces enquêtes complémentaires ont ainsi permis d'estimer les temps consacrés au broyage de haies et les consommations de carburant (en moyenne 45 mn et 8 litres de carburant par ha de SAU ; 95% des exploitations sont concernées). En tenant compte des pratiques fourragères, des cultures de ventes et des tâches spécifiques telles que celle évoquée ci-avant, il ressort que les caractéristiques du parcellaire influencent également la consommation de carburant. Ainsi, les exploitations ayant les parcellaires les plus regroupés ont une consommation de carburant minorée d'environ 11 %. A

¹ Ha de foin = nombre d'ha de foin 1^{ère} coupe + nombre d'ha/2 de foin 2^{ème} coupe. Ha d'enrubannage = nombre d'ha d'enrubannage 1^{ère} coupe + nombre d'ha/2 d'enrubannage 2^{ème} coupe. Ha d'ensilage = nombre d'ha d'ensilage d'herbe y compris dérobées.

l'opposé, celles ayant les parcelles les plus éclatés et dispersés ont une consommation de carburant majorée d'environ 13 %.



Figure 1 : Parcelle type « groupé », un site, un bloc de parcelles autour du site (90 % de la SAU)

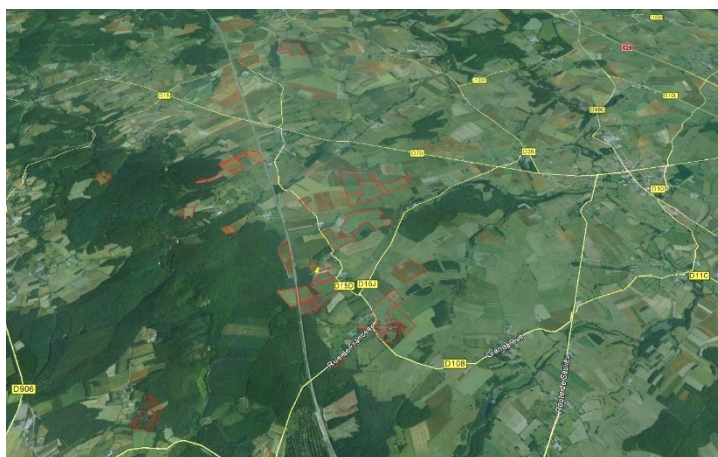


Figure 2 : Parcelle type « éclaté et dispersé », un site, plusieurs blocs de faible surface, 1/3 de la SAU dans un rayon de 1,5 km à vol d'oiseau autour du site.

Expérimentation

L'expérimentation conduite sur la station expérimentale de Jalogny a permis de conforter ces observations en ferme en mettant en évidence le poids des transports (fourrages, effluents, matériels...) et des déplacements « siège de l'exploitation – parcelles » dans la consommation totale de carburant. Cette part atteint 22 % des consommations totales dans les conditions de la station de Jalogny, où la distance moyenne des parcelles au siège de l'exploitation est de 11,2 km aller-retour. Sur la base des mesures réalisées, cette part dans les consommations globales de carburant serait de l'ordre de 11 % et 29 % pour des distances moyennes respectives de 3 km et 8 km aller-retour.

1.2.2 Les fertilisants minéraux

Les niveaux de fertilisation azotée à l'ha de SFP et ramenés à l'UGB sont présentés dans le tableau 2. Ces résultats mettent en évidence des écarts selon les systèmes fourragers. Ces écarts sont plus réduits lorsque les niveaux de fertilisation azotée sont exprimés par UGB.

1.2.3 Les aliments concentrés

Selon leur nature, les aliments concentrés peuvent être soit achetés soit prélevés sur l'exploitation. Les quantités sont ici sommées. Exprimées par UGB, elles varient selon les types d'animaux produits et leurs conduites, et les systèmes fourragers (Tableau 3). Ces derniers déterminent en grande partie la valeur alimentaire des fourrages récoltés et devraient donc indirectement interférer sur les quantités et

la nature des aliments concentrés nécessaires pour la complémentation des rations d'hivernage et d'engraissement. Les quantités de concentrés achetées représentent en moyenne et selon les ateliers entre 25 et 50% des quantités totales consommées. Cette part d'aliments concentrés achetés atteint 100 % dans les exploitations « tout herbe ».

