

Analyse environnementale multicritères et voies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) des systèmes d'exploitation bovins lait

BEGUIN E. (1), LORINQUER E. (2), PAVIE J.(3), FERRAND M. (4), Réseau d'Élevage Bovin lait de Normandie (5)

(1) Institut de l'Élevage (Idèle), département Actions Régionales, 19 bis rue Alexandre Dumas, 80096 Amiens cedex 3, France

(2) Idèle, département Techniques d'Élevage et Qualité des produits, Monvoisin – BP 85225, 35652 Le Rheu, France

(3) Idèle, département Actions Régionales, 6 rue des Roquemonts, 14053 Caen Cedex

(4) Idèle, Service biométrie, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12, France

(5) Chambre d'Agriculture de Normandie : V. SIMONIN (CA50), T. JEULIN (CA61), C. GARNIER (CA27 et 76), L. FOS, P. FERRE (CA14)

RESUME

Une analyse environnementale multicritères (AEMC), selon une méthodologie d'Analyse de Cycle de Vie (ACV) a été réalisée sur près de 200 exploitations bovins lait représentatives des exploitations du territoire national. Des critères d'impacts (le changement climatique, l'acidification, l'eutrophisation, la consommation d'énergie fossile, l'occupation des sols) ont été calculés ainsi que des critères favorables à l'environnement tels que le stockage de carbone dans les sols et le potentiel de biodiversité. Une analyse typologique environnementale basée sur cinq de ces critères (changement climatique, stockage carbone, acidification, consommation d'énergie, eutrophisation) aboutis à l'agrégation des exploitations en six classes. Trois classes regroupent des exploitations intensives de plaine nettement discriminées entre elles par leurs performances environnementales et par l'efficacité d'utilisation de leurs intrants. La classe la plus performante économiquement obtient aussi les meilleures performances environnementales sur 4 des 5 critères étudiés. Les empreintes nettes pour ces trois classes varient de 0,93 à 1,30 kg eq. CO₂/l de lait produit. Les trois autres classes regroupent des exploitations plus herbagères et majoritairement localisées en montagne. Ces exploitations moins productives que les autres se différencient nettement entre elles sur le lait par vache en lien avec le choix de l'unité d'expression des critères (litre de lait). Le stockage du carbone dans les sols y est très important en raison de la forte part de prairies permanentes ce qui permet une bonne compensation des émissions brutes de GES (de 27 à 58%). Les émissions nettes de GES y varient de 0,64 à 0,89 kg eq. CO₂/l de lait. Pour aller plus loin, une quinzaine de simulations avec mise en place de leviers d'actions ont été réalisées sur des systèmes laitiers types de plaine afin d'évaluer leurs effets sur les résultats économiques et environnementaux. Les leviers d'actions s'articulent en 2 niveaux : avec optimisation technique du système en place (gestion des intrants, conduite de troupeau) ou avec des modifications plus poussées du fonctionnement des ateliers (évolutions du système fourrager, conversion à l'agriculture biologique, etc.). Globalement, les pistes d'optimisation s'avèrent intéressantes aussi bien au niveau environnemental qu'économique même si leurs impacts sur la réduction des GES sont très souvent limités (<5%). Les autres pistes testées peuvent être également intéressantes notamment celles visant à améliorer l'autonomie alimentaire de l'atelier via l'herbe pâturée et récoltée. Toutefois, les scénarios modifiant le poids des différentes productions : lait, viande, cultures sont délicats à évaluer à une échelle micro-économique.

Environmental assessment (multicriteria approach) of French dairyfarms and effects of some ways of improvement on GHG emissions

BEGUIN E. (1), LORINQUER E. (2), PAVIE J. (3), FERRAND M.(4), Réseau d'Élevage bovin lait de Normandie (5)

(1) Institut de l'Élevage, 19 bis rue Alexandre Dumas 80096 Amiens cedex 3, France. E-Mail : emmanuel.beguini@idele.fr

