



Impacts et services issus des élevages européens

Bertrand Dumont, Pierre Dupraz, Catherine Donnars, Joël Aubin, Marc Benoit, Zhora Bouamra, Vincent Chatellier, Luc Delaby, Claire Delfosse, Jean-Yves Dourmad, et al.

► To cite this version:

Bertrand Dumont, Pierre Dupraz, Catherine Donnars, Joël Aubin, Marc Benoit, et al.. Impacts et services issus des élevages européens. Quae éditions, 191 p., 2019, Matière à Débattre et Décider, 978-2-7592-2704-4. 10.35690/978-2-7592-2705-1 . hal-02441512

HAL Id: hal-02441512

<https://hal.science/hal-02441512>

Submitted on 15 Jan 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.

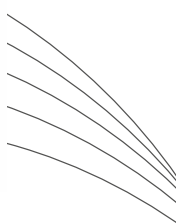
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Impacts et services issus des élevages européens

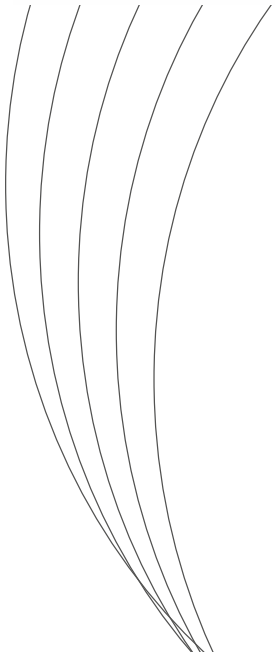
B. Dumont, P. Dupraz, C. Donnars, coord.



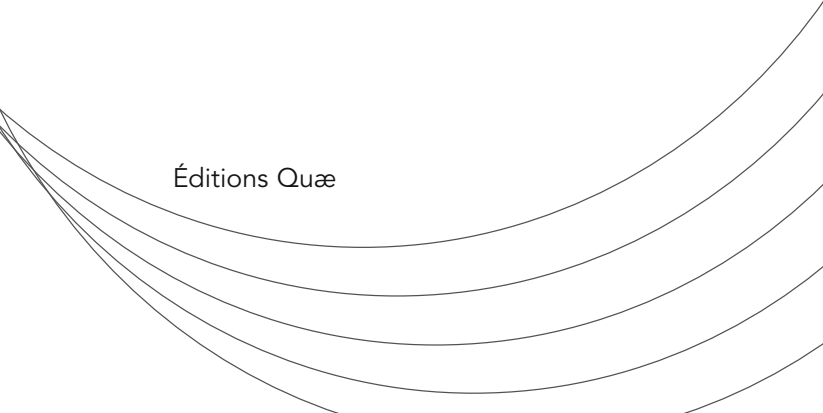
Impacts et services issus des élevages européens



Bertrand Dumont, Pierre Dupraz,
Catherine Donnars, coord.



Éditions Quæ



Cet ouvrage est issu d'une expertise scientifique collective conduite par la Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études de l'Inra.

Cette expertise a été commandée conjointement par les ministères en charge de l'Environnement et de l'Agriculture et par l'Ademe. Le rapport d'expertise a été élaboré par un collectif de 26 experts scientifiques sans condition d'approbation préalable par les commanditaires ou l'Inra.

Les résultats relatifs à cette expertise sont disponibles sur le site Web de l'Inra :

<http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Roles-impacts-et-services-issus-des-elevages-europeens#>.

Pour citer ce livre :

Dumont B., Dupraz P. et Donnars C (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C., Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gagné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hercule J., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauiel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Savini I., Veissier I., Verrier E., Vollet D., 2019. *Impacts et services issus des élevages européens. Expertise scientifique collective*, Éditions Quæ, 182 pages.

Contacts :

Bertrand Dumont : bertrand.dumont@inra.fr

Pierre Dupraz : pierre.dupraz@inra.fr

Catherine Donnars : catherine.donnars@inra.fr

Éditions Quæ
RD 10, 78026 Versailles Cedex
www.quae.com
© Éditions Quæ, 2019

ISBN : 978-2-7592-2704-4 e-ISBN : 978-2-7592-2705-1 x-ISBN : 978-2-7592-2706-8

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Table des matières

Introduction	7
La demande d'expertise	7
Principes et démarche de l'expertise scientifique collective	8
Un contexte marqué par le rapport « Livestock's long shadow »	9
Quels impacts et services issus des élevages prendre en compte ?	11
1. La consommation et les marchés des produits animaux	15
Une consommation en aliments d'origine animale forte mais questionnée	15
Une offre abondante reposant sur une production et sur des échanges denses	20
Des stratégies de filières entre différenciation et coordination	29
Conclusion	31
2. Le travail et l'emploi en élevage et dans les filières	33
L'emploi dans les exploitations d'élevage	33
Le travail en élevage	37
Conclusion	40
3. L'utilisation de ressources naturelles	41
L'usage des terres dédiées à l'élevage évalué à l'aune de la sécurité alimentaire mondiale	41
L'énergie à la fois consommée et produite	47
Les consommations d'eau	49
Les nutriments minéraux, le cas du phosphore	50
Conclusion	51

4. Les effets de l'élevage sur le climat et l'environnement	53
Les effets de l'élevage sur le réchauffement climatique	53
L'effet de l'élevage sur la qualité de l'air	56
Les effets de l'élevage sur la qualité de l'eau	58
Les effets de l'élevage sur la qualité des sols	60
Les effets de l'élevage sur la biodiversité	61
Les instruments politiques et juridiques pour réguler les effets de l'élevage sur l'environnement	65
Conclusion	71
5. Les enjeux sociaux et culturels	73
Les enjeux sanitaires liés à l'élevage	73
Les enjeux patrimoniaux et culturels	77
Une convergence des éthiques animale et environnementale	81
Conclusion	84
6. Les « bouquets » de services issus des élevages européens	85
Les analyses du cycle de vie et les bilans de matières	85
Les bouquets de services écosystémiques	89
Les modélisations et scénarios prospectifs	95
Les approches économiques et sociales	98
Conclusion	99
7. La « grange », une représentation des impacts et services issus des élevages	103
Représenter les effets d'un système d'élevage	103
Construire une grange, exemple pour un territoire de polyculture-élevage (Tarn-Aveyron)	106
La grange comme support pédagogique et d'animation	108
Forces et faiblesses de la grange	110
Conclusion	113

8. Les territoires d'élevage européens et leurs bouquets de services	115
Une typologie en six classes de territoires	115
Cartographie à l'échelle de l'Europe	117
Concordances entre les territoires et les exploitations d'élevage	121
Les granges appliquées aux territoires d'élevage européens	124
Conclusion	130
Conclusion	131
Un état des connaissances sur les impacts et services issus de l'élevage	131
Trois indicateurs ressortent de ce tour d'horizon	131
Un bilan difficile à établir	132
Une approche territoriale de l'hétérogénéité des bouquets de services associés aux élevages	133
Limites des approches actuelles et besoins de recherche	134
Annexe 1. Caractéristiques des exploitations d'élevage en Europe	137
Annexe 2. Illustrations des granges dans différents contextes européens	141
Territoires à haute densité animale	
Colocalisation de filières animales en Bretagne	142
Territoires à haute densité animale	
Intégration verticale et mutualisation de plans d'épandage en Catalogne	144
Territoires à haute densité animale	
Développement de la méthanisation dans les élevages en Allemagne	146
Territoires herbagers à haute densité animale	
En Irlande, des conditions herbagères très favorables pour des élevages destinés à l'export	148
Territoires herbagers moyennement denses	
Filières sous signe de qualité en Auvergne et en Franche-Comté	150
Territoires herbagers moyennement denses	
L'utilisation des estives dans les Alpes suisses	152