Système fourrager		Fertilisation minérale azotée : médiane, (moyenne et écart-type)		UGB/ha SFP médiane, (moyenne)	Nb EA
		N / Ha SFP	N /UGB		
Sans maïs ensilage	Foin	7,3 (11,1 ± 14)	6,0 (9,5 ± 10)	1,12 (1,07)	27
	Foin et enrubannage	11,7 (17,0 ± 16)	11,3 (15,3 ± 15)	1,12 (1,12)	41
	Foin et ensilage herbe	21,3 (26,7 ± 23)	17,3 (21,8 ± 17)	1,20 (1,23)	15
Avec maïs ensilage	Foin	18,0 (20,9 ± 9)	17,7 (16,9 ± 6)	1,18 (1,23)	9
	Foin et enrubannage	19,6 (23,9 ± 20)	15,3 (19,4 ± 17)	1,19 (1,26)	24
	Foin et ensilage herbe	26,0 (28,1 ± 17)	21,0 (22,2 ± 13)	1,20 (1,25)	49

Tableau 2 : Quantités d'azote minéral en unités par ha de SFP et par UGB selon les logiques de fonctionnement des systèmes fourragers dans des exploitations (EA) bovin viande du bassin Charolais

Atelier bovin viande	Systèmes fourrager	Quantités de concentrés / UGB : médiane, (moyenne et écart-type)		Nb EA
		Totales / UGB	Achetées / UGB	
Naisseur « males maigres, femelles maigres »	sans maïs ensilage	573 (594 ± 209)	284 (323 ± 195)	29
	avec maïs ensilage	519 (529 ± 103)	344 (347 ± 144)	10
Naisseur « males maigres, femelles finies »	sans maïs ensilage	735 (706 ± 251)	261 (314 ± 217)	47
	avec maïs ensilage	660 (680 ± 173)	339 (348 ± 138)	45
Naisseur – engraisseur de jeunes bovins »	sans maïs ensilage	1283 (1200 ± 231)	338 (418 ± 309)	6
	avec maïs ensilage	805 (852 ± 250)	344 (354 ± 186)	22

Tableau 3 : Quantités d'aliments concentrés consommés et achetés par UGB selon les types d'atelier bovin viande et systèmes fourragers dans des exploitations (EA) bovin viande du bassin Charolais

1.3 La production de viande et des critères déterminants de la conduite des troupeaux

Les performances de production de viande vive par UGB et des critères de gestion du troupeau sont présentées selon les trois systèmes d'élevage : naisseurs-engraisseurs de jeunes bovins, naisseurs avec femelles finies et naisseurs avec femelles maigres (Tableau 3).

Atelier bovin viande	Systèmes fourrager :	PVV /UGB (Kg vifs)	Veaux produits / 100 vêlages	Pertes après sevrage / 100 vêlages	% vaches vides conservées	Format du cheptel (Kg vifs)	Nb EA
Naisseur « males maigres, femelles maigres »	sans maïs ensilage	319 (311 ± 30)	96,5 (96,0 ± 4,9)	1,5 (1,4 ± 2,0)	0,0 (0,4 ± 0,9)	726 (717 ± 58)	29
	avec maïs ensilage	300 (297 ± 26)	93,3 (93,6 ± 4,1)	1,8 (2,5 ± 0,6)	0,3 (0,9 ± 1,1)	712 (708 ± 40)	10
Naisseur « males maigres, femelles finies »	sans maïs ensilage	327 (324 ± 32)	96,6 (96,4 ± 3,7)	1,6 (2,2 ± 1,9)	0,0 (1,0 ± 2,5)	714 (718 ± 47)	47
	avec maïs ensilage	334 (333 ± 31)	96,9 (96,2 ± 3,6)	1,6 (1,9 ± 1,5)	0,0 (0,6 ± 1,5)	736 (739 ± 48)	45
Naisseur – engraisseur de jeunes bovins »	sans maïs ensilage	394 (398 ± 14)	97,1 (96,0 ± 3,8)	1,5 (2,2 ± 2,7)	0,3 (2,7 ± 5,2)	769 (795 ± 61)	6
	avec maïs ensilage	359 (353 ± 36)	96,8 (95,0 ± 4,5)	3,2 (3,5 ± 2,1)	0,8 (1,0 ± 1,2)	740 (741 ± 36)	22