SUMMARY

Different environmental indicators from a Life Cycle Assessment methodology were calculated on 200 dairy farms in order to do a multicriteria environmental assessment. A typology based on five environmental indicators (Greenhouse Gases, C sequestration, acidification, energy consumption, eutrophication) was done, six groups of farms were obtained. The first three groups were quite intensive dairy farms from plain areas. The differences between the three groups were mainly due to environmental results and efficient use of inputs (fertilisers, feeds). The best group had the best results for four of the five environmental impacts. Net GHG emissions varied between 0.93 and 1.3 kg eq. CO₂/ litre of milk produced. The three other groups were characterised with more grasslands and were mainly situated in mountain areas. These farms were less productive than the others (less milk/cow), but they stored more C on grasslands which compensated for the GHG emissions (between 27 to 58%). Net GHG emissions varied from 0.64 to 0.89kg eq CO₂ eq/ litre milk produce. In addition, no correlation was established between economical and environmental results. To go further, some ways of improvement were tested at two levels: the first one was about technical improvement based on the farm system as it is (input management, herd management), and the second one involved major changes in farm management (changing forage system...). Finally, ways of improving farm management are interesting from an economical as well as from an environmental point of view, for example self sufficient foods seems to be really interesting (especially with pasture), even if there is only a 5% reduction of GHG emissions. However, it is hard to evaluate the impact of modifying the weight of different productions such as milk, meat, and crops on a micro-economical scale.

INTRODUCTION

La recherche sur l'évaluation environnementale multicritères et sur les voies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) des systèmes d'élevage ruminant

s'intensifie depuis plusieurs années face aux critiques que subissent les productions animales et dans un contexte où la lutte contre le réchauffement climatique devient un enjeu sociétal majeur. L'identification de pistes d'atténuation des

émissions de GES pour les systèmes d'élevage nécessite la prise en compte des autres thématiques environnementales comme les consommations énergétiques, le potentiel d'eutrophisation, d'acidification et de biodiversité sans perdre de vue les facteurs socio-économiques. La présente étude cherche à évaluer les performances environnementales des différents systèmes d'élevage bovins laitiers français et l'effet de la mise en place de leviers d'atténuation sur les émissions de GES en lien avec leurs influences sur les performances économiques. Les résultats sont issus de travaux menés dans le cadre du projet Casdar 2009-2011 « Mise au point de systèmes laitiers innovants et respectueux de l'environnement » et de l'étude 2011-2012 « Impact environnemental et climatique de l'élevage en Basse-Normandie ».

1. MATERIEL ET METHODES

La performance environnementale est appréciée par des indicateurs de pressions exercées par l'activité agricole sur le milieu au travers des consommations d'énergie (Béguin et al, 2008) et par des indicateurs d'impacts (eutrophisation, acidification, réchauffement climatique, biodiversité). Ceux-ci sont estimés selon une méthodologie développée par l'Institut de l'Élevage (GAC et al, 2010) en collaboration avec l'INRA dans le cadre de l'UMT RIEL et basée sur les principes d'Analyse de Cycle de Vie (ACV). Les principaux facteurs d'émission sont issus de la bibliographie suivante : GESTIM 2010, GIEC, 2006, Skiba et al, 1997, EMEP-CORINAIR, 2002. Ces facteurs, appliqués aux flux d'azote, de phosphore et de carbone et évalués à partir des données issues des fermes des Réseaux d'Élevage dont le suivi résulte d'une action partenariale associant des éleveurs volontaires, les Chambres d'agriculture et l'Institut de l'Élevage, ont abouti au calcul de bilans environnementaux sur 196 exploitations laitières situées dans différentes régions françaises. La matière sèche ingérée et les rejets dans les fèces et l'urine des animaux sont calculés à partir des besoins physiologiques (productions laitières, poids après vêlage) en tenant compte des apports réalisés par l'éleveur (types de fourrages et de concentrés). Le stockage de carbone sous prairie permanente est pris en compte à hauteur de 500 kg de C/ha/an (GAC et al, 2010). En élevage, l'azote lessivé est obtenu par différence entre le solde du bilan apparent incluant la fixation symbiotique (sur la base d'une proportion fixe de légumineuses pour les prairies permanentes) mais déduction faite des pertes d'ammoniac vers l'air et du stockage d'azote organique dans les sols comptabilisé à raison de 50 kg N/ha/an pour les prairies permanentes. Les indicateurs environnementaux sont calculés à l'échelle de l'exploitation et ramenés à l'hectare de SAU puis à l'atelier animal (émissions par les animaux, les surfaces fourragères et céréales autoconsommées) pour être exprimés à l'unité de production (litre de lait). L'allocation lait-viande choisi est de type protéique (85/15). Afin de typer les exploitations selon leur profil environnemental, une analyse en composantes principales (ACP) sur les impacts environnementaux suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) mixte est réalisée. Le but est de créer des classes d'exploitations homogènes en maximisant la variabilité inter classe et en minimisant la variabilité intra classe. Cinq variables continues actives sont utilisées pour l'ACP : émissions de GES, stockage carbone, acidification, consommation d'énergie, eutrophisation. La contribution à la biodiversité, évaluée à partir d'infrastructures agro écologiques propres aux exploitations (prairies) mais aussi extrapolées à partir de données régionales (haies), est utilisée comme variable continue illustrative tout comme les variables décrivant les critères de production et de structure, les indicateurs de pratiques (fertilisation azotée...) et les variables économiques. Des variables nominales illustratives (région, type de système) sont également considérées dans l'ACP