Territoires herbagers à fort enjeu environnemental Les prairies humides, exemples du Marais poitevin (Poitou-Charentes), du Cotentin (Normandie) et des Culms (Devon, Angleterre)	154
Territoires herbagers à fort enjeu environnemental Les pelouses sèches méditerranéennes, exemple du système ovin transhumant dans la Crau	156
Territoires de polyculture-élevage Concurrence avec les cultures dans le Montmorillonnais (Poitou-Charentes)	158
Systèmes valorisant l'image des produits L'exemple des élevages ovins allaitants en agriculture biologique	160
Systèmes valorisant l'image des produits L'exemple des poulets Label rouge	162
Les élevages en zones périurbaines Une grande diversité de services	164
Les zones urbaines Lieux de nouvelles relations entre l'élevage et la société	166
Sélection de références bibliographiques	169
Liste des auteurs	179

Introduction

La demande d'expertise

CET OUVRAGE EST ISSU D'UNE EXPERTISE SCIENTIFIQUE COLLECTIVE (ESCo) sur l'élevage en Europe, conclue en 2016, dont il reprend les principaux enseignements. Les ministères en charge de l'Environnement et de l'Agriculture ainsi que l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) avaient sollicité l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) afin de dresser un état des connaissances scientifiques sur les rôles, impacts et services issus des élevages européens. L'expertise s'est donc intéressée aux différentes fonctions et aux conséquences de la production et de la consommation de produits d'origine animale sur les milieux, le climat, l'emploi, les marchés, les territoires, la santé¹ et les enjeux sociaux et culturels. Seules les grandes catégories de l'élevage terrestre — bovins, ovins, caprins, porcs et volailles — ont été étudiées. L'accent a été mis sur la variabilité des effets selon les caractéristiques de l'élevage. Ainsi, le grain d'analyse a privilégié l'échelle du territoire ou du système d'élevage, sans pour autant s'en tenir à des entités géographiques ou conceptuelles homogènes, ni s'interdire de regarder d'autres échelles, plus fines (l'exploitation, la parcelle, l'animal, la plante) ou plus larges (l'Europe, le monde). La compréhension des phénomènes invite en effet à combiner plusieurs échelles d'analyse.

Les termes « services » et « impacts » décrivent respectivement les avantages, les effets positifs ou favorables, tout comme les dommages, les nuisances, les effets négatifs ou défavorables résultant de l'activité d'élevage et de la consommation de produits animaux. Ces effets peuvent être marchands ou non marchands, locaux ou globaux. Le mot « services » renvoie à une demande et à un bénéficiaire. Son acception générique inclut les fonctions résultant des activités humaines, et va donc au-delà des services écosystémiques qui concernent les bénéfices fournis à la société par les écosystèmes, dont les écosystèmes agricoles. Dans cet ouvrage, les termes « impact », « service », « conséquence » ou « effet » expriment tous la relation de causalité entre deux phénomènes. Nous utilisons régulièrement l'expression « impacts et services » pour rendre compte de la globalité des effets, « impact » étant en général connoté négativement, tandis que « service » l'est positivement.

1. Le volet santé n'a pas couvert les relations nutrition-santé, qui font l'objet d'une autre expertise scientifique collective, conduite en 2018-2019.

Principes et démarche de l'expertise scientifique collective

UNE EXPERTISE SCIENTIFIQUE COLLECTIVE CONSISTE en un état des lieux critique des connaissances scientifiques disponibles et publiées. Elle est conduite par un collectif d'experts pluridisciplinaire. L'expertise scientifique collective ne conduit pas à des recommandations, mais les experts s'attachent à éclairer la décision publique en dégagant les acquis scientifiques et en pointant les incertitudes et les controverses dans les savoirs. La conduite du travail s'appuie sur une charte dont les principes généraux sont la compétence, l'impartialité, la pluralité et la transparence. Ces principes reposent sur la norme Afnor NF X 50-110.

Dans le cas présent, l'exercice a réuni 26 experts choisis au vu de leurs publications scientifiques et de leur disponibilité. La pluralité des experts vise à ce que la diversité des connaissances et des arguments scientifiques soit prise en compte. Ici, plus d'un tiers des experts n'appartiennent pas à l'Inra. Ils sont issus d'autres instituts de recherche publique, Irstea, CNRS, Agroscope (Suisse), IIASA (Autriche), des universités de Rennes, Caen, Nantes, Lyon ainsi que de la Toulouse Business School. La répartition entre disciplines est équilibrée avec quatre sous-ensembles de même importance : les sciences animales (zootechnie, physiologie animale, génétique), l'environnement (agronomie, écologie), l'économie, et enfin les autres sciences sociales (droit, géographie, sociologie, philosophie). La répartition géographique des experts a également été un critère, car les recherches sont marquées par les contextes dans lesquels elles sont conduites : 11 experts (soit 40 % du groupe) sont basés dans le Grand Ouest, région d'élevage intensif, 8 experts (soit 30 %) dans le Massif central et les Alpes, zones herbagères, le dernier tiers venant de régions de polyculture-élevage ou moins portées sur l'élevage. Il y a un peu plus d'hommes que de femmes au sein du groupe (60 %).

Plusieurs actions visent à se prémunir des risques de partialité. Les missions dévolues à la maîtrise d'ouvrage (commanditaires) et à la maîtrise d'œuvre (Inra) sont séparées et explicitées dans une convention. Jusqu'à la remise du rapport final, les experts travaillent en comité autonome. L'information sur l'existence de l'expertise est apportée aux acteurs en début d'exercice dans le cadre d'un comité consultatif réunissant des représentants des industries, des instituts techniques agricoles, des associations (environnement, cause animale, développement rural), des agences territoriales et des services des ministères. Les résultats sont publics et remis sous forme d'un rapport d'expertise et d'une synthèse disponibles sur le site de l'Inra ainsi que d'un colloque de restitution (200 personnes). Par ailleurs, les experts remplissent des déclarations de liens d'intérêts qui sont examinées par une commission déontologique. Aucun conflit d'intérêt individuel n'a été repéré. Nous avons de plus fait une analyse collective des partenariats qu'entretiennent les experts. Elle a montré une diversité d'acteurs, avec néanmoins une fréquence plus élevée de partenariats avec les instituts techniques agricoles et les collectivités régionales. Lorsqu'il existe un soutien financier, celui-ci concerne le plus souvent des projets multi-acteurs avec subventions allouées aux institutions. Enfin et surtout, l'expertise repose sur un dépouillement le plus exhaustif possible de la littérature scientifique internationale, et non sur l'expérience et le

savoir individuel des scientifiques mobilisés, afin de dépasser les écoles théoriques et les courants de pensée dans lesquels les chercheurs s'inscrivent. La Délégation à l'expertise, à la prospective et aux études (DEPE) s'est dotée de procédures disponibles à la demande.

La bibliographie scientifique, fondement de l'expertise.

L'exploration bibliographique a été faite dans les bases de données Web of Science (WoS), EconLit et d'autres bases spécifiques des sciences humaines et sociales comme Cairn, Repec et les catalogues des bibliothèques. N'ont été retenues que des références spécifiques ou transposables à l'Europe. Le corpus final comporte 2 470 références, dont les trois quarts couvrent la période 2006-2016. Les articles scientifiques primaires représentent deux tiers des sources. S'y ajoutent des rapports, des thèses et communications de congrès, des chapitres d'ouvrages et ouvrages ainsi qu'un corpus juridique (environnement, consommation). Plus de 600 revues différentes sont citées, ce qui illustre l'amplitude des champs couverts par l'expertise. La revue la plus citée est *Agriculture Ecosystems and Environment* (3,5 % des références), les suivantes traitent d'agriculture (*Agricultural Systems, Agronomy for Sustainable Development...*), des sciences de l'animal (*Inra Productions animales, Animal, Livestock Science, Journal of Dairy Science, Meat Science, Fourrages...*), d'environnement et d'écologie (*Journal of Applied Ecology, Ecological Economics, Journal of Environmental Management...*), d'économie agricole (*American Journal of Agricultural Economics, European Review of Agricultural Economics, Économie rurale*) et des sciences humaines liées à l'alimentation, à l'agriculture et à la ruralité (*Appetite, Food Policy, Journal of Rural Studies, Revue de droit rural...*).