Tableau 4 : Production de viande vive par UGB, critères de productivité numérique et format du cheptel selon les types d'atelier bovin viande et systèmes fourragers dans des exploitations (EA) bovin viande du bassin Charolais (médiane, moyenne et écart-type)

Pour les systèmes naisseurs de mâles maigres, les niveaux de production de viande vive sont proches quels que soient les grands types de systèmes fourragers. Quant aux naisseurs-engraisseurs de jeunes bovins, les niveaux de production de viande vive sont plus élevés (conformément aux attentes).

2. Les différents bilans production – environnement dans des élevages dans le Bassin Charolais

2.2.1 Résultats globaux

Les performances environnementales sont évaluées par des indicateurs d'impacts estimés dans les fermes selon une méthodologie de l'Institut de l'Élevage (Gac et al., 2010 ; Dollé et al., 2013, ADEME, 2013). Les impacts présentés sont la consommation d'énergie (MJ), le changement climatique via les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), la surface utilisée par le troupeau (SU) (surfaces fourragères et non fourragères dédiées aux troupeaux) et le stockage de carbone (en kg éq CO₂). Ces indicateurs ont été calculés à l'échelle du système d'élevage.

L'analyse des résultats illustre la forte dépendance des consommations d'énergies aux principaux intrants (carburants et fumure minérale) mobilisés sur les surfaces (fourragères et non fourragères) dédiées aux troupeaux, les achats d'aliments concentrés, de fourrages et de paille. La relation (régression linéaire multiple) s'établit de la façon suivante : consommation d'énergie par UGB en MJ = 50,70 * litres de carburant²/UGB + 42,30 * nombre unités d'azote²/UGB + 3,70 * nombre unités de phosphore et potasse²/UGB + 2,79 * quantité d'aliments concentrés achetés en kg/UGB + 7,43 * quantité de kWh/UGB + 523 (R² = 0,84).

Systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles finies	Ensemble des exploitations	Dont exploitations avec système d'alimentation à base de				
		Pâturage + foin	Pâturage + foin + enrubannage	Pâturage + foin + ensilage	Pâturage + foin + enrubannage + maïs ensilage ³	Pâturage + foin + ensilage + maïs ensilage
Nb d'exploitations	58	9	13	5	10	21
PVV en kg / UGB	333	316	341	332	329	345
MJ / UGB	6637	5067	6348	6354	6976	7372
MJ / kg vv	19,4	16,5	19,3	19,1	20,7	21,2
GES bruts en kg CO ₂ /UGB	4656	4350	4598	4899	4567	4842
GES bruts en kg CO ₂ /kg vv	14,0	13,5	14,0	14,9	14,1	13,9
GES nets en kg CO ₂ /UGB (760 kg C)	2413	1527	2423	2574	2494	2649
GES nets en kg CO ₂ /kg vv (570 kg C)	8,1	6,4	8,1	8,8	7,9	8,6
GES nets en kg CO ₂ /kg vv (760 kg C)	7,0	4,7	7,6	7,5	7,0	7,8
Ares surface utilisée/UGB	93	105	89	92	96	90
Stockage de carbone en kg CO ₂ /UGB (760 kg C)	2311	2645	2423	2729	2146	2252

