



Elevage bovin et changement climatique

Contexte européen et international autour du changement climatique et de l'élevage bovin, empreinte carbone de la viande et initiatives de la filière viande bovine française

Mots-clés : Changement climatique, Gaz à effet de serre, Stockage de carbone, Élevage bovin

Auteur : Jean Baptiste Dollé¹, Catherine Brocas², Armelle Gac², Sindy Moreau³, André Le Gall²

¹ Institut de l'Élevage, 56 Avenue Roger Salengro, BP 80039, 62051 Saint-Laurent-Blangy cedex, France ; ² Institut de l'Élevage, Monvoisin, BP 85225, 35652 Le-Rheu, France ; ³ Institut de l'Élevage, Agrapole, 23 rue Jean Baldassini - 69364 Lyon cedex 7, France

* E-mail de l'auteur correspondant : jean-baptiste.dolle@idele.fr

Au niveau international, l'activité d'élevage incluant les maillons production-transport-transformation représente 14,5% des émissions de gaz à effet de serre (Gerber et al., 2013). Au-delà de sa contribution aux émissions, l'élevage bovin possède la particularité de lutter contre le changement climatique en stockant du carbone dans les sols. Dans ce cadre, d'importantes initiatives sont conduites au niveau international et français afin de réduire la contribution de l'élevage de ruminants au changement climatique.

Résumé :

Ces dix dernières années, le contexte autour du changement climatique a fortement évolué. Les rapports de la FAO, le Grenelle de l'Environnement en France, les conférences internationales sur le climat sont autant d'éléments ayant contribué à une prise de conscience du lien entre les activités humaines, dont l'agriculture, et le changement climatique. Dans ce cadre de nombreuses investigations ont été conduites au niveau européen et international afin de préciser les mécanismes d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES) et la contribution de l'élevage au changement climatique. Plusieurs pays (Etats Unis, Nouvelle Zélande, Italie, Pays Bas) ont fixé des objectifs de réduction des émissions des GES associées à l'élevage et de l'empreinte carbone du lait et de la viande. D'autres pays (Irlande, France) ont lancé des démarches bas carbone en fermes.

Alors qu'en France l'empreinte carbone moyenne de la viande bovine avoisine 14 kg CO₂ eq/ kg poids vif, de nombreux leviers sont identifiés pour réduire les émissions de GES et accroître la contribution au stockage de carbone. Pour leur mise en œuvre en exploitations, un vaste programme européen intitulé LIFE BEEF CARBON a été mis en place. Impliquant 2 000 éleveurs français, Irlandais, Italiens et Espagnols, il vise une réduction de 15% de l'empreinte carbone de la viande bovine à échéance de 10 ans.

Abstract: Cattle farming and climate change

During the last ten years, the context on climate change has changed. The reports by FAO, the "Grenelle de l'environnement" in France, the international conferences on climate contributed to awareness on the link between human activities, including agriculture, and climate change. In this framework, numerous investigations were conducted at European and international scale in order to specify emission mechanisms and livestock's contribution to greenhouse (GHG) emissions. Several countries (United States, New Zealand, Italy and Netherlands) have set goals on reducing GHG emissions from livestock and milk/beef carbon footprint. Other countries (Ireland, France) have launched low carbon approaches in farms.

While the mean beef carbon footprint produced in France is around 14 kg CO₂ eq/ kg live weight, many mitigation practices are identified to reduce GHG emissions and increase the contribution to carbon sequestration. For their implementation in farms, a large European program named LIFE BEEF CARBON has been implemented. Involving 2 000 French, Irish, Italians and Spanish beef farmers, it aims to reduce by 15% the beef carbon footprint over 10 years.

INTRODUCTION

Le changement climatique représente un défi majeur pour les années futures. Les trois risques climatiques identifiés par le GIEC pour l'Europe sont les inondations (en lien avec les problèmes de « mal-urbanisation »), les canicules (en lien avec les questions de santé et de productivité) et la relation entre l'agriculture et l'eau. L'agriculture, qui présente des capacités à produire des services d'atténuation, est aussi l'un des premiers secteurs fortement menacé par les évolutions du changement climatique. Pour les acteurs de la filière viande, le changement climatique est donc un enjeu majeur : l'avenir de ce secteur dépend entre autres de sa capacité à assurer son développement économique en prenant en compte les questions environnementales afin d'atténuer sa contribution aux émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) mais également à s'adapter à ce changement.

Dans une première partie, cet article fait la synthèse de l'évolution du contexte national et international entre élevage et changement climatique. Une seconde partie centrée sur une approche sectorielle des émissions nationales de GES fait état de la contribution de l'agriculture et de l'élevage aux émissions de GES et des investigations conduites dans différents pays d'élevage. Les parties trois et quatre décrivent la contribution des émissions de GES et du stockage de carbone à l'empreinte carbone de la viande au portail de la ferme ainsi que les leviers d'action applicables en exploitation. La cinquième partie présente les actions concrètes mises en œuvre par la filière française pour la production d'une viande bas carbone.

I. 2006 A 2015, UNE FORTE EVOLUTION DU CONTEXTE AUTOUR DU CLIMAT

I.1. 2006 et 2013, les rapports emblématiques de la FAO sur la contribution de l'élevage au changement climatique

En 2006, dans un rapport intitulé « L'ombre portée de l'élevage », la FAO imputait à l'élevage incluant les maillons production-transport- transformation la responsabilité de 18% des émissions mondiales de GES (Steinfeld *et al.*, 2006). Cette étude considérait l'ensemble des GES et l'ensemble de la filière, de l'alimentation des animaux au traitement des cuirs... sans faire de différence particulière entre les types d'élevage et les régions du monde. La contribution de l'élevage au changement climatique, à cause de la production importante de méthane, était donc, selon ces travaux, plus élevée que celle des transports. Cette étude a été contestée par de nombreux acteurs. Les résultats d'une étude américaine présentée en mars 2010 par l'American Chemical Society tempéraient les résultats jugés exagérés. Elle conteste, elle aussi, notamment, pour des raisons méthodologiques et de périmètre, la comparaison entre les émissions de l'agriculture et celles des autres secteurs déterminée sans approche par cycle de vie.

Dans un second rapport intitulé « Lutter contre le changement climatique grâce à l'élevage : une évaluation globale des émissions et des possibilités d'atténuation », la FAO évalue en 2013 à 14,5% la contribution de l'élevage et ses filières aux émissions de GES à l'échelle mondiale (Gerber *et al.*, 2013). L'élevage de ruminants représentant 72% des émissions de la filière, il contribue par ses

productions (viande et lait) à l'équivalent de 10,4% des émissions mondiales, dont 5,1% liés à l'élevage allaitant, 4,3% à l'élevage laitier et 1,0% à l'élevage des petits ruminants. Cette nouvelle évaluation a été permise par un affinement des modèles et une approche par filière et non plus une analyse agrégée de l'activité d'élevage. La FAO met aussi en évidence que l'amélioration des pratiques et l'efficacité technique constituent un point clé de réduction des émissions. Sans changement radical des systèmes de production, un abattement important (# 18%) peut être atteint par une amélioration de l'efficacité des systèmes de production en faisant adopter aux exploitations moins efficaces les pratiques mises en œuvre dans les exploitations faiblement émettrices. Par ailleurs la FAO, insiste sur la capacité de stockage de carbone des prairies permanentes grâce à une gestion raisonnée et efficace (introduction de légumineuses, absence de surpâturage, augmentation de la productivité,...). La conclusion met l'accent sur la nécessité de mettre en place des politiques de soutien, des structures institutionnelles adéquates et une gouvernance plus proactive en matière de politiques d'atténuation. Conseils agricoles et services d'appui à l'agriculture, incitations financières, recherche et développement... sont les instruments et techniques préconisés.

