

Une agriculture durable pour nourrir la planète : l'élevage au coeur du débat

Marc Benoit, Bertrand Dumont, Pietro Barbieri, Thomas Nesme

▶ **To cite this version:**

Marc Benoit, Bertrand Dumont, Pietro Barbieri, Thomas Nesme. Une agriculture durable pour nourrir la planète : l'élevage au coeur du débat. Innovations Agronomiques, 2020, 80, pp.23-32. 10.15454/zpmg-rh95 . hal-02914944v2

HAL Id: hal-02914944
https://hal.inrae.fr/hal-02914944v2

Submitted on 4 May 2021

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 - NoDerivatives 4.0 International License

Une agriculture durable pour nourrir la planète : l'élevage au cœur du débat

Benoit M.[1], Dumont B.[1], Barbieri P.[2], Nesme T.[2]

[1] Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

[2] Bordeaux Science Agro, INRAE, UMR 1391 ISPA, F-33175 Gradignan Cedex

Correspondance : Marc-p.benoit@inrae.fr

Résumé

La mise en œuvre à grande échelle des principes de l'agroécologie et de l'agriculture biologique est une option proposée pour répondre aux enjeux de durabilité de l'agriculture. Toutefois la capacité de tels systèmes à répondre aux enjeux de sécurité alimentaire globale reste posée. La place de l'élevage est au centre du débat, notamment en raison de son rôle dans le bouclage des cycles des éléments minéraux et du rôle des prairies dans les rotations culturales. Cependant, l'efficience de transformation par les animaux des ressources végétales reste faible, ce qui pose particulièrement problème pour les monogastriques qui rentrent fortement en concurrence avec l'homme pour l'utilisation des céréales et des oléoprotéagineux. Ainsi, la place de l'élevage dans des scénarios alimentaires durables sera déterminée par sa capacité à utiliser d'une part les ressources fourragères issues des systèmes de culture ou des prairies permanentes, d'autre part les co-produits des cultures non directement utilisables par l'homme. Nous discutons dix facteurs majeurs à mobiliser pour envisager une contribution optimale de l'élevage à une production agricole durable. Leur mise en œuvre nécessitera d'affiner l'identification de leurs interactions et de leur adjoindre des facteurs externes de type démographique et climatique, pour élaborer et analyser des scenarios prospectifs de long terme.

Mots-clés : Cultures, Transition, Agroécologie, Agriculture biologique, Echelle globale, Sécurité alimentaire

Abstract: The central role of livestock farming in scenarios for a more sustainable food system

The implementation of the principles of agroecology and of organic farming at a large scale is an option to enhance the sustainability of agricultural systems. However, the ability of these systems to contribute to global food security is still debated. Livestock is at the centre of this debate, particularly because of its key role to close nutrient cycles in cropping systems, and because of the role of temporary grasslands to control diseases, weeds and pests in crop rotations. However, livestock feed efficiency is low, while pigs, poultry and dairy cows compete with humans for the use of crops and soybean. Thus, moving towards more sustainable livestock farming systems requires ruminants to be grazed on fodder resources from cropping systems and on permanent grasslands, and pigs and poultry to increase their use of crop by-products. Here, we discuss ten key factors that would enhance the contribution of livestock to sustainable agricultural systems. Their implementation requires on the one hand to refine the identification of their interactions and, on the other hand, to jointly account for demographic and climatic factors in long-term prospective scenarios.

Keywords: Crops, Grazing, Transition, Agroecology, Organic farming, Global, Food security

Introduction

Satisfaire aux besoins alimentaires d'une population croissante tout en limitant l'impact de l'agriculture sur l'environnement représente un défi majeur pour l'avenir. L'agroécologie apparait aujourd'hui comme un cadre de premier plan pour répondre à l'objectif de produire durablement les denrées alimentaires nécessaires à la sécurité alimentaire mondiale. Néanmoins, sa mise en œuvre à une large échelle pose deux types de questions : i) les systèmes de production agroécologiques pourront-ils assurer des rendements suffisants, et si ce n'était pas le cas quels leviers peut-on mobiliser pour accroître leur productivité et satisfaire aux besoins alimentaires des populations et ii) dans quelle mesure les systèmes de production agricole devront-ils être repensés et diversifiés pour répondre aux enjeux de durabilité, en particulier en renforçant les interactions entre les productions végétales et l'élevage ? Pour répondre à ces deux questions, nous prendrons fréquemment pour exemple l'agriculture biologique (AB) en tant que mode de production ancré dans les principes de l'agroécologie (liens sol-plante-animal et autonomie alimentaire des exploitations d'élevage), avec par ailleurs un cahier des charges qui interdit l'utilisation des molécules de synthèse pour les cultures. L'AB est très questionnée vis-à-vis de sa capacité à nourrir la planète en raison de sa productivité inférieure à celle des systèmes agricoles traditionnels. Ce constat nourrit les réflexions sur la capacité d'accroître les rendements par ha en renforçant la prise en compte des principes de l'agroécologie.

