

Élevage bovin et environnement : quelles solutions techniques ou organisationnelles envisagées par l'INRA ?

Jacques Agabriel, Catherine Disenhaus, Gilles Renand, Etienne Zundel, Henri Seegers, Philippe Faverdin

▶ **To cite this version:**

Jacques Agabriel, Catherine Disenhaus, Gilles Renand, Etienne Zundel, Henri Seegers, et al.. Élevage bovin et environnement : quelles solutions techniques ou organisationnelles envisagées par l'INRA ?. Innovations Agronomiques, 2011, 12, pp.135-156. hal-01193862

HAL Id: hal-01193862
https://hal.science/hal-01193862

Submitted on 28 May 2020

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

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



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

Innovations Agronomiques 12 (2011), 135-156

Elevage bovin et Environnement
Quelles solutions techniques ou organisationnelles envisagées par l'INRA ?

Agabriel J[1]., Disenhaus C.[2], Renan G.[3], Zundel E.[4], Seegers H.[5], Faverdin P.[2] **

[1] INRA UR 1213 Herbivores F63122 St Genes

[2] INRA UMR1080 UMRPL Production du Lait F35590 St Gilles

[3] INRA UMR1313 GABI Génétique Animale et Biologie Intégrative F78352 Jouy-En-Josas Cedex

[4] INRA Département Santé animale F37380 Nouzilly

[5] ONIRIS INRA UMR1300 BioEpAR Bioagression, Epidémiologie et Analyse de Risques F44307 Nantes Cedex 3

Correspondance : jacques.agabriel@clermont.inra.fr

Résumé

Ce texte propose le point de vue de la commission bovine sur l'état des lieux des effets des systèmes bovins sur l'environnement. Il est argumenté sur la base d'une expertise exploratoire simplifiée de l'utilisation des ressources rares, des rejets, de la gestion de la biodiversité et de la conservation des paysages par les systèmes bovins. Cet élevage est très divers. Il se caractérise par des niveaux d'intensification extrêmes, depuis les systèmes laitiers très hauts producteurs jusqu'aux systèmes herbagers extensifs allaitants. Cependant la variabilité intra-système des bilans environnementaux est souvent bien plus forte que la variabilité inter-systèmes. Notre analyse souligne les travaux réalisées par de nombreuses équipes de recherches de quantification des différents flux polluants, des besoins en énergie renouvelable ou en eau et rappelle les possibilités de moduler les émissions de GES. Elle met en avant l'importance de la gestion de la prairie et de la maximisation du pâturage comme éléments d'amélioration du bilan environnemental sur de nombreux critères. Il rappelle également que, grâce au pâturage des herbivores, la prairie peut rester un réservoir de biodiversité floristique et faunistique majeur.

Mots-clés : Elevage bovin, environnement, critères d'analyse

Abstract: Cattle systems and environment. Technical and organisational solutions proposed by Inra

This text offers the view of the INRA bovine Committee on the inventory of impacts of cattle systems on environment. It is argued on the basis of an exploratory expertise implemented by the committee, where the use of scarce resources wastes and management of biodiversity and landscape by cattle systems were discussed. Cattle systems are very diverse and are characterized by a wide range in intensification from very high yielding dairy systems to extensive grazing beef ones. However, the intra-system variability is often much greater than the between systems variability.

Our analysis emphasizes the quantification of pollutants carried out by the research teams, the needs for renewable energy or water and recalls the potential to modulate GHG emissions. To improve many environmental criteria, it highlights the importance of an adapted grassland management, and the maximization of the time spent by animals on pasture. Finally, this expertise also recalls that through the impacts of grazing herbivores the meadow can remain a great reservoir of biodiversity of flora and fauna.

** Travail collectif de la Commission bovine 2007-2009 dont les membres ont participé et contribué à l'expertise : **A. Havet, P. Sans, F. Phocas, Y. Heyman, J. Culioli, F. Schelcher, J. Lucbert (Institut de l'Elevage) C. Disenhaus, M. Doreau, P. Faverdin, G. Renan, E. Zundel, H. Seegers et J. Agabriel.**

Keywords: Cattle systems, environment, environmental criteria

Contexte du travail d'expertise - Méthode utilisée.

Lors de la publication du rapport Livestock Long Shadow sur les effets de l'élevage sur l'environnement de 2006, la FAO avait particulièrement pointé du doigt les aspects potentiellement négatifs générés par l'élevage bovin. Il avait notamment souligné sa forte contribution au réchauffement climatique via la production de méthane entérique. Ce rapport est à l'origine de travaux de différents opérateurs de recherches pour mieux quantifier les premiers éléments disponibles du bilan environnemental de l'élevage bovin. Pour faire un point sur ce thème, la commission « bovine » de l'INRA avait travaillé en deux séances distinctes. La première (novembre 2007) a été centrée sur la « préservation et le maintien de la diversité », sur l'évaluation des « rejets » (azote, NH3 et nitrates, gaz à effet de serre GES) et sur les bilans carbone de l'exploitation d'élevage et de la distribution de viande. La deuxième session de 2008 a été axée sur l'impact environnemental de quelques mesures de gestion sanitaire des élevages.

Pour ce travail complémentaire exploratoire sur l'analyse des impacts des systèmes bovins sur l'environnement réalisé en novembre 2009, la commission bovine a tout naturellement utilisé les synthèses de ses travaux antérieurs (http://www.clermont.inra.fr/commission-bovine). Elle s'est constituée en jury d'expertise dans une configuration limitée à ses seuls membres permanents, et s'est prononcée par rapport aux trois premiers points de la demande : impacts des systèmes bovins 1°) sur les ressources rares, 2°) sur les rejets 3°) sur la biodiversité. La commission n'a abordé qu'à la marge un 4e point concernant l'impact de l'élevage sur le paysage. Il n'est pas rapporté ici.

Deux groupes d'environ 10 experts dans des domaines variés de l'élevage bovin ont travaillé séparément. Chacun a expertisé les niveaux d'impacts par rapport à une typologie très simplifiée des systèmes bovins producteurs de lait et/ou de viande qui regroupe des types issues de la classification utilisée par les « Réseaux d'élevage» de l'Institut de l'élevage. Le travail s'est fait sous forme synthétique en se référant aux connaissances propres des membres de la commission, à des références bibliographiques essentielles, aux présentations faites en 2007 et 2008 et aux bilans qui en avait été tirés. Chacun des critères sur lequel a porté l'évaluation (Ressource rares, Rejets, et Biodiversité) a fait l'objet d'un jugement qualitatif par système lait et viande (Tableaux 1 et 2). Les réponses ont été reprises, commentées et discutées lors d'une séance plénière finale. L'expertise est qualifiée de « simplifiée » car elle s'est volontairement cantonnée au recensement des problèmes principaux sans en analyser de manière approfondie les causes, ni l'appuyer sur une analyse exhaustive de la bibliographie.

Pour le rendu définitif, la commission a complété son analyse avec un recensement des travaux, des solutions techniques travaillées à l'INRA et des équipes qui portent ces projets sans toutefois s'interroger ni sur la potentialité d'aboutir, ni sur l'échelle temporelle à laquelle les travaux en cours pouvaient apporter des solutions (Tableaux 3 à 5). Par ailleurs, les participants de la commission ont souligné qu'ils n'avaient bien évidemment pas toutes les compétences sur tous les sujets sur lesquels ils étaient interrogés.