Les principales bases statistiques mobilisées ont été :

- FAOStat : http://faostat3.fao.org/download/Q/*E (monde) ;
- FADN : <http://ec.europa.eu/agriculture/rica/> (Europe) ;
- Eurostat : IAA : <http://ec.europa.eu/eurostat/fr/home> (Europe) ;
- OCDE : <http://stats.oecd.org/index.aspx?lang=fr> (OCDE) ;
- Comext : <http://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/prodcom/data/database> (Europe) ;
- Insee-IAA : www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/esane.htm (France).

Un contexte marqué par le rapport « **Livestock's long shadow** »

LE RAPPORT « **LIVESTOCK'S LONG SHADOW** » DE LA FAO paru en 2006 s'inscrit dans la lignée des études qui interrogent les conséquences d'une croissance de la population mondiale à près de 10 milliards d'habitants en 2050. Il alerte sur la menace pour l'avenir — « l'ombre portée » — que représente le développement de l'élevage, en mettant en balance la demande alimentaire croissante en protéines animales et les dommages

climatiques et environnementaux liés à l'élevage. Depuis, ces analyses ont été précisées mais continuent d'orienter le débat sur la place l'élevage.

Ce rapport a médiatisé la forte contribution de l'élevage aux émissions de gaz à effet de serre (GES), faisant de l'élevage une des causes du réchauffement climatique. Il serait responsable de 14,5 % du total des GES émis dans l'atmosphère (Gerber *et al.*, 2013). Les émissions résultent à la fois de changements d'usage des terres qui sont dédiées à l'alimentation du bétail (dont la part de déforestation attribuée à l'élevage), de la culture des fourrages (dont leur fertilisation minérale ou organique issue des effluents des animaux), et du méthane érucé par les ruminants. Du fait du méthane libéré lors de leur digestion, les herbivores représentent trois quarts des GES issus de l'élevage, contre un quart pour les porcs et les volailles. Le rapport recense également les perturbations que l'élevage induit dans les cycles biogéochimiques, les espaces naturels et agricoles, ainsi que sa forte consommation d'eau. Enfin, les trois quarts des terres agricoles sont dévolus à l'élevage ; or une part de celles qui servent à alimenter les animaux pourrait fournir directement des protéines végétales aux hommes, sans le détour par les animaux qui dégradent le rendement protéique à l'hectare.

En Europe, l'intérêt croissant pour une alimentation saine et durable a attiré l'attention sur les aliments d'origine animale. Ceux-ci cristallisent en effet nombre de critiques qui touchent la santé (l'excès de consommation de viandes rouge et transformée augmente notamment les risques de certains cancers², filières épisodiquement épinglées à la suite de contaminations accidentelles ou de pratiques frauduleuses), l'environnement (les émissions de GES, les pollutions par les nitrates), l'agrandissement et l'industrialisation des élevages, et des questions morales (maltraitance, abattage). Les mouvements de défense de la cause animale font régulièrement irruption dans la sphère publique au gré d'actions médiatiques dénonçant l'indignité des conditions d'élevage et d'abattage³. La question est importante au regard du nombre d'animaux élevés et abattus chaque année dans l'Union européenne : 360 millions de porcins, ovins, caprins, bovins, et plusieurs milliards de volailles. Les végétariens et les végétariens semblent s'installer dans une frange plus visible au sein de la population. Parallèlement, certaines innovations technologiques trouvent une écoute médiatique et institutionnelle inattendue, comme la viande *in vitro* (dont le premier burger a été mangé en 2013) ou la consommation d'insectes en alimentation animale (alternative aux protéines végétales) ou humaine (alternative aux protéines animales).

Perçu comme un rapport à charge par les uns ou comme une reconnaissance des revendications des autres, le rapport 2006 de la FAO a incité les politiques, les professionnels de l'élevage, les acteurs associatifs et les chercheurs à reprendre l'initiative sur le sujet⁴.

2. Selon le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), la viande rouge fait référence à tous les types de viande issus des tissus musculaires de mammifères comme le bœuf, le veau, le porc, l'agneau, le mouton, le cheval et la chèvre. Les produits carnés transformés (ou viande transformée) font référence à la viande transformée par salaison, maturation, fermentation, fumaison ou d'autres processus mis en œuvre pour rehausser sa saveur ou améliorer sa conservation.

3. Voir <http://www.l214.com/> (consulté le 16 avril 2017).

4. Par exemple, en France, un groupement d'intérêt scientifique « Élevage demain », créé en 2010, réunit plus de 300 chercheurs et ingénieurs de l'Inra, d'Irstea, d'Agrocampus Ouest, de l'Institut de l'élevage, de

Une panoplie de nouveaux concepts a émergé qui vise à préserver ou à repenser la production agricole, en maîtrisant ses impacts environnementaux. Les notions de *smart agriculture*, d'élevage de précision, d'élevage 2.0 prônent un recours à la bio-ingénierie pour capter et traiter conjointement de multiples données biophysiques afin de piloter finement les exploitations. Les concepts d'écologie industrielle et d'économie circulaire préconisent le « rebouclage » des cycles biogéochimiques (azote, phosphore, carbone) et motivent des innovations technologiques dans le domaine du traitement et de la valorisation des effluents d'élevage (méthanisation). L'agroécologie cherche, elle, à promouvoir les processus biologiques au sein des écosystèmes agricoles et les savoirs locaux. Pour certains, ces différents concepts s'inscrivent dans un continuum gradué, tandis que d'autres les analysent comme des voies divergentes, voire contradictoires (Dumont *et al.*, 2018). Ces débats interviennent sur fond de tensions récurrentes sur les marchés européens et mondiaux des produits animaux. Les difficultés ne semblent toutefois pas réductibles à l'incertitude économique, car elles touchent la reconnaissance professionnelle⁵, l'autonomie des éleveurs et la transmission des exploitations. Elles reflètent sans doute la complexité d'une transition entre un modèle productiviste qui n'a pas tenu toutes ses promesses et d'autres modèles qui sont encore largement à inventer. Ainsi, il reste encore difficile de s'approprier l'ensemble des fonctions associées à la notion de services écosystémiques, bien que ceux-ci soient fortement présents dans le champ scientifique.

Enfin, les débats sur l'élevage et sur l'alimentation trouvent un écho dans les enjeux sociétaux plus larges concernant notre modèle de développement occidental et sa responsabilité dans les dommages causés à la biosphère. Alors que les techniques suscitent autant de promesses que d'inquiétudes quant à leurs conséquences, l'essor des circuits courts, de l'agriculture biologique et des initiatives en faveur d'une gouvernance alimentaire territoriale soulignent le souci d'une réappropriation citoyenne des modes de production et d'approvisionnement.

Quels impacts et services issus des élevages prendre en compte ?

LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE CLASSE GÉNÉRALEMENT les impacts et/ou services selon les dimensions du développement durable — environnement, économie, enjeux sociaux et culturels — et y ajoute de plus en plus souvent la santé, dans une approche reliant les

l'IFIP, de l'Itavi, du Sysaaf, de l'APCA et des interprofessions CNIEL, Interbev, Inaporc, FGE (<https://www.gis-elevages-demain.org/>). L'Institut de l'élevage a lancé plusieurs grands projets comme « Beefcarbon » (http://www.interbev.fr/wp-content/uploads/2015/09/BEEF-CARBON-francais-2015_HD.pdf). Des associations ont animé des forums de discussion (<http://www.arc2020.eu/livestockdebate/>) ou proposé une alternative à l'organisation actuelle de la production (<http://afterres2050.solagro.org/a-propos/le-projet-afterres-2050/>, consulté le 22 septembre 2017).

5. Voir <https://www.gis-elevages-demain.org/Publications-du-GIS/Communications-et-articles/Acceptabilite-sociale-de-lelevage/Controverses-sur-l-elevage-bovin-en-France>.

santés des animaux, des hommes et de l'environnement (Sabate *et al.*, 2016 ; tableau 1). Chaque grande entrée est ensuite subdivisée selon les enjeux, les territoires et les mécanismes mis en jeu. Dans le cadre de cette expertise, nous avons privilégié des regroupements qui permettaient de mettre en relief les enjeux les plus présents dans le débat européen impliquant l'élevage.