I.2. De 2007 à 2015, une prise en compte progressive du défi climatique à l'échelle française

Voulu par le gouvernement, le processus du Grenelle de l'environnement a débuté à l'été 2007. Par un jeu de concertations réparties dans plusieurs collèges représentant les collectivités territoriales, les organisations non gouvernementales, les professionnels, les syndicats et l'Etat, un certain nombre de mesures ont été définies par secteur et pour différents enjeux environnementaux. Dans le domaine agricole et de l'élevage, ces mesures concernent notamment la réduction des émissions de GES, le développement des énergies renouvelables, la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, la promotion de l'agriculture biologique... Il ressort également du Grenelle, la volonté d'informer les consommateurs sur les principaux impacts environnementaux des produits de grande consommation grâce au développement de l'affichage environnemental. Cette volonté a d'ailleurs donné lieu au programme

AGRIBALYSE® visant à élaborer une base de données nationale des impacts environnementaux des principaux produits agricoles français (AGRIBALYSE, 2015), selon une méthodologie homogène et partagée entre les acteurs des filières.

Promulguée le 17 août 2015, la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte emboîte le pas du Grenelle de l'Environnement. Cette loi donne le cap des engagements pris par la France à l'horizon 2030, - 40% d'émission de GES en 2030 puis - 75% en 2050 par rapport à 1990 (facteur 4). Ces objectifs, identiques à l'objectif moyen européen, montrent que la France entend toujours faire partie des pays européens dont l'intensité GES est la plus faible à cet horizon. Par ailleurs, la stratégie nationale bas-carbone, instituée par l'article 173 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, définit la marche à

suivre pour réduire les émissions de GES à l'échelle de la France. Elle vise à orchestrer la mise en œuvre de la transition vers une économie bas-carbone en formulant des recommandations à prendre en compte dans les différents secteurs d'activité en matière d'émissions de GES. Pour le secteur de l'agriculture, le décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la

stratégie nationale bas-carbone fixe pour objectif une baisse de 12% des émissions sur la période 2015-2028. Cela passe notamment par la mise en œuvre du projet agro-écologique, la méthanisation, la couverture des sols, le maintien des prairies, le développement de l'agroforesterie et l'optimisation de l'usage des intrants.

I.3. Décembre 2015, l'agriculture invitée aux débats de la COP 21

La Conférence Internationale sur le Climat à Paris (COP21) a mobilisé, du 30 novembre au 11 décembre 2015, le monde entier et tous les secteurs d'activités autour des questions climatiques. La question agricole et forestière, imparfaitement prise en compte depuis l'origine même du Protocole de Kyoto, prend une importance croissante dans la négociation sur le changement climatique. C'est effectivement la première fois dans l'histoire des conférences des parties, que l'agriculture fait partie des discussions climatiques. L'agriculture climato-intelligente, centrée sur l'adaptation des systèmes de production au changement

climatique et l'atténuation des émissions de GES, et le programme 4 pour 1 000, qui a pour objectif d'améliorer les stocks de carbone organique des sols de 4 pour 1000 par an pour compenser l'ensemble des émissions de GES de la planète, sont autant d'éléments qui ont alimenté les débats de la COP 21. Cette conférence a abouti à un accord universel et contraignant permettant de lutter contre le dérèglement climatique en vue de contenir le de contenir l'augmentation de la température moyenne en deçà de 2°C et de s'efforcer de limiter cette augmentation à 1,5°C.

II. LES STRATEGIES BAS CARBONE DES FILIERES BOVINES AU PLAN EUROPEEN ET INTERNATIONAL

Pour répondre au défi du changement climatique, les filières de ruminants se mobilisent. Dans le cadre de deux journées de conférence intitulées « *L'élevage de ruminants, acteur des solutions climat (et de la 21^{ème} conférence internationale sur le climat)* », organisées par l'Institut de l'Élevage, le CNIEL, INTERBEV et la CNE, des chercheurs et représentants des filières de différents pays ont évoqué les objectifs fixés et les mesures mises en place pour réduire leur contribution aux émissions de GES (<http://idele.fr/domaines-techniques/elevage-environnement-et-territoires/changement-climatique.html>).

L'Irlande, qui est un pays d'élevage herbager, une nation agricole de 130 000 petites exploitations (32 ha en moyenne) à l'herbe (70% de la SAU), élève 6 millions de bovins. Un tiers des émissions nationales de GES provient de l'agriculture. Entre 1995 et 2010, la baisse des effectifs animaux et la réduction du recours aux engrais de synthèse se sont traduites par une baisse de la contribution du secteur aux émissions de GES de l'ordre de 20%. De cette évolution, il ressort que 10% à 15% de réduction des émissions est encore envisageable en améliorant les pratiques existantes, ce qui amènerait en 2020 à une baisse de 10% par rapport à 2008. Dans ce cadre, une démarche d'amélioration de la durabilité des systèmes de production agricole a été mise en place grâce au projet Origin Green. C'est aujourd'hui plus de la moitié des fermes irlandaises (45 000 fermes viande, 18 000 fermes laitières) qui ont fait l'objet d'une évaluation des impacts environnementaux à l'aide de l'outil « Carbon navigator ». Les données sont centralisées, analysées et chaque ferme auditée reçoit un bilan chiffré de sa performance environnementale. Pour encourager la mise en œuvre de pratiques vertueuses, un module de simulation permet de déterminer les gains environnementaux potentiels et les avantages économiques associés.

L'Italie, qui compte 124 000 exploitations bovines et 5,6 millions de bovins possède des élevages de plus grande taille. A l'exception des zones de montagne propices au pâturage, l'alimentation des bovins est principalement basée sur le maïs ensilage et la luzerne. Depuis un vaste mouvement de

concentration entamé en 2000, on dénombre plus de 200 têtes de bétail dans un bon tiers des fermes. L'agriculture, dont les émissions de GES ont baissé de 16% entre 1990 et 2012, contribue à hauteur de 8% aux émissions nationales (50% provenant de l'élevage). Au même titre qu'en Irlande, cette réduction est due à un effet combiné de la réduction des effectifs animaux (6%) et à une baisse du recours aux engrais de synthèse (15%). Fort de ce constat, le gouvernement italien ambitionne une réduction des émissions nationales de 13% d'ici 2020 comparativement à 2005. Cet objectif passera en agriculture par le développement des méthaniseurs (990 unités en fonctionnement en 2012), l'amélioration de l'alimentation, de la performance des élevages (en termes de taux de reproduction, de mortalité, de gain de poids journalier etc.), et du stockage de carbone par les sols grâce aux déjections animales et à l'enfouissement des résidus de cultures.

