



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.org



AFPF – Maison Nationale des Eleveurs – 149 rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 – Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Française pour la Production Fourragère

Quels sont les liens entre les pratiques d'élevage et les bilans production – environnement ? L'exemple de systèmes charolais

J. Devun¹, J. Agabriel², S. Moreau³, V. Manneville⁴

Systèmes et pratiques en production de viande bovine ont beaucoup évolué ces dernières années. L'élevage à viande est l'objet de diverses polémiques. Quels sont les impacts des différents systèmes d'élevage et pratiques fourragères sur les aspects environnementaux (consommations d'énergie, émissions de GES, occupation de surfaces...) ?

RÉSUMÉ

Des bilans production – environnement ont été établis à partir des données (production de viande, période de vêlage, type d'alimentation, pratiques fourragères...) des exploitations du dispositif « Réseau d'élevage du Bassin charolais ». L'analyse croisée de ces données montre que la production de viande vive, les consommations d'énergie relatives aux intrants et les émissions de GES par UGB augmentent significativement en passant des stratégies les moins intensives (par ex. système fourrager Pâturage – Foin avec vêlages de fin d'hiver) aux stratégies les plus intensives. Concernant les bilans production – environnement (critères environnementaux rapportés au kg de viande vive), seules les émissions nettes de GES varient de manière significative selon les stratégies et la part de prairies permanentes.

SUMMARY

What is the relationship between livestock farming practices, meat production, and the environment? A case study involving Charolais cattle

Meat production systems provoke controversy. One source of debate is the way in which different livestock systems and forage practices affect the environment, including energy consumption, greenhouse-gas (GHG) emissions, and land use. In this study, we calculated indices that related meat production to environmental impacts using information from livestock farms belonging to the Charolais production area network. A cross-analysis of data on such factors as meat production, calving periods, feed type, and forage practices yielded several conclusions. As farming strategies intensified, gross meat production (kg), input-related energy consumption, and GHG emissions per livestock unit increased. When environmental variables were corrected for gross meat production (i.e., transformed into indices), only net GHG emissions varied significantly with farming strategies and the amount of land dedicated to permanent grasslands.

L'élevage bovin viande fait l'objet de débats controversés vis-à-vis de ses performances environnementales. Il est notamment critiqué pour son rôle sur le réchauffement climatique en raison de ses émissions de gaz à effet de serre (GES), de sa consommation d'énergie et de la surface qu'il mobilise au regard de sa production de viande et de protéines (STEINFELD *et al.*,

2006). Néanmoins, il joue un rôle essentiel dans les territoires où les surfaces en herbe, majoritairement inconvertis en cultures annuelles, occupent en moyenne plus de 80% de la surface agricole ; l'élevage est aussi essentiel dans l'approvisionnement de la filière viande bovine, le maintien de la qualité des paysages, des sols, de l'eau et de la biodiversité (RIEUTORT *et al.*, 2014).

AUTEURS

1 : Institut de l'Élevage, F-63122 Saint-Genès-Champanelle ; mjdevun@neuf.fr

2 : INRA, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

3 : Institut de l'Élevage, F-69364 Lyon

4 : Institut de l'Élevage, F-63170 Aubière

MOTS CLÉS : Analyse énergétique, Auvergne, Bourgogne, bovin, bovin de boucherie, Centre, énergie, environnement, exploitation agricole, gaz à effet de serre, gestion du troupeau, intensification, Massif central, prairie permanente, pratiques des agriculteurs, production de viande, ration de base, système d'élevage, système de production, système fourrager, vache allaitante.

KEY-WORDS : Auvergne, basic diet, beef cattle, Burgundy, cattle, Centre region, energy, energy analysis, environment, farm, farmers' practices, flock management, forage system, greenhouse-effect gas, intensification, livestock system, Massif central, meat production, permanent pasture, production system, suckling cow.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Devun J., Agabriel J. Moreau S. Manneville V. (2016) : "Quels sont les liens entre les pratiques d'élevage et les bilans production – environnement ? L'exemple de systèmes charolais", *Fourrages*, 228, 283-293.

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 des systèmes d'élevage, cette diversification s'accompagne assez souvent d'un accroissement des consommations d'intrants et de davantage de mécanisation.

Les études sur les relations élevage – environnement en productions de bovins viande, réalisées en France à ce jour, ont montré que les consommations d'énergie (VEYSSET *et al.*, 2009) et les émissions de GES (GAC *et al.*, 2010 ; MOREAU *et al.*, 2013a) diffèrent selon les familles de systèmes (naissieurs, naisseurs-engraisseurs de veaux sous la mère, de bœufs et de jeunes bovins). Elles ont aussi mis en évidence une plus forte variabilité à l'intérieur d'une même famille de systèmes qu'entre les systèmes. Par ailleurs, MOREAU *et al.* (2013b) ont montré, par une analyse multivariée, que les niveaux de performances de production et des intrants sont les facteurs déterminants des bilans production – environnement. Néanmoins, ces études n'abordent pas l'**analyse des résultats en fonction des pratiques d'élevage** (fourragères et zootechniques) et de la **nature des couverts**. C'est l'objet des travaux conduits dans le cadre du projet CASDAR SALENPRO (Systèmes Allaitants - Environnement et Production) et du volet bovins viande du projet CASDAR MAGES (Mesures d'Atténuation des Emissions de Gaz à Effet de Serre en élevage bovin) dont les résultats sont présentés dans cet article.

1. Matériels et méthodes

L'étude¹ a été conduite à partir :

- Des données de 93 exploitations du dispositif réseau d'élevage Institut d'Élevage - Chambres d'Agriculture du Bassin charolais (et issues des départements de l'Allier, du Cher, de la Côte-d'Or, de l'Indre, de la Loire, de la Nièvre, du Puy-de-Dôme, de la Saône-et-Loire et de l'Yonne), qui ont fait l'objet d'une analyse des performances de production et des performances environnementales.

- De l'examen détaillé de cas concrets, illustrant la diversité des logiques de fonctionnement des troupeaux et des surfaces fourragères rencontrées dans le Bassin charolais, qui a contribué à définir la démarche d'analyse de la problématique production – environnement – logiques de fonctionnement.

L'**échantillon** final, composé de **81 exploitations**, a été constitué après élimination, au sein de chaque famille de système d'élevage, des élevages présentant des performances supérieures ou inférieures à la moyenne ± 2 écarts types sur l'un ou l'autre des critères suivants : production de viande vive par UGB, GES par UGB et consommation

d'énergie par UGB de façon à analyser les résultats illustrant au mieux les performances moyennes obtenues au sein de chaque famille de système d'élevage.

■ Méthodologie utilisée pour évaluer les performances des exploitations

• Evaluation des performances environnementales

Les performances environnementales ont été **estimées à l'échelle des fermes et rapportées aux UGB** selon une méthodologie de l'Institut de l'Élevage (GAC *et al.*, 2010) basée sur une approche d'Analyse de Cycle de Vie. Quatre groupes d'impacts ont été retenus. Le premier concerne **les consommations d'énergie fossile** exprimées en mégajoules (MJ) liées principalement aux achats d'intrants : aliments, carburants (y compris les quantités de carburant fournies par les prestataires extérieurs à l'exploitation), et fertilisants minéraux (les fourrages et les aliments concentrés autoconsommés sont pris en compte indirectement, notamment par les carburants et les fertilisants mobilisés pour leurs productions). Exprimé en kg équivalent CO₂ (kg EqCO₂), le deuxième est afférent aux **GES émis** par les fermentations entériques, les effluents et les consommations d'énergie. Le troisième se rapporte à **l'occupation des surfaces** (surfaces fourragères et de cultures autoconsommées (SU)) et le dernier au **stockage de carbone (C) par les prairies** (en kg EqCO₂) qui compense en partie les émissions de GES (SCHULZE *et al.*, 2009 ; SOUSSANA *et al.*, 2010 ; VEYSSET *et al.*, 2014). Les évaluations les plus récentes indiquent un stockage annuel moyen par les prairies permanentes (PP) de 760 kg de C par ha² (SOUSSANA *et al.*, 2014).