L'élevage, et plus particulièrement celui de ruminants, joue un rôle clé dans les systèmes biologiques en bouclant le cycle de l'azote (N) et en transférant l'azote des prairies vers les terres cultivées au travers des déjections animales. L'insertion de prairies temporaires dans des rotations de cultures plus longues et plus complexes est également essentielle pour limiter le développement des adventices, des maladies et des parasites, en perturbant leurs cycles biologiques. Cependant, l'élevage est fortement questionné par les citoyens et les consommateurs en raison de ses divers impacts environnementaux, émissions de gaz à effets de serre (GES), emprise sur les terres, effets directs et indirects sur la biodiversité, et en raison du faible rendement énergétique de la transformation des végétaux en protéines animales assimilables par l'homme (Poore et Nemecek, 2018). La remise en question des productions animales met ainsi à mal une partie des leviers mobilisables pour une transition vers des systèmes agricoles plus durables.

Nous proposons dans cet article un cadre pour discuter des solutions à ce problème dual : d'une part diminuer la consommation de productions animales, d'autre part réintroduire l'élevage dans les systèmes de culture pour optimiser leur productivité en limitant au maximum l'utilisation d'intrants. L'un des objectifs finaux est d'identifier les mécanismes et principaux leviers présidant à la construction d'un équilibre global entre productions animales et végétales pour satisfaire aux objectifs de durabilité du système alimentaire mondial.

1. Élevage et optimisation des systèmes de culture : défis et opportunités

1.1 Les cultures fourragères jouent un rôle clé dans les rotations de culture

La réduction drastique voire la suppression des molécules de synthèse nécessite un remaniement majeur des systèmes de culture. L'allongement des rotations et la diversification des assolements représentent des adaptations incontournables afin i) de contrôler les stress biotiques en perturbant le cycle de développement des adventices, des maladies et des ravageurs, et ii) d'améliorer la disponibilité de l'azote par sa fixation symbiotique par les légumineuses (Barbieri et al., 2017). L'introduction de cultures fourragères dans les rotations culturales, le plus souvent à base de légumineuses, a un rôle clé dans cette stratégie ; l'insertion de prairies temporaires sur une durée de trois voire quatre années successives représente le levier majeur vis-à-vis de ces deux objectifs. La question est alors posée de la valorisation de cette production de fourrages. Leur exportation, sous forme de foin ou pour la déshydratation (luzerne) est classiquement envisagée mais la généralisation

de ces solutions ne parait pas adaptée compte tenu des coûts économiques et énergétiques relativement élevés du transport et de la déshydratation. Aussi, l'utilisation directe de ces fourrages, en particulier par le pâturage, semble incontournable à long terme. Même si des solutions sont à l'étude pour leur récolte et enfouissement sur les parcelles de culture, elles nécessitent de l'énergie et dans certains cas un travail du sol qui conduit à un relargage de carbone vers l'atmosphère. En revanche, le pâturage ne nécessite aucune intervention mécanique, n'engendre pas de coût énergétique, assurant par ailleurs une restitution directe des déjections sur les parcelles. La distribution en bâtiment des fourrages et des cultures intermédiaires après leur récolte permet de gérer une redistribution de la fertilisation -via les fumiers produits- sur les cultures les plus exigeantes. Cependant, compte tenu des fortes contraintes de bâtiments, d'équipements et de main d'œuvre associées au développement d'un atelier de ruminants dans les fermes de grandes cultures, de nouvelles organisations peuvent être mises en place localement entre exploitations spécialisées de grandes cultures ou d'élevage (Moraine et al., 2016). Ceci implique une contractualisation entre éleveurs et céréaliers pour régir ce type d'organisation, qu'il s'agisse de pâturage de cultures fourragères ou engrais verts, ou d'échanges entre fourrages récoltés et fumiers (Nowak et al., 2015).