Aux **Pays-Bas**, l'agriculture, dont l'élevage bovin composé de 4 millions de têtes, contribue à hauteur de 9% aux émissions nationales de GES. Les élevages bovins, principalement laitier, sont composés de 80 vaches en moyenne pour lesquelles la part d'herbe dans la ration est inférieure à 15%. L'amélioration de la productivité laitière, qui est passée de 4 000 kg lait/VL à 8 000 kg/VL entre 1990 et 2010, combinée à une meilleure valorisation agronomique des déjections animales et à une meilleure efficacité de la gestion azotée, a permis de réduire de 20% les émissions de GES du secteur. Sur cette base, les autorités ont fixé un objectif de -30% de GES pour le secteur agricole en 2020 par rapport à 1990. Bon nombre de solutions techniques telles que l'amélioration de l'efficacité alimentaire, l'optimisation de l'utilisation des concentrés, la réduction du taux de renouvellement, sont aujourd'hui identifiées pour atteindre cet objectif. Ces techniques, qui représentent également un intérêt économique pour l'éleveur, devront par ailleurs être accompagnées par l'amélioration génétique, par la mise en œuvre de nouvelles technologies comme l'agriculture de précision. Pour permettre la diffusion et la mise en œuvre de telles actions, le secteur laitier a mis en place une feuille de route visant à améliorer la durabilité des systèmes de

production. Cette feuille de route ambitieuse est composée d'un certain nombre d'objectifs tels que la réduction de la dépendance énergétique, la production d'énergie renouvelable grâce aux méthaniseurs et à l'éolien, le développement de la fertilisation de précision, etc...

Aux **États-Unis**, l'agriculture contribue à 7% des émissions de GES nationales. La production laitière concentrée dans 4 états compte 51 000 exploitations qui se partagent un cheptel de plus de 9 millions de vaches et contribuent à 2% des émissions de GES toutes sources confondues. Dans le cadre d'un programme d'amélioration de la durabilité de la production laitière, la filière s'est engagée à réduire d'un quart ses émissions de GES d'ici 2020, par rapport à 2007. Plusieurs programmes sont mis en place de façon conjointe. Un outil intitulé « Farm Smart » a été développé afin de déterminer la contribution aux émissions et construire des plans d'action en ferme. L'accent est également mis sur l'efficacité énergétique de toute la chaîne de valorisation du lait. Un des leviers mis en avant pour ces exploitations de grande taille basée sur l'alimentation à l'auge concerne la méthanisation des déjections. Avec 202 unités aujourd'hui, le potentiel est évalué à plus de 2 600 installations selon la taille et la localisation des troupeaux. Enfin, le programme « Cow of the future » porté par les professionnels de la filière vise à optimiser la gestion des troupeaux (productivité, résistance aux maladies...) et de leur alimentation (efficacité de la ration) avec l'objectif de réduire les émissions de méthane entérique.

En **Nouvelle-Zélande**, l'agriculture, qui repose essentiellement sur l'élevage de ruminants, contribue à hauteur de 50% aux émissions de GES nationales. Avec une baisse des émissions de GES provenant de l'agriculture de 15% entre 1990 et 2010, le gouvernement ambitionne de réduire de 20% les émissions de GES en 2020 et de 50% en 2050 par rapport à 1990. Le cheptel bovin, qui compte plus de 10 millions de têtes, voit le troupeau laitier se développer pour satisfaire la demande mondiale, au détriment de l'élevage bovin viande (et ovin) qui cède chaque année des surfaces importantes. Les troupeaux de grande taille (400 vaches laitières, 300 bovins viande) sont basés sur la valorisation de l'herbe au pâturage toute l'année. Les systèmes laitiers s'accompagnent parfois d'un recours plus important aux intrants (fertilisants azotés et tourteau de palme) au fil des années. Ces systèmes basés sur la valorisation maximale de l'herbe pâturée sont très efficaces

III. L'ÉLEVAGE DE RUMINANTS ÉMETTEUR DE GES ET STOCKEUR DE CARBONE

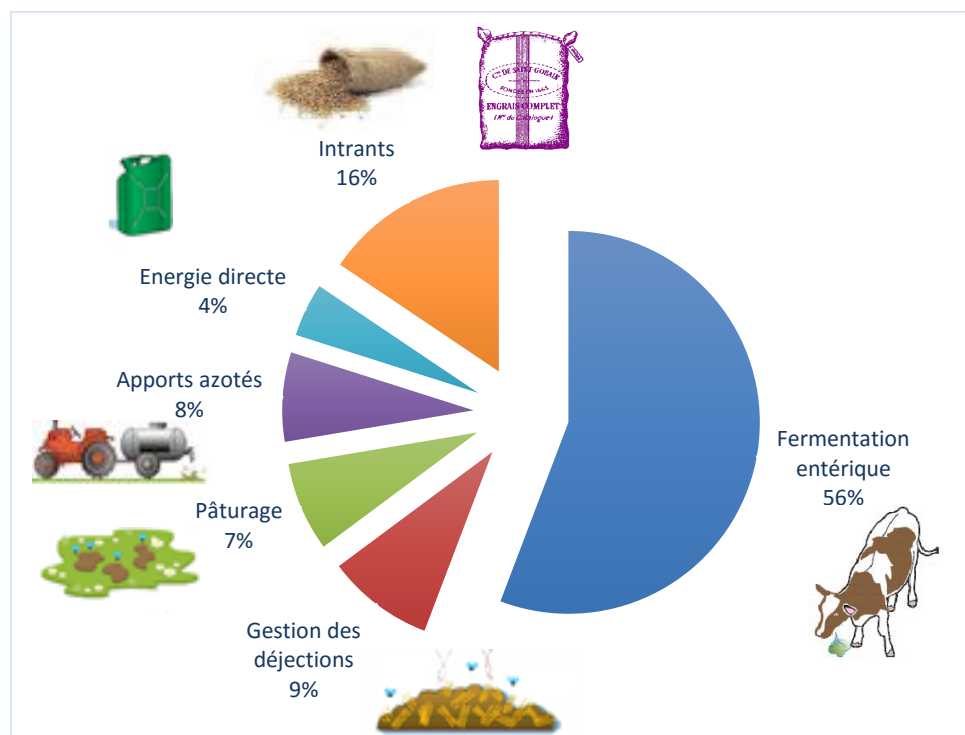
L'agriculture émet essentiellement du protoxyde d'azote (N₂O), du méthane (CH₄) et du dioxyde de carbone (CO₂). L'ensemble de ces émissions est traduit en équivalent CO₂ (CO₂ eq) avec un coefficient fonction du pouvoir de réchauffement global (PRG) et de leur temps de séjour dans l'atmosphère, soit respectivement 25 et 298 pour le CH₄ et le N₂O. Concernant l'élevage de ruminants, 80% des émissions sont issues du cycle naturel du carbone et de l'azote (digestion des ruminants, gestion des déjections animales). 20% correspondant aux émissions de CO₂ est liée à l'utilisation d'énergie fossile par les exploitations. Les principaux postes d'émissions en élevage bovin (lait et viande) sont ainsi la

sur le plan des émissions de GES ramenées au kg de lait et de viande produit. Afin d'accroître les efforts pour réduire les émissions de GES, un consortium national composé des représentants professionnels et de la recherche rassemble les secteurs laitiers et viande afin de tester et promouvoir de nouvelles techniques. Ces techniques concernent les mélanges prairiaux améliorant la digestibilité et réduisant les émissions de méthane, l'amélioration génétique pour l'augmentation de la productivité et la réduction des émissions de méthane par kg de matière sèche ingérée, l'alimentation à faible impact GES. Des essais concernent par ailleurs les vaccins et les inhibiteurs pour réduire les émissions de CH₄.