Ce texte, organisé en 2 parties, résume en les commentant les tableaux 1 et 2 du diagnostic par expertise des critères d'analyse, puis en discute les conditions de sa réalisation. Deux encadrés présentent des exemples de recherche aboutissant à des résultats concrets diffusés, et correspondant donc à des solutions techniques directement utilisables.

1. Analyse par critères

Il est difficile de porter une analyse spécifique et argumentée pour chaque grand type de système d'élevage bovin utilisé dans l'expertise, car tous les travaux engagés indiquent que la variabilité intra systèmes est souvent beaucoup plus forte que la variabilité inter-systèmes. L'analyse intra-systèmes des facteurs de variation des bilans reste encore bien souvent à réaliser, en dissociant les écarts induits par des contraintes de structure de l'exploitation (géographie, parcellaire, taille), de ceux induits par les pratiques mises en œuvre. Cependant, dans certains domaines, les travaux sont déjà bien engagés (rejets azotés ou de GES par exemple).

La mise en avant des impacts négatifs de l'élevage bovin semble plus aboutie que l'analyse des impacts positifs. Ceux-ci sont nombreux et s'organisent autour des rôles spécifiques de la prairie pâturée pour le stockage du carbone, le maintien de la biodiversité ordinaire ou particulière de la flore et de la faune, enfin pour l'ouverture des paysages (cf. « l'Herbe, la vache et ses produits » INRA Magazine). Les bénéfices supplémentaires à attendre de pratiques nouvelles viendront des synergies que l'on saura créer autour d'une bonne gestion du pâturage qui se pratique en France dans quasiment tous les systèmes.

Les remarques qui suivent commentent l'analyse brute des différentes lignes des tableaux 1 et 2 et sont reprises dans l'ordre de cette analyse.

1.1 Ressources Rares

Energie

- *Utilisation de l'énergie fossile* : la prairie pâturée est le système d'alimentation le moins énergivore. L'augmentation de la part de fourrages conservés dans la ration annuelle des bovins contribue généralement à accroître l'utilisation d'énergie fossile par les cultures, les récoltes et distributions des fourrages conservés, le fonctionnement des bâtiments, le traitement et l'épandage des déjections. Par ailleurs, la part des intrants sous forme de concentré dans les rations à l'échelle de l'année est également déterminante sur le bilan énergétique. Les systèmes laitiers de montagne sont à ce titre assez défavorables, car gros consommateurs de concentré par litre de lait et par exemple le système du fromage de Comté à base de foin + concentré serait ainsi plutôt énergivore.

La mécanisation participe au coût carbone et provoque des émissions de CO_2 qui participeraient à 15% du coût carbone total. Puissance des tracteurs et niveau de consommation sont liés : le niveau de mécanisation et le choix du matériel déterminent bien évidemment la consommation de carburant y compris dans les systèmes menés en agriculture biologique. Une évaluation quantitative spécifique des systèmes bovins laitiers biologiques est en cours et une expérimentation de long terme a été mise en place à l'unité expérimentale de Mirecourt (88). Par leurs modes de fonctionnement, ces systèmes peuvent être amenés à davantage de mécanisation mais, à l'inverse, vont entraîner une moindre consommation d'aliment concentré.

L'éleveur détermine les matériels adaptés à ses besoins et ses choix ne sont pas toujours uniquement techniques. Avec un renchérissement attendu du coût de l'énergie, la compétitivité des systèmes imposera sans doute de travailler au plus près de l'optimum en termes de consommation d'énergie fossile dans les années à venir.

- *Production d'énergie renouvelable* : les techniques de méthanisation, électricité photovoltaïque, récupération d'énergie sembleraient des possibilités intéressantes d'économies d'énergie fossile. La surface importante de toit offerte par les bâtiments d'élevage peut être valorisée pour la pose de panneaux photovoltaïque. La méthanisation semble une voie spécifique à double enjeu pour les élevages, permettant à la fois de réduire les GES et de produire de l'énergie.

Le dimensionnement de ces unités doit cependant être raisonné également en regard de la gestion des éléments N, P et K, mais aussi des ressources des systèmes pour qu'elles ne deviennent consommatrices de produits nobles pour l'alimentation (ex la paille qui peut servir de complément des rations pour les bovins à faibles besoins, génisses de 2 ans, vaches allaitantes). Les enjeux juridiques autour des effluents et des déchets verts constituent également un point central de l'évolution de ces structures qui semblent actuellement plus adaptées aux grandes exploitations qui pourraient plus facilement en amortir les coûts d'installation. A l'extrême, la production d'énergie pourrait progressivement se substituer à l'élevage au sein de l'exploitation comme cela a été observé dans d'autres pays.

Eau

Il faut dissocier pour la ressource « eau » celle nécessaire à l'abreuvement des animaux, celle nécessaire à la filière de production (*ex* : eau des salles de traite, eau des abattoirs) et enfin celle nécessaire au système fourrager. La première est relativement limitée (6 litres par kg de MS ingérée, pour une ingestion comprise entre 12 et 18 kg de MS / jour et par vache), mais nécessite une eau de qualité. Des études sont en cours pour mieux préciser et quantifier ces besoins, en particulier sous l'effet du climat. L'eau de boisson est d'autant plus nécessaire que le bovin est alimenté à base de ration sèche, l'eau de l'aliment se substituant très largement à l'eau de boisson (l'herbe pâturée contient 75 à 90% d'eau). Le besoin en eau de boisson et de lavage (y compris d'abattoir) a été évalué et ne représente que 10% de l'eau nécessaire pour les cultures. La disponibilité de la ressource en eau est donc davantage un problème de « cultures » que « d'élevage ». Il faut ainsi rappeler que l'eau de pluie captée par la prairie utilisée par les troupeaux n'est sans doute pas à affecter à l'élevage, bien qu'un consensus sur cette question ne soit pas encore trouvé.

Le cas particulier de la culture de maïs irrigué et très gourmande en eau au mauvais moment (cf. expertise sécheresse INRA) est traité dans la proposition du groupe « plantes de grandes cultures ». Mais il faut souligner que seuls 10% des surfaces de maïs fourrage sont irriguées (Le Gall et al, 2009). Quelques travaux (Projet ANR Praiterre, par exemple) ont été recensés sur les systèmes fourragers innovants par rapport aux sécheresses potentielles (luzerne, sorgho) et sur la caractérisation et l'adaptation des animaux taris à la variation de l'eau de boisson.

Au final d'après LeGall et al (2009), les exploitations d'élevage bovin sont donc peu concernées par la gestion quantitative de l'eau. Le déficit estival moyen en eau est considéré comme très régionalisé (Languedoc Roussillon par exemple) et la ressource est considérée au moins dans les zones d'élevage de notre pays comme non critique (pas rare), mais plutôt « saisonnalisée » ou dépendante d'aléas conjoncturels. Un certain déficit d'eau peut ainsi apparaitre régulièrement. Les systèmes à base de pâturage sont globalement plus favorables que la distribution à l'auge si la pluviométrie est bien répartie. Cependant, la sensibilité à la ressource en eau du pâturage est double : sensibilité à la sécheresse en été, sensibilité à la portance des sols si on veut faire du pâturage rallongé en période hivernale.