• Evaluation des performances de production et des principaux intrants

Pour caractériser la performance de production et les intrants directement liés à la production, le choix s'est porté sur les critères suivants : **la production brute de viande vive (vv)** exprimée en kg de poids vif (viande vendue – viande achetée \pm variations d'inventaire, en kg vv/UGB), **la gestion des troupeaux** (productivité en veaux, pertes après sevrage, % vaches conservées vides, format du cheptel), **la quantité de concentrés achetés** (kg/UGB), **les quantités de fertilisants minéraux** utilisées (kg N/UGB, kg P + K/UGB) et **la consommation de fuel** (litres/UGB). Ces intrants sont les principaux déterminants des consommations d'énergie et, avec le méthane entérique, des émissions de GES.

• Evaluation des bilans production – environnement

Le bilan production – environnement est évalué **en ramenant chaque indicateur de performance environnementale à la performance de production** selon le calcul

1 : Ont contribué à ces travaux : C. Bourge (CA 58) et T. Lahémade (CA 71) dans le cadre du volet viande du projet CASDAR MAGES ; V. Doal (CA 21), D. Lafaye (CA 03), T. Lahémade (CA 71), B. Mauge (CA 63) et C. Vincent (CA 36) dans le cadre du projet CASDAR SALENPRO.

2 : L'évaluation antérieure était de 570 kg de C/ha PP (SCHULZE *et al.*, 2009 ; SOUSSANA *et al.*, 2010)

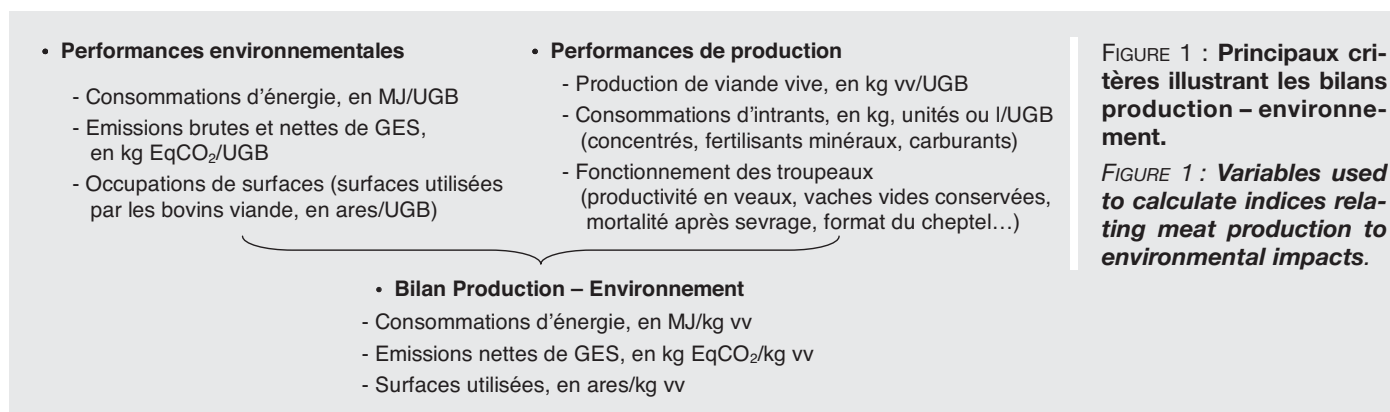


FIGURE 1 : Principaux critères illustrant les bilans production – environnement.

FIGURE 1 : Variables used to calculate indices relating meat production to environmental impacts.

suivant : performance environnementale (/UGB) / performance de production de viande vive (kg vv/UGB), cf. figure 1.

■ Classification des systèmes d'élevage et des logiques de fonctionnement surfaces fourragères - troupeaux

Le choix d'un système d'élevage dépend de nombreux facteurs. Parmi ceux-ci, les marchés et les débouchés commerciaux possibles (catégories d'animaux, poids, périodes de vente...) ainsi que les surfaces disponibles (nature et potentialités, surface par tête...), qui contribuent à déterminer les pratiques et itinéraires techniques mis en œuvre.

La classification des exploitations a été réalisée sur la base de conduites techniques relativement homogènes en s'appuyant sur i) les systèmes d'élevage et ii) les logiques de fonctionnement des systèmes fourragers et des troupeaux.

• Systèmes d'élevage

Les systèmes d'élevage ont été définis selon les principes proposés (coefficients de ressemblance) par DEVUN et PERROT (1994) en fonction des types d'animaux mâles et femelles vendus. Pour les mâles, le classement est fonction de la proportion de chaque catégorie par rapport à la totalité des mâles vendus dans les groupes suivants : mâles maigres, jeunes bovins, bœufs. Quant aux femelles, ce classement est fonction de la proportion de femelles (vaches et génisses) vendues finies (engraissées) par rapport à la totalité des femelles vendues. **Trois familles de systèmes d'élevage ont été constituées en combinant les types d'animaux mâles et femelles produits : naisseurs-engraisseurs de jeunes bovins (NJB)** (dans la majorité des cas les femelles sont finies, 14 exploitations), **naisseurs avec femelles finies (MMFF)** (mâles maigres et femelles finies, 52 exploitations), **naisseurs avec femelles maigres (MMFM)** (mâles maigres et femelles maigres, 15 exploitations).

• Combinaisons des pratiques fourragères et zootechniques

Au sein de chacune des familles de systèmes d'élevage, les logiques de fonctionnement des systèmes

fourragers et des troupeaux ont été définies à partir d'éléments caractérisant les pratiques mises en œuvre dans les élevages.

- Systèmes fourragers

Dans un contexte pédoclimatique donné, le **niveau d'intensification des surfaces fourragères** (SFP) exprimé en UGB/ha SFP est un des facteurs qui contribue au choix des pratiques de pâturage et des modes de récolte des stocks fourragers (excédents d'herbe, cultures fourragères). Il conditionne les matériels utilisés pour la récolte des fourrages mais aussi les équipements pour leur distribution. En dépendent les niveaux de fertilisation, les consommations en carburant, les valeurs alimentaires des fourrages et, plus généralement, les quantités d'aliments concentrés nécessaires pour la complémentation des rations hivernales et des rations d'engraissement.

Quatre classes de systèmes fourragers ont été retenues selon la méthode proposée par DEVUN et LEGARTO (2011) : Pâturage – Foin³ (Pât – Fo), Pâturage – Enrubannage/ensilage – Foin (Pât – En – Fo), Pâturage – Foin – Maïs ensilage (Pât – Fo – Ma) et Pâturage – Enrubannage/ensilage – Foin – Maïs ensilage (Pât – En – Fo – Ma). Elles correspondent à des niveaux croissants d'intensification fourragère⁴ (cf. INSTITUT DE L'ELEVAGE - INRA, 2014).