Au niveau français, la contribution de l'agriculture aux émissions nationales de GES est évaluée à 18% selon l'inventaire national (CITEPA, 2015) dont 8% relèvent de l'élevage de ruminants considérant le cheptel et la gestion des déjections. Les exploitations laitières et viande, au nombre de 160 000, rassemblent 3,7 millions de vaches laitières et 4 millions de vaches allaitantes. Les exploitations de petite taille (60-70 vaches) sont orientées sur la valorisation de l'herbe pâturée et/ou récoltée, qui représente en moyenne 65% du régime. Ces dernières années ont été marquées par une réduction du cheptel laitier permise par l'augmentation de la productivité laitière et associée à une augmentation du cheptel allaitant. Combinées à un moindre recours aux engrais de synthèse, cette évolution s'est accompagnée d'une réduction des émissions de GES du secteur bovin de 14% entre 1990 et 2010 (Dollé et *al.*, 2015). Fortes de ce constat et en vue d'accroître la durabilité des systèmes de production en répondant aux objectifs de réduction des émissions de GES, les filières lait et viande se sont engagées dans des programmes visant une réduction des émissions de GES et de l'empreinte carbone des produits lait et viande (LIFE CARBON DAIRY et LIFE BEEF CARBON) comprise entre 15 et 20% d'ici 2025. Ces objectifs pourront être atteints grâce à une optimisation des systèmes de production puis par un ensemble de mesures permettant d'améliorer l'autonomie des exploitations, l'efficacité de la ration, l'utilisation de fourrages plus digestibles et moins émetteurs de méthane (légumineuses, chicorée...). D'importantes pistes pour les années futures vont également concerner l'amélioration génétique, tant vis-à-vis de la productivité que des niveaux d'émission de méthane entérique.

fermentation entérique (56%), la gestion des effluents (9%), le pâturage (7%), les apports d'azote au sol (8%), la consommation d'énergie directe (4%) et les intrants (16%) (Dollé et *al.*, 2015). Les émissions de méthane entérique associées à la digestion de la cellulose représentent ainsi le poste principal d'émission en élevage bovin (Figure 1). Compte tenu des différents postes d'émission, un certain nombre de leviers permettant de réduire les émissions de GES sont d'ores et déjà identifiés et seront proposés aux éleveurs dans le cadre des programmes LIFE CARBON DAIRY et LIFE BEEF CARBON.

Figure 1 : Répartition des émissions de GES en élevage bovin en France



Source : Dollé et *al.*, 2015 - IDELE traitement des données Inosys 2012

A la différence de nombreux autres secteurs d'activité, l'élevage de ruminants possède la particularité de valoriser des surfaces importantes de prairies ayant la capacité de stocker de fortes quantités de carbone dans les sols. Avec 70 à 80 tonnes de carbone stockées par hectare, la prairie permanente fait aussi bien que les sols forestiers et beaucoup mieux que les vergers (50 tonnes). A ce stock sous prairies, les flux additionnels annuels sont compris entre 570 et 760 kg de carbone (Dollé et *al.*, 2013 ; Soussana et *al.*, 2007 ; Schulze et *al.*, 2009 ; Soussana et *al.*, à paraître). Cette moyenne change énormément selon le climat, le type de végétation et le mode de gestion : par exemple, le stockage serait favorisé par des températures et des précipitations élevées, un léger épandage d'engrais azoté, le pâturage comparativement au fauchage.

En France, où la place de l'herbe dans la ration alimentaire reste importante (65% d'herbe en moyenne pour les bovins - 80% d'herbe dans la ration pour les bovins viande), le stockage compense 30% des émissions de gaz à effet de serre des bovins lait et viande (Dollé et *al.*, 2013) et jusqu'à 50% des émissions en système herbager. Considérant le carbone stocké par les prairies permanentes, les prairies temporaires et les haies, les cultures intermédiaires, le carbone contenu dans les déjections animales et épandu, l'accroissement annuel de carbone dans les sols associés à l'élevage de bovins est important.

Dans la situation actuelle 2015 et sur la base d'un stock de carbone de 80 t/ha sous les prairies permanentes mobilisées par l'élevage bovin spécialisé (5,6 Mha hors surfaces associées aux petits élevages et parcours), le stockage additionnel assuré par les prairies et les haies associées, représente un accroissement moyen annuel du taux de carbone de 8‰ (Tableau 1).

Sur la base d'un stock de carbone de 40 t/ha sous les terres cultivées mobilisées par l'élevage bovin (4,6 Mha), le

stockage de carbone permis par les prairies temporaires en rotation avec les cultures annuelles, les haies associées, les cultures intermédiaires, les apports de carbone des déjections animales et le déstockage de carbone associé à une conversion de prairies permanentes en terres cultivées, permettent un accroissement moyen annuel du taux de carbone de 2,7‰.

De façon globale, les surfaces mobilisées par l'élevage herbivore représenteraient un accroissement moyen annuel du taux de carbone de 6,4‰, sous réserves de bonnes pratiques de gestion (maintien des prairies et des haies en place, épandage des déjections, couverture des sols,...).

Par ailleurs, la mise en place de pratiques complémentaires représente un potentiel important d'accroissement du stockage de carbone.

Ainsi en 2030, au-delà du maintien des prairies permanentes, des haies, des prairies temporaires et du retour au sol des déjections animales, plusieurs pratiques additionnelles seront mises en place en élevage bovin :

- Allongement de la durée des prairies temporaires ;
- Développement de l'agroforesterie sur prairies permanentes et terres cultivées ;
- Implantation de haies bocagères sur prairies permanentes et terres cultivées ;
- Mise en place de cultures intermédiaires avant culture de maïs sur les exploitations hors zone vulnérable.

La mise en œuvre de ces pratiques dans les exploitations d'élevage, selon un taux d'application propre à chaque technique (Pellerin et *al.*, 2013), permet d'augmenter le flux annuel de carbone stocké de 639 à 654 kg pour les prairies permanentes et de 109 à 181 pour les terres cultivées (Tableau 2). L'accroissement annuel du stock de carbone est ainsi de 8,2‰ pour les prairies permanentes et de 4,5‰ pour les terres cultivées mobilisées par l'élevage bovin, soit 7,1‰ pour l'ensemble des surfaces mobilisées par l'élevage herbivore.