Sols

Les surfaces utilisables pour l'agriculture sont ou deviendront une ressource rare (cf prospective Agrimonde). Face à l'agrandissement de la taille des exploitations, l'organisation des parcellaires n'est pas toujours rationnelle. La gestion et l'optimisation d'un parcellaire (mité) en zone à forte densité sont alors à considérer. Il faudra davantage prendre en compte l'agencement des parcelles dans l'organisation du système et savoir en simuler les effets (par exemple le modèle « Mélodie » Faverdin et al dans le même numéro de la revue). Faire des remembrements écologiques est devenu une nécessité dans beaucoup de territoires et peut conditionner la bonne utilisation des prairies demain.

. Au regard du problème de dégradation des sols par l'érosion, la prairie permanente est favorable à la réduction de l'érosion mais ne peut être une solution unique (Faure et al, 2010). Selon la part de cultures dans l'assolement, un équilibre est à construire puis à gérer pour chaque exploitation.

1.2. Rejets

Gaz à Effet de Serre

Au-delà du CO2 lié à la consommation d'énergie fossile, l'élevage bovin produit du protoxyde d'azote, du gaz carbonique et du méthane qui sont de puissants gaz à effet de serre. Exprimé en équivalent gaz carbonique, le méthane représente plus de 50% de ces émissions. Le CH_4 est un produit formé naturellement pendant le processus de fermentation microbienne des aliments dans le rumen de l'animal et des effluents pendant leur stockage. Le méthane ruminal produit est rejeté dans l'atmosphère essentiellement par voie orale (95%). Outre son impact environnemental, le méthane éructé constitue pour le ruminant une perte en énergie sous forme gazeuse estimée à environ 6-10% de l'énergie brute ingérée (cf revue de Martin C. et al., 2010). L'accroissement du niveau de production s'accompagne généralement d'une alimentation plus riche en aliments concentré et d'une ingestion supérieure, deux facteurs contribuant à réduire la production de méthane ruminal, mais qui peuvent à l'opposé accroître les quantités d'effluents stockés, qui sont, eux aussi, sources d'émissions de méthane. Les connaissances fines de la population bactérienne du rumen et du métagénome bactérien sont des pistes d'avenir pour mieux maîtriser cette production de CH_4 par les bovins.

L'intensification des systèmes et de la production lait et/ou viande par tête fait donc diminuer les impacts GES par équivalent produit (Capper et al, 2009), mais cette conclusion dépend beaucoup des méthodes d'allocations lait-viande utilisées et des systèmes de production. Ce résultat est également nuancé si l'impact des GES est rapporté à la manière de produire, comme souligné par exemple pour une ration de taurillons par Doreau et al, (2011). Ramené au kg de lait produit par animal les systèmes de montagne de moindre niveau de production reçoivent des quantités élevées de concentré et sont les moins bien classés, mais la captation du carbone dans la prairie permanente et une affectation à la production de viande d'une partie des GES émis, permettraient de nuancer cette remarque brute.

L'importance d'une quantification plus précise du stockage du carbone dans les prairies selon les pratiques et les sols a été soulignée, car ce stockage peut inverser les points de vue sur certains systèmes. La place de la prairie permanente a ainsi été réévaluée : Soussana et al (2010) considèrent qu'en moyenne une prairie permanente non retournée stocke environ 500 kg de carbone par an.

Différentes techniques permettent de réduire la production de méthane sans remettre en cause les activités d'élevage. Elles ont été revues par Martin et al 2009 : additifs naturels extraits de plantes, emploi d'anticorps contre les méthanogènes, utilisation de bactéries acétogènes concurrentes des méthanogènes ou plus directement utilisation de plantes comme le sainfoin dont les tannins modifient favorablement les fermentations ruminales (Théodoridou K. 2010). L'enrichissement de la ration en lipides, par exemple avec de la graine de lin, est également efficace pour réduire significativement la production de méthane (jusqu'à -35%). Mais ces techniques ont été majoritairement testées *in vitro*, et leur efficacité *in vivo* reste encore à démontrer.

Au-delà du méthane ruminal, il est également nécessaire de raisonner les bilans des GES globalement produits par le troupeau comme par les effluents sur l'exploitation. Notamment, le bilan du N_2O dont le pouvoir réchauffant est le plus élevé. Tous les facteurs favorisant l'aérobiose, comme l'aération des lisiers, permettent de les diminuer. A l'inverse, les systèmes intensifs nécessitant des engrais minéraux les augmentent puisqu'une part de l'azote est perdue par volatilisation sous forme de N_2O lors de l'épandage (Veysset et al, 2010).

L'éco-étiquetage des produits issus des exploitations qui doit être mis en place, devra intégrera une évaluation non biaisée des coûts carbone des produits et des bilans GES en équivalent CO2. L'analyse complète des déterminants des facteurs de variations de ces GES est bien à compléter.

Azote-Phophore : eutrophisation.

Les excédents d'azote notamment sous forme de nitrates et de phosphore ont été étudiés au niveau des territoires partout en France et pour les différents systèmes de production (travaux du CORPEN 1999, 2001, puis programme GreenDairy[1], Chambaut et al, 2007). Quel que soit le système, ils dépendent principalement du niveau d'intensification de l'exploitation (Le Gall, 2009). Du fait de leur importance dans l'Ouest de la France, des programmes de réduction de ces excédents ont été mis en place dans le cadre de deux PMPOA (programme de maîtrise des pollutions agricoles). Ceux-ci commencent à montrer des effets positifs, mais les niveaux de nitrates des eaux de certains bassins versants restent parfois encore supérieurs aux seuils imposés par la législation, interdisant les possibilités de captage.

En parallèle, des travaux de modélisation du devenir des flux d'azote et de phosphore ont donc été entrepris à l'échelle de l'exploitation laitière bretonne (Chardon, 2008) ou sont en cours à l'échelle plus large du bassin versant (projet ANR Acassya).

Les lieux d'étude privilégiés des mesures des rejets N et P des systèmes bovins et des cycles de ces éléments se situent dans les dispositifs de long terme des Observatoires des recherches en environnement (ORE dont celui de Lusignan dédié à la prairie temporaire). Les recherches des 15 dernières années indiquent des premiers niveaux de solutions, à intégrer et soulignent l'importance de la place des légumineuses. Mais ces recherches ne suffisent pas pour des zones sensibles. Il faudrait améliorer les complémentarités et effets tampon sur des territoires larges « sensibles » (taille et organisation à définir), en se focalisant sur l'importance de l'organisation territoriale des productions.

Ammoniac :

Les rejets de ce produit n'ont pas été évalués en vue de la recherche de solutions techniques. Pourtant, il pourrait devenir un des problèmes de l'élevage bovin suite au protocole de Göteborg entré en vigueur en 2005 **et** qui fixe les plafonds d'émissions de polluants atmosphériques (-4%). Les émissions semblent augmenter avec le temps passé en bâtiment qui tend à s'accroître dans les systèmes laitiers intensifs. Des travaux sont en cours pour mieux quantifier ces émissions en fonction des types de bâtiments et d'alimentation conservée.

Gestion des excréments et Odeurs

L'expertise a uniquement recensé les solutions à l'étude par des processus technologiques tels que la méthanisation (méthanisation/cristallisation/recyclage *in situ* des effluents d'élevage : projet du Laboratoire de Biologie de l'environnement de Narbonne).