- Troupeaux

Dans le Bassin charolais, les vêlages sont majoritairement groupés. Les choix de la **période de vêlages** (plus ou moins précoce) et des **rythmes de croissance des animaux vendus** déterminent la conduite des troupeaux et les objectifs de poids, âge et période de vente. La précocité des vêlages et l'accélération des croissances caractérisant les conduites animales intensives nécessitent des rations plus riches (fourrages et concentrés) et donc plus d'intrants par UGB. Les élevages sont **classés selon trois périodes de vêlages** d'après les principes proposés dans le guide de l'alimentation du troupeau allaitant (INSTITUT DE L'ELEVAGE - INRA, 2014) : i) période centrée sur fin hiver - début printemps (date moyenne des vêlages à partir du 1^{er} février), ii) période centrée sur le milieu d'hiver (date moyenne des vêlages comprise entre le 1^{er} décembre et le

3 : Y compris les systèmes fourragers avec moins de 15% de fauche sous forme d'enrubannage

4 : Niveau d'intensification défini par rapport aux intrants mobilisés par ha de SFP (fertilisants et carburant)

Période de vêlages centrée sur :	Principales catégories commerciales		Vitesse de croissance	Intensification de la conduite animale
	Mâles maigres	Génisses		
- Fin hiver – début printemps	Broutards repoussés d'hiver - taurillons d'herbe	Génisses 15-18 mois et/ou génisses finies	Moyenne	+
- Milieu hiver	Broutards lourds d'automne - broutards repoussés d'hiver	Broutards repoussés - génisses 15-18 mois et/ou génisses finies	Intermédiaire	++
- Automne – début hiver	Broutards lourds d'été – début automne	Broutards – broutards repoussés et/ou génisses finies	Élevée	+++

TABLEAU 1 : Les principales logiques de fonctionnement des troupeaux dans les élevages naisseurs avec femelles finies et naisseurs avec femelles maigres du Bassin charolais.

TABLE 1 : Main herd-management approaches in cow-calf operations using finished females and store females in the Charolais production area.

31 janvier), iii) période centrée sur l'automne - début d'hiver (date moyenne des vêlages avant le 1^{er} décembre). Le tableau 1 illustre à titre d'exemple les combinaisons « période de vêlage – types d'animaux » les plus fréquentes dans les exploitations MMFM et MMFF du Bassin charolais.

- Combinaisons des logiques de fonctionnement surfaces fourragères – troupeaux

Les choix concernant les stratégies fourragères et les conduites des troupeaux sont des éléments structurants du système d'élevage. Les combinaisons possibles sont diverses quelle que soit la famille de systèmes considérée. Elles sont toutes représentées dans notre échantillon avec des fréquences variables (tableau 2).

■ Analyse statistique

Les 81 exploitations sont réparties en 3 familles de systèmes d'élevage (NJB, MMFF, MMFM) pour lesquelles les statistiques descriptives et les tests de comparaison de moyennes (tests de Student faits avec XLSTAT, Adinsoft, Paris) permettent de vérifier l'existence ou non de différences significatives entre familles.

Puis, pour l'analyse de l'incidence des logiques de fonctionnement sur les performances étudiées, et afin de s'affranchir des disparités de performances entre les systèmes d'élevage, les valeurs des critères de performances ont été centrées-réduites au sein de chacune des familles de systèmes d'élevage. Exprimées en nombre d'écarts types, toujours au sein de chacune de ces familles de systèmes d'élevage, ces valeurs ont ensuite été transformées

Période de vêlages centrée sur :	Système fourrager			
	Pât – Fo	Pât – Fo – Ma	Pât – En – Fo	Pât – En – Fo – Ma
- Fin hiver – début printemps	7	1	6	3
- Milieu hiver	7	6	13	20
- Automne – début hiver	1	1	5	11

TABLEAU 2 : Répartition des 81 exploitations de l'échantillon étudié selon les combinaisons de fonctionnement "système fourrager – troupeau".

TABLE 2 : Distribution of the 81 farms studied according to forage system and herd management.

en écart par rapport à la moyenne afin de rendre les indicateurs plus facilement interprétables. Ces écarts ont été regroupés de façon à présenter les résultats tous systèmes d'élevage confondus. Des tests de comparaison de moyennes ont été réalisés entre les différentes classes « systèmes fourragers – périodes de vêlage ».

2. Résultats et bilans production – environnement dans des élevages du Bassin charolais

■ Résultats globaux par famille de systèmes d'élevage

• Les performances de production et les critères de gestion du troupeau

Les niveaux de production de viande vive des MMFM et MMFF sont proches et inférieurs à ceux des NJB. Les critères de gestion des troupeaux sont de bon niveau (par exemple : plus de 96 veaux sevrés pour 100 vêlages) et peu différents selon les familles de systèmes, exception faite des pertes après sevrage (plus élevées chez les NJB) et des formats de cheptel (moins élevés chez les MMFM). En conséquence, la productivité pondérale des troupeaux de notre échantillon est maîtrisée, et les marges de progrès sur ce point apparaissent limitées. Les critères de performances des troupeaux sont présentés selon les trois familles de systèmes d'élevage (tableau 3).

• Les principaux intrants responsables des impacts environnementaux

Les quantités de concentrés achetées (tableau 3) et leur nature varient selon les possibilités d'autoconsommation de céréales/protéagineux et les systèmes fourragers au sein de chaque famille de systèmes d'élevage. Elles représentent en moyenne 25 (NJB) et 50% (MMFM, MMFF) des quantités totales de concentrés consommées.

Les unités de fertilisants minéraux achetées, notamment azotés, dédiées aux SU par UGB varient selon les systèmes fourragers (DEVUN et al., 2014 ; MOREL et al., 2015) et la présence ou non de céréales/protéagineux auto-consommés (tableau 3). Il en est de même des quantités

	Système d'élevage (médiane (moyenne ± écart-type)) ⁽¹⁾			P ⁽¹⁾
	MMFM	MMFF	NJB	
Nombre d'exploitations	15	52	14	
Performances de production				
Production en kg vifs (kg vv/UGB) ⁽¹⁾	322 (324 ± 18) ^{aa'}	335 (335 ± 30) ^b	359 (353 ± 33) ^{bb'}	*
Veaux produits / 100 vêlages	96,5 (96,9 ± 4,4)	97,2 (96,7 ± 3,5)	96,4 (95,7 ± 3,9)	NS
Pertes après sevrage / 100 vêlages	1,5 (1,6 ± 0,1) ^a	2,0 (1,6 ± 1,6) ^a	4,4 (4,3 ± 1,7) ^b	**
Vaches vides conservées (%)	0,0 (0,0 ± 0,0)	0,0 (0,5 ± 0,2)	0,6 (1,0 ± 1,3)	NS
Format du cheptel (kg vifs)	703 (702 ± 35) ^a	734 (729 ± 46) ^a	740 (748 ± 44) ^b	*
Unités N sur SU / UGB ⁽²⁾	16 (18 ± 13) ^a	21 (24 ± 14)	31 (28 ± 10) ^b	T
Unités P + K sur SU / UGB ⁽²⁾	10 (12 ± 12)	19 (19 ± 15)	10 (13 ± 13)	NS
Litres de carburant sur SU / UGB ⁽²⁾	50 (53 ± 14) ^{aa'}	61 (61 ± 17) ^{b1}	75 (72 ± 16) ^{b2}	***
Achat d'aliments concentrés / UGB	329 (354 ± 201)	299 (341 ± 177)	334 (348 ± 160)	NS
Performances environnementales				
MJ / UGB	5730 (5654 ± 883) ^a	6493 (6435 ± 1239) ^b	6927 (7091 ± 1033) ^{bd}	***
GES Bruts (kg EqCO ₂ /UGB)	4486 (4489 ± 319) ^a	4656 (4644 ± 331)	4861 (4769 ± 351) ^b	T
CH ₄ entérique / UGB	2821 (2825 ± 136) ^{aa'}	2950 (2941 ± 172) ^b	2899 (2921 ± 145) ^{b'}	T
GES Nets (kg EqCO ₂ /UGB; 760 kg C/ha)	1874 (2020 ± 829) ^a	2270 (2321 ± 780) ^b	3049 (2999 ± 908) ^c	***
Ares surface utilisée / UGB	88 (90 ± 12)	93 (96 ± 16) ^a	84 (86 ± 15) ^b	T
Ares prairies permanentes / UGB	66 (63 ± 25)	60 (57 ± 26)	46 (48 ± 25)	NS
Chargement UGB / ha SFP	1,18 (1,20 ± 0,17) ^a	1,14 (1,15 ± 0,18) ^a	1,32 (1,37 ± 0,26) ^b	**
Bilans production – environnement				
MJ / kg vv	16,9 (17,5 ± 2,6) ^{aa'}	19,1 (19,2 ± 3,5) ^{b'}	20,5 (20,3 ± 3,6) ^b	T
GES Bruts (kg EqCO ₂ /kg vv)	13,71 (14,02 ± 0,98)	13,92 (14,00 ± 1,24)	13,11 (13,78 ± 1,80)	NS
GES Nets (kg EqCO ₂ /kg vv; 760 kg C/ha)	5,64 (6,45 ± 2,35) ^a	6,78 (6,97 ± 2,44) ^{b1}	7,93 (8,70 ± 3,19) ^{b2}	*
Ares SU/kg vv	0,28 (0,28 ± 0,04) ^a	0,28 (0,29 ± 0,06) ^a	0,23 (0,24 ± 0,03) ^b	**