- *La consommation et les marchés* : cette entrée permet de partir des produits alimentaires et de « remonter » à la production, tout en analysant l'organisation des filières animales et les échanges internationaux.
- *L'emploi et le travail en élevage et dans la transformation* : ces deux dimensions sont fortement questionnées par les évolutions récentes et rapides des structures et des pratiques de production. La structure de l'emploi varie beaucoup à l'échelle européenne. Sa contribution à la vitalité des territoires ruraux motive le soutien politique.
- *Les intrants* : c'est-à-dire la nature et les quantités de ressources exogènes entrant dans le processus de production. L'importation massive de soja pour nourrir le bétail européen a alerté sur la dépendance qu'elle engendre, mais surtout sur les impacts délocalisés qu'elle suscite (Chaudhary et Kastner, 2016) : déforestation et culture d'export au détriment de l'agriculture vivrière, etc. Par ailleurs, la consommation de ressources non renouvelables, voire épuisables à moyen terme (énergie, phosphore), est au cœur d'enjeux planétaires (Rockström *et al.*, 2009).
- *L'environnement et le climat* : cette entrée s'intéresse ici à la contribution de l'élevage aux principaux changements environnementaux, appréhendés selon les milieux récepteurs (atmosphère, sols, eaux) et la biodiversité. L'approche reprend celle du rapport FAO de 2006, mais l'actualise et éclaire certaines controverses qui ont suivi sa publication.
- *Les enjeux sociaux et culturels* recouvrent une large palette d'entrées. Nous n'en avons retenu que deux volets très différents : d'une part le patrimoine culturel lié aux produits alimentaires (gastronomie, savoir-faire) et aux paysages (pastoraux, bocagers), et d'autre part les enjeux sanitaires liés à la santé des troupeaux en raison de préoccupations croissantes vis-à-vis du développement des zoonoses et de l'antibiorésistance⁶.

Cet ouvrage se divise en huit chapitres. Les cinq premiers déclinent les impacts et services liés aux élevages européens selon ces grandes entrées thématiques. Les trois suivants analysent les effets conjoints de ces entrées. Après un panorama des méthodes multicritères et des modélisations relatives aux « bouquets » de services, le chapitre 7 propose une représentation graphique originale qui permet de visualiser simultanément les différents effets à l'échelle d'un territoire ou d'une filière. Ce schéma, appelé la « grange », offre un support didactique pour discuter des synergies, antagonismes et compromis mis à l'œuvre. Enfin, se fondant sur les enseignements des « granges » et sur les statistiques européennes, une cartographie des territoires d'élevages européens est ensuite proposée.

6. L'entrée « santé nutritionnelle » avait été exclue et reportée à une expertise spécifique sur cette question, sollicitée auprès de l'Inra en 2017 et réalisée en 2018-2019.

Tableau 1. Synthèse des domaines et critères considérés dans la littérature scientifique pour évaluer les effets positifs et négatifs de l'élevage. Ces effets sont rarement génériques ; ils varient selon les modes d'élevage et les contextes biophysiques et socio-économiques locaux.

Domaines	Critères	Indicateurs	
		Impacts positifs si	Impacts négatifs si
Environnement	Flux de matière et d'énergie	Économie des ressources, valorisation des coproduits et déchets ; production de biogaz	Consommation d'intrants, pressions locales ou importées
	Cycles biogéochimiques	Fertilité des sols, qualité de l'eau	Gaspillage de ressources ; transferts de pollution
	Pollutions eau, air, sols	Absence ou faible perturbation des milieux	Dégradation et contamination des eaux, sols et air
	Changement climatique	Stockage du carbone	Émissions de GES ; déstockage de carbone
	Biodiversité	Hétérogénéité des habitats ; richesse spécifique dans les prairies, parcours, haies...	Faible biodiversité des animaux d'élevage ; perte et sélection de la biodiversité sauvage
	Usage des terres	Maintien des prairies, bocages, zones humides, alpages et parcours méditerranéens	Dégradation du potentiel et des conditions d'usage ; conflits avec d'autres usages (réserves naturelles, urbanisation)
Économie	Production	Création de richesse ; hautes performances techniques et économiques	Crise économique ; dégradation des revenus ; faible compétitivité
	Emplois	Création d'emplois ; compétences professionnelles, notamment bouchères, charcutières et fromagères	Chute du nombre d'éleveurs, conditions difficiles de travail et niveaux de rémunération dans la filière
Enjeux socioculturels	Valeurs, patrimoine	Gastronomie, savoir-faire, paysages, tourisme...	Dépréciation et mise en cause des pratiques d'élevage, standardisation, perte de compétences
	Éthique	Bien-être animal, bonne image de l'éleveur, de l'élevage et des filières	Maltraitance et souffrance animale ; mauvaise image de l'éleveur, de l'élevage, des filières et des produits
Santé	Composition nutritionnelle et consommation	Protéines animales de qualité (acides aminés essentiels), vitamine A, oligoéléments, oméga-3 ; denrées diversifiées	Teneurs excessives en acides gras saturés et en oméga-6 ; excès de consommation de viande ; antibiorésistance, contamination médicamenteuse et de biocides du fait de la présence de résidus dans le sol et les produits animaux
	Santé animale	Favorisée par la robustesse des animaux et le bien-être animal	Incidence de zoonoses, coût en santé humaine et animale ; pertes en production

1. La consommation et les marchés des produits animaux

Une consommation en aliments d'origine animale forte mais questionnée

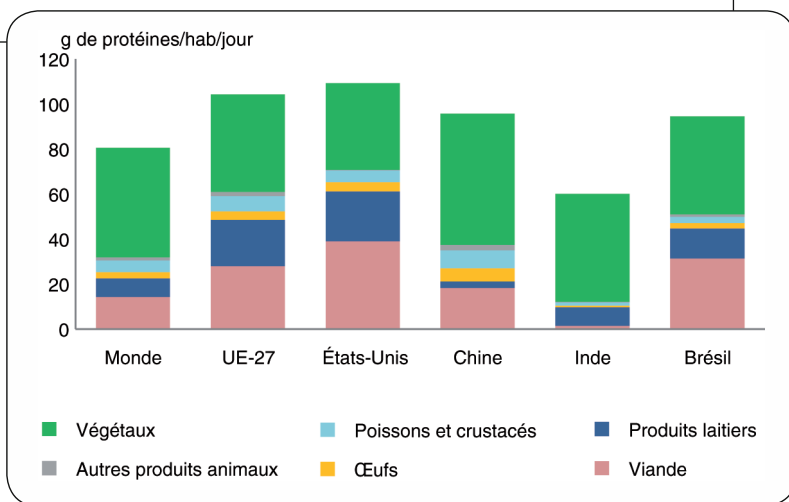
DE NOMBREUX TRAVAUX MONTRENT QU'EN EUROPE, un « vrai repas » se conçoit rarement sans viande (Poulain, 2007). La part des aliments d'origine animale dans le régime alimentaire occidental s'est beaucoup accrue au ^{xx}^e siècle, faisant de la viande un marqueur de la transition nutritionnelle (Popkin, 2006). Les viandes représentent près de la moitié de la consommation de protéines animales d'un Européen (figure 1.1). L'Union européenne (UE) figure parmi les régions du monde qui consomment le plus de produits animaux, derrière les États-Unis. Ainsi, avec 7 % de la population mondiale, l'UE consomme 20 % du lait produit sur la planète et 19 % de la viande de porc, ce qui la place en tête de la consommation par habitant de ces deux produits. La consommation européenne des autres produits animaux s'échelonne entre 9 % et 12 % de la consommation mondiale. Les produits animaux représentent en moyenne la moitié des dépenses alimentaires des ménages européens (soit 7 % du budget total). La consommation individuelle s'érode cependant légèrement depuis les années 2000.