Produits chimiques et vétérinaires

Risques sanitaires et impact environnemental :

- Les rejets de pesticides dépendent des systèmes de cultures (itinéraires de désherbage du maïs par exemple) et renvoient en premier lieu à la question de la place du pâturage et des prairies.

[1] Green Dairy – Environment Friendly and Sustainable Dairy Systems in the Atlantic Area Interreg IIIB (European Regional Development Fund), Institut de l'Elevage Coord.

- Les rejets d'antiparasitaires sont aussi très dépendants du pâturage, mais globalement posent moins de problèmes en élevage bovin qu'ovin.

Plus généralement, on manque de points de vue clairs sur les effets conjoints de la taille, des types de bâtiments, de la structure spatiale, et des systèmes de production des exploitations d'élevage sur les risques sanitaires qu'ils font peser à leur environnement ou à l'opposé sur les risques que leur environnement fait peser sur eux.

On peut envisager des points critiques différents selon les maladies, les pathogènes et les molécules en considérant les conséquences d'un point de vue toxicologique (rejets de résidus médicamenteux), et les risques sur la santé animale (du fait d'une réduction et de simplifications des interventions vétérinaires, ou de contacts avec la faune sauvage) et sur la santé humaine via la qualité hygiénique des produits (lait, viande).

La taille et la structure spatiale des exploitations viennent interférer avec les capacités d'application de politiques sanitaires à ce niveau d'échelle. L'élevage biologique ne semble pas beaucoup mieux préparé à répondre à la fois à une augmentation de besoins de surfaces certifiées biologiques (20% des surfaces cultivées prévues à court terme), et aux besoins de la maîtrise de la santé. A titre d'exemple, en mammites des vaches laitières, la fréquence des souches résistantes aux antibiotiques ne diffère pas entre les troupeaux bio et conventionnels. Ceci est semblable à la situation helvétique publiée par Roesch et al (2006).

L'analyse de risques est globalement peu développée dans les travaux alors qu'elle permet de limiter les traitements à ce qui est nécessaire. Il faudrait avoir la capacité d'estimer *ex ante* les risques sanitaires et environnementaux de systèmes d'élevages novateurs ou plus simplement divergents par rapport au conventionnel. Cela passe par une batterie d'indicateurs, partagés sur le terrain par les différents acteurs. Cette « batterie » est sans doute encore à construire par confrontation entre experts de différentes disciplines et sensibilités. Par exemple a été évoquée la possibilité d'utiliser comme indicateurs les taux de prévalence de certaines maladies de la faune sauvage. La difficulté serait alors de prendre en compte la variabilité dans les phénomènes étudiés pour pondérer les facteurs de risque.

Une réflexion intégrée du risque sanitaire pourrait aussi se construire autour des bilans des chaînes de traitements des effluents (eaux blanches, vertes et brunes, lisiers, fumiers) au-delà des typologies factuelles, en y incluant les pathogènes tant animaux que zoonotiques, les transferts de gènes de résistance aux traitements, les xénobiotiques et leurs résidus. Ces données pourraient être incluses malgré leur diversité et la difficulté d'évaluer leurs conséquences, sachant que les observations sur ces bilans sont dépendantes de l'année (variations météorologiques d'une année sur l'autre), de la saison, et de la variabilité des échantillons.

1.3. Biodiversité

Maintien de la biodiversité animale : races

En France, il y a prépondérance des races Holstein en système laitier et Charolaise en système allaitant. Beaucoup de races continuent d'exister (au total un peu moins de 45) mais le déséquilibre est bien plus marqué dans les races laitières où la race Holstein domine (67% des effectifs de vaches laitières). Contrairement à d'autres pays et notamment du nord de l'Europe, les systèmes laitiers en France sont pourtant encore riches de diversité, à la fois régionale (montagne plaine) et au sein des bassins de production (Pfimlin 2010). Le gradient des niveaux de productions des vaches reste important.

Au sein des troupeaux Holstein la consanguinité augmente (+0,20% par an selon Colleau et al 2006), par suite du choix des reproducteurs par les éleveurs dans un nombre restreint de familles. C'est particulièrement le cas en système intensif où l'environnement est très maîtrisé. Dans les systèmes

herbagers, où le nombre de races utilisées est plus important et où la prépondérance de la race Holstein est moindre, ce problème est forcément moins aigu.

En races allaitantes, la race Charolaise correspond à plus du tiers environ des effectifs mais elle diminue en proportion depuis quelques années et les effectifs sont mieux répartis entre les principales races. Les races à viande, rustiques ou mixtes, sont nombreuses et la diversité intra-race ne pose généralement pas de problèmes. Ce n'est pas le cas des races à très petits effectifs mais elles font l'objet d'un programme particulier de conservation.

De nouveaux outils de sélection génomique mis en place récemment devraient modifier ou résoudre le problème. Ils permettront de mieux guider le choix des reproducteurs et évaluer leurs aptitudes sur une gamme plus large de critères, et de ce fait faire appel à une plus large gamme d'origines génétiques.

Préservation et développement de la biodiversité floristique et faunistique

Maximiser le pâturage (sa conduite et son utilisation) aiderait à préserver la biodiversité végétale associée aux activités d'élevage. A l'opposé, la culture intensive de céréales comme le maïs est plutôt associée à un effet négatif. La bonne gestion des prairies pâturées de toutes sortes (temporaires permanentes) permet de conserver à la fois une double finalité productive et environnementale. Le choix de la composition botanique initiale optimale et la mise en œuvre de pratiques adaptées permettent d'accroître significativement la durée de vie des prairies (durée du maintien d'une productivité suffisante) et donc de réduire le besoin d'un retournement. Le pâturage des bovins modifie en effet la structure et la diversité des couverts prairiaux. Des niveaux de chargement et de fertilisation élevés des parcelles sélectionnent et réduisent les espèces végétales présentes dans une prairie permanente, mais plus la prairie est initialement diverse plus l'évolution est lente (Dumont et al, 2007). L'allongement de la durée de pâturage aux périodes intermédiaires (automne hiver) ou la réalisation d'un pâturage en rotation préservant la période de floraison des plantes des parcelles sont autant de pratiques qui permettent d'entretenir voire de conforter la diversité floristique (Farruggia et al, 2008). La diversité d'utilisation des surfaces en prairie garantit en parallèle leur diversité floristique et celle de l'entomofaune.

Bien souvent, les études se limitent à la biodiversité des espèces végétales prairiales. Pourtant la diversité des sols des prairies, c'est à dire celle de la micro faune, est également un aspect important à considérer car elle joue un rôle dans les processus de production agricole. Par là, le labour et le retournement de la prairie, au-delà des risques accrus de lessivage de nitrates et de minéralisation de la matière organique, est une pratique qui intervient négativement sur le bilan environnemental.

L'entretien des zones de biodiversité « rare » est généralement dévolu aux systèmes bovins naisseurs les moins exigeants d'un point de vue nutritionnel. Par exemple, sur l'unité expérimentale de Saint Laurent de la Prée, l'entretien des sites de nichage des oiseaux est amélioré à la fois par un chargement adéquat et une gestion adéquate des dates de fauche des parcelles que permet aisément un système de bovins allaitants naisseurs (Tichit et al, 2005). A l'échelle du territoire, on montre l'impact de la répartition de plusieurs modalités de gestion de prairie à travers différentes mosaïques de paysages sur la production d'herbe et la population d'oiseaux (Sabatier, 2010). La combinaison de ce mode de gestion avec l'élevage d'une race rustique adaptée (race Maraichine) peut permettre de créer une synergie d'effets.