Tableau 1 : Contribution de l'élevage bovin au stockage de carbone en 2015

Situation 2015		kg C/ha/an	Ha	Stockage kg C/an	Accroissement annuel moyen kg C/ha	Accroissement du stock de carbone en‰
Prairies permanentes (5,4 Mha)	Prairies permanentes	570 ¹	5 470 000	3 117 900 000	639 ³	8,0 ³
	Haies sur PP (55 ml/ha)	69 ¹		374 890 229		
Terres cultivées (4,6 Mha)	Prairies temporaires et cultures en rotation	80 ¹	4 650 000	372 000 000	109 ³	2,7 ³
	Haies sur terres cultivées (14 ml/ha)	18 ¹		83 067 963		
	Déjections (Fumier de bovins)		1 648 800			
	Cultures intermédiaires avant maïs (70% de la surf.)	240 ²	926 800	222 432 000		
	Déstockage lié à la conversion des terres de prairie en culture	-150 ¹	1 144 830	- 171 724 500		

¹ Dollé et al., 2013 ; ² Pellerin et al., 2013 ; ³ Dollé, Brocas, Gac, Moreau, Le Gall – à paraître

Tableau 2 : Contribution de l'élevage bovin au stockage de carbone en 2030

Situation 2030		kg C/ha/an	Ha	Stockage kg C/an	Accroissement annuel moyen kg C/ha	Accroissement du stock de carbone en‰
Prairies permanentes (5,4 Mha)	Prairies permanentes	570 ¹	5 470 000	3 117 900 000	654 ³	8,2 ³
	Haies sur PP (55 ml/ha)	69 ¹		374 890 229		
	<i>Agroforesterie sur 0,5% des PP</i>	<i>1 000²</i>	<i>25 751</i>	<i>25 751 211</i>		
	<i>Implantation de haies (100 ml/ha) sur 9% des PP</i>	<i>125¹</i>	<i>483 595</i>	<i>60 449 411</i>		
Terres cultivées (4,6 Mha)	Prairies temporaires et cultures en rotation	80 ¹	4 650 000	372 000 000	181 ³	4,5 ³
	Haies sur terres cultivées (14 ml/ha)	18 ¹		83 067 963		
	Déjections (Fumier de bovins)		1 648 800			
	Cultures intermédiaires avant maïs (70% de la surf.)	240 ²	926 800	222 432 000		
	Déstockage lié à la conversion des terres de prairie en culture	-150 ¹	1 144 830	- 171 724 500		
	<i>Allongement de la durée des PT à 5 ans sur 55% des PT</i>	<i>140²</i>	<i>1 507 254</i>	<i>211 015 615</i>		
	<i>Cultures intermédiaires sur 30% des surfaces en maïs</i>	<i>240²</i>	<i>397 200</i>	<i>95 328 000</i>		
	<i>Agroforesterie sur 0,2% des terres cultivées</i>	<i>1 000²</i>	<i>9 206</i>	<i>9 205 826</i>		
	<i>Implantation de haies bocagères (60 ml/ha) sur 6% des terres cultivées</i>	<i>75¹</i>	<i>269 291</i>	<i>20 196 814</i>		

¹ Dollé et al., 2013 ; ² Pellerin et al., 2013 ; ³ Dollé, Brocas, Gac, Moreau, Le Gall – à paraître

Dès 2015, le niveau de stockage des prairies permanentes est supérieur aux objectifs fixés par le gouvernement français relatifs au programme 4% visant un accroissement minimal de carbone stocké en vue de stopper l'augmentation de la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Les pratiques mises en place dans les programmes LIFE CARBON DAIRY et LIFE BEEF CARBON viendront

augmenter le potentiel de stockage de carbone dans les sols mobilisés pour l'élevage bovin. A horizon 2030, l'accroissement de carbone stocké sera ainsi supérieur aux objectifs du programme 4 pour 1 000 sur les prairies permanentes et les terres cultivées des fermes ayant de l'élevage et mettant en œuvre ces pratiques.

IV. L'IMPACT CARBONE DE LA VIANDE BOVINE FRANÇAISE ET LES LEVIERS D'ACTION APPLICABLES EN EXPLOITATION

IV.1. L'empreinte carbone de la viande bovine française

Ramenées à la viande produite par les différents systèmes de production rencontrés en France, les émissions « brutes » de GES (sans prise en compte du stockage/déstockage de carbone) s'élèvent en moyenne à 14,3 kg CO₂ eq / kg de poids vif (Dollé et al., 2015). Les écarts observés entre types de systèmes, sur les émissions brutes et nettes de GES, dépendent des pratiques en lien avec les types d'animaux commercialisés et leur âge (Tableau 3).

Avec la prise en compte du stockage de carbone des prairies et des haies et du déstockage sur cultures annuelles, l'empreinte carbone nette moyenne de la viande est de 8,7 kg CO₂ eq / kg de poids vif. La variabilité entre systèmes est importante avec une empreinte carbone nette de la viande qui varie de 8,3 à 9,2 kg CO₂ eq / kg de poids vif. Ce sont les systèmes herbagers (Naisseur et Naisseur Engraisseeurs (NE) de bœufs) qui compensent le plus leurs émissions du fait des prairies et du stockage de carbone associé.

Tableau 3 : Empreinte carbone de la viande bovine française au portail de la ferme

	Nombre exploitations	Empreinte carbone brute kg CO ₂ eq / kg de poids vif	Empreinte carbone nette kg CO ₂ eq / kg de poids vif	Compensation carbone
Naisseur purs	199	15,2	8,3	46%
NE de femelles	111	15,1	9,2	39%
NE de Jeunes Bv	144	12,2	9,0	26%
NE de bœufs	32	15,1	8,4	44%
Total	486	14,3	8,7	39%