1 : P : probabilité établie par ligne : NS : non significatif ; T : tendance au seuil de 10 % ; * : significatif au seuil de 5 % ;

** : significatif au seuil de 1 % ; *** : significatif au seuil de 1 %.

Sur une même ligne, des nombres suivis par des lettres ou des chiffres différents présentent des différences significatives : a, b, c ou 1, 2 : écarts significatifs ; a', b' : tendance au seuil de 10 %

2 : Quantités utilisées sur les surfaces fourragères et de céréales autoconsommées ramenées à l'UGB (production, récolte et distribution)

TABLEAU 3 : Résultats des principaux critères de performances de production, environnementales et des bilans production – environnement dans des élevages du Bassin charolais selon les 3 principaux systèmes d'élevage bovin viande.

TABLE 3: Estimates of meat production, environmental variables, and indices relating meat production to environmental impacts on livestock farms in the Charolais production area according to the 3 main beef cattle systems.

moyennes de carburant dédiées aux SU par UGB (DEVUN *et al.*, 2014 ; MOREL *et al.* 2015 ; tableau 3).

• Performances environnementales et bilans production – environnement

Les impacts présentés (tableau 3) portent sur la consommation d'énergie (MJ), le changement climatique *via* les émissions de GES, la SU par le troupeau et le stockage de C (en kg EqCO₂). Des écarts significatifs sont mis en évidence, entre les familles de systèmes d'élevage, pour les consommations d'énergie par UGB, les GES nets par UGB, les GES nets par kg vv et les Ares SU/kg vv.

■ Impacts des choix de pratiques d'élevage et de la nature des couverts

Les performances de production et environnementales associées aux bilans production – environnement des 81 exploitations sont présentés selon les systèmes fourragers et les combinaisons des logiques de fonctionnement systèmes fourragers – troupeaux dans les tableaux 4 à 11.

• Performances de production et intrants à l'unité de production animale

- Performances de production

Les variations de production de viande vive par UGB sont statistiquement supérieures (P<5%) dans les élevages avec des systèmes fourragers à base d'enrubannage/

ensilage associés ou non à du maïs ensilage (+ 1,2%) comparativement aux élevages avec des systèmes fourragers sans enrubannage/ensilage associés ou non à du maïs ensilage (- 3,8%). En prenant en compte les diverses combinaisons système fourrager – troupeau, l'écart à la moyenne est le plus élevé dans la classe des élevages « Pât – En – Fo – Ma / vêlages automne – début d'hiver » (+ 3,6%). A l'opposé, le plus bas est obtenu dans la classe « Pât – Fo / vêlages fin d'hiver – début de printemps » (- 6,8%) (tableau 4). Ces différences de niveaux correspondent à 34 kg/UGB entre les deux classes pour une production moyenne de 330 kg vv/UGB.

Période de vêlages centrée sur :	Système fourrager			
	Pât – Fo	Pât – Fo – Ma	Pât – En – Fo	Pât – En – Fo – Ma
- Fin hiver – début printemps	-6,8 ^a	-	-2,1	-
- Milieu hiver	0,5	-4,0 ^{a'}	+1,0 ^b	0,0 ^b
- Automne – début hiver	-	-	+0,3 ^b	+3,6 ^{bb'}
Toutes périodes		-3,8 ¹		1,2 ²

Deux analyses statistiques ont été effectuées : l'une pour les systèmes fourragers, l'autre pour les combinaisons « système fourrager – période de vêlages ». Les valeurs suivies par des lettres ou des chiffres différents présentent des différences significatives (a, b ou 1, 2 : écarts significatifs ; a', b' : tendance au seuil de 10 %)

TABLEAU 4 : Écarts à la moyenne des performances de production de viande vive par UGB selon les pratiques d'élevage (%).

TABLE 4 : Deviation from the mean for gross meat production per LU according to livestock farming practices (%).

Les niveaux moyens de fertilisation minérale azotée sont respectivement égaux à 16, 21 et 31 kg N/UGB en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB.

• Performances environnementales à l'unité de production animale

- Consommations d'énergie et émissions brutes de GES par UGB

Selon les systèmes fourragers, des **variations importantes et significatives** ($P < 1\%$) des consommations d'énergie relatives aux intrants directement liées à la production, sont mises en évidence (tableau 6). Les extrêmes vont de - 16,2% par rapport à la moyenne en système Pât - Fo à + 10,0% en système Pât - En - Fo - Ma soit un écart de l'ordre de 1 400 MJ/UGB entre ces deux classes de systèmes fourragers, pour une consommation moyenne d'énergie de 6 500 MJ/UGB. En considérant les diverses logiques de fonctionnement système fourrager - troupeau, les écarts augmentent de manière significative avec la précocité des vêlages, exception faite de la classe « Pât - En - Fo / vêlages automne - début d'hiver ».

Les émissions brutes de GES par UGB se différencient de manière significative ($P < 1\%$) selon les différentes combinaisons de pratiques surfaces fourragères - troupeaux (tableau 6). La classe des élevages combinant « Pât - Fo / vêlages fin d'hiver - début de printemps » présente le niveau le plus faible (- 7,5%) tandis que le plus élevé est atteint dans la classe « Pât - En - Fo - Ma / vêlages automne - début d'hiver » (+ 4,0%). Ceci représente une différence entre les deux classes de l'ordre de 600 kg EqCO₂/UGB pour un niveau d'émissions brutes d'environ 4 700 kg EqCO₂/UGB.

Les consommations moyennes d'énergie sont respectivement égales à 5 654, 6 435 et 7 091 MJ/UGB en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB, et les émissions brutes de GES correspondantes de 4 489, 4 644 et 4 769 kg EqCO₂/UGB. A titre d'exemple, en système MMFF en période de vêlages fin d'hiver - début de printemps et en système fourrager Pât - Fo, les émissions brutes de GES par UGB seront de 4 300 kg EqCO₂ (4 644 x (1 - 0,075)). En période de vêlages automne - début hiver et en système fourrager Pât - En - Fo - Ma, la production de viande vive par UGB sera de 4 830 kg EqCO₂ (4 644 x (1 + 0,040)).