1.2 Une difficulté pour les cultures de légumineuses fourragères à se substituer totalement à la fertilisation azotée chimique

L'animal apparait donc comme un acteur central de la gestion du cycle de l'azote dans les systèmes biologiques. En particulier, les herbivores sont capables de transférer l'azote provenant des prairies vers les terres arables cultivées. Ceci est particulièrement important dans un contexte de réduction ou de suppression de la fertilisation azotée de synthèse. Une généralisation (via une conversion massive à l'agriculture biologique par exemple) pourrait entraîner un manque structurel de ressources en azote (Connor, 2008). Barbieri (2018) a montré que la carence en azote serait un facteur limitant majeur pour la production biologique dans un monde entièrement en AB, entraînant une réduction globale de 36 % de la disponibilité alimentaire mondiale. Cependant, l'introduction de cultures intermédiaires fixatrices d'azote pourrait permettre de limiter cette baisse de production tout en fournissant des ressources pour l'alimentation animale. Il faut aussi considérer que des niveaux de conversion plus faibles en AB (jusqu'à 60 %) seraient réalisables -en coexistence avec l'agriculture conventionnelle- lorsqu'elles sont associées à des solutions axées sur la gestion des ressources alimentaires, par exemple la réduction de l'apport énergétique par habitant ou du gaspillage alimentaire.

1.3 Les animaux peuvent transformer efficacement des ressources qui ne sont pas comestibles par les humains

Les herbivores jouent un rôle important dans la transformation de ressources fourragères en aliments riches en protéines, sous forme de viande ou de lait, bien que leur efficacité de transformation des protéines fourragères en protéines animales directement assimilables par l'homme soit faible. Des rapports entre les protéines ingérées par les animaux et les protéines animales produites d'environ 25 ont été rapportés en production bovine allaitante, tandis que des valeurs inférieures (~5) ont été observées en production laitière. La production de lait de vache est ainsi beaucoup plus efficace que la production de viande bovine pour transformer les protéines fourragères en protéines animales (de Vries et de Boer, 2010). Ce rapport diminue encore lorsque l'on considère les monogastriques (~4,3 pour les porcs et ~3 pour les poulets de chair) (Wilkinson, 2011).

Toutefois, au-delà de cette notion d'efficience de transformation des matières premières, un enjeu majeur touche à l'utilisation de ressources alimentaires non directement assimilables par l'homme. En plus des fourrages, les animaux d'élevage peuvent tirer parti des coproduits des cultures (Ertl et al., 2016). Par exemple, les céréales ont une part d'énergie comestible qui varie de 63 à 74% de l'énergie

totale, le restant (son, etc.) pouvant encore être utilisé par les animaux. Ces coproduits peuvent être considérés, au même titre que les fourrages, comme des ressources alimentaires pour l'élevage non concurrentielles avec l'alimentation humaine. Ceci est un élément central dans le débat de la place de l'élevage dans une agriculture durable visant à satisfaire la sécurité alimentaire globale.

Plusieurs études ont été réalisées pour évaluer le niveau de compétition entre l'alimentation des animaux et l'alimentation humaine. In fine, la grande majorité des systèmes d'élevage présentent un bilan négatif en terme d'efficience nette, ce qui signifie que l'élevage utilise en général plus de protéines directement consommables par l'homme qu'il n'en produit. Laisse et al. (2019) ont quantifié les efficiences de transformation de l'énergie et des protéines contenus dans les aliments utilisés par les animaux pour produire de l'énergie et des protéines consommables par l'homme. On peut identifier des bilans protéiques positifs i.e des efficiences nettes supérieures à un (soit, des systèmes qui produisent plus de protéines d'origine animale consommables par l'homme que les protéines végétales consommables par l'homme qui sont ingérées par les animaux) pour les deux systèmes bovins laitiers étudiés (1,01 pour le système à base d'ensilage de maïs et 2,57 pour le système herbager), voire même pour des systèmes monogastriques dans lesquels la part des coproduits inclus dans l'alimentation est élevée, et avec des animaux qui présentent une forte efficience de conversion des protéines. Les valeurs d'efficience nette de conversion des protéines sont de 1,06 et 1,23 pour les deux systèmes porcins et 0,88 et 1,02 pour les élevages de poulets de chair et de poules pondeuses, respectivement. Les systèmes allaitants, en particulier bovins, affichent des bilans le plus fréquemment inférieurs à un, du fait de leur moindre efficience de transformation des aliments, et bien qu'ils utilisent en général une part importante de fourrages. Ainsi, les deux systèmes bovins viande étudiés affichent des efficiences nettes de conversion des protéines de 0,67 et 0,71, et les deux élevages ovins viande de 0,34 et 1,28. L'approche énergétique est beaucoup moins favorable ; très rares sont les systèmes d'élevage présentant un bilan positif (plus d'énergie produite que d'énergie utilisée consommable directement par l'homme). Laisse et al. (2019) pointent dans leur étude comme seul exemple d'efficience supérieure à un (bilan positif) un système laitier très herbager (Efficience nette de conversion de l'énergie de 1,63). Notons cependant que ce type d'approche fondée sur le type de ressources utilisé pour l'alimentation des animaux peut comporter un biais dans la notion de concurrence vis-à-vis de l'alimentation humaine. En effet, une grande partie des prairies (temporaires en particulier) dont est issue la production de fourrage utilisée par les ruminants pourrait aussi être cultivée pour la production de céréales et oléoprotéagineux, notion reprise par Mottet et al. (2017).