afin de mieux expliquer les différents groupes d'exploitations. Ces analyses sont effectuées avec le logiciel SPAD (7.3). Six classes d'exploitations ont été créées.

Pour approfondir les facteurs explicatifs des performances environnementales et mesurer les effets de différents leviers, dans une région française, des simulations technico-économiques et environnementales sont réalisées. 15 scénarios sont appliqués sur un panel de 4 cas-types illustratifs de la diversité des exploitations laitières normandes. Ces scénarios sont choisis en lien avec les thématiques d'optimisation ou d'évolution de systèmes identifiés par les experts des Réseaux d'Élevage. Ils intègrent les contextes et logiques de fonctionnement propres à chaque système et sont donc reproductibles. Les scénarios étudiés concernent des optimisations techniques mais aussi des modifications plus poussées du fonctionnement des ateliers : évolutions de système fourrager, changement de race, arrêt d'un l'atelier... La même thématique peut être expertisée sur 2 ou 3 cas-types différents. Les critères environnementaux sont calculés selon la méthodologie ACV décrite ci-avant.

2. RESULTATS

2.1. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE MULTICRITERES

Six classes d'exploitations, expliquant 80% de la variabilité, ont été créées dont trois regroupant des systèmes laitiers intensifs majoritairement situés en plaine (tableau 1) et trois autres des systèmes laitiers plus herbagers localisés principalement en montagne (tableau 2). Les exploitations en conduite biologique se retrouvent presque exclusivement dans ce second groupe.

Les trois premières classes se différencient nettement entre elles sur tous les indicateurs environnementaux à l'exception du stockage carbone et de la biodiversité dont les résultats sont systématiquement bas Il s'agit globalement d'élevages à forte productivité (lait/VL, lait/ha SFP) dont le système fourrager repose sur le maïs ensilage. La classe 1 regroupe des exploitations particulièrement intensives (lait/VL, % maïs/SFP, chargement) et dont les performances environnementales en matière d'émissions de GES, d'énergie et d'acidification sont moyennes.

La classe 2 se caractérise par des performances techniques moins élevées (lait/VL, chargement) et par une plus faible efficacité des intrants (engrais, concentrés) générant une nette dégradation des performances environnementales et économiques. A l'opposé, la classe 3 regroupe des exploitations productives mais aussi très économes (concentré, engrais) générant d'excellentes performances environnementales et économiques. Notons également que cette classe regroupe la plus forte proportion d'exploitations de plaine dont le système fourrager comprend moins de 30% maïs dans la SFP.