Si les systèmes à base de prairies permanentes ont déjà fait l'objet de bilans assez complets, les systèmes « Intensif herbager » sont encore relativement mal connus. Le délai entre deux labours de la prairie temporaire est un facteur majeur qui pèserait fortement sur le bilan environnemental. L'apport de la présence de bordures non retournées améliore le bilan global. Mais l'évaluation des impacts des bandes enherbées, et de la mosaïque des surfaces ainsi créées pour l'amélioration ou l'entretien de la biodiversité reste à consolider.

1.4. Paysage

L'élevage bovin participe à l'entretien des espaces ouverts, à la conservation des bocages et à la mosaïque du paysage dans les régions où il domine. Dans le cadre du projet ANR SPADD, des travaux ont testé des indicateurs par canton de morcellement et de continuité des structures du paysage favorisant la biodiversité (Thenail et al, 2009). Ce critère s'analyse ainsi à l'échelle plus intégrée du territoire. Dans le cadre du projet ANR TRANS, une modélisation des conséquences de scénarios d'évolution de l'élevage, à l'échelle d'un territoire, sur la fermeture des surfaces et la répartition des déjections a été proposée (Havet et al, 2010).Il n'a pas été spécifiquement travaillé dans cette analyse exploratoire[2].

2 Discussion

1°) Le caractère réducteur du mode de représentation choisi a été discuté pour s'assurer en commun de sa pertinence. En effet lors de l'expertise de groupes, l'approche demandée par analyse de systèmes a posé des problèmes pour la réalisation des tableaux 1 et 2. La typologie et la description des systèmes associés ne sont pas apparues toujours très pertinentes dans la mesure où une forte variabilité de cas peut exister au sein de chaque système. Il est actuellement admis (Le Gall et al, 2009) que la variabilité intra système de plusieurs indicateurs (écarts à un fonctionnement nominal) est plus grande que la variabilité entre systèmes, et ce d'autant plus que la typologie est réduite en nombre de classes..

Au sein des productions bovines productrices de lait ou de viande, les déterminants majeurs des types de systèmes sont des variables comme le % de la surface pâturée, le % de cultures, le chargement à l'ha. Ces dernières vont influer sur le niveau d'intensification. Les systèmes se positionnent par rapport à ces variables déterminantes mais il existe un continuum (gradient) de situations à considérer par exemple :

- gradient de la place des cultures et de la STH,

- gradient de la place du pâturage dans l'utilisation de l'herbe,,

- gradient du niveau d'intensification animale (niveau de production, niveau de chargement) et des intrants),

- gradient de main d'œuvre disponible

Une telle approche par gradients semblerait plus appropriée et moins caricaturale pour une analyse du bilan environnemental des productions bovines.

2°) Dans le tableau 1, l'évaluation simplifiée de la situation actuelle est traduite en 3 notes (+/-/=). Il aurait été nécessaire de bien définir le caractère absolu ou relatif du niveau de problèmes ou d'effets à considérer. Rester par exemple dans une comparaison inter-systèmes bovins laitiers n'est pas équivalent à les situer globalement par rapport aux autres systèmes animaux, porcs ou volailles par exemple. Pour l'analyse des solutions en cours (tableau 3), on s'est interrogé sur ce qu'on appelle « une *solution (majeure*) » par rapport à *« une amélioration ».*

3°) La réflexion du groupe met une fois de plus très fortement en lumière le problème de l'unité d'analyse environnementale : par hectare ou par unité de produits. Les deux sont difficiles à combiner, et, pour certains critères, peuvent amener à des conclusions opposées. La commission a refusé de simplifier et de ne raisonner qu'avec une approche par kg de produit (comme présenté par exemple

[2] Deux liens vers des travaux de l'Institut de l'élevage sur ce thème :
http://www.inst-elevage.asso.fr/IMG/pdf_CR_200859002.pdf
http://www.inst-elevage.asso.fr/spip.php?article15095

dans Capper et al, 2008). L'analyse des GES amène cependant à considérer que l'approche par surface (ha) doit se raisonner sur des territoires assez vastes, supérieurs à l'exploitation d'élevage qui est le niveau d'échelle pourtant généralement envisagé.

Les méthodes d'allocation amènent à des discussions non encore tranchées. Pour une allocation par produit, il faudrait d'ailleurs pouvoir regrouper dans un même critère l'ensemble « lait + viande ». Mais il manque une méthode reconnue qui permettrait de le faire. Un tel indice regroupé permettrait cependant dans les systèmes laitiers de valoriser davantage les systèmes extensifs qui produisent proportionnellement davantage de viande. Il faut rappeler que les vaches de réforme laitière représentent 35 à 40% de la consommation française de viande bovine.

4°) L'expertise a également souligné qu'il était bien souvent nécessaire de réfléchir à l'échelle intégrée du territoire qui est sans doute plus pertinente que l'exploitation d'élevage pour les problèmes environnementaux. Une exploitation d'élevage bovin se caractérise par son système fourrager et ses productions qui peuvent se juger de manière erronée lorsque le proche entourage territorial (voisinage) n'est pas pris en compte. Les solutions correctes d'un point de vue environnemental correspondent à une combinaison intelligente de pratiques mises en œuvre sur un territoire donné, lui-même soumis à des contraintes pédoclimatiques particulières. La complémentarité sur un même territoire de différents systèmes pourrait être une des réponses aux questions environnementales.

5°) Les systèmes bovins sont très liés au sol, et dépendant majoritairement de l'utilisation de la prairie. La place des cultures de céréales ou d'herbe dans les systèmes d'élevage bovin est déterminante sur leur bilan environnemental, comme le complément représenté par la prairie permanente pâturée. A l'opposé, les systèmes hors-sol (engraissement de taurillons, ateliers laitiers) doivent être également évalués.

6°) Les systèmes bovins viande « engraisseurs spécialisés », faisant seulement de l'engraissement intensif de jeunes bovins, peuvent être considérés comme des ateliers hors-sol. Mais ils sont peu nombreux dans ce cas en France (1100 environ c'est-à-dire 5% des exploitations qui détiennent un atelier d'engraissement, Office de l'élevage 2006) pour moins de 12% des animaux. Bien souvent, un atelier d'engraissement est associé à un système naisseur, et ne peut donc pas se juger seul. Considérer d'un point de vue environnemental comme très favorable un système naisseur en Bourgogne par exemple et très défavorable un atelier d'engraissement dans le Nord ou en Pays de Loire n'a pas beaucoup de sens

Il faudrait travailler davantage sur l'allocation des coûts et des rejets imputables par atelier dans les systèmes bovins et à la production dans son ensemble. Cette approche nécessiterait également de travailler l'ensemble lait + viande dans les troupeaux laitiers. Il est classique de considérer d'abord ce qui revient à la « construction de l'animal » pour sa croissance et son développement, puis dans un deuxième temps, ce qui revient à la production de lait une fois le premier vêlage réalisé. Une analyse plus fine des systèmes « génisses » permettrait de mieux considérer cette affectation.