Période de vêlages centrée sur :	Système fourrager			
	Pât - Fo	Pât - Fo - Ma	Pât - En - Fo	Pât - En - Fo - Ma
- Fin hiver - début printemps	-60,1 ^{aa'}	-	-28,6 ^e	-
- Milieu hiver	-9,9 ^{b'}	-34,1 ^{b'c}	+7,9 ^{bd'}	+19,7 ^{bdf}
- Automne - début hiver	-	-	+13,5 ^{b'}	+21,9 ^{bdf}
Toutes périodes	-35,0 ^{1'1'}	-34,1 ^{1'}	-3,6 ^{1'2'}	+19,2 ^{2'}

Deux analyses statistiques ont été effectuées : l'une pour les systèmes fourragers, l'autre pour les combinaisons « système fourrager - période de vêlages ». Les valeurs suivies par des lettres ou des chiffres différents présentent des différences significatives (a, b ou 1, 2 : écarts significatifs ; a', b' : tendance au seuil de 10%)

TABEAU 5 : Ecarts à la moyenne des niveaux de fertilisation minérale azotée par UGB selon les pratiques d'élevage (%).

TABLE 5 : Deviation from the mean for levels of mineral nitrogen fertiliser per LU according to livestock farming practices (%).

Les productions moyennes de viande vive sont respectivement égales à 324, 335 et 359 kg/UGB en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB. A titre d'exemple, en système MMFF en période de vêlages fin d'hiver - début de printemps et en système fourrager Pât - Fo, la production de viande vive par UGB sera de 312 kg vv (335 kg x (1 - 0,068)). En période de vêlages automne - début hiver et en système fourrager Pât - En - Fo - Ma, la production de viande vive par UGB sera de 347 kg vv (335 kg x (1 + 0,036)).

- Consommations d'intrants

Exprimées en quantité physique, les consommations globales d'intrants par UGB varient dans le même sens que les productions de viande vive. Elles sont les plus faibles dans la classe Pât - Fo alors que la classe Pât - En - Fo - Ma présente les niveaux les plus élevés. En prenant en compte les périodes de vêlages, ces écarts augmentent avec la précocité des vêlages, exception faite de la classe « Pât - En - Fo / vêlages automne - début d'hiver ». Ainsi, la classe « Pât - Fo / vêlages de fin d'hiver - début de printemps » regroupe les exploitations ayant des pratiques les moins consommatrices d'intrants par UGB, et les plus consommatrices d'intrants sont rassemblées dans la classe « Pât - En - Fo - Ma / vêlages automne - début d'hiver ». Le tableau 5 présente les variations de niveaux de fertilisation minérale azotée par UGB selon les combinaisons de logiques de fonctionnement ($P < 5\%$).

Système fourrager	Pât - Fo		Pât - Fo - Ma		Pât - En - Fo		Pât - En - Fo - Ma	
	MJ/UGB	GESB/UGB	MJ/UGB	GESB/UGB	MJ/UGB	GESB/UGB	MJ/UGB	GESB/UGB
- Fin hiver - début printemps	-28,5 ^a	-7,5 ^a	-	-	-11,3 ^{bc}	-3,8 ^{ac}	-	-
- Milieu hiver	-3,9 ^{b'a'}	-4,6 ^a	-13,0 ^{bc b'}	-7,0 ^a	+4,1 ^{bd c'}	+0,6 ^{bc}	+5,5 ^{bcd f'}	+1,0 ^{bcd}
- Automne - début hiver	-	-	-	-	-8,0 ^{bc e'}	+2,1 ^{bc}	+16,0 ^{bcd d'}	+4,0 ^{bd}
Toutes périodes	-16,2 ¹	-6,0 ¹	-13,0 ^{1'1'}	-7,0 ¹	-0,7 ^{2'2'}	-0,8 ^{2'1'}	+10,0 ³	+3,0 ^{2'2'}

Pour chaque critère, deux analyses statistiques ont été effectuées : l'une pour les MJ/UGB, l'autre pour les GESB/UGB. Les valeurs suivies par des lettres ou des chiffres différents présentent des différences significatives (a, b ou 1, 2 : écarts significatifs au minimum au seuil de 5% ; a', b', c', d', e', f' et 1', 2' : tendances au seuil de 10%)

TABEAU 6 : Ecarts à la moyenne des consommations d'énergie (MJ/UGB) et des émissions brutes de GES (GESB/UGB) selon les pratiques d'élevage (%).

TABLE 6 : Deviation from the mean for energy consumption (MJ/UGB) and gross GHG emissions per LU (GESB/UGB) according to livestock farming practices (%).

Système fourrager	Pât – Fo		Pât – Fo – Ma		Pât – En – Fo		Pât – En – Fo – Ma	
	GESN/UGB	PP/UGB	GESN/UGB	PP/UGB	GESN/UGB	PP/UGB	GESN/UGB	PP/UGB
Période de vêlages								
- Fin hiver-début print.	-44,0 ^a	+42,4 ^a	-	-	-4,3 ^{b b'}	+11,0 ^a	-	-
- Milieu hiver	-17,9 ^b	+18,9 ^a	-27,1 ^{ab a'}	+23,0 ^{aa c'}	+7,6 ^{b d'}	-12,3 ^b	+9,1 ^{bc}	-8,2 ^b
- Automne-début hiver	-	-	-	-	+17,2 ^{bc}	-23,5 ^b	+6,3 ^{bc}	-2,9 ^{b b'}
Toutes périodes	-31,0 ¹	+30,7 ¹	-27,1 ^{1 2}	+23,0 ^{2 1}	+3,9 ³	-4,9 ³	+8,8 ³	-7,6 ^{3 2'}

Pour chaque critère, deux analyses statistiques ont été effectuées : l'une pour les GESN/UGB, l'autre pour les PP/UGB. Les valeurs suivies par des lettres ou des chiffres différents présentent des différences significatives (a, b ou 1, 2 : écarts significatifs au minimum au seuil de 5 % ; a' b', c', d', e', f' et 1', 2' : tendances au seuil de 10 %)

TABLEAU 7 : **Écarts à la moyenne des émissions nettes de GES (GESN/UGB) et des ares de prairies permanentes (PP/UGB) selon les pratiques d'élevage (%)**.

TABLE 7 : **Deviation from the mean for net GHG emissions per LU (GESN/UGB) and surface area dedicated to permanent grassland per LU (PP/UGB) according to livestock farming practices (%)**.

- Emissions nettes de GES et surfaces de prairies permanentes mobilisées par UGB

Les émissions nettes de GES par UGB se discriminent également de manière **significative** ($P < 1\%$) **selon les combinaisons de pratiques systèmes fourragers – troupeaux** (tableau 7). Les écarts entre classes sont plus marqués que ceux observés pour les émissions brutes car les surfaces de PP par UGB varient suivant les types de système fourrager. Ces surfaces sont statistiquement supérieures dans les élevages avec des systèmes fourragers sans enrubannage/ensilage comparativement aux élevages avec des systèmes fourragers avec enrubannage/ensilage, qu'ils soient associés ou non à du maïs ensilage (tableau 7). Les niveaux de stockage de C par UGB qui en dépendent varient dans le même sens et contribuent à compenser de manière plus ou moins importante les émissions de GES.

Les émissions nettes de GES sont en moyenne égales à 2020, 2321 et 2999 kg EqCO₂/UGB respectivement en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB.