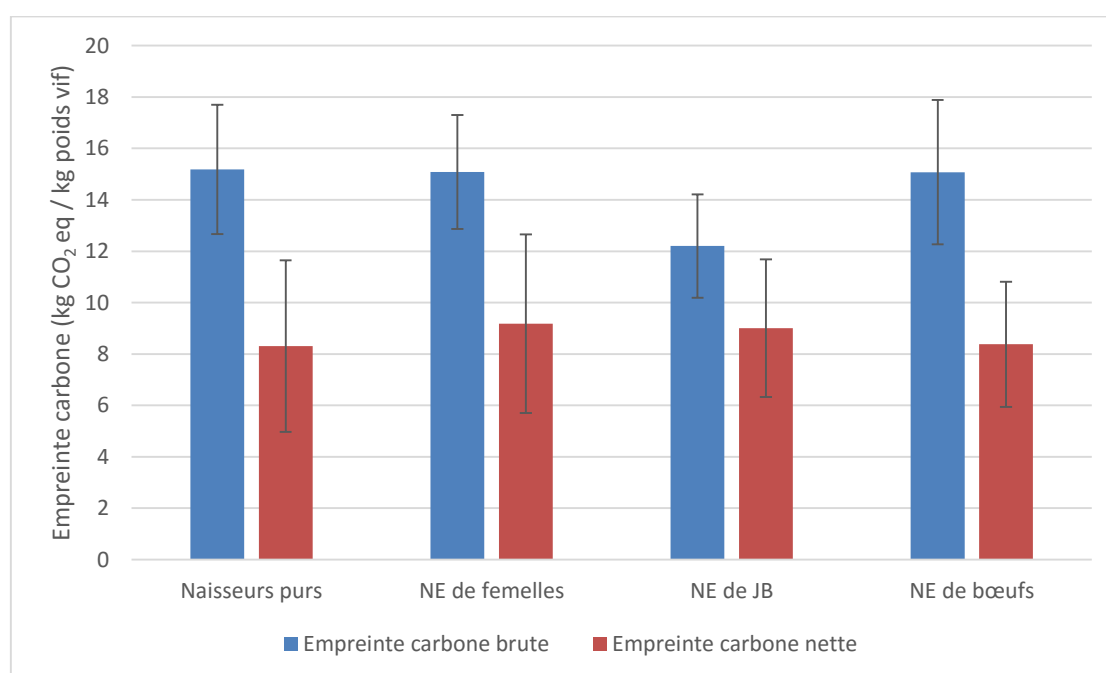
NE = NaisseurEngraisseeur

Source : Dollé et al., 2015 - IDELE traitement des données Inosys 2012

Quel que soit le type de système, la variabilité intra-système (Figure 2) représentée par les valeurs minimales et

maximales rencontrées sur l'échantillon d'exploitations, est importante.

Figure 2 : Empreinte carbone (brute et nette) de la viande bovine de 4 systèmes viande en France au portail de la ferme



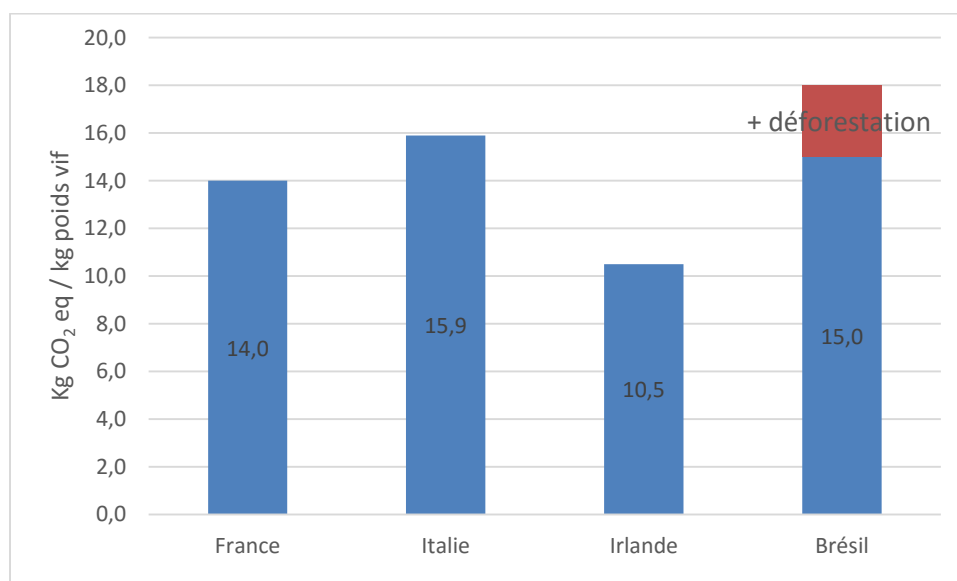
NE = NaisseurEngraisseeur. JB = Jeunes Bovins

Source : Dollé et al., 2015 - IDELE traitement des données Inosys 2012

Cette variabilité n'est pas toujours liée à la mise en œuvre de pratiques spécifiques visant à réduire les émissions de GES mais à l'efficacité des exploitations. S'agissant d'exploitations appartenant à un même système, les différences observées sont associées à une meilleure conduite des effectifs (faible nombre d'animaux improductifs) et

gestion de l'alimentation du troupeau (ajustement des apports aux besoins), à une gestion plus fine des cultures et des prairies (meilleur rendement et bonne qualité fourragère) et des pratiques d'apports des fertilisants organiques et minéraux ajustée au potentiel de rendement.

Figure 3 : Empreinte carbone des viandes bovines étrangères au portail de la ferme



Source : Dollé, Brocas, Gac, Moreau, Le Gall – à paraître

Comparativement aux viandes produites à l'étranger, l'empreinte carbone moyenne (hors stockage de carbone) de la viande française issue du troupeau allaitant (Figure 3) se trouve dans la fourchette haute des empreintes carbone et au même niveau que les viandes produites en Italie, avec

engraissement des brouillards français, et au Brésil (Gac et *al.*, 2013). Les systèmes Irlandais extensifs basés sur le pâturage se différencient et possèdent une empreinte carbone plus faible proche de 10 kg CO₂ eq / kg poids vif.

IV.2. Les leviers d'action en élevage bovin viande

De cette variabilité, il ressort que les principales pistes de réduction des émissions de GES et d'augmentation du stockage de carbone vont concerner 7 facteurs principaux (Dollé et *al.*, 2013 ; Pellerin et *al.*, 2013 ; Gac et *al.*, 2014) :

- *L'alimentation du troupeau.* Les systèmes optimisés (équilibre de la ration alimentaire) valorisant les surfaces en herbe réduiront les impacts environnementaux. Les moyens développés pour augmenter l'autonomie alimentaire des exploitations en optimisant les apports de concentrés (type et optimisation) et/ou les fourrages (qualité, type, stade de récolte, conservation...) représentent une alternative pour améliorer les bilans environnementaux.
- *Le niveau de dépendance aux intrants (concentrés, engrais minéraux...).* Le recours aux intrants influe sur les impacts environnementaux directs et indirects du processus de production. L'amélioration du bilan environnemental passe par une réduction/optimisation du recours aux intrants (concentrés, fertilisants azotés et phosphatés). L'ajustement des apports aux besoins réduit la dépendance énergétique, les excédents azotés..., le tout permettant de réduire les impacts environnementaux.
- *La gestion des déjections* au bâtiment, au stockage et à l'épandage en lien avec le type de déjections (lisier/fumier) permet par des pratiques adéquates (couverture des stockages,...) de réduire les émissions

de GES. A la couverture d'ouvrages de stockage peuvent être associées des procédés de méthanisation qui permettent de produire de l'énergie renouvelable. Par ailleurs, les systèmes qui assurent une meilleure valorisation de l'herbe (temps au pâturage supérieur) réduisent les impacts environnementaux du fait du moindre recours aux intrants et de la réduction des émissions sur les segments bâtiment-stockage-épandage.