Plusieurs études abordent ces questions de concurrence entre alimentation animale et alimentation humaine pour l'utilisation des ressources végétales. D'autres enjeux peuvent apparaitre dans ce débat, comme les caractéristiques des produits animaux mis en marché issus de systèmes d'élevage très autonomes fortement basés sur l'utilisation de fourrage. Ces élevages ont en général de très bonnes performances économiques (peu d'intrants achetés) (Garambois, 2013) et environnementales (peu d'énergie consommée) ainsi qu'une faible compétition entre alimentation animale et alimentation humaine. Benoit et al. (2019) montrent, pour ce qui concerne la production ovine allaitante, un fort antagonisme possible entre leurs très bonnes performances techniques et environnementales et les attentes des filières en terme de régularité de la production et de conformation des carcasses des agneaux. Notons par ailleurs que les progrès technologiques devraient permettre à moyen terme de limiter les coproduits issus de l'industrie de transformation des produits de grande culture à destination de l'alimentation humaine, ce qui conduira automatiquement à une augmentation de la compétition entre les hommes et les animaux pour l'utilisation de ressources végétales. A titre d'exemple, Laisse et al. (2019) ont calculé que l'efficience nette de conversion des protéines d'un système bovins laitier basé sur l'ensilage de maïs et des tourteaux de soja passerait ainsi de 1.01 (soit, légèrement positif) à 0.61.

Deux éléments physiologiques fondamentaux contribuent à l'efficience alimentaire des animaux : d'une part la fraction de l'alimentation qui est rejetée sous forme d'urine et de fèces ; d'autre part la fraction utilisée pour les besoins d'entretien de l'animal (homéostasie, respiration) et pour la production, avec

des déperditions possibles lors de la phase de transformation des matières premières ingérées vers des formes assimilables (pertes sous forme de méthane entérique par exemple). La part globale des besoins d'entretien est d'autant plus élevée que la production (lait ou viande) quotidienne est faible. Ainsi, les systèmes d'élevage peu intensifiés dans lesquels les animaux sont abattus tardivement ont-ils une faible efficience nette de conversion des protéines ou de l'énergie, sauf à n'utiliser que très peu d'aliments consommables directement par l'homme.

Enfin, l'élevage, et en particulier les animaux monogastriques, pourrait également jouer un rôle clé en valorisant les déchets alimentaires humains comme aliments, dans une stratégie d'économie circulaire (Zu Ermgassen et al., 2016). Toutefois, de telles pratiques ne sont actuellement pas autorisées par la législation européenne, et une évolution de la réglementation nécessiterait des tests de sécurité stricts vis-à-vis des contaminants potentiels. L'acceptabilité de telles pratiques d'alimentation des animaux par les consommateurs n'est également pas garantie.