Conclusions

Pour compléter ce travail, la commission bovine renvoie également vers un ensemble de travaux de synthèse cités ici en référence. On peut rappeler notamment le regroupement d'observations des réseaux d'élevage réalisé par Le Gall et al (2009) et publié sous forme de bilans environnementaux des différents systèmes bovins. Ce travail est une première mise en parallèle quantifiée des différents critères qui sont généralement négativement ou positivement imputés aux systèmes d'élevage bovin lait et viande (rejets N, P, Eq CO2, indice de biodiversité). Il a permis d'aider à la construction des deux tableaux initiaux. Le travail de Veysset et al (2010), synthétise également les estimations des dépenses énergétiques de quelques types de systèmes bovins viande. Les actes de la journée de synthèse

organisée en 2010 sur les GES en élevage herbivore[3], ou la session « Bilan Carbone » aux 17èmes Rencontres Recherches Ruminants (3R 2010) rassemblent des éléments complémentaires à la présente réflexion. Mais compte tenu du nombre important d'équipes de recherche qui portent une partie de leurs travaux sur le bilan environnemental des systèmes bovins, on peut s'attendre à une rapide progression des connaissances, et une évolution des points de vue. En corollaire, le progrès des solutions techniques permettra de mieux pallier les effets négatifs, et de renforcer les effets positifs de l'élevage bovin sur l'environnement.

Références bibliographiques

Doreau M., van der Werf H.M.G., Micol D., Dubroeucq H., Agabriel J., Rochette Y., Martin C., 2011. Methane and environmental impact in bull diets. Enteric methane production and environmental impact of diets differing in concentrate in the fattening phase of a beef production system. Journal of Animal Science (soumis)

Capper J.L., Cady R.A., Bauman D.E., 2009. The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. Journal of Animal Science 87, 2160-2167.

Capper J.L., Castaneda-Gutierrez E., Cady R.A., Bauman D.E., 2008. The environmental impact of recombinant bovine somatotropin (rbST) use in dairy production. Proceedings National Academy Science USA 105, 9668–9673.

Chardon X., 2008. Evaluation environnementale des exploitations laitières par modélisation dynamique de leur fonctionnement et des flux de matières. Thèse de doctorat de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParis Tech), Paris, France.

Chambaut H., Raison C., Le Gall A., Pflimlin A., 2007. Flux d'azote dans les fermes laitières intensives de l'Espace atlantique ouest- européen : diagnostic des niveaux de pertes d'azote vers l'eau et l'air (projet Green Dairy). Renc. Rech. Ruminants 14, 37-40.

Colleau J.J., Regaldo D., Moureaux S., Barbat A., Fritz S., De Preaumont H., Tual K., Mattalia S., 2006. Mise en place de la gestion optimisée de la variabilité génétique dans les populations sélectionnées de bovins laitiers. Rencontres Recherches Ruminants 13, 235-238.

CORPEN, 1999 : Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager. http://www.developpement-durable.gouv.fr/Notes-et-rapports-d-etapes.html

CORPEN, 2001 : Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance ou à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers, et à leur système fourrager. http://www.developpement-durable.gouv.fr/Notes-et-rapports-d-etapes.html

Dumont B., Farruggia A., Garel J.P., 2007. Pâturage et biodiversité des prairies permanentes. Rencontres Recherches Ruminants 14, 17-25.

FAO, 2006. Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options. FAO Publication, 390pp. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e.pdf>.

Farruggia A., Martin B., Baumont R., Prache S., Doreau M., Hoste H., Durand D. 2008. Quels intérêts de la diversité floristique des prairies permanentes pour les ruminants et les produits animaux ? INRA Productions Animales 21, 181-200

Faure J., Havet A., Remy B., Barrier C., 2010. Grassland in Pays de Caux (France): balancing trade off between livestock feeding and decreasing runoff. In : H. Schnyder, J. Isselstein, F. Taube, J. Schellberg, M. Wachendorf, A. Herrmann, M. Gierus, K. Auerswald, N. Wrage, A. Hopkins (Eds.), Grassland in a changing world, Grassland Science in Europe, 15, 693-695.

[3] Les gaz à effet de serre en élevage herbivore - Paris - 23 novembre 2010 - Une journée proposée par l'Institut de l'élevage, en collaboration avec le Cniel, Interbev, l'Inra, les ministères en charge de l'Agriculture et du Développement durable, l'Ademe et la FAO.

Havet A., Dobremez L., Polge de Combret L., Perret E., 2010. Testing socioeconomic development scenarios: an approach for assessing agricultural sustainability at territorial scale. Case study: the Abondance Valley (Haute-Savoie, France). 9th European IFSA Symposium, 4-7 July, Vienna, Austria, 1994-2003.

INRA Magasine « l'Herbe la vache et ses produits » 2008. 4, I- XII.

INRA Expertise sécheresse in : Amigues J.P., P. Debaeke, B. Itier, G. Lemaire, B. Seguin, F. Tardieu, A. Thomas (éditeurs), 2006. Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), 72 p.

INRA Expertise Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable 2009. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), Note de synthèse 34p.

Théodoridou K., 2010. Les effets des tannins condensés du sainfoin (Onobrychis viciifolia) sur sa digestion et sa valeur nutritive. Thèse de doctorat ED SVS, Clermont Ferrand, France.

Le Gall A., Pflimlin A., Dollé J.B., Beguin E., Manneville V., 2009. Nouveaux compromis techniques pour concilier les impératifs d'efficacité économique et environnementale en élevage herbivore. Fourrages 198, 131-152.

Martin C., Rouel J., Jouany J.P., Doreau M., Chilliard Y., 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. Journal of Animal Science 86, 2642–2650.

Martin C., Morgavi D.P., Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. Animal 4, 351-365.

Pfimlin A 2010 Europe laitière Valoriser tous les territoire pour construire l'avenir Ed France Agricole, Paris, France.

Roesch M., Perreten V., Doherr M.G., Schaeren W., Schällibaum M., Blum J.W., 2006. Comparison of Antibiotic Resistance of Udder Pathogens in Dairy Cows Kept on Organic and on Conventional Farms. Journal of Dairy Science 89, 989-997.

Sabatier R., 2010. Arbitrages multi-échelles entre production agricole et biodiversité dans un agroécosystème prairial. Thèse ABIES.

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

Thenail C., Joannon A., Capitaine M., Souchere V., Mignolet C., Schermann N., Di Pietro F., Pons Y., Gaucherel C., Viaud V., Baudry J., 2009. The contribution of crop-rotation organization in farms to crop-mosaic patterning at local landscape scales. Agriculture ecosystems and environment 131, 207-219.

Tichit M., Renault O., Potter T., 2005. Grazing regime as a tool to assess positive side effects of livestock farming systems on wading birds. Livestock Production Science 96, 109–117

Veysset P., Lherm M., Bébin D., 2010. Energy consumption, greenhouse gas emissions and economic performance assessments in French Charolais sucker cattle farms: model-based analysis and forecasts. Agricultural Systems 103, 41-50.

Deux exemples de solutions techniques issues de travaux de recherche

Encadré 1 : Systèmes d'Alimentation Minérale : évolution des besoins et des recommandations en Phosphore

Les synthèses scientifiques correspondant à ce travail d'analyse de l'utilisation du phosphore par les ruminants ont été publiées par F. Meschy il y a maintenant plus de 5 ans. L'ensemble a permis de reprendre les nouvelles recommandations alimentaires de l'INRA pour les ruminants (tables INRA 2007). Celles-ci ont été diffusées à plus de 10000 exemplaires, et le logiciel INRAtion qui applique les principes proposés vendu à plus de 2000 exemplaires. Un ouvrage récent a permis de valoriser tous ces concepts (Meschy 2010).