À l'échelle mondiale, la hausse de la consommation de viande au cours des cinquante dernières années a surtout concerné les pays développés (+ 119 %) et nettement moins les pays en développement : + 15 %, voire seulement + 3 % si on exclut la Chine et le Brésil. L'Inde et les pays de l'Afrique subsaharienne ont même réduit leur consommation de produits animaux par habitant depuis 1990 (Alexandratos et Bruinsma, 2012). On ne peut donc pas généraliser cette hausse à l'ensemble de la planète, mais souligner les écarts croissants de niveau de consommation.

Des consommations très variables selon les pays

Derrière les moyennes élevées se cachent de fortes variations de nature et de quantités de produits animaux consommés entre pays européens. Par exemple, autour d'une consommation moyenne de lait qui s'établissait à 64 kg/hab/an en 2014, celle-ci varie de 12 kg/hab/an en Roumanie, 54 kg en France jusqu'à 139 kg en Irlande. La consommation de fromages

Figure 1.1. Consommation de protéines par type de produit dans plusieurs régions du monde en 2011. Source : FAOStat.



est la plus élevée en Grèce (30 kg/hab/an), mais est inférieure à 10 kg/hab/an en Espagne ou en Irlande. En Europe de l'Est, chaque habitant consomme entre 40 et 60 kg de viande par an, alors qu'Espagnols et Danois avoisinent les 100 kg/hab/an. Les Français et les Irlandais mangent plus de viande bovine que la moyenne, tandis que les Allemands et les Espagnols préfèrent la viande de porc. Plus globalement, c'est en Allemagne, en France, au Royaume-Uni, en Italie et en Espagne que l'on consomme le plus de produits animaux. En Pologne en revanche, la consommation de protéines animales est restée basse au cours des vingt-cinq dernières années alors que le niveau de vie s'élevait, ce qui contredit le modèle classique qui lie la consommation de produits animaux à la hausse de revenus.

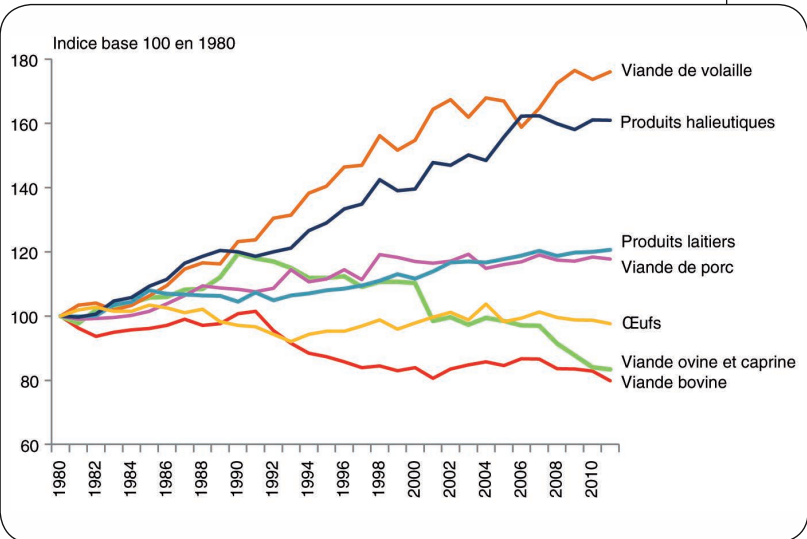
Expliquer ces profils de consommation n'est ainsi pas aisé. Une récente revue de la littérature (Schroeder *et al.*, 2011) souligne que le prix ne serait plus le facteur déterminant. Ainsi, la demande en porc et en bœuf, ou le report vers la volaille, varie surtout du fait de critères sociologiques, culturels ou générationnels (Clark *et al.*, 2017) tels que les préoccupations de santé ou vis-à-vis du bien-être animal, la praticité des produits, le temps consacré à l'alimentation, le lieu de consommation (foyer ou hors foyer), l'évolution du goût, etc.

■ Une « désanimalisation » d'un côté et un essor des produits de terroir de l'autre

Une tendance de fond semble par ailleurs commune à nombre de pays européens : la « désanimalisation » des produits alimentaires d'origine animale (Fourat et Lepiller, 2016),

c'est-à-dire un éloignement vis-à-vis de leur caractère « animal ». Cette mise à distance a déplacé les abattoirs hors des villes⁷. Les ventes d'animaux entiers comportant poils ou plumes se sont raréfiées. Les boucheries spécialisées dans les produits tripiers ont disparu. Les parties du corps reconnaissables telles que les pattes ou les oreilles sont exclues de l'alimentation. Plus récemment, le report de la viande rouge (bœuf et agneau notamment) vers la volaille ou le poisson participe aussi de cette désanimalisation, la viande blanche étant, d'un point de vue symbolique, moins marquée par l'animalité que la viande rouge, colorée par le sang. Ces substitutions (figure 1.2) résultent également d'autres influences liées aux lieux de consommation, à la diffusion d'un modèle alimentaire mondial (Garnett, 2014 ; Hedenus *et al.*, 2014), à des préoccupations de santé et d'éthique (Clark *et al.*, 2017) ou au prix plus favorable à la volaille. Par ailleurs, l'industrialisation de l'alimentation a accru la place des produits transformés et des plats préparés, dans lesquels la référence à l'animal est « invisibilisée ». Parfois, la frontière entre animal et végétal devient floue, comme dans le cas des nuggets, consommés comme les frites, ou les succédanés de viandes (dites « végétales ») qui s'adressent de plus en plus à des consommateurs non végétariens. Bien que les données manquent pour étayer ce

Figure 1.2. Évolution des consommations de produits animaux par personne dans l'UE à 28, par produit. Source : FAOStat.



7. Mais ils redeviennent visibles aujourd'hui par le biais d'actions militantes dénonciatrices. Voir par exemple les vidéos de l'association L214, qui a pris son nom à la réglementation française protégeant les animaux d'élevage (article L214 du code rural, loi de 1976).

phénomène récent, les options offertes par le végétarisme se développent en Europe. Les analystes distinguent ainsi les végétariens (qui peuvent être ovo-, lacto- ou pesco-végétariens), les végétariens intermittents, ou flexitariens, et les végans, lesquels excluent toute utilisation des animaux par l'homme.

Parallèlement, le développement des labels et des signes officiels de qualité montre l'attrait des consommateurs, notamment européens, pour les produits à valeur patrimoniale, voire gastronomique, et pour les modes de production mieux-disants en matière de qualité, de respect de l'environnement et de bien-être des animaux. Les volumes des produits animaux sous signes de qualité officiels restent cependant faibles et mal connus. On sait par ailleurs que les mangeurs de produits bio consomment moins de viande que la moyenne (Kesse-Guyot *et al.*, 2013).

■ L'étiquetage, un instrument privilégié du droit des consommateurs

Le droit de la consommation se focalise historiquement sur la transparence des relations commerciales. En la matière, les règles du libre-échange priment. Cependant, lorsque le consommateur n'est pas en mesure de vérifier les caractéristiques des produits, ni leur procédé de production, l'information devient le principal levier d'action du droit. Il peut ainsi autoriser des indications sur la composition des produits, par exemple la mention sur l'étiquette « sans OGM » ou le taux de résidus de pesticides. Le droit peut également justifier de mentionner la provenance des aliments si les contraintes environnementales et sociales de production y sont plus élevées qu'ailleurs. L'origine européenne est ainsi indiquée pour les viandes fraîches de toutes les espèces. Depuis le 1^{er} janvier 2017, l'origine française des viandes et du lait incorporés dans les produits transformés est également mentionnée. Le droit peut par ailleurs restreindre ou orienter la commercialisation de produits animaux en encourageant la relocalisation de l'approvisionnement *via* la commande publique en restauration collective ou par le biais de la fiscalité. En Allemagne, en Suède et au Danemark, les parlementaires ont notamment débattu sur l'idée d'une taxe sur la viande comme il en existe sur le carbone ou sur le sucre dans certains pays.

De fait, la description des caractéristiques du produit est tantôt favorable à sa valorisation (protection des dénominations de produits comme le lait), tantôt défavorable (composition nutritionnelle pour la charcuterie).