Tableau 5 : Résultats (valeurs médianes) des bilans production – environnement dans des systèmes naisseurs de mâles maigres et de femelles finies du Bassin Charolais

Il en est de même de l'indicateur d'impact du réchauffement climatique (GES bruts exprimés en kg éq. CO₂/UGB) auquel il convient de rajouter, comme facteur explicatif, le format du cheptel (méthane entérique). La relation s'établit comme suit : gaz à effet de serre en kg éq. CO₂/UGB = 1,18 * litres de carburant² /UGB + 15,44 * nombre unités d'azote²/UGB + 1,61 * nombre unités de phosphore et potasse/UGB² + 0,66 * quantité d'aliments concentrés achetés en kg/UGB + 0,16 * quantité de

² Quantités utilisées sur les surfaces fourragères (itinéraires techniques, récolte et distribution des aliments) et des surfaces de céréales autoconsommées ramenées à l'UGB.

³ Y compris les 2 exploitations en système fourrager « Pâturage + foin + maïs ensilage »

fourrages et paille achetés en kg/UGB + 0,18 * quantité de KWh/UGB + 3,98 * format du cheptel en kg de poids vif⁴ + 981 (R² = 0,73).

Systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles maigres	Ensemble des exploitations	Dont exploitations avec système d'alimentation	
		Sans maïs ensilage	Avec maïs ensilage
Nb d'exploitations	20	15	5
PVV en kg / UGB	319	319	304
MJ / UGB	5710	5730	5430
MJ / kg vv	18,2	18,7	16,9
GES bruts en kg CO ₂ /UGB	4491	4486	4698
GES bruts en kg CO ₂ /kg vv	14,4	14,4	14,4
GES nets en kg CO ₂ /UGB (760 kg C)	1874	1903	1845
GES nets en kg CO ₂ /kg vv (570 kg C)	7,2	6,9	8,0
GES nets en kg CO ₂ kg vv (760 kg C)	5,6	5,4	6,1
Ares surface utilisée/UGB	91	94	89
Stockage de carbone en kg CO ₂ /UGB (760 kg C)	2576	2553	2498
Ares prairies permanentes / UGB	71	77	66

Tableau 6 : Résultats (valeurs médianes) des bilans production – environnement dans des systèmes naisseurs de mâles maigres et de femelles maigres du Bassin Charolais

Systèmes naisseurs engraisseurs de jeunes bovins	Ensemble des exploitations	Dont exploitations avec système d'alimentation	
		Sans maïs ensilage	Avec maïs ensilage
Nb d'exploitations	15	5	10
PVV en kg / UGB	360	385	351
MJ / UGB	6968	6773	7135
MJ / kg vv	21,0	20,1	21,8
GES bruts en kg CO ₂ /UGB	4845	4687	4861
GES bruts en kg CO ₂ /kg vv	13,1	12,2	13,4
GES nets en kg CO ₂ /UGB (760 kg C)	2786	2758	3483
GES nets en kg CO ₂ /kg vv (570 kg C)	8,4	7,6	9,9
GES nets en kg CO ₂ kg vv (760 kg C)	7,3	6,9	9,3
Ares surface utilisée/UGB	85	104	78
Stockage de carbone en kg CO ₂ /UGB (760 kg C)	1705	2398	1520
Ares prairies permanentes / UGB	50	66	37

Tableau 7 : Résultats (valeurs médianes) des bilans production – environnement dans des systèmes naisseurs engraisseurs de jeunes bovins du Bassin Charolais

2.2.1 Résultats par classes de performances de GES bruts par kg vv

Au-delà des moyennes présentées dans les tableaux 5 à 7, il ressort que les combinaisons aboutissant aux situations d'élevage les plus performants sur le plan des émissions brutes de GES sont multiples. Ainsi, dans le groupe des élevages les plus performants en système MMFF (1^{er} quartile, GES bruts / kg) on retrouve tous les types de systèmes fourragers (des systèmes à base de foin jusqu'aux systèmes à