- *Les consommations d'énergie sous forme de fioul et d'électricité* peuvent être réduites grâce à la mise en œuvre de pratiques économes telles la conduite économe des engins, les techniques culturales simplifiées,... La consommation de carburant peut être réduite également par la réduction du travail du sol et par l'entretien, le choix et la conduite adaptée du matériel.
- *La fertilisation des cultures et des prairies.* Le recyclage de l'azote des effluents de l'élevage permet à la fois de réduire les pertes environnementales et les achats d'engrais minéraux sous réserve d'adopter les bonnes pratiques (dose, période, ...) pour réduire les apports. Développer les légumineuses permet de réduire la fertilisation des cultures mais aussi de remplacer une partie des intrants azotés pour l'alimentation du troupeau.
- *La conduite des cultures et des prairies en lien avec le stockage de carbone par les sols.* Les pratiques mentionnées précédemment (l'allongement de la

durée des prairies temporaires, la mise en œuvre de pratiques favorables au stockage de carbone sous prairies permanentes, la mise en place de cultures intermédiaires, le développement de l'agroforesterie) sont autant de pratiques qui permettront d'augmenter les flux de carbone dans les sols occupés par l'élevage bovin.

- *La gestion du troupeau est essentielle et concerne tous les postes d'émission de GES.* Les animaux présentant des problèmes sanitaires (boiteries, pathologies respiratoires, mammites,...) et les animaux en croissance influent sur le nombre d'animaux « improductifs », le chargement animal et les performances environnementales. C'est ainsi que les exploitations réduisant la part d'animaux « improductifs », en réduisant notamment l'âge au premier vêlage, réduiront les impacts environnementaux (Moreau et al., 2013). Par ailleurs, à même niveau d'intrants et mêmes effectifs, un gain de poids vif supérieur est un gage de réduction de

l'empreinte carbone au kg de viande. Cette tendance est toutefois à relativiser en fonction du potentiel génétique. Certains gains de productivité, associés à un recours plus important aux intrants, un temps de présence des animaux en bâtiment plus long, des risques sanitaires accrus, une part plus faible de prairies..., peuvent en effet se traduire dans de nombreuses situations par des impacts environnementaux supérieurs ramenés au kg de produit ; et dans tous les cas par une pression plus forte sur le milieu.

Il ressort globalement que ces solutions techniques sont en phase avec les pratiques des éleveurs. Appliqués à différents systèmes de production, le potentiel de réduction par levier est compris entre 0,3 et 11%. Ce potentiel de réduction est dépendant du niveau d'efficacité de l'exploitation et de son contexte. Enfin, un levier efficace sur une ferme n'est pas obligatoirement applicable dans toutes les situations. Il convient pour cela d'écarter les solutions standards même si toutes permettent de concilier production et environnement.

V. LIFE BEEF CARBON : LE DEVELOPPEMENT DES SYSTEMES VIANDES BAS CARBONE

Afin de promouvoir la durabilité des systèmes de production de viande bovine en France et répondre au défi du changement climatique, l'Institut de l'Élevage en partenariat avec INTERBEV et les acteurs du développement agricole (Chambres d'Agriculture, Coopératives, Entreprises bovin croissance) ont lancé un plan carbone d'envergure pour la filière viande. Basé sur une démarche volontaire et participative, ce programme LIFE BEEF CARBON vise à enclencher une dynamique nationale et européenne de réduction de l'empreinte carbone de la viande. Agréé pour une durée de 5 ans, le programme européen engage un réseau d'experts issus de 4 pays : l'Irlande, l'Italie, l'Espagne et la France, ainsi qu'un collectif de plus de 2 000 d'éleveurs représentatifs de la diversité des systèmes d'élevage européens (32% des élevages allaitants de la zone). LIFE BEEF CARBON, qui débutera en janvier 2016, est un exemple marquant de « science participative ». Il permettra de mettre les éleveurs au cœur de la recherche des solutions. Ainsi, seront mises en exergue 170 fermes innovantes, performantes et compétitives, où la viande sera produite avec un faible impact carbone. Les résultats attendus sont de nouvelles solutions pour l'ensemble des éleveurs en France et en Europe, déployables à court et moyen termes. La méthode mise en œuvre consiste à sensibiliser les professionnels à la réduction des émissions des GES en élevage bovin, réaliser un diagnostic environnemental et à travailler avec les éleveurs pour identifier les leviers de progrès pertinents d'un point de vue économique et environnemental. Pour cela, l'Institut de l'Élevage a mis au point l'outil CAP'2ER (Calcul des Performances Environnementales en Élevage de Ruminants), grâce auquel un diagnostic d'impact environnemental, multicritère (du carbone à la biodiversité) peut être conduit sur un élevage. Il permet de positionner l'exploitation par rapport à une référence et identifier les principaux postes d'émission et donc, les leviers à actionner à plus ou moins court terme.

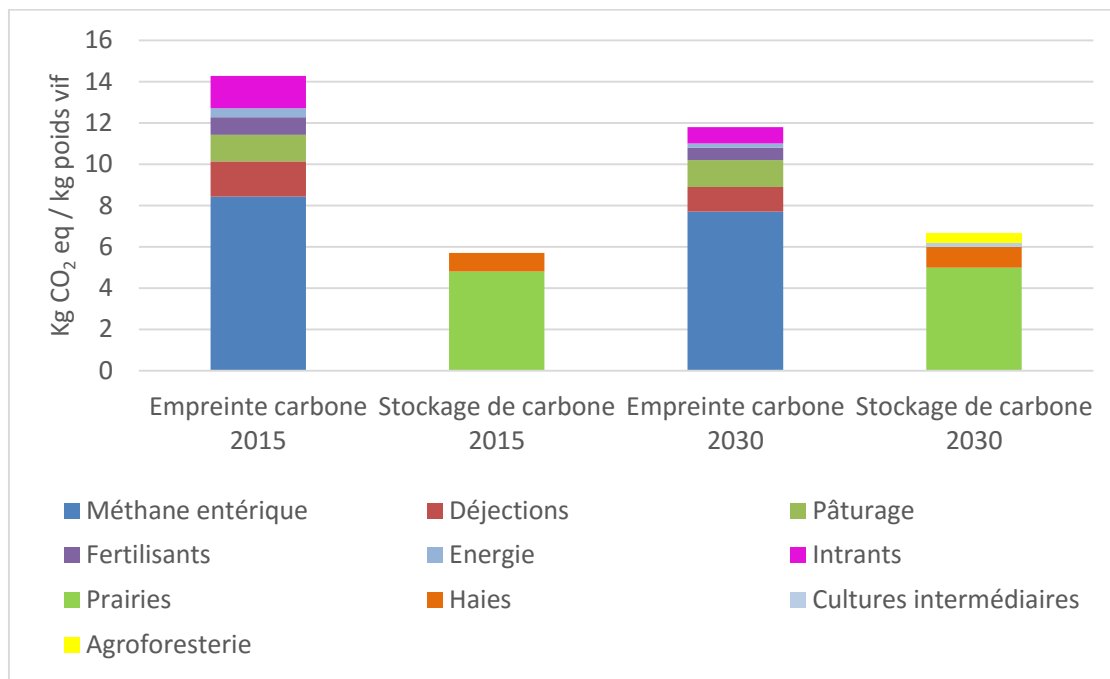
Reposant sur le fait que la lutte contre le changement climatique passe par la mise en place de démarches

vertueuses rassemblant l'ensemble des acteurs des filières, les 5 points forts du programme Beef Carbon visent à :