Les informations liées aux modes d'élevage et de fabrication des produits ne sont, en revanche, pas obligatoires. Elles relèvent de démarches commerciales volontaires, qui peuvent faire l'objet d'une certification. L'encadrement juridique cherche alors à garantir la véracité des informations, sans pour autant harmoniser les critères applicables aux produits, ni à l'échelle européenne (ex. : « nourri sans OGM »), ni à l'échelle nationale (ex. : « élevé sans antibiotiques »). Seuls les modes de valorisation liés aux signes et indications de qualité et d'origine (SIQO : AOP, IGP, AB) et certaines mentions

telles que les produits « de montagne » ou « fermiers » garantissent le respect d'un cahier des charges et un contrôle *via* des mécanismes de certification encadrés par l'État. On manque cependant encore de lisibilité quant aux attentes fines des consommateurs (encadré 1.1).

Encadré 1.1. Attentes sur les qualités des produits.

Plusieurs études ont mesuré la propension des consommateurs à payer certaines caractéristiques de qualité des produits animaux. Les quelques exemples ci-après montrent la variabilité des arguments.

Atout environnemental : les consommateurs déjà sensibilisés à l'environnement sont prêts à payer plus cher la viande de bœuf issue d'une production à haute qualité environnementale, mais le surcroît de prix reste faible (Belcher *et al.*, 2007).

L'origine du produit : en Europe, les consommateurs sont prêts à payer plus cher une viande nationale, mais plus cher encore les labels AOP/IGP. Ils associent l'origine à la qualité et à la sécurité alimentaire (Sanjuán *et al.*, 2012).

L'agriculture biologique : principal produit étudié, le lait bio est plus fréquemment acheté par les classes aisées et à haut niveau de formation. L'ensemble des consommateurs (y compris non bio) tire bénéfice du développement du lait bio car il a augmenté la variété des laits proposés et entraîné une baisse du prix du lait conventionnel (Alviola et Capps, 2010).

Les labels : la propension des consommateurs à payer pour des produits labellisés est variable. Les labels d'origine bénéficient en général d'un premium de prix (Deselnicu *et al.*, 2013).

Le bien-être animal : la propension à payer pour le bien-être animal est parfois élevée, mais il existe un écart entre la déclaration d'achat et le comportement alimentaire réel (Sans et Sanjuán-López, 2015). Les qualités sanitaire et gustative semblent prévaloir sur les aspects de bien-être.

■ Les protéines animales, un indicateur d'évaluation des systèmes alimentaires

Les protéines animales sont devenues une unité fonctionnelle des évaluations multicritères. Les quantités de protéines produites par hectare, par pays, etc., ou consommées par habitant sont un des critères d'évaluation de la sécurité alimentaire mondiale. Reconnus pour leur richesse protéique, les produits animaux sont traditionnellement considérés comme un bon moyen de couvrir les besoins nutritionnels des populations. Cependant, le développement des pathologies liées à l'alimentation révèle ce que l'on appelle le double fardeau nutritionnel, lorsqu'obésité et malnutrition sont simultanément observées dans une population. L'excès de consommation de protéines, et notamment

celles issues des produits animaux, devient un problème de santé publique. Manger trop de viande rouge ou manger de la charcuterie⁸ sont des facteurs de risque, notamment vis-à-vis du cancer colorectal (Bouvard *et al.*, 2015).

Les Européens (adultes) consomment ainsi entre 60 et 114 g de protéines totales par habitant et par jour, ce qui est au-dessus des recommandations de l'OMS établies entre 50 et 70 g/hab/j⁹. La consommation de protéines animales est également supérieure aux stricts besoins nutritionnels (Westhoek *et al.*, 2011). Cependant, définir une limite supérieure à la consommation de protéines totales ou fixer le ratio optimal entre protéines animales et protéines végétales ne fait pas consensus et est peu documenté. Ainsi, le seuil à partir duquel on bascule dans l'excès de protéines animales n'est pas clair et semble varier selon l'âge. De plus, les protéines animales et végétales ne présentent pas les mêmes équilibres en acides aminés essentiels ; elles ne sont donc pas complètement substituables. En 2007, l'Agence française en charge de la santé et de la sécurité alimentaire estimait que l'état des connaissances ne lui permettait pas de définir ces niveaux de manière pertinente. Les experts notent toutefois que, dans la mesure où les apports nutritionnels des Européens sont élevés et diversifiés, une baisse des apports en protéines animales est compatible avec le maintien d'une alimentation couvrant leurs besoins protéiques.

Les protéines sont aussi un critère employé pour certaines évaluations environnementales. Étant principalement constituées d'azote, elles sont particulièrement appropriées pour suivre le flux de nutriments depuis la fabrication des engrais jusqu'à l'aliment *in fine* consommé (Billen *et al.*, 2015 ; Bonaudo *et al.*, 2015). Décrite comme une « cascade de l'azote », cette trajectoire met en lumière les pertes, les gaspillages, les émissions vers l'eau, le sol et l'air et leur devenir sous forme de nitrate, ammoniac, monoxyde d'azote, etc. Cette cascade de transferts et de transformations de la molécule d'azote a conduit les experts à pointer l'élevage, notamment industriel, comme un des facteurs majeurs de perturbations des cycles biogéochimiques (Peyraud *et al.* 2014 ; Westhoek *et al.*, 2014).

Une offre abondante reposant sur une production et sur des échanges denses

■ L'Union européenne, un acteur majeur de l'élevage dans le monde

L'UE est le premier producteur mondial de produits laitiers (160 milliards de litres de lait par an, soit 20 % du total), devançant l'Inde, dont la croissance de la production est forte depuis les années 2000 (+ 70 %), et les États-Unis. L'Europe occupe la deuxième place

8. Voir note 2.

9. Les apports protéiques conseillés par l'OMS sont exprimés en grammes de protéines consommées par jour en fonction du poids des individus ; ils sont de 0,83 g/kg/j pour l'adulte en bonne santé. Sur cette base, Westhoek *et al.* (2011) calculent un apport recommandé de 50 à 70 g de protéines par habitant et par jour pour l'Union européenne.

Tableau 1.1. Répartition des produits animaux entre les États membres de l'UE en valeur (2014).

Source : Commission européenne-DG AGRI.

	Lait de vache (%)	Viande bovine*	Viande ovine et caprine*	Viande porcine*	Viande de volaille*	Œufs (%)
Allemagne	20,4	15,8	4,2	23,0	12,7	11,6
Belgique	2,3	3,8	0,1	5,0	2,6	2,7
Danemark	3,3	1,4	0,2	7,2	1,3	1,1
Espagne	4,3	5,4	15,7	16,1	10,8	11,9
France	15,9	20,7	12,4	9,7	13,4	13,1
Irlande	3,6	8,3	6,2	1,2	1,0	0,6
Italie	7,3	9,5	1,7	6,8	9,0	11,0
Pays-Bas	8,1	4,9	2,0	6,8	7,9	9,8
Pologne	8,3	5,8	1,0	8,2	12,8	7,7
Royaume-Uni	9,1	12,3	35,8	3,8	11,9	9,8
Top 10	82,5	87,8	79,2	87,8	83,3	79,4
Autres UE-15	7,5	7,4	13,1	5,8	6,3	28,3
Autres NEM 13**	10,1	4,8	7,7	6,4	10,4	13,5
UE-28	100	100	100	100	100	100

* Production nationale brute. En gras : les trois premiers producteurs parmi les 10 pays sélectionnés.

** NEM 13 : 13 nouveaux États membres (Europe orientale).

en matière de production porcine (23 millions de tonnes équivalent-carcasse, ou TEC ; 20 % du total mondial), loin derrière la Chine. Elle est le troisième producteur de viande bovine (7,7 millions de TEC ; 12 % du total mondial), derrière les États-Unis et le Brésil, et également troisième pour la viande de volaille (13,8 millions de tonnes ; 12 % du total mondial), derrière les États-Unis et la Chine. Les tendances depuis une dizaine d'années montrent cependant que l'augmentation des volumes de produits animaux se poursuit dans les pays en développement, tandis qu'ils régressent en Europe, comme dans les autres pays développés. Entre 2000 et 2013, la production de viande rouge a notamment baissé de 14 % dans l'UE et de 5 % aux États-Unis.