1.4 Quelle modulation de la part de l'élevage pour des systèmes alimentaires durables ?

Face à l'augmentation de la population mondiale, et dans le cadre de la limitation des surfaces destinées à l'agriculture, se pose la question de la part optimale des produits d'origine animale dans l'agriculture et dans l'alimentation : dans un périmètre donné (pays par exemple) quelle place doit tenir l'élevage pour nourrir le maximum de population ? La réponse à cette question dépend du contexte, en particulier en ce qui concerne le potentiel agronomique des sols. Aux Pays-Bas, Van Kernebeek et al. (2016) ont conclu que le scénario d'utilisation des terres le plus efficace serait atteint si 12 % de l'apport protéique néerlandais était fourni par des produits animaux. L'étude Ten Years For Agriculture (TYFA) de Poux et Aubert (2018) rapporte que la consommation actuelle de protéines animales en Europe dépasse de 60% les recommandations nutritionnelles. À l'échelle de l'Europe, cette étude montre qu'il serait possible de supprimer les intrants de synthèse utilisés sur les surfaces agricoles tout en nourrissant la population, les modes de consommation alimentaire étant un élément clé. En effet, il est proposé, pour satisfaire les besoins alimentaires de la population européenne, de réduire de 17 % et de 45 % la consommation de protéines et la production animale, respectivement. Malgré une baisse de 20 à 45 % des rendements agricoles dans ce scénario, cet ajustement est essentiel pour assurer un approvisionnement alimentaire suffisant. En outre, grâce à cette baisse de la part des productions animales - en particulier les ruminants - et à la suppression de tout engrais azoté synthétique, les émissions de GES diminueraient de 40%, un résultat conforme aux travaux de Poore et Nemecek (2018).

1.5 Les systèmes d'élevage fournissent plusieurs services écosystémiques

Enfin, il est important de rappeler que l'élevage n'est pas seulement associé à la production alimentaire, mais qu'il fournit de nombreux services supplémentaires, le défi étant de maximiser ces services tout en limitant l'utilisation des ressources consommables par l'homme (Dumont et al., 2019). L'élevage de ruminants a un rôle clé pour le maintien de paysages ouverts dans des milieux inaptes aux cultures. Il s'agit d'une part de prairies permanentes dont l'évolution naturelle est la forêt, mais aussi de parcours, à faible potentiel agronomique, dont l'évolution vers une végétation ligneuse peut aboutir à une fermeture du milieu, des risques accrus d'incendies et une perte de biodiversité (Habel et al., 2013). La préservation de ces écosystèmes est donc essentielle en raison de leur rôle dans la conservation de la biodiversité et des paysages, mais aussi dans la séquestration du carbone dans les sols. Enfin, l'élevage joue un rôle clé dans la fourniture de services culturels et socio-économiques tels que la gastronomie, la vitalité territoriale (Ryschawy et al., 2019), la sécurisation de la trésorerie des

exploitations, ainsi que par sa contribution possible au travail dans les exploitations maraichères ou de cultures pérennes par exemple via la traction animale (Alary et al., 2011 ; Muller et al., 2017).

2. Discussion: un équilibre complexe

2.1 Mise en évidence des facteurs clé jouant sur les disponibilités alimentaires

L'élevage est ainsi au cœur des débats, à la croisée entre son rôle dans l'équilibre agronomique des systèmes de production et sa contribution aux régimes alimentaires, dans un objectif global de satisfaire les besoins alimentaires de l'ensemble des populations.

Nous recensons ici les facteurs majeurs influant sur les niveaux de disponibilité des produits alimentaires pour l'Homme, facteurs liés à l'activité de production proprement dite. Ne sont ainsi pas pris en compte i) les changements d'utilisation des terres, ii) les notions de pertes et gaspillages, iii) les évolutions démographiques, iv) le changement climatique, v) les incidences socio-économiques directes ou indirectes concernant les secteurs amont et aval des filières concernées (végétales et animales), vi) les progrès génétiques qui pourraient être faits tant en productions animales que végétales ; ne sont pris en compte que les mécanismes concernant les adaptations et évolutions agronomiques ainsi que les modes de consommation. Cette analyse peut être considérée à une échelle globale, ce qui exclue les effets associés aux fluctuations des flux d'importation ou d'exportation de produits agricoles (matières premières ou produits élaborés), approche qui pourrait être développée dans une analyse sur un périmètre donné (pays ou continent).