Tableau 1 : Caractéristiques des classes issues de la typologie environnementale. Exploitations à logique intensive (*Lexique* : UMO f = unité de main-d'œuvre familiale, PB = produit brut)

	1	2	3
Type de système	Logique "Intensive"		
% Plaine / Montagne	86	73	80
% Polyculteur / Spécialisé	32	33	20
% Maïs / SFP > 30%	75	53	43
Nbre d'exploitations	57	30	40
Lait produit (l)	459 029	464 880	388 712
Lait/ VL (l)	7696	6939	7656
% maïs / SFP	35	26	24
UGB / ha SFP	1,7	1,5	1,5
Conc. VL (g/l)	222	282	202
N. Min. / ha SAU	92	90	59
GES Brut (Eq. CO ₂ /1000 l)	1237	1468	1045
Stockage carbone (Eq. CO ₂ /1000 l)	95	168	115
% compensation stockage C / GES	8	11	11
Energie (MJ / 1000 l)	2620	3220	1986
Acidification (Eq. SO ₂ / 1000 l)	8,5	10,8	7,1
Eutrophisation (Eq. PO ₄ / 1000 l)	7,9	9,8	5,4
Biodiversité (ares/ha SFP)	82	98	81
Productivité MO (l lait/UMO)	279 000	240 400	246 500
% EBE/PB atelier lait	35	30	41
Revenu disponible atelier BL /UMO f (€)	28 795	15 491	35 088

Emissions de GES, stockage carbone et acidification sont les indicateurs qui présentent le plus de contrastes pour les trois classes d'exploitations à logique plus extensive. Sur le plan technique, c'est la productivité laitière qui semble structurer ces écarts puisque moins il y a de lait/VL, plus il y a d'animaux présents par litre de lait produit ce qui génère plus de méthane et plus d'ammoniac par unité produite. A l'inverse, les systèmes moins productifs valorisent plus d'ares de prairies par litre ce qui est favorable au stockage carbone et à la biodiversité. Notons que la forte présence de prairies et de haies permet d'obtenir grâce au stockage du carbone dans les sols des taux importants de compensations des émissions brutes de GES allant de 27 à 58% selon la classe. Cette typologie environnementale illustre qu'il n'y a pas de liens entre performances économiques et performances environnementales pour les systèmes d'élevage laitiers. Ainsi, parmi les classes d'exploitations de plaine, la classe 3 qui obtient la meilleure rémunération de la main-d'œuvre est aussi celle qui enregistre de très bonnes performances environnementales notamment en matière de GES, d'énergie, d'acidification et d'eutrophisation. A l'inverse, la classe 6 qui obtient le plus bas niveau d'empreinte C nette au litre de lait (0,64 kg eq CO₂) grâce à un fort taux de compensation par le stockage carbone est aussi celle qui obtient la plus faible rémunération de la main-d'œuvre en raison d'une productivité limitée. Par ailleurs, tous les critères environnementaux n'évoluent pas dans le même sens bien qu'il semble envisageable de viser des améliorations conjointes de plusieurs d'entre eux. Il existe en effet une corrélation forte entre le réchauffement climatique et l'acidification (0,86) exprimés aux 1000 l de lait. Le réchauffement climatique est également relié à la consommation d'énergie (0,56). L'eutrophisation est négativement corrélée au stockage carbone (-0,52) qui est également lié à la biodiversité (0,70).

Tableau 2 : Caractéristiques des classes issues de la typologie environnementale. Exploitations à logique « Extensive ».

Type de système	Logique "Extensive"		
	4	5	6
% Montagne / Plaine	64	69	81
% Spécialisé / Polyculteur	91	100	100
% Maïs / SFP < 10%	50	73	100
Nbre d'exploitations	22	26	21
Lait produit (l)	317 290	302 570	258 292
Lait/ VL (l)	6401	5920	4723
% maïs / SFP	7	6	0
UGB / ha SFP	1,3	1,1	0,9
Conc. VL (g/l)	238	232	252
N. Min. / ha SAU	37	27	23
GES Brut (Eq. CO ₂ /1000 l)	1156	1325	1528
Stockage carbone (Eq. CO ₂ /1000 l)	313	436	888
% compensation stockage C / GES	27	33	58
Energie (MJ / 1000 l)	2991	2186	3295
Acidification (Eq. SO ₂ / 1000 l)	8,1	10,6	12,4
Eutrophisation (Eq. PO ₄ / 1000 l)	3,4	4,4	4,2
Biodiversité (ares/ha SFP)	135	140	205
Productivité MO (l lait/UMO)	174 900	164 500	127 000
% EBE/PB atelier lait	41	43	40
Revenu disponible atelier BL /UMO f (€)	22 979	29 083	17 855