La maîtrise des rejets de phosphore (P) dans les déjections animales passe par une meilleure connaissance 1°) des besoins des animaux et 2°) de l'utilisation de l'apport alimentaire de phosphore. Un nouveau système de prévision de la valeur des rations en phosphore a été proposé dans les « tables de l'alimentation Bovins ovins 2007 » : le système de Phosphore absorbable Pabs.

Dans ce système l'utilisation digestive de l'apport minéral est prise en compte : elle a été précisée par l'adoption de coefficients d'absorption réelle par grands groupes d'aliments (60 à 70% pour les fourrages, 70 à 75% pour les concentrés). Les besoins des animaux ont été également revus et précisés. Le besoin d'entretien est désormais calculé à partir de la matière sèche ingérée et du poids vif. Les besoins de production sont peu modifiés par rapport aux recommandations précédentes.

Dans le cadre de la révision des tables de la valeur des fourrages, la méthodologie a consisté à établir des données de composition minérale des fourrages verts et d'utiliser ensuite des équations de passage pour les fourrages conservés. Au final ce système utilisable partout est proposé dans la version 4.0 du logiciel INRAtion. Il permet de réduire de fortement les apports en phosphore des rations et donc les rejets dans l'environnement des ruminants.

Références :

Meschy F., 2010. Nutrition minérale des Ruminants . Editions Quae.

Meschy F., 2003 Re-assesment of dietary allowances : Absorbed phosphorus requirements in ruminants In : Recent advances in animal nutrition (P.C. Garnsworty, J. Wiseman eds), Nottingham University Press, Nottingham, 175-189.

Meschy F., 2007. Alimentation minérale et vitaminique des ruminants : actualisation des connaissances. INRA Prod. Anim., 20 (2), 119-128

Meschy F., Jondreville C., Dourmad J.Y., Narcy A., Nys Y., 2008. Maîtrise des rejets de phosphore dans les effluents d'élevage. INRA Prod. Anim. 21(1), 79-86.

Encadré 2 : Systèmes à faibles niveaux d'intrants par maximisation du pâturage

Les avantages attendus de ces systèmes sont multiples car ils doivent combiner à la fois plusieurs réductions : réduction de l'importation de matières protéiques, diminution de l'utilisation de ressources non renouvelables (énergie fossile, P), arrêt de l'utilisation des pesticides, augmentation de la biodiversité, augmentation du stockage de C et N dans les sols.

Ces systèmes sont testés en situation expérimentale mais ils sont d'ores et déjà appliqués par certains éleveurs (ou pourraient l'être).

Les systèmes à bas niveaux d'intrants visent à maximiser l'utilisation des ressources existantes au sein de l'exploitation bovine d'élevage tout en maintenant une productivité zootechnique et économique optimale et en maîtrisant au mieux les impacts environnementaux. La réduction des achats d'aliments concentrés qui correspondent à 40 à 60% des charges opérationnelles (premier poste de dépenses) a été particulièrement ciblée, ainsi que la maîtrise de la fertilisation (engrais organiques et chimiques). Dans ces systèmes bas intrants, elle s'accompagne de la réduction de la production des vaches, associée à la réduction des traitements vétérinaires. Des suivis de long terme de troupeaux laitiers herbagers bas intrants et /ou menés en agriculture biologique sur les domaines INRA du Pin au Haras et de Mirecourt respectivement indiquent la faisabilité de telles politiques, en soulignant la très bonne maitrise technique nécessaire.

Une analyse économique réalisée dans les conditions du Pin au Haras ne montre pas de diminution significative des revenus d'éleveur entre des simulations de troupeaux de vaches Holstein à haut niveau de production et de vaches Normandes dans un système bas intrants.

En troupeau allaitant, la réduction des intrants et la maximisation de la période de pâturage vont de pair. Une adaptation de la période de mise-bas en faisant correspondre le maximum des besoins et celui de la pousse de l'herbe est également favorable. Ce facteur sera spécifiquement testé dans l'avenir en collaboration avec l'Institut de l'élevage.

Références Partenariat large au sein des UMT RIEL, UMT PASF

Alard V., Béranger C., Journet M., 2002. A la recherche d'une agriculture durable : étude de systèmes herbagers économes en Bretagne. INRA Ed. Paris, 340 pp.

Delaby L., Faverdin P., Michel G., Disenhaus C., Peyraud J.L., 2009. Effect of different feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows, Animal, 3:6, 891-905

Delaby L., Pavie J., 2008. Impact de la stratégie d'alimentation et du système fourrager sur les performances économiques de l'élevage laitier dans un contexte de prix instables. Renc. Rech. Ruminants, 15, 135-138.

Logiciel et manuel :

Delaby L., Fontirroig S., Granger S., Pierret P., Pillet J.M., 2002. Patur'In expliqué aux élèves : Logiciel de gestion du pâturage des vaches laitières.

Tableau 1 : Analyse qualitative par expertise des impacts environnementaux des systèmes bovins lait pour quatre critères. Existence ou étude de solutions pratiques. *Un signe négatif correspond à une situation considérée comme critique. Un signe positif correspond à une situation favorable.*

CRITERE	**Spécialisé plaine (maïs)**		**Spécialisé plaine (herbe)**		**Spécialisé montagne**		**Mixte Lait et viande bovine**		**Polyculture élevage**		**Agri bio**
	Etat Initial	solution existante	Etat Initial	solution existante	Etat Initial	solution existante	Etat Initial	solution existante	Etat Initial	solution existante	
Consommation des ressources rares								Pas d'étude spécifique			
Energie fossile											
par ha	**= ou -**		**+ ou =**		**= ou -**	A l'étude	**= ou -**		**= ou -**		**+ ou =**
par équivalent produit	**+ ou =**		**??**		—	Démarre			**+ ou =**		**– ou =**
Eau ( )											
par ha	—	en cours	+ ou =		+ ou =				+ ou =		à priori +
par litre	—	**en cours**							—		**??**
Phosphore											
Sols / surface : idem pour tous voir texte											
Rejets et leurs impacts											
Azote	– -	Pgm PMPOA		en cours			-				
Phosphore	**+ ou =**		**=**		**=**						
Pesticides	**+ ou =**	**en cours**									
Métaux lourds											
Antibiotiques, Antiparasitaires	—	**en cours**			—		—		—	**en cours**	
Pathogènes											
GES	**+ ou =**										
Odeurs	—		—		—	en cours	—	en cours	—		—
Biodiversité											
Diversité inter raciale											
Variabilité intra-race	—	les memes quelque soient les systèmes									
Biodiversité générale /ordinaire (prairies)	—		**+ ou =**		**+ ou =**	**en cours**					**+ ou =**
Biodiversité remarquable					—	en cours					
Entretien des milieux rares											
Paysage											
Entretien des espaces ouverts					—						
Conservation des bocages	—										

Tableau 2 : Analyse qualitative par expertise des impacts environnementaux des systèmes bovins viande pour quatre critères. Existence ou étude de solutions pratiques. *Un signe négatif correspond à une situation considérée comme critique. Un signe positif correspond à une situation favorable.*

F.