⁴ Format du cheptel estimé à partir du poids de carcasse des vaches de réforme et du poids vif des vaches réformées maigres

base de foin – ensilage d'herbe - maïs ensilage). Ces élevages se caractérisent : soit par une production de viande vive ramenée à l'UGB supérieure à la moyenne et des niveaux d'intrants (relativement à leur système fourrager) proches de la moyenne, soit par une production de viande vive ramenée à l'UGB proche de la moyenne et des niveaux d'intrants inférieurs à la moyenne toujours relativement à leur système fourrager. Quant aux élevages les moins performants (4^{ème} quartile, GES bruts / kg vv inférieurs à 13 kg CO₂), deux profils cohabitent : l'un caractérisé par des performances pondérales nettement inférieures à la moyenne du groupe associé à des niveaux d'intrants proches de la moyenne, l'autre caractérisé par des performances pondérales élevées associés à des niveaux d'intrants élevés. Les caractéristiques de ces deux groupes sont présentées dans le tableau 8.

Les émissions nettes sont bien évidemment influencées par le niveau des émissions brutes. Mais le niveau de stockage de carbone par les prairies permanentes et temporaires de longue durée est un moyen de diminuer les émissions brutes (Schulze et al., 2009 ; Soussanna et al., 2010 ; Veysset et al., 2014). Ainsi dans le groupe MMFF où les ares de prairies permanentes par UGB sont en moyenne de 60 ares par UGB (les extrêmes allant de deux ares à 110 ares), le stockage de carbone permet de compenser près de 60 % des GES sur la base d'un stockage annuel de 760 kg/ha (Soussanna et al., 2014). Il en découle que la part des élevages ayant des émissions nettes inférieures à 7 kg CO₂/ kg vv atteint 66 %, 50% et 40 % respectivement dans les systèmes d'élevages MMFM, MMFF et NEJB.

Systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles finies	Elevages avec GES bruts par kg vv	
	supérieurs à 15,4 kg CO ₂ (4 ^{ème} quartile)	inférieurs à 13,0 kg CO ₂ (1 ^{er} quartile)
Nb d'exploitations	15	12
PVV en kg/UGB	311	363
GES bruts en kg CO ₂ /kg vv	16,3	12,5
MJ/kg vv	22,3	18,3
GES nets en kg CO ₂ /kg vv (570 kg C)	10,9	6,5
GES nets en kg CO ₂ /kg vv (760 kg C)	9,9	5,3
Ares SU ⁵ /UGB	100	102
Stockage de carbone en kg CO ₂ /UGB (760 kg C)	1915	2575
Concentrés achetés/UGB	318	310
Carburant SU/UGB	61	66
Unités N SU/UGB	37	22
Unités P + K SU/UGB	24	18
Nb veaux/100 vêlages	95,7%	98,8%
% vaches conservées vides	0,9%	0,3%
Mortalité après sevrage en % vêlages	2,4%	1,7%
Format cheptel en kg vif	721	737
Ares pâturage de printemps/UGB	57	57
Ares 1 ^{ère} coupe/UGB	32	36
Ares prairies permanentes/UGB	44	61

Tableau 8 : Caractéristiques des groupes d'élevages classés selon les niveaux de GES bruts par kg vv dans les systèmes naisseurs de mâles maigres et de femelles maigres du Bassin Charolais

Les consommations d'énergie sont influencées par les logiques de fonctionnement des systèmes fourragers et donc par les itinéraires techniques et les équipements de récolte et de distribution des fourrages qui y sont associés. En conséquence, dans le groupe d'élevages consommant le moins de MJ par kg vv, les élevages ayant un système fourrager « pâturage - foin » ou « pâturage - foin – enrubannage » sont les plus fréquents. A l'opposé, les élevages qui ont un système fourrager

⁵ SU = surfaces fourragères et non fourragères dédiées aux troupeaux

« pâturage - foin - ensilage – maïs ensilage » ou « pâturage - foin - enrubannage – maïs ensilage » mobilisant davantage de carburant et de fertilisation minérale ramenés à l'UGB, sont les plus nombreux dans le groupe d'élevages consommant le plus de MJ par kg vv.