2.2. LEVIERS D'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GES

2.2.1. Voies d'optimisation

L'optimisation de l'utilisation des intrants (engrais, concentrés) ainsi qu'une bonne gestion du pâturage des vaches, limitant ainsi les apports complémentaires de maïs et de concentrés en période estivale, ont des effets positifs sur le réchauffement climatique (baisse de 1 à 4% des émissions nettes en eq.CO₂) et ce tant à l'échelle de l'atelier lait que celle de l'exploitation (tableau 3). L'application de ces bonnes pratiques améliore aussi les indicateurs d'eutrophisation ainsi que les performances économiques sauf dans le cas où la réduction de la dose d'azote minéral sur prairie génère une dégradation substantielle de rendement. Les autres leviers d'optimisation étudiés portent

sur l'adaptation des effectifs animaux au volume de lait à produire. Réduire l'âge au vêlage de 6 mois s'avère plutôt neutre en matière d'émissions nettes de GES dès lors que l'effet sur la réduction des émissions de méthane (CH₄) est contrebalancé par plus d'émissions indirectes liées aux intrants (recours à plus de concentrés pour l'élevage des élèves) et par une réduction du stockage de carbone (diminution des prairies permanentes utilisées). Cette balance entre la diminution des émissions de CH₄ liées aux animaux d'un côté et l'augmentation des émissions indirectes liées aux intrants associée à une diminution du stockage de carbone de l'autre se retrouve également dans les scénarios d'intensification laitière. La réduction des effectifs de vaches via l'intensification laitière est un levier efficace pour réduire les émissions de CH₄. Toutefois, le bilan final intégrant les émissions de GES et le stockage de C est plus mitigé dès lors que la hausse du lait par vache s'accompagne d'une plus forte consommation d'intrants et d'une réduction des ares de prairie par vache. A l'échelle de l'exploitation, l'empreinte C nette varie de plus ou moins 2% à production laitière constante mais avec une production de viande inférieure (compensée ou non selon les scénarios par plus de céréales produites). La réduction du taux de renouvellement, fruit de la mise en œuvre d'un ensemble de pratiques et de conditions favorisant la longévité des vaches, s'avère un des leviers les plus efficaces pour réduire les GES. Limiter les animaux improductifs tout en réduisant globalement l'utilisation d'intrants est logiquement gagnant sur tous les plans. Toutefois, comme pour le scénario précédent, ce levier modifie le coproduit viande issu de l'atelier lait. Par ailleurs, l'agrandissement continu des troupeaux et la poursuite de l'intensification des ateliers (plus de lait/VL, plus d'intrants/VL) favorise actuellement une évolution inverse (dégradation régulière du taux de renouvellement des troupeaux).

Tableau 3 : Effets de leviers d'optimisation appliqués à des cas-types bovin lait de Normandie sur les résultats environnementaux (GES, eutrophisation) et économiques

Leviers	Impacts / Témoin			
	Emissions nettes GES Kg Eq. CO ₂ totaux		Eutrophisation	Economie
	Exploitation	Atelier lait	P04-/ha SAU	€ d'EBE 2011
Baisse ferti.N	-2 à -3%	-3%	-23%	-1,4 à +1,1%
Opti. conc. VL	-1 à -3%	-3 à -4%	-8 à -9%	+3 à +12%
Opti.pâturage VL	-1%	-2%	-6%	+4%
Baisse âge au vêlage	+1%	-2%	-3%	+10,5%
Baisse taux de renouvellement + âge au vêlage	-9%	-9%	-6%	+17%
Hausse lait/VL	-2 à +2%	-2% à -4%	+4 à +7%	-0,5 à +8%