Le Tableau 1 reprend dix facteurs majeurs jouant sur les disponibilités de produits alimentaires. Les facteurs 1, 2, 4, 5 et 6 ont été largement discutés précédemment. D'autres facteurs peuvent être soulignés. Par exemple, il pourrait être possible de développer des cultures consommables par l'homme (céréales, protéagineux) dans des zones aujourd'hui totalement dédiées à l'élevage de ruminants, en zone de demi montagne ou de montagne, là où, historiquement ces cultures étaient présentes (facteur 3). Il existe en effet un potentiel, certes limité, mais avéré, de cultures, dans ce type de contexte. Lorsqu'il est aujourd'hui mis en valeur, il est avant tout dédié à la production de céréales pour les animaux d'élevage. Une modification des pratiques d'élevage (renforcer la part de l'herbe dans la ration) associée à une baisse des effectifs animaux de ces zones permettrait de dédier une partie des surfaces agricoles à la production de végétaux pour l'Homme. La présence d'animaux permettrait d'optimiser d'emblée la conduite agronomique et le bouclage des cycles de minéraux. Même si le potentiel agronomique est inférieur à celui de nombreuses zones de plus faible altitude, les contraintes agronomiques peuvent être faibles dans la mesure où les rotations peuvent comprendre une part importante de prairies et où les fumiers disponibles peuvent être prioritairement épandus sur les cultures de vente. Les facteurs 7 et 9 correspondent à l'élargissement des ressources utilisables par les ruminants via le pâturage. Il s'agit par exemple de surfaces de parcours ou de forêt, dont les potentiels en terme de production de fourrage sont certes faibles et ne permettent pas à des animaux à haut niveau de production d'exprimer leur potentiel, mais qui restent valorisables par les animaux moyennant le choix de génotypes et d'itinéraires techniques adaptés (Benoit et al., 2019). Il s'agit aussi du pâturage des vergers et des vignes, en particulier par les ovins.

L'efficience alimentaire des animaux (facteur 8), largement discutée précédemment, est un facteur majeur. La réduction de l'utilisation des concentrés, l'augmentation de celle des coproduits, dont les types et les qualités peuvent être très fluctuants, l'utilisation de ressources végétales riches en fibres (sur les parcours), sont autant de facteurs de dégradation de l'efficience alimentaire des animaux et, à ressources végétales limitées, du volume de production de produits animaux. Enfin, le facteur 10 correspond au transfert d'azote de l'élevage vers les cultures, facteur clé de certains scénarios prospectifs (Poux et Aubert, 2018). Très favorable aux cultures dans un scénario de suppression de fertilisation azotée de synthèse, un tel transfert, mis en œuvre de façon systématique, pourrait réduire

significativement, à moyen terme, la productivité des prairies permanentes dans la mesure où la contribution des légumineuses peut y être très limitée et difficile à renforcer ; et par ricochet, induire une baisse des productions animales.

Tableau 1 : Principaux facteurs de disponibilités de produits alimentaires d'origines végétale ou animale pour l'Homme, effets positifs ou négatifs sur les disponibilités des produits végétaux et animaux consommables par l'Homme. En gras, les facteurs pouvant apparaitre comme déterminant à court et moyen termes dans la construction de nouveaux équilibres.

		Disponibilités des productions	
		Végétales	Animales
1	**Introduction de cultures fourragères dans les rotations de cultures**	**-**	**+**
2	**Forte réduction de l'utilisation des cultures (terres arables) par les animaux**	**-**	**+**
3	**Développement de cultures arables en zone d'élevage traditionnel**	**+**	**-**
4	Amélioration des technologies de transformation des céréales et oléoprotéagineux	**+**	**-**
5	**Baisse de consommation des produits animaux**	**+**	**-**
6	**Baisse de rendements des cultures** (AB par exemple)	**-**	**-**
7	Développement de l'élevage en cultures pérennes		**+**
8	**Baisse de l'efficience alimentaire des animaux utilisant des co-produits riches en cellulose**		**-**
9	Reconquête par l'élevage de zones de parcours et forêts		**+**
10	Systématiser le transfert d'azote des élevages vers les cultures (baisse potentielle de rendement des prairies)	**+**	**-**

2.2 Affiner les interactions entre facteurs clés et prendre en compte des phénomènes globaux pour construire des scénarios de long terme

Nous avons pointé quelques facteurs majeurs dans le débat sur la place de l'élevage dans l'agriculture et l'alimentation de demain. Leur prise en compte dans des outils de modélisation pour la mise en œuvre travaux de prospective nécessite cependant un travail complémentaire de croisement de ces divers facteurs, qui sont en interrelation, comme nous l'avons par exemple souligné pour ce qui concerne le transfert systématique d'azote issu de l'élevage pratiqué sur des prairies permanentes, vers les cultures. La réduction certaine de l'efficience alimentaire de l'élevage alimenté avec des ressources plus hétérogènes, dont la densité énergétique est plus faible et la part de cellulose plus importante, a également de fortes incidences sur les volumes mis en marché et questionne les niveaux de consommation de produits animaux, et leurs caractéristiques (Benoit et al., 2019).