D'un point de vue économique, les produits animaux représentent 40 % de la valeur de la production agricole européenne. Ils constituent toutefois une part essentielle du chiffre

d'affaires agricole de l'Irlande (74 % en 2014), où les conditions climatiques sont particulièrement favorables à l'élevage à l'herbe, du Danemark (66 %) et du Royaume-Uni (60 %). Les pays méditerranéens et la France se situent dans la moyenne européenne. Au sein de l'UE, dix pays¹⁰ concentrent plus de 80 % de la production (tableau 1.1), les cinq premiers cumulant 60 % de la valeur des produits animaux. Ce sont par ordre décroissant la France (15,5 %), l'Allemagne (14,9 %), le Royaume-Uni (10,5 %), l'Italie (9,9 %) et l'Espagne (9,5 %).

La France occupe le premier rang européen dans les secteurs des viandes de bœuf (20 % de la production européenne), de volailles (13 %) et des œufs (13 %). L'Allemagne domine les secteurs porcin (23 %) et laitier (20 %). Le Royaume-Uni se distingue par sa forte production en viandes ovines et caprines (35 % du volume communautaire). Du fait de sa petite taille, l'Irlande apparaît plus modeste, mais son fort taux de spécialisation en viande bovine, ovine et en lait en fait un exportateur de premier ordre. Le Danemark est plutôt spécialisé en production porcine (7 % du total européen). L'Espagne occupe le deuxième rang européen en viande ovine-caprine (15 %) et porcine (16 %). L'Italie se démarque en important beaucoup d'animaux vivants (broutards issus de vaches allaitantes) en provenance de la France. La Pologne se caractérise par une croissance rapide du secteur volailles (12 % du total européen, en voie de rattrapage la première place à la France) et une production laitière élevée (quatrième rang).

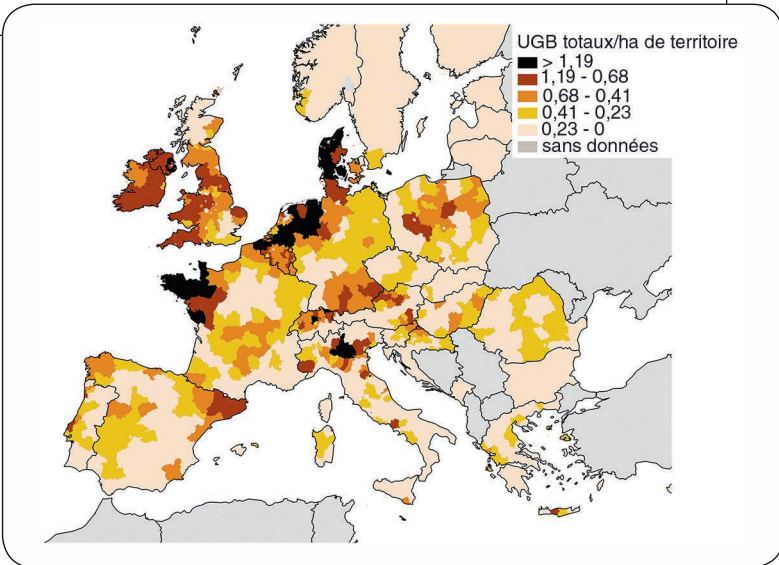
I Des activités d'élevage très concentrées dans quelques régions

Quelques régions européennes sont très denses en élevages laitiers, porcins et avicoles (figure 1.3). Cela s'explique par leurs conditions pédoclimatiques favorables, par des gains économiques liés à la concentration géographique des filières, par des techniques de production de type industriel, par une proximité des ports de commerce, et aussi par des prix agricoles et des régulations publiques qui favorisent cette concentration. Cette densité tient soit à la présence simultanée de plusieurs espèces animales dans un même territoire (comme c'est le cas en Bretagne, aux Pays-Bas ou en Belgique), soit à une forte concentration de granivores (porcins et volailles) dont l'élevage, plus ou moins confiné, dépend peu du foncier. L'absence de terres fourragères est alors compensée par l'achat d'aliments provenant d'autres régions ou pays, en particulier de soja brésilien. À l'inverse, dans les territoires où l'élevage valorise les surfaces toujours en herbe (STH), comme c'est le cas en moyenne montagne, le niveau d'intensification est en général faible. On trouve dans ces territoires davantage de vaches allaitantes, d'ovins et de caprins.

Les grands pays d'élevage de l'UE ont tendance à spécialiser leurs territoires dans une seule production. La France fait exception avec le Grand Ouest, où coexistent différentes filières animales. Les avantages de cette colocalisation d'espèces et de filières ne semblent

10. Dans le rapport d'expertise de l'ESCo, l'analyse des données statistiques a été restreinte à une sélection de dix pays (« top 10 »), qui comprend : Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, France, Irlande, Italie, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni.

Figure 1.3. Répartition spatiale des unités de gros bétail (UGB) totales par hectare de territoire total.



Chaque classe (ex. : > 1,19) représente 20 % des UGB totales. Source : Inra, d'après Eurostat.

pas validés par les travaux économiques, mais peu d'entre eux comparent les gains et les coûts entre différents modes d'organisation des filières. On sait en revanche que changer l'organisation géographique des filières a un coût substantiel qui freine ces réorientations.

I Des échanges denses dans l'UE et en hausse vers les pays tiers

Les flux commerciaux en produits animaux internes à l'UE sont nettement plus importants que ceux entretenus avec les pays tiers. La somme des exportations intra-UE en produits animaux est passée de 48 milliards € en 2000 à 85 milliards € en 2014. Cette croissance a surtout profité à l'Allemagne, et à la Pologne grâce à l'essor de ses exportations de viandes de volaille et de produits laitiers. Les Pays-Bas, l'Irlande et l'Espagne augmentent aussi leurs exportations. En France, seules les exportations de produits laitiers croissent. Ces flux sont des indicateurs des gains de compétitivité de certains bassins de production.

En 2014, les produits animaux représentent le quart des exportations agroalimentaires européennes vers les pays tiers, et 9 % des importations. L'excédent de la balance commerciale de l'UE en produits animaux a plus que doublé entre 2000 et 2016, passant de 10,2 Mds € à 26,1 Mds €. Ce sont surtout les exportations de lait et de viande porcine qui se

développent. La Chine, la Russie, les États-Unis et le Japon concentrent plus de la moitié de l'exportation des filières animales. Les importations concernent principalement les volailles et les ovins. Les deux premiers fournisseurs de l'UE sont le Brésil (22 % du total des importations en 2014) et la Nouvelle-Zélande (14 %). Vient ensuite la Thaïlande, dont la contribution progresse (11 %). Les États-Unis approvisionnent peu l'Europe en produits animaux.

I Des fermes d'élevage européennes très différentes entre elles

Les statistiques rendent mal compte de la diversité des fermes d'élevage (voir annexe 1). À l'échelle de l'UE, les exploitations d'élevage et de polyculture-élevage représentent un peu plus de la moitié des 4,9 millions d'exploitations agricoles européennes (FADN¹¹), mais leur nombre régresse fortement depuis plusieurs décennies, en particulier dans les territoires de polyculture-élevage. Les exploitations d'élevage représentent environ la moitié de l'emploi agricole (4 à 5 millions d'actifs) et de la surface utilisée (88 millions d'hectares), et dégagent la moitié de la valeur produite (chiffre d'affaires et subventions).