2.2.2. Voies d'adaptation

Plusieurs scénarios entraînant des modifications plus profondes de la conduite des exploitations ont été étudiés. Ils génèrent tous des évolutions notables d'assolements à SAU et quota constant (tableau 4). La recherche d'autonomie alimentaire sans baisse de productivité laitière testée sur un système spécialisé lait intensif de grande dimension s'avère intéressant sur tous les indicateurs (émissions de GES, eutrophisation, excédent brut d'exploitation). L'augmentation des hectares de prairies au détriment du maïs et la réduction de la consommation de soja grâce à plus d'herbe pâturée (+5 ares/VL) et plus d'herbe récoltée dans la ration hivernale des vaches entraînent une baisse des émissions indirectes de CO₂. L'évolution inverse sur le même système avec une réduction drastique du pâturage (passage de 35 à 0 ares/VL) et une forte augmentation de la consommation de maïs et de concentrés sans hausse de productivité laitière pénalise ces

mêmes indicateurs, notamment les émissions nettes de GES qui augmentent de 7%. Les vaches augmentent leur excrétion d'azote de 16% en lien avec une forte hausse de l'utilisation de tourteau et le temps de présence au bâtiment plus important génère un rejet d'azote en bâtiment très supérieur. Le remplacement complet d'un troupeau Holstein par un troupeau normand couplé avec la mise en place d'un système fourrager plus herbager (17% vs 33% maïs/SFP) modifie fortement le système : augmentation d'un quart du nombre de VL et de 60% des surfaces en prairie au détriment du maïs qui baisse d'un tiers sans impacter significativement les émissions nettes de GES de l'atelier lait. La forte augmentation du stockage de carbone et la réduction des achats de concentrés viennent compenser la hausse des émissions du CH₄ entérique. A l'échelle de l'exploitation, les GES nets émis sont même réduits en lien avec la baisse importante de la sole céréalière. L'arrêt de l'atelier bœuf dont la rentabilité a été amoindrie avec le découplage des aides a été étudié avec plusieurs scénarios : désintensification de l'atelier lait pour valoriser les prairies libérées, intensification avec réduction du nombre de vaches et développement des cultures de vente ou conversion à l'agriculture biologique. Tous ces scénarios présentent des effets très positifs sur les indicateurs environnementaux et économiques. Dans le premier scénario, c'est le caractère plus économe du système qui produit cet effet avec notamment moins d'azote sur prairie et moins d'achat de concentré azoté. Dans le second scénario, c'est la réduction globale des UGB bovin au profit des cultures de vente qui explique ce résultat. Enfin, l'arrêt des bœufs couplé avec la conversion en AB cumule plusieurs effets positifs : baisse du CH₄ émis, forte réduction des émissions de GES liées aux intrants, augmentation du stockage de carbone dans les sols...

Tableau 4 : Effets de modifications de conduite appliquées à des cas-types bovin lait de Normandie sur les résultats environnementaux (GES, eutrophisation) et économiques

Leviers	Impacts / Témoin			
	Emissions nettes GES Kg Eq. CO2 totaux		Eutrophisation	Economie
	Exploitation	Atelier lait	P04-/ha SAU	€ d'EBE 2011
Plus d'herbe, plus d'autonomie	-3%	-4%	-9%	+6%
Plus maïs, plus stocks fourragers pour VL	+7%	+7%	+10%	-3%
Changement de race, plus de pâturage VL	-6%	+1%	-4%	-6%
Arrêt des bœufs, spécialisation laitière	-11 à -17%	-11 à -17%	-32 à -33%	+13 à +26%
Arrêt des bœufs, conversion AB	-46%	-45%	-66%	+40%

3. DISCUSSION ET CONCLUSION

L'utilisation d'une méthode d'analyse environnementale multicritères basée sur des flux estimés à partir de données enregistrées sur un large panel d'exploitations permet d'enrichir l'analyse des performances environnementales en lien avec les systèmes, leurs localisations et leurs modes de fonctionnement. A l'avenir, il semblerait plus pertinent de remplacer l'expression du potentiel d'eutrophisation et de l'acidification par unité produite par des indicateurs exprimés par hectare (SAU, SFP). Pour les systèmes de plaine à logique intensive, la typologie environnementale basée sur des indicateurs par unité produite structure le groupe d'exploitations selon l'efficacité d'utilisation de leurs intrants. L'optimisation du recours aux intrants s'avère positive sur l'économie et l'environnement ce qui est confirmé par les simulations sur cas-types. Globalement, un écart de près de 30% sur les émissions nettes de GES