Par ailleurs, certains éléments clés, à une échelle infra, doivent être pris en compte. À titre d'exemple, pour ce qui concerne plus directement les activités d'élevage :

- Dans le cadre d'une baisse potentielle de produits animaux, quelle serait la part associée à celle des ruminants et celle des monogastriques ? … élément à confronter aux évolutions attendues des modes de consommation, en Asie en particulier.
- Au sein des ruminants, les ovins semblent présenter plus d'atouts pour valoriser de nouvelles ressources, dont les parcours de qualité très hétérogène et les cultures pérennes (viticulture en particulier), mais aussi les cultures intermédiaires, possiblement disponibles en période hivernale où les propriétés de portance du sol posent des contraintes avec l'élevage bovin.
- Pour l'espèce bovine, une baisse de la production laitière par animal (moindre efficience alimentaire) se traduit, au niveau d'une ferme d'élevage, par une modification du rapport entre le lait et la viande produite, via plusieurs mécanismes possiblement contradictoires : i) moindre production de lait pour une production de viande comparable via la réforme des animaux, ii) des animaux moins sollicités dont l'âge de réforme peut être retardé, ce qui rehausse la production de lait sur la carrière de l'animal, iii) la valorisation de ressources hétérogènes pourrait conduire les éleveurs à adopter des génotypes adaptés avec un profil mixte pour la production de lait et de viande (meilleure conformation), iv) le type d'engraissement des produits (veaux) issus des troupeaux laitiers est aussi déterminant sur les volumes de viande mis en marché, et il dépend en particulier des génotypes utilisés.

Par ailleurs, dans des scénarios de long terme, d'autres éléments majeurs nécessitent d'être pris en compte, comme i) les évolutions démographiques, ii) l'adaptation des systèmes de production au changement climatique et l'évolution du potentiel agronomique des terres, dont les phénomènes de désertification et d'érosion, mais aussi les nouveaux potentiels agricoles apparaissant dans des régions de haute latitude, iii) la forte réduction potentielle des pertes et gaspillages, iv) les autres utilisations des surfaces agricoles, en particulier à des fins de production d'énergie.

Conclusion

Les systèmes alimentaires mondiaux actuels sont confrontés à un défi majeur : nourrir une population croissante tout en produisant des aliments de manière durable. Cependant, selon les connaissances actuelles, les systèmes agricoles durables s'accompagnent souvent d'une baisse de productivité par rapport aux référentiels actuels d'agricultures intensives. Il existe aujourd'hui un consensus pour identifier les principaux leviers mobilisables pour relever ces défis en évitant une extension des zones agricoles. Limiter les pertes et gaspillages alimentaires, mettre en œuvre des pratiques agroécologiques (y compris la diversification de la production), modifier les comportements alimentaires des consommateurs avec une réduction de la consommation de protéines animales sont quelques-unes de ces solutions.

L'exploration de scénarios futurs impliquant de tels changements à l'échelle mondiale dans une perspective à moyen et long terme est un exercice qui n'a pas de solution unique, surtout lorsque l'on tient compte des changements démographiques et climatiques. Toutes les études (Muller et al., 2017 ; Poux et Aubert, 2018 ; Springmann et al., 2018) qui ont tenté cet exercice ont identifié les relations entre cultures et élevage comme un élément clé des résultats, dans le contexte de systèmes de production fondés sur les principes de l'agroécologique ou l'agriculture biologique. L'optimisation des synergies entre les productions animale et végétale est une voie prometteuse pour une transition vers des systèmes alimentaires performants. Cependant, au-delà des solutions présentées dans les conclusions de ces études en terme d'équilibre entre les productions végétale et animale à des échelles macro, les interactions optimales entre ces productions reposent sur des mécanismes biologiques précis qui doivent être analysés à des échelles plus fines, au niveau des exploitations ou des territoires.

Au-delà de cette optimisation agronomique, des questions majeures surgissent pour initier et construire une telle transition vers une réorganisation territoriale des productions végétales et animales. Des freins

importants touchent en particulier à la réorganisation des activités économiques, tant en amont qu'en aval du processus de production. Les enjeux sociaux-économiques territoriaux peuvent ainsi être considérés comme déterminants d'une telle transition. Il parait ainsi incontournable de mobiliser des politiques publiques pertinentes pour initier et conduire une telle restructuration. Elles touchent tant à des questions d'aménagement du territoire, de type et de niveau de soutien publics à l'agriculture, que de régulation des concurrences d'utilisation des terres. Les politiques nutritionnelles sont aussi au cœur du débat.