3. Discussion conclusion

Les performances de production des systèmes d'élevage et les principaux intrants (engrais minéraux, carburant, achats d'aliments) responsables des consommations d'énergie et contribuant au réchauffement climatique ont été quantifiés de façon à évaluer les différents bilans production – environnement en systèmes bovins viande. En effet, les performances de production de viande, les intrants mobilisés mais aussi les possibilités de compensation des émissions brutes sont variables d'une exploitation à l'autre et dépendent des stratégies des conduites fourragère et animale mises en œuvre.

Les consommations d'énergie varient de 19 MJ/kg vv dans les systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles maigres à 21 MJ/kg vv dans les systèmes naisseurs-engraisseurs de jeunes bovins. Cette valeur est intermédiaire pour les systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles finies soit 20,3 MJ/kg vv. Ces consommations varient plus nettement selon les systèmes fourragers et d'alimentation. Elles fluctuent dans une fourchette comprise entre -15 % (système « pâturage – foin ») et +10 à +12 % (systèmes « pâturage – foin – ensilage d'herbe – maïs ensilage » et « pâturage – foin – enrubannage – maïs ensilage »).

La fonction de stockage de carbone assurée par les prairies permanentes et temporaires de longue durée, et la présence de haies, constitue un réel moyen de compenser les émissions brutes de GES dans les exploitations herbagères. Ainsi, selon les niveaux de stockage de carbone retenus (760 kg (Soussana et al., 2014) ou 570 kg (Schulze et al., 2009 ; Soussana et al., 2010) par ha et par an de prairies permanentes), les émissions nettes apparaissent modérées et varient faiblement en fonction des systèmes d'élevage. Elles sont de l'ordre de 5,6 et 7,2 kg éq CO₂/kg vv en systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles maigres, de 7,0 et 8,1 kg éq CO₂/kg vv en systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles finies, et de 7,3 et 8,4 kg éq CO₂/kg vv en systèmes naisseurs engraisseurs de jeunes bovins. Au sein de chaque famille de systèmes, ces émissions varient plus nettement en fonction des systèmes fourragers et d'alimentation, soit dans une fourchette le plus souvent comprise entre -10 à -15 % (système « pâturage – foin ») et +10 à +15 % (système « pâturage – foin – ensilage d'herbe – maïs ensilage »). Dans l'échantillon étudié, 66 %, 50% et 40 % des élevages respectivement dans les systèmes d'élevages MMFM, MMFF et NEJB ont des émissions nettes inférieures à 7 kg éq CO₂/kg vv.

Les niveaux moyens d'émissions brutes ramenées au kg de viande vive varient selon les systèmes d'élevage dans une fourchette limitée : 13,1, 14,0 et 14,4 kg éq CO₂/kg vv respectivement en systèmes naisseurs-engraisseurs de jeunes bovins, systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles finies et systèmes naisseurs de mâles maigres et femelles maigres. Au sein de chaque famille de systèmes, ces émissions varient en fonction des systèmes fourragers et d'alimentation, soit dans une fourchette relativement réduite et le plus souvent comprise entre - 5 % et +5 %.