- Occupation de surfaces par UGB

Les SU par UGB sont égales à respectivement 90, 96 et 84 ares en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB.

Période de vêlages centrée sur :	Système fourrager			
	Pât – Fo	Pât – Fo – Ma	Pât – En – Fo	Pât – En – Fo – Ma
- Fin hiver – début printemps	-23,0 ^{a a'}	-	-8,1 ^{ab e b'}	-
- Milieu hiver	-3,0 ^{bc}	-9,6 ^{bd c'}	+3,2 ^{b d'}	+5,5 ^{bg f'}
- Automne – début hiver	-	-	-7,7 ^{bf e'}	+12,8 ^{bf}
Toutes périodes	-13,0 ¹	-9,6 ^{1 2}	-0,3 ²	+8,0 ³

Deux analyses statistiques ont été effectuées : l'une pour les systèmes fourragers, l'autre pour les combinaisons « système fourrager – période de vêlages ». Les valeurs suivies par des lettres ou des chiffres différents présentent des différences significatives (a, b ou 1, 2 : écarts significatifs ; a', b'... : tendance au seuil de 10 %)

TABLEAU 8 : **Écarts à la moyenne des consommations d'énergie par kg de viande vive selon les pratiques d'élevage (%)**.

TABLE 8 : **Deviation from the mean for energy consumption per gross kg of meat produced according to livestock farming practices (%)**.

Sur le plan des systèmes fourragers, seules les variations de SU des classes Pât – En – Fo – Ma (-4,1 %) et Pât – Fo (+7,7 %) présentent des écarts statistiquement significatifs.

• Bilans production – environnement

- Consommations d'énergie par kg de viande vive

Entre les classes de systèmes fourragers, les variations de consommations d'énergie ramenées à la production sont **statistiquement significatives** ($P < 1\%$). En prenant en compte les périodes de vêlages, ces variations augmentent avec la précocité des vêlages, hormis la classe « Pât – En – Fo / vêlages automne – début d'hiver » (tableau 8). Les consommations les plus faibles (-23,0%) se rencontrent dans la classe des élevages combinant « Pât – Fo / vêlages fin d'hiver – début de printemps », et les plus élevées (+12,8%) dans la classe « Pât – En – Fo – Ma / vêlages automne – début d'hiver ». **Pour des consommations moyennes de l'ordre de 19 MJ/kg vv, ceci représente un écart de 6 à 7 MJ/kg vv lié aux principaux intrants mobilisés** pour la production entre les deux classes (14,6 vs 21,4 MJ).

Les consommations moyennes d'énergie par kg vv sont égales à 17,5, 19,2 et 20,3 MJ respectivement en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB.

- Emissions brutes et nettes de GES par kg de viande vive

Les écarts d'émissions brutes de GES par kg de viande vive ne présentent pas de différences significatives en fonction des systèmes fourragers ou des combinaisons systèmes fourragers – troupeaux (tableau 9). L'accroissement des émissions brutes par UGB s'accompagnant d'une augmentation équivalente de la production de viande vive par UGB, les différentes combinaisons de pratiques fourragère et animale ne génèrent pas d'écart sur cet indicateur.

Les émissions brutes de GES sont égales à 14,0, 14,0 et 13,8 kg EqCO₂/kg vv respectivement en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB.

En revanche, **les émissions nettes de GES par kg vv sont en relation avec les ares de PP par UGB** (figure 2).

Système fourrager	Pât – Fo		Pât – Fo – Ma		Pât – En – Fo		Pât – En – Fo – Ma	
	GESB/kg	GESN/kg	GESB/kg	GESN/kg	GESB/kg	GESN/kg	GESB/kg	GESN/kg
- Fin hiver-début print.	+0,1	-40,1 ^a	-	-	+1,5	-1,7 ^b	-	-
- Milieu hiver	-3,5	-17,0 ^a	-4,1	-24,3 ^{a a'}	+0,4	+8,1 ^b	-0,3	+9,6 ^{b b'}
- Automne-début hiver	-	-	-	-	+0,5	+16,7 ^{bc}	+0,6	+3,6 ^b
Toutes périodes	-1,7	-28,5 ¹	-4,1	-24,3 ^{12 1'}	+0,7	+5,0 ^{2 2'}	+0,4	+7,1 ³

Pour chaque critère, deux analyses statistiques ont été effectuées : l'une pour les GESB/UGB, l'autre pour les GESN/UGB. Les valeurs suivies par des lettres ou des chiffres différents présentent des différences significatives (a, b ou 1, 2 : écarts significatifs au minimum au seuil de 5% ; a' b' et 1', 2' : tendances au seuil de 10%)

TABLEAU 9 : **Ecarts à la moyenne des émissions de GES brutes (GESB/kg) et nettes (GESN/kg) selon les pratiques d'élevage (%)**.

TABLE 9 : **Deviation from the mean for gross (GESB/kg) and net (GESN/kg) GHG emissions according to livestock farming practices (%)**.

Ainsi, les variations d'émissions nettes de GES exprimées en % par rapport à la moyenne s'établissent de la façon suivante :

variations d'émissions nettes par kg = - 1,132 x ares de PP/UGB + 64,4 (R² = 0,67)

Ces variations d'émissions nettes présentent des différences significatives (P<5%) en fonction des logiques de fonctionnement des systèmes fourragers et des combinaisons systèmes fourragers – troupeaux (tableau 9). C'est en partie la conséquence des différences de nature des couverts selon les types de systèmes : 87% de PP dans la SFP dans les exploitations avec système fourrager de type Pât – Fo vs 64% dans les exploitations avec système fourrager de type Pât – En – Fo – Ma.

Les émissions nettes de GES sont égales à 6,5, 7,0 et 8,7 kg EqCO₂/kg vv respectivement en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB sur la base d'un stockage de C estimé à 760 kg/ha PP.

- Occupation de surfaces par kg de viande vive

Les variations d'occupation de surfaces (SU) par kg vv selon les classes de combinaison de logiques de fonctionnement sont **significatives** (P<5%), cf. tableau 10. **En lien** essentiellement **avec les stratégies fourragères**, les

valeurs extrêmes se situent dans les classes Pât – En – Fo – Ma (- 4,1%) et Pât – Fo (+ 12,1%).

Les surfaces occupées ramenées à la production sont égales à 0,28, 0,28 et 0,23 ares/kg vv respectivement en systèmes d'élevage MMFM, MMFF et NJB.

3. Discussion

Les travaux réalisés dans le cadre des projets SALENPRO et MAGES présentent l'originalité de quantifier les performances de production et environnementales ainsi que les bilans production – environnement dans des exploitations du Bassin charolais dont les dispositifs de production sont globalement maîtrisés. Ils sont également originaux par la prise en compte dans cette quantification de la diversité des logiques de fonctionnement des surfaces fourragères et leurs combinaisons avec les logiques de fonctionnement des troupeaux, dans des contextes pédo-climatiques et de débouchés relativement homogènes. Pour cela, la méthode d'analyse repose sur une typologie combinant familles de systèmes d'élevage, systèmes fourragers et périodes de vêlage, reconnue par les acteurs de terrain. Néanmoins, la taille de l'échantillon, qui a bien mis en évidence la diversité des combinaisons de pratiques, n'a pas permis de disposer de suffisamment d'exploitations dans chacune des classes de pratiques d'élevage.