(0,93 vs 1,30 kg eq. CO₂/l) existe entre la classe des exploitations efficaces et celle des non optimisées. L'étude des leviers d'atténuation des émissions de GES par simulations sur cas-type permet d'en mesurer les impacts et d'en expertiser la faisabilité sur le plan socio-économique. L'extension de ce type d'étude sur le plan géographique comme sur celui du contenu des scénarios (nouveaux itinéraires techniques, prise en compte de la dynamique structurelle des exploitations...) devrait permettre de consolider l'identification de scénarios à promouvoir auprès des éleveurs. L'amélioration des méthodes d'évaluation environnementale des systèmes d'élevage grâce notamment à une meilleure connaissance des facteurs d'émissions des flux doit également y concourir. Pris individuellement, les leviers d'optimisation étudiés ont souvent un impact limité sur la réduction de l'empreinte carbone nette (de 2 à 4%). Leurs effets sont néanmoins cumulatifs (Dollé et al, 2011, Doreau et Dollé, 2011). Les exploitations à logique extensive se démarquent sur le plan environnemental par un niveau élevé de stockage carbone favorisant un bas niveau d'empreinte carbone (entre 0,64 et 0,89 kg eq. CO₂/l) et par un potentiel d'eutrophisation limité. L'intégration récente des bénéfices de la prairie de longue durée tant pour le stockage de carbone dans les sols que pour ses bénéfices sur la qualité des eaux et sur la biodiversité est un point crucial pour l'évaluation environnementale de ces systèmes. Il en est de même pour l'évaluation de tous les scénarios visant à rebâtir le système fourrager des troupeaux avec des modifications importantes des surfaces en prairie. Les bilans environnementaux des exploitations s'avèrent délicats à interpréter dès lors qu'ils aboutissent à des variations significatives des volumes de lait, viande et/ou céréales. C'est le cas des scénarios avec arrêt des bœufs. Si leurs impacts à l'échelle de l'exploitation s'avèrent *a priori* positifs en matière de réchauffement climatique, qu'en sera-t-il à l'échelle d'un territoire dès lors que l'on souhaiterait compenser la baisse du tonnage de viande de bœuf par d'autres types d'animaux produits différemment ?

Ces études sont soutenues par le CASDAR-Ministère de l'Agriculture, le Conseil Régional et l'ADEME de Basse-Normandie. Les résultats du projet Mise au point de systèmes laitiers innovants et respectueux de l'environnement et de l'étude Impact environnemental et climatique de l'élevage en Basse-Normandie ont été acquis par les partenaires suivants : Institut de l'Élevage, Chambres d'Agriculture (Bretagne, Pays-de-la-Loire, Nord-Pas-de-Calais, Basse-Normandie), INRA.

Béguin, E., Bonnet, J. et al., 2008. Renc. Rech. Ruminants, 15, 217-220.

Després, S. 2011. Evaluation environnementale multicritère des systèmes laitiers. Mémoire de fin d'étude Agro Campus Ouest. 20p+annexes.

Dollé, J.B., Agabriel, J. et al. 2011. Les gaz à effet de serre en élevage bovin : évaluation et leviers d'action. INRA Prod.Anim., 24, 415-432.

Doreau, M., Dollé, J.B., 2011. Stratégies for reducing greenhouse gas emissions in dairy production. A European perspective. Proc. Eastern Nutr. Conf., Montréal, Canada, 55-77.

EMEP-CORINAIR., 2002. Atmospheric Emission Inventory Guidebook, European Environment Agency.

Gac, A., Dollé, J.B. et al, 2010. Le stockage de carbone par les prairies, une voie d'atténuation de l'impact de l'élevage herbivore sur l'effet de serre, Coll. l'essentiel, Idele, 11p **Gac, A., Manneville, V. et al., 2010.** Renc. Rech. Ruminants, 17, 335-342.

GES'TIM, 2010. Guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre, Idele, 157p.

GIEC, 2006. Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Eggleston H.S. et al (Editors) IGES, Japon.

Skiba, U., Fowler, D., Smith, K.A., 1997. Nutr Cycl Agroecosyst, 52, 225-248.