Ces travaux ont montré que les bilans production – environnement se construisent différemment selon les logiques de fonctionnement des surfaces fourragères et des troupeaux. Pour une même quantité de viande produite et une même conduite de troupeau, les systèmes avec un système fourrager de type « pâturage – foin » nécessite plus de surface et moins d'intrants en engrais minéraux et carburant. A l'opposé, les systèmes avec un système fourrager de type « pâturage – foin – ensilage – maïs ensilage » nécessite moins de surface et plus d'intrants en engrais minéraux et carburant. C'est la conséquence des différentes interrelations qui existent entre les composantes des bilans production – environnement à l'échelle des systèmes d'élevage (Figure 3).

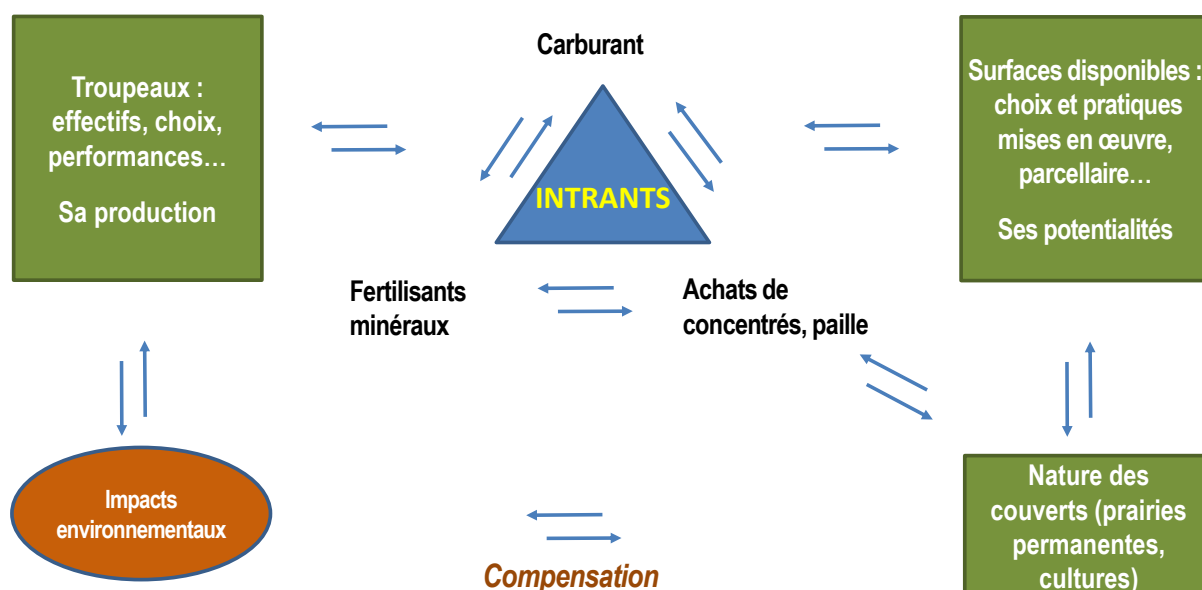


Figure 3 : Principales interrelations entre les composants des bilans production – environnement à l'échelle des systèmes d'élevage bovin viande

Ainsi, ramenés au kg de viande produite, les consommations d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre et l'occupation de l'espace sont en relation avec :

- les niveaux de performances pondérales des troupeaux qui dépendent de la maîtrise de la reproduction et de l'alimentation, et de la gestion des différentes catégories d'animaux,
- les niveaux des intrants mobilisés sur les surfaces fourragères et non fourragères dédiées aux troupeaux, notamment fertilisation azotée et carburant. Ces niveaux d'intrants sont à relier avec les logiques de fonctionnement du système fourrager plus ou moins intensives, dont dépendent les itinéraires techniques (modes de récolte, mode de distribution) et ceci en lien avec les potentialités fourragères locales,
- les conduites des troupeaux dont les logiques de fonctionnement, plus ou moins consommatrices d'intrants, sont en relation avec les périodes de vêlages (plus ou moins précoces), les types d'animaux produits et les croissances recherchées (modérées, moyennes ou élevées). En dépendent les qualités et les quantités de fourrages stockés ainsi que les quantités d'aliments concentrés consommés,
- la nature des couverts des cultures, notamment les proportions de prairies permanentes et temporaires de longue durée, dont dépend le stockage de carbone,
- la structure des parcellaires (parcellaires regroupés versus parcellaires éclatés et dispersés) qui influence les consommations de carburant liées aux transports des produits et aux déplacements.