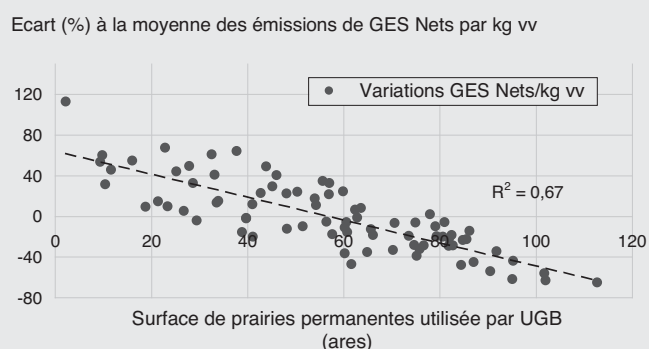


FIGURE 2 : **Relations entre les écarts à la moyenne (%) des émissions nettes des gaz à effet de serre (GES) par kg de viande vive et les surfaces de prairies permanentes utilisées par UGB.**

FIGURE 2 : **Relationship between the residuals (%) for net GHG emissions (GES) / gross kg of meat produced and the surface area per LU dedicated to permanent grasslands.**

Période de vêlages centrée sur :	Système fourrager			
	Pât – Fo	Pât – Fo – Ma	Pât – En – Fo	Pât – En – Fo – Ma
- Fin hiver – début printemps	+20,9 ^{a ac'}	-	-3,2 ^{a b'}	-
- Milieu hiver	+3,3 ^a	+10,3 ^{ab}	+5,1 ^{ab}	-7,6 ^c
- Automne – début hiver	-	-	-5,3 ^{a d'}	-4,1 ^a
Toutes périodes	+12,1 ¹	+10,3 ¹	+2,5 ¹	-6,3 ²

Deux analyses statistiques ont été effectuées : l'une pour les systèmes fourragers, l'autre pour les combinaisons « système fourrager – période de vêlages ». Les valeurs suivies par des lettres ou des chiffres différents présentent des différences significatives (a, b ou 1, 2 : écarts significatifs ; a', b'... : tendance au seuil de 10%)

TABLEAU 10 : **Ecarts à la moyenne des occupations de surfaces (SU) par kg de viande vive selon les pratiques d'élevage (%)**.

TABLE 10 : **Deviation from the mean for land use (SU) per gross kg of meat produced according livestock farming practices (%)**.

■ Le rôle déterminant des pratiques fourragères et zootechniques et de leur maîtrise

Les résultats obtenus par famille de systèmes d'élevage sont de même niveau que ceux obtenus par CHARROIN *et al.* (2006), MOREAU *et al.* (2013a) et VEYSSET *et al.* (2009). Ils montrent qu'au sein de ces familles de systèmes, **les bilans production – environnement sont dépendants des choix relatifs aux pratiques fourragères et zootechniques**, corroborant les essais systèmes d'élevage conduits sur le site expérimental de Jalogny (MOREL *et al.*, 2015).

En ce qui concerne les résultats par UGB, la production de viande vive, les consommations d'énergie (donc d'intrants), les émissions (brutes et nettes) de GES augmentent de manière significative lorsque l'on passe des stratégies les moins intensives, comme celle combinant un système fourrager « Pât – Fo avec vêlages fin d'hiver – début de printemps », aux stratégies les plus intensives, combinant « Pât – En – Fo – Ma avec vêlages automne – début d'hiver »... soit par rapport aux valeurs moyennes : – 6,8% *vs* +3,6% pour la production de viande vive, – 28,5% *vs* + 16,0% pour les consommations d'énergie, – 7,5% *vs* + 4,0% pour les émissions brutes de GES et – 44,0% *vs* + 6,3% pour les émissions nettes sur la base d'un stockage de C de 760 kg/ha PP. Ces variations de GES nets sont évidemment sensibles au niveau de stockage de C : elles seraient de – 32,0% *vs* + 4,7% sur la base d'un stockage de C de 570 kg/ha PP. A l'opposé, les surfaces mobilisées par UGB varient en sens inverse (+ 13% *vs* – 1%).

Quant aux critères caractérisant le bilan production–environnement, aucune différence significative n'a été mise en évidence sur les niveaux d'émissions brutes de GES par kg vv selon les logiques de fonctionnement : en effet, les émissions brutes de GES par UGB et la production de viande vive par UGB varient globalement dans le même sens et dans les mêmes proportions. Cet indicateur manque de sensibilité pour discriminer les pratiques fourragères et animales et est donc insuffisant pour qualifier un bilan production – environnement des systèmes

d'élevage. En revanche, les niveaux d'émissions nettes de GES par kg vv varient de manière significative selon les logiques de fonctionnement (y compris sur la base d'un stockage de C de 560 kg/ha PP) : les consommations d'intrants augmentent avec l'intensification des conduites alors que la surface de PP, facteur essentiel de compensation, mobilisée pour la production décroît avec l'intensification des conduites. Les niveaux extrêmes observés dans cet échantillon d'élevages atteignent – 40% et + 16% sur la base d'un stockage de C de 760 kg/ha PP (– 26,5% *vs* + 10,8% sur la base d'un stockage de C de 570 kg/ha PP) par rapport à la moyenne respectivement dans les classes « Pât – Fo / vêlages fin d'hiver – début de printemps » et « Pât – En – Fo / vêlages automne – début d'hiver ». Les consommations d'énergie par kg vv, très directement liées aux seuls niveaux d'intrants, se différencient également de manière significative selon les logiques de fonctionnement : – 23% dans la classe « Pât – Fo / vêlages fin d'hiver – début de printemps » et + 13% dans la classe « Pât – En – Fo – Ma / vêlages automne – début d'hiver ». Il en est de même de l'occupation des surfaces.

■ Repères d'émissions de GES en fonction des logiques de fonctionnement systèmes fourragers – troupeaux

Les résultats obtenus et les interrelations qui existent entre les éléments mobilisés pour la production et l'élaboration des bilans production – environnement (*cf.* annexe 1) conduisent à **proposer, pour des élevages dont le dispositif de production est globalement maîtrisé, des repères d'émissions nettes de GES par kg vv en fonction des logiques de fonctionnement et de l'importance des surfaces de PP dédiées aux troupeaux**. Pour des systèmes cohérents sur le plan du fonctionnement, les émissions brutes de GES sont de l'ordre de 14 kg EqCO₂/kg vv. Ensuite, ce sont les surfaces de PP ou de prairies temporaires de longue durée utilisées par UGB qui créent des différences entre exploitations.

Le tableau 11 présente la grille adaptée aux systèmes MMFF du Bassin charolais. Elle a été établie sur la base des résultats (tableaux 4 et 6). Dans ce bassin, les

Production (kg vv/UGB)	GES Bruts par UGB (kg EqCO ₂)	GES Bruts par kg vv (kg EqCO ₂)	Ares de prairies permanentes utilisées par UGB					
			100	90	80	70	60	50
310	4300	13,9	3,4	4,5	5,5	6,5	7,6	8,6
330	4600	13,9	4,1	5,1	6,1	7,1	8,0	9,0
350	4900	14,0	4,7	5,7	6,6	7,5	8,4	9,4
			GES Nets en kg EqCO ₂ par kg vv					
			3,4	4,5	5,5	6,5	7,6	8,6
			4,1	5,1	6,1	7,1	8,0	9,0
			4,7	5,7	6,6	7,5	8,4	9,4

→ Intensification des conduites
Compensation calculée sur la base de 760 kg C stocké par ha de PP et 125 kg C par 100 ml de haies par ha de PP

TABLEAU 11 : Niveaux accessibles d'émissions nettes (kg EqCO₂) en systèmes d'élevage naisseur avec mâles maires et femelles finies du Bassin charolais en fonction du niveau d'intensification et de la surface de prairies permanentes utilisées par UGB.