- 1) Partager un cadre commun centré sur les méthodologies d'évaluation, les outils mobilisés et les leviers d'action ;
- 2) Promouvoir des systèmes d'élevage bas carbone par le biais de fermes pilotes afin de démontrer la faisabilité de la démarche et évaluer la triple performance : environnementale, économique et sociale (aspect travail) ;
- 3) Créer un observatoire de fermes de démonstration et un réseau d'éleveurs et de techniciens pour lancer une dynamique nationale et européenne ;
- 4) Construire et promouvoir une démarche collective transparente et certifiée pour renforcer la confiance des acteurs, des clients et des consommateurs ;
- 5) Mettre en œuvre les plans d'action carbone et construire les partenariats nécessaires à leur déploiement. Cette action devra permettre de démontrer à toute la chaîne de production, l'intérêt et la faisabilité d'une telle démarche.

LIFE BEEF CARBON, dont l'objectif est de réduire de 15% l'empreinte carbone de la viande à échéance de 10 ans, vise ainsi à agir sur la réduction des émissions de GES mais également sur l'augmentation du stockage de carbone. Les investigations, qui pourront être mises en place en fonction du contexte pédoclimatique et de production, contribueront à la production d'une viande bas-carbone en sortie de ferme. Avec aujourd'hui une empreinte carbone de 14 kg CO₂ eq / kg poids vif, la mise en œuvre de pratiques devra permettre à terme de passer sous les 12 kg CO₂ eq / kg poids vif (Figure 4). De même les actions favorables au stockage de carbone devront permettre d'augmenter le stockage de 1 kg CO₂ eq / kg poids vif. L'empreinte carbone nette, intégrant émissions de GES et stockage de carbone, pourrait ainsi passer de 8,3 kg CO₂ eq / kg poids vif actuellement à 5,1 kg CO₂ eq / kg poids vif dans les années 2030.

Figure 4 : Empreinte carbone de la viande bovine en 2015 et 2030 au portail de la ferme



Source : Dollé, Brocas, Gac, Moreau, Le Gall – à paraître

CONCLUSION

L'élevage des ruminants est un acteur du climat et de la COP21, car les solutions à différentes échelles de temps, d'espace et de coûts, existent. Tandis que la loi sur la transition énergétique fixe des objectifs ambitieux, tandis que le ministère de l'Agriculture lance la démarche agro-écologique et le projet de recherche international 4 pour 1000, l'élevage de ruminants est partie prenante de ces initiatives afin de satisfaire les enjeux environnementaux. La démarche participative et volontaire lancée par LIFE BEEF CARBON, pour être efficace et suivie, aborde également les autres indicateurs environnementaux sur lesquels l'élevage de ruminants joue un rôle important (maintien de la qualité de l'eau, préservation de la biodiversité, entretien du paysage). Pour s'assurer de l'adhésion d'un maximum d'acteurs, il convient par ailleurs d'intégrer les autres piliers du développement durable que sont les aspects sociaux et économiques. Toute action mise en œuvre en exploitation, visant à réduire l'impact carbone, doit en effet être conduite de manière à ne pas dégrader les conditions de travail

(quantité, pénibilité,...) mais également la durabilité financière des exploitations. Si de nombreux leviers mis en place en vue de réduire les émissions de GES touchent à l'amélioration de l'efficacité des systèmes de production et donc à l'amélioration de la performance économique, il convient d'avoir à l'esprit que d'autres mesures pourront avoir des conséquences économiques négatives. Il convient alors de réfléchir aux mécanismes économiques qui aideront à la construction de systèmes de production durables. La vente du carbone évité et du carbone stocké sur le marché du carbone représente une alternative intéressante de financements de compensation. Dans un marché du carbone, l'éleveur financerait une partie de ses efforts par les bénéfices que la planète en tirerait. C'est pourquoi la filière viande travaille actuellement à développer les méthodologies de compensation carbone qui permettront à terme de valoriser les efforts consentis par l'ensemble des acteurs impliqués dans la démarche.

Références :

- AGRIBALYSE® (2015). Version 1.2, mars 2015. www.ademe.fr/agribalyse.
- CITEPA (2015). Rapport SECTEN. www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/secten.
- Dollé J.-B., Faverdin P., Agabriel J., Sauviant D., Klumpp K. (2013). Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production. *Fourrages*, 215, 181-191.
- Dollé J.-B., Moreau S., Brocas C., Gac A., Raynal J., Duclos A. (2015). Elevage de ruminants et changement climatique, IDELE, 24 p. <http://idele.fr/domaines-techniques/elevage-environnement-et-territoires/changement-climatique/publication/idelesolr/recommends/elevage-de-ruminants-et-changement-climatique.html>.
- Steinfeld et al. (2006). *Livestock's Long Shadow: environmental issues and options*. FAO, Rome, Italy, 390p.
- Gac A., Lorinquer E., Moreau S., Chateau L., Devillers PH., Manneville V., Dollé JB. (2013). Empreinte écologique des viandes bovines et ovines françaises et étrangères : revue bibliographique et évaluations des impacts environnementaux, IDELE, 184p.
- Gac A., Agabriel J., Dollé J.-B., Faverdin P., Van Der Werf H. (2014). Le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre en productions bovines. *Innovations Agronomiques*, 37, 67-81.

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

IDELE (2015). L'élevage de ruminants, acteur des solutions climat, <http://idele.fr/domaines-techniques/elevage-environnement-et-territoires/changement-climatique.html>.

Moreau S., Manneville V., Morel K., Agabriel J., Devun J. (2013). Le compromis performances de production et impacts environnementaux : méthode et analyse des résultats dans les élevages bovin allaitants. Renc. Rech. Ruminants, 2013, 20, 311-314.

Moreau S., Devun J., Manneville V. (2013). Concilier production et environnement en systèmes bovins allaitants : état des lieux et pistes de progrès, Institut de l'Élevage, 12 p, <http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/concilier-production-et-environnement-en-systeme-bovins-allaitants-etat-des-lieux-et-pistes-de-p.html>

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Favardin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L. (2013). Agriculture et gaz à effet de serre. Dix actions pour réduire les émissions. Ed. Quae, Versailles, France, 198 p.

Schulze E.D., Luysaert S., Ciais P., Freibauer A., Janssens I.A., Soussana J.F., Smith P., Grace J., Levin I., Thiruchittampalam B., Heimann M., Dolman A.J., Valentini R., Bousquet P., Peylin P., Peters W., Rodenbeck C., Etiope G., Vuichard N., Wattenbach M., Nabuurs G.J., Poussi Z., Nieschulze J., Gash J.H. (2009). Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance. Nature Geoscience, 2, 842-850.

Soussana J.F, Lüscher A. (2007). Temperate grasslands and global atmospheric change: a review, Grass Forage Sci, 62,127–134.