Critère	Naisseur zone herbagère		Naisseur intensif avec maï		Naisseur engraisseur		engraisseur spécialisé		Naisseur bio
	Etat Initial	solution existante	Etat Initial	solution existante	Etat Initial	solution existante	Etat Initial	solution existante	
Consommation des ressources rares									
énergie fossile par unité produit	–	en cours	–	en cours	–	en cours	—	en cours	
eau									
par ha			– ou =				– ou =		
par litre			– ou =				– ou =		
sols (érosion)									
Rejets									
Azote Phosphore			–		–				
Métaux lourds									
Antibiotiques, Antiparasitaires					–	en cours	–	en cours	
GES	—	en cours	—	en cours	—	en cours	—	en cours	
Odeurs									
Biodiversité									
Diversité entre races									
Variabilité intra-race									
Gestion de la biodiversité des prairies naturelles	favorable à accroitre!	en cours	–						favorable à accroitre!
Entretien des milieux rares	—	en cours							–
Paysage									
Entretien des espaces ouverts									
Conservation des bocages									

Tableau 3 : Analyse par expertise et selon 3 critères majeurs des principaux problèmes environnementaux liés aux systèmes bovins – Solutions travaillées à l'INRA

1. Consommation des ressources rares

Sous critères	Caractérisation des problèmes	Solutions travaillées à l'INRA (expertise)	Unités parti prenantes
Energie fossile	Dépendance à l'énergie fossile : - Intensification : fertilisation engrais	Estimation des dépenses énergétique des systèmes bovins ovins; Bilan énergétique des animaux troupeaux exploitations	UMR SAS URH(Egee)
	Augmentation de la mécanisation pour accroitre la productivité et pour réduire le travail.	Maximiser le pâturage	UMR PL
		Maitrise des engrais et des concentrés	URH (Rapa)
		Systèmes Laitier en Agriculture Biologique	
	Systèmes fourragers de montagne	Autonomie fourragère et production laitière de montagne	
	Fourrage précoces dépendant de l'énergie fossile		
	Cout carbone élevé des produits des systèmes bovins	Evaluation sans biais des couts carbone des produits dans les différents systèmes de production	UREP +URH
		Capacité à mieux différencier les systèmes	
Eau	Plante fourragères irriguées :	Systèmes fourragers innovants en situation sèche	
	Moindre consommation d'eau du maïs en été	Utilisation et développement du sorgho	
	Souillures des eaux de ruissellement par les déjections	Modélisation des fertilisations organiques, des systèmes fourragers et de l'assolement dans une exploitation laitière	UMR PL
	Eaux de lavage des bâtiments d'élevage, de stockage (silo) et de traite		
	Nitrate et phosphate dans les nappes		
	Eau de traitement des abattoirs		

Sols	Erosion		
	Portance et dégradation des sols dans les systèmes sans bâtiment (Variable selon les microrégions (pluviométrie, types de sols)	Evaluation de la dégradation des sols dans les systèmes avec pâturage allongé ou hivernal	UEMA, URH, Coll VetAgrosup UMT PASF coll Inst Elevage
Surfaces	Réduction des sols agricoles :		
	Urbanisation et voisinage (lié à pollutions sonores)		
	Parcellaire dispersé suite à l'agrandissement des exploitations		

2. Rejets	Caractérisation des problèmes	Solutions travaillées à l'INRA (expertise)	Unités parti prenantes
Azote Phosphore	Niveau des rejets, production et fertilisation des prairies (surtout ouest)	Quantification, modélisation et simulation des systèmes fourragers, des productions et des rejets à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation, du bassin versant sur des pas de temps courts à longs . . Effet du logement et de l'alimentation sur les émissions, en particulier d'ammoniac.	UMR PL, UMR SAS UMT RIEL
		Observatoire long terme	
		Recyclage « in situ » des effluents d'élevage : méthanisation et cristallisation;	LBE Narbonne
GES		Bilan carbone selon le niveau de chargement des prairies Modélisation	UREP, UEMA, URH
		Excrétion de méthane selon l'itinéraire de production	URH DIMA, UMR SAS
	Bovins= 90% des GES émis par l'élevage	Variabilité individuelle dans un même système	UE Bourges URH
		Connaissance de la population bactérienne	URH DIMA
		Métagénome bactérien	
		Réduire les bactéries méthanogènes ruminales	URH DIMA
		Minimiser la fabrication d'hydrogène "libre?" dans le rumen;	
	N20 émis par les lisiers et la fertilisation	Utilisation des légumineuses, Variétés fourragères	Lusignan
Pesticides		Elargir la gamme des espèces utilisées	
	Surtout : gestion de la culture du mais ensilage; place dans le système fourrager	Modifier la culture du maïs	
Métaux lourds	Présence dans le lait		
	Contamination des pâturages		UMR Nancy?

	Antibiothérapie trop systématique mais ….:	Sélection de vaches résistantes aux mammites	GABI
Antibiotiques	-mammites ne régressent pas - risque de développement d'antibiorésistance	Techniques d'élevage : présence du veau	URH UEMA
		Traitement sélectif au lieu de systématique	UMR BioEpAR
	Traitement systématique des JB contre les maladies respiratoires	Gestion de l'âge à la rentrée à l'étable	UMR BioEpAR
		Date de naissance (mises bas)	URH SP
Antiparasitaires	Résistances aux antiparasitaires	Impacts environnementaux (travaux cognitifs)	UMR PTE UR 66
Pathogènes dans l'eau	Problème aval filière (abattoirs notamment)	Diffusion Escherichia coli pathogène (abattoirs)	
Odeurs	Odeur désagréable des épandages de lisiers fumiers		

3. Gestion et maintien de la biodiversité

	Caractérisation des problèmes	Solutions travaillées à l'INRA (expertise)	Unités parti prenantes
1 Animaux			
Conservation des races	Systèmes et Races à très petits effectifs	Utilisation des races mixtes	URH UEMA,
Variabilité génétique des populations	2 races représentent 75% des vaches (35 races de bovins en France)	Aptitudes des races dans les différents systèmes	GABI, SAGA, UMR PRC,
		Quelles vaches pour quels systèmes	UMRPL, UE LePin
		Sélection génomique et son développement	Dept génétique
Variabilité intra-race		Gérer la variabilité existante et savoir l'utiliser selon les systèmes.	Dept génétique
		gestion de la variabilité génétique	Dept génétique
	Sélectionner en races allaitantes la meilleure capacité adaptative	Interactions Précocité - Capacités d'adaptations aux milieux	UE LePin, GABI, URH SP
2 Ressources Végétales			
Gestion de la biodiversité des prairies naturelles	Intensification des prairies naturelles par la fertilisation et réduction de la diversité floristique	Chargement, fertilisation et diversité floristique	UREP, URH IE URH RAPA
		Déterminismes de l'ingestion des prairies naturelles par les bovins laitier et à viande, modélisation associée	UMR PL, URH RAPA, UEMA
	Antagonisme entre maximisation du pâturage à un bon stade précoce feuillu et le maintien de la floraison des espèces dicotylédones.	Impacts du mode de pâture de prairies hétérogènes sur la production et la qualité fromagère des laits.	URH SP RAPA, UEMA
Entretien des milieux rares	Envahissement par les ligneux en cas de sous pâturage	Choix des animaux en couvert hétérogènes	UR SAD Avignon
		Gestion de l'équilibre production entretien des espèces protégées	UMR SAD Apt, UE SAD St Laurent