TABLE 11 : Levels of net GHG emissions (in kg Eq CO₂) in cow-calf operations with store males and finished females in the Charolais production area according to farming intensity and the surface area dedicated to permanent grassland per LU.

systèmes fourragers Pât – Fo associés à une conduite de troupeau avec des vêlages centrés sur fin d’hiver - début de printemps et des croissances modérées en phase d’élevage sont les stratégies de conduite les moins intensives. Les indicateurs de production de viande vive et d’émissions brutes de GES sont proches respectivement de 310 kg vv/UGB et 4300 kg EqCO₂/UGB. Celles combinant Pât – En – Fo – Ma et une période de vêlages automne – début d’hiver associées à des croissances élevées sont les plus intensives. Leurs indicateurs de production de viande vive et d’émissions brutes de GES sont proches respectivement de 350 kg vv/UGB et 4900 kg EqCO₂/UGB.

Conclusion

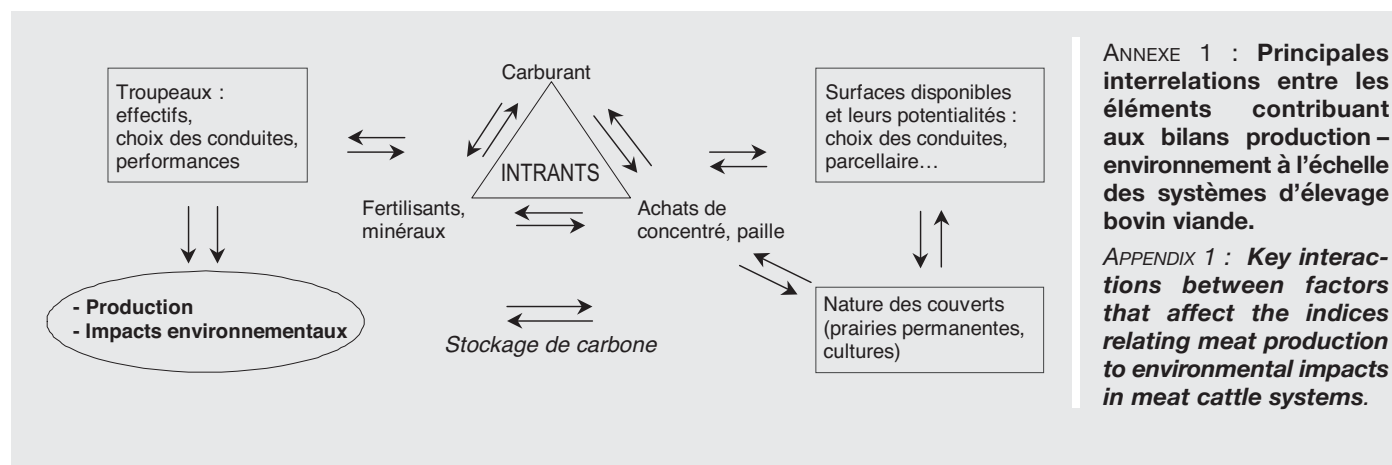
Les bilans production – environnement sont en lien étroit avec, d’une part, les performances de production de viande vive pour lesquelles la maîtrise de la reproduction, de la gestion des catégories d’animaux et de l’alimentation est essentielle et, d’autre part, les stratégies de gestion fourragère et animale mises en œuvre. Ces stratégies sont elles-mêmes dépendantes de la surface disponible pour le troupeau et plus globalement de l’ensemble pédoclimatique propre à chaque situation locale. Par leurs conséquences sur les niveaux de consommation des principaux intrants (carburant, aliments et fertilisation), les choix de logiques de fonctionnement et leurs maîtrises, ainsi que la nature des couverts mobilisés (pour leur rôle de stockage de carbone) sont donc les déterminants des bilans production – environnement : consommations d’énergie, émissions nettes de GES et occupation de surfaces. L’analyse concomitante de ces trois impacts nécessite de nuancer l’importance relative à accorder à

l’un ou l’autre des impacts en fonction des conditions de production propres à chaque exploitation. Par exemple, des émissions de GES et des consommations d’énergie plus élevées sont associées à des surfaces mobilisées plus faibles dans les systèmes les plus intensifs et, inversement, des émissions de GES et des consommations d’énergie plus faibles le sont à des surfaces mobilisées plus élevées dans les systèmes les moins intensifs.

Finalement, les marges de progrès accessibles à l’échelle des exploitations sont à raisonner en prenant en compte les cohérences de fonctionnement du système d’élevage et les repères qui y sont associés, tout en sachant le rôle prépondérant des prairies permanentes et temporaires de longue durée, et des haies dans la compensation des émissions de GES. Cette cohérence repose sur la mise en œuvre d’itinéraires techniques maîtrisés et raisonnés en fonction des objectifs de production, des potentialités pédoclimatiques et de la surface disponible. Elle constitue un gage de réussite pour obtenir des bilans production – environnement satisfaisants et optimisés. D’autres facteurs comme la productivité et l’organisation du travail, par leurs conséquences sur les équipements et la sécurisation des itinéraires techniques, restent à étudier.

Accepté pour publication,
le 12 décembre 2016

Remerciements : Les auteurs remercient les éleveurs et les ingénieurs qui participent et assurent le fonctionnement du dispositif réseau d’élevage Institut de l’Elevage - Chambres d’Agriculture du Bassin charolais. **Projet conduit dans le cadre de l’UMT SAFE** (Systèmes Allaitants - Fourrages et Environnement).



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHARROIN T., GALAN F., CAPITAIN M. (2006) : “Les consommations d'énergie dans les systèmes d'élevage bovin. Première contribution des Réseaux d'Elevage”, *Fourrages*, 186, 179-191.
- 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, 151-154.
- 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”, *Renc. Rech. Ruminants*, 21, 44.
- GAC A., DELTOUR L., CARRIOLLE M., DOLLE J.B., ESPAGNOL S., FLÉNET F., GUINGAND N., LAGADEC S., LE GALL A., LELLAHI 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.*, Institut de l'Elevage, Paris, 156 p.
- INSTITUT DE L'ÉLEVAGE - INRA (2014) : *Guide de l'alimentation du troupeau bovin allaitant, 2014*, Ouvrage collectif, Institut de l'Elevage éd., 340 p, pp 118 et 149.
- MOREAU S., MANNEVILLE V., DEVUN J. (2013a) : *Atténuation des émissions de GES en élevage de viande bovine et ovine : évaluations technico-économiques et environnementales des leviers d'action*, Collection Résultats, Institut de l'Elevage, 120 p.
- MOREAU S., FARRIÉ J.P., MANNEVILLE V., MOREL K., AGABRIEL J., DEVUN J. (2013b) : “Le compromis performances de production et impacts environnementaux : méthode et analyse des résultats dans les élevages bovin allaitants”, *Renc. Rech. Ruminants*, 20, 311-314.
- MOREL K., FARRIÉ J.P., RENON J., MANNEVILLE V., AGABRIEL J., DEVUN J. (2015) : “Compromis production-environnement de deux systèmes bovins naisseurs herbagers aux stratégies fourragères et zootechniques contrastées”, *Renc. Rech. Ruminants*, 22, 65-68.
- RIEUTORT L., RYSCHAWY J., DOREAU A., GUINOT C. (2014) : *Atlas de l'élevage herbivore en France*, Collection Atlas/Monde. Edition Autrement, 96 p.
- SCHULZE E.D., LUYSSAERT 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.