Références bibliographiques

Alary V., Duteurte G., Faye B., 2011. Élevages et sociétés : les rôles multiples de l'élevage dans les pays tropicaux. INRA Prod. Anim 24(1): 145-156

Barbieri P., 2018. Can the availability of mineral nutrient be an obstacle to the development of organic agriculture at the global scale ? PhD Thesis Univ Bordeaux

Barbieri P., Pellerin S., Nesme T., 2017. Comparing crop rotations between organic and conventional farming. Sci Rep 7(1): 13761. doi: 10.1038/s41598-017-14271-6

Benoit M., Sabatier R., Lasseur J., Creighton P., Dumont B., 2019. Optimising economic and environmental performances of sheep-meat farms does not fully fit with the meat industry demands. Agronomy for Sustainable Development 39:40: 11p. doi: DOI: 10.1007/s13593-019-0588-9

Connor D., 2008. Organic agriculture cannot feed the world. Field Crops Research 106(2): 187-190. doi: 10.1016/j.fcr.2007.11.010

de Vries M., de Boer I., 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. LIVESTOCK SCIENCE 128(01-mars): 1-11. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.007

Dumont B., Ryschawy J., Duru M., Benoit M., Chatellier V., Delaby L. et al, 2019. Review: Associations among goods, impacts and ecosystem services provided by livestock farming. Animal 13(8): 1773-1784. doi: 10.1017/s1751731118002586

Ertl P., Knaus W., Zollitsch W., 2016. An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. Animal 10(11): 1883-1889. doi: 10.1017/S1751731116000902

Garambois N.D.S., 2013. Changement de paradigme et création de valeur ajoutée en agriculture : le cas des systèmes bovins herbagers économes du Bocage poitevin. Notes et études économiques 37: 33-49

Habel J.C., Dengler J., Janišová M., Török P., Wellstein C., Wiezig M., 2013. European grassland ecosystems: threatened hotspots of biodiversity. Biodiversity and Conservation 22: 2131-2138

Laisse S., Baumont R., Dusart L., Gaudré D., Rouillé B., Benoit M. et al, 2019. L'efficience nette de conversion des aliments par les animaux d'élevage : une nouvelle approche pour évaluer la contribution de l'élevage à l'alimentation humaine. INRA Productions Animales 31(3): 269-288. doi: 10.20870/productions-animales.2018.31.3.2355

Moraine M., Grimaldi J., Murgue C., Duru M., Therond O., 2016. Co-design and assessment of cropping systems for developing crop-livestock integration at the territory level. Agricultural Systems 147: 87-97. doi: 10.1016/j.agsy.2016.06.002

Mottet A., de Haan C., Falcucci A., Tempio G., Opio C., Gerber P., 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. Global Food Security 14: 1-8. doi: 10.1016/j.gfs.2017.01.001

Muller A., Schader C., El-Hage Scialabba N., Brüggemann J., Isensee A., Erb K. et al, 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. Nature Communications 8(1). doi: 10.1038/s41467-017-01410-w

Nowak B., Nesme T., David C., Pellerin S., 2015. Nutrient recycling in organic farming is related to diversity in farm types at the local level. Agriculture, Ecosystems & Environment 204: 17-26. doi: 10.1016/j.agee.2015.02.010

Poore J., Nemecek T., 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science 360: 987-992

Poux P., Aubert P., 2018. Une Europe agroécologique en 2050 :une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine. doc IDDRI: 78

Ryschawy J., Dumont B., Therond O., Donnars C., Hendrickson J., Benoit M., Duru M., 2019. Review: An integrated graphical tool for analysing impacts and services provided by livestock farming. Animal 13(8): 1760-1772. doi: 10.1017/S1751731119000351

Springmann M., Clark M., Mason-D'Croz D., Wiebe K., Bodirsky B.L., Lassaletta L. et al, 2018. Options for keeping the food system within environmental limits. Nature. doi: 10.1038/s41586-018-0594-0

Van Kernebeek H.R.J., Oosting S.J., Van Ittersum M.K., Bikker P., De Boer I.J.M., 2016. Saving land to feed a growing population: consequences for consumption of crop and livestock products. The International Journal of Life Cycle Assessment 21(5): 677-687. doi: 10.1007/s11367-015-0923-6

Wilkinson J.M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. Animal 5(7): 1014-1022. doi: 10.1017/S175173111100005X

Zu Ermgassen E.K., Phalan B., Green R.E., Balmford A., 2016. Reducing the land use of EU pork production: where there's swill, there's a way. Food Policy 58: 35-48. doi: 10.1016/j.foodpol.2015.11.001

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

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

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