La question de l'importance relative à accorder à l'un ou l'autre des impacts étudiés est posée. Cette importance est à nuancer notamment en fonction des niveaux d'intensification nécessaire pour le fonctionnement économique des exploitations et de leurs leviers d'atténuation, et donc des différents contextes de production. Cependant, la cohérence du fonctionnement des systèmes d'élevage caractérisée par les performances de production et par les itinéraires techniques mis en œuvre et raisonnés en fonction des objectifs de production, du chargement et des potentialités pédoclimatiques est un gage de réussite pour obtenir des bilans production- environnement satisfaisants.

Remerciements

Les auteurs remercient les éleveurs et les ingénieurs qui participent et assurent le fonctionnement des dispositifs des réseaux Idele-chambres d'agriculture et du réseau de l'Inra.

Références bibliographiques

ADEME, 2013. Guide des valeurs Dia'terre® Version 2.0, www.ademe.fr/diaterre/

Beguïn E., Baudoux H., Geoffrin M., Belveze J., Contou C., Ferrand M., (2009). Carburant en élevage bovin lait et viande : repères et facteurs explicatifs des niveaux de consommation. *Renc. Rech. Ruminants*, 16, 225-228

Devun J., Legarto J., 2011. Fourrages conservés et modes de récolte : la situation selon les systèmes d'élevage en France. *Fourrages* 206, 91-105.

Devun J., Perrot C., 1994. Construction d'une typologie d'élevages charolais et analyse de l'élaboration des performances technico-économiques de l'atelier bovin. *Renc. Rech. Ruminants*, 1, 15-154.

Devun J, Bébin D., Moreau S., Roulenc M., Manneville V., Chassaing C., Lherm M., 2014. Conséquences des pratiques fourragères et des caractéristiques du parcellaire sur la consommation de carburant dans les exploitations bovin viande du bassin Charolais. Affiche présentée 3R.

Dollé J.B., Iellahi A., Malaval C., Ponchant P., Tailleur A., 2010. GES'TIM, guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre. Version 1. 2. France.

Gac A., Deltour L., Carriolle M., Dolle J.B., Espagnol S., Flénet F., Guingand N., Lagadec S., Le Gall A., Iellahi A., Malaval C., Ponchant P., Tailleur A., 2010. GES'TIM, guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre. Version 1. 2. France.

Gac A., Manneville V., Raison C., Charroin T., Ferrand M., 2010. L'empreinte carbone des élevages d'herbivores : présentation de la méthodologie d'évaluation appliquée à des élevages spécialisés lait et viande. *Renc. Rech. Ruminants*, 17, 335-342.

Schulze E.D., Luysaert S., Ciais P., Freibauer A., Janssens I.A. et al., 2009. Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance. *Nature Geosciences*. 2, 842-850.

Soussana J.F., Tallec T., Blanford V., 2010. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal*, 4:3, 334-350

Soussana J.F., Klumpp K., Ehrhardt F., 2014. The role of grasslands in mitigating climate change. *Grassland Science in Europe* 19, 75-87

Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C., 2006. *Livestock long shadow: environmental issues and options*. FAO. Rome Italie.

Veysset P., Belvèze D., Bébin D., Devun J., 2009. Consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre en élevage bovin allaitant. *Analyses et perspectives économiques*. *Fourrages* 199, 331-348.

Veysset, P., Lherm, M., Bébin, D., Roulenc, M., Benoit, M., 2014. Variability in greenhouse gas emissions, fossil energy consumption and farm economics in suckler beef production in 59 French farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 188, 180–191.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son URL)