Une « ferme d'élevage européenne moyenne » exploite 34 ha de surface agricole utile (SAU), emploie 1,6 unité de travail agricole (dont 15 % est salariée) et dispose d'un cheptel de 47 UGB. Cette moyenne masque une forte variabilité entre États membres, entre régions et entre orientations productives. Le Royaume-Uni, le Danemark et la France ont les plus grandes exploitations d'élevage, en moyenne plus de 95 ha de SAU. *A contrario*, la SAU moyenne des exploitations d'élevage est inférieure à 18 ha en Europe de l'Est. Si les exploitations néerlandaises comptent parmi les plus petites en surface, elles possèdent parmi les plus grands cheptels. Le niveau de capital par exploitation suit la taille du cheptel : Danemark, Pays-Bas et Belgique forment le trio de tête sur les deux critères, loin devant l'Allemagne, le Royaume-Uni et la France, eux-mêmes très loin devant les autres.

Parmi les exploitations d'élevage (tableau 1.2), celles en polyculture-élevage sont les plus nombreuses. On les trouve essentiellement (près de 80 %) en Europe de l'Est. Leur poids économique est cependant minoritaire : elles ne pèsent que 20 % du chiffre d'affaires du secteur. Les exploitations d'élevage spécialisées se situent plutôt à l'ouest de l'Europe. Les élevages laitiers sont ceux qui dégagent le plus de chiffre d'affaires (18 % du total des exploitations d'élevage) ; ils mobilisent beaucoup de capital et ont peu recours au salariat. Les élevages de granivores les suivent en part du chiffre d'affaires (12 %), bien qu'ils ne représentent que 3 % des exploitations et de la SAU, et 4 % de la main-d'œuvre (avec une proportion importante de salariés). Ces élevages possèdent le plus gros cheptel (un tiers des UGB) et mobilisent le plus de capital. Les exploitations spécialisées en viande bovine sont les plus extensives et emploient peu de main-d'œuvre. Les élevages ovins et caprins représentent 9 % des exploitations. Les élevages de monogastriques présentent en moyenne les productivités du travail les plus élevées et la meilleure rentabilité économique, malgré une forte variabilité dans le temps. *A contrario*, le coût annuel du capital (coût du capital/revenu) ainsi que la charge d'emprunts (dettes/chiffre d'affaires) sont élevés pour

11. The Farm Accountancy Data Network, <http://ec.europa.eu/agriculture/rica/>.

Tableau 1.2. Poids des exploitations d'élevage dans l'agriculture de l'UE en 2012. Source : FADN.

Orientation productive (OTEX)	Exploitations		UTA totales		SAU		Cheptel		Production agricole totale		Aides directes	
	Milliers	%	Milliers	%	1 000 ha	%	1 000 UGB	%	M €	%	M €	%
Bovins lait	604	12	1 031	14	21 949	14	29 639	23	71 927	18	9 299	17
Bovins viande	379	8	518	7	19 253	12	19 630	15	29 444	7	7 835	14
Ovins et caprins	425	9	648	9	15 973	10	13 309	10	18 401	5	4 084	8
Granivores*	169	4	343	5	5 518	3	40 551	32	49 569	12	2 064	4
Poly-élevage Polyculture-élevage	1 057	22	1 574	21	25 608	16	21 303	17	55 068	14	8 398	15
Sous-total élevage	2 635	54	4 114	54	88 301	55	124 432	98	224 410	56	31 680	58
Sous-total cultures	2 266	46	3 528	46	71 733	45	3 114	2	178 869	44	22 856	42
Toutes exploitations	4 901	100	7 642	100	160 034	100	127 546	100	403 279	100	54 536	100

* Porcins et volailles. OTEX : orientation technico-économique des exploitations ; UTA : unités de travail agricole ; SAU : surface agricole utilisée.

les monogastriques. Les élevages de petits ruminants qui se situaient historiquement en bas de classement voient leur rentabilité améliorée depuis 2010. Enfin, la dépendance aux aides publiques est en moyenne plus forte pour les exploitations de ruminants.

La recherche de compétitivité, la maîtrise des risques ainsi que l'évolution des politiques agricoles ont fortement influencé la structure des filières et les stratégies agricoles en Europe. Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, les élevages européens se sont agrandis et ont fortement accru leur capital (mécanisation, cheptel, terre), tout en conservant une main-d'œuvre essentiellement familiale. La substitution du capital au travail s'est généralement accompagnée d'une spécialisation, les économies de taille en monoproduction permettant de tirer parti des équipements, des approvisionnements et des compétences spécifiques liés à cette production (Dong *et al.*, 2016).

I Beaucoup de petites industries agroalimentaires, mais quelques très grandes entreprises qui dominent le marché

Les industries européennes des filières animales (lait, viandes, œufs, aliments pour bétail) réalisaient un chiffre d'affaires d'environ 400 milliards d'euros en 2013 et employaient plus d'un million de salariés. Malgré un total de quelque 50 000 entreprises, les filières animales sont dominées par quelques grands groupes d'envergure mondiale. La transformation des produits est plus ou moins poussée. Côté viandes, si la première transformation (abattage, découpe) concerne toutes les filières, la deuxième transformation concerne surtout

Tableau 1.3. Les industries des viandes et des produits laitiers en UE-28 en 2013. Source : Eurostat.

Industries	CA ^a	NB	EFF	VA ^a	EBE ^a	INV ^a
Transformation et conservation de la viande de boucherie	97,384	9 683	252 625	10,202	2,513	1,352
Transformation et conservation de la viande de volaille	33,856	1 745	124 629	4,258	1,043	0,709
Préparation de produits à base de viande	82,283	24 853	389 020	15,341	4,870	2,275
Laiteries et fromageries	124,083	9 209	269 389	16,263	6,626	3,647
Fabrication de glaces et sorbets	6,161	2 852	35 078	1,645	0,512	0,291
Fabrication d'aliments pour animaux de ferme	54,786	3 731	74 620	5,324	2,553	1,015
Total	398,552	52 073	1 145 361	53,033	18,118	9,289

a : en milliards d'euro. CA : chiffre d'affaires ; NB : nombre d'entreprises ; EFF : nombre de salariés en équivalent temps plein ; VA : valeur ajoutée ; EBE : excédent brut d'exploitation ; INV : investissements.

le porc. Ainsi, par exemple, en France, 70 % du volume de viande de porc subit une seconde transformation, contre seulement 15 % de la viande bovine. Quant au lait, il est pour 20 % consommé frais en moyenne en Europe, 11 % sous forme d'autres produits laitiers frais, et 69 % sous forme transformée (tableau 1.3).

La France se distingue par le poids important de ses entreprises de petite taille dans l'industrie des viandes et la grande taille de ses entreprises laitières. Les grandes entreprises sont surtout sensibles aux variations de prix des matières premières, tandis que les petites le sont aux variations du coût du travail. La capacité exportatrice des industries agroalimentaires semble augmenter avec leur taille (Gaigné et Le Mener, 2014), ce qui pourrait s'expliquer par la difficulté des plus petites à être visibles sur des marchés lointains, ou par la taille restreinte de leur portefeuille de produits comparé aux plus grandes entreprises.

Depuis 2000, les exportations françaises de produits animaux ont fortement baissé, tandis que celles de l'Allemagne se sont nettement accrues. On incrimine souvent les écarts de coûts du travail, mais ce sont plutôt les écarts de productivité du travail qui joueraient. Ceux-ci pourraient être liés à l'importance relative des petites entreprises en France ou à une plus forte ancienneté de leurs équipements, mais aucune étude ne permet d'étayer ces hypothèses.

■ La grande distribution, un pouvoir de marché grandissant

À l'échelle européenne, la grande distribution vend plus de la moitié de l'offre alimentaire. En France, plus des deux tiers des produits animaux sont vendus en grandes et moyennes surfaces (tableau 1.4).

Tableau 1.4. Répartition des achats par type de réseau de distribution en France (en %). Source : FranceAgriMer, Kantar Worldpanel, 2013, CIV.

Produits	Hypermarché	Supermarché	Hard-discount	Boucherie	Autres*
Bœuf (frais)	45	23	5	15	12
Veau (frais)	41	22	3	21	13
Porc (frais)	47	24	9	9	11
Volaille (frais)	34	20	6	12	28
Charcuterie	44	22	15	6	13
Jambon	46	24	16	3	11
Lait liquide	47	24	18	–	11
Fromage	47	24	16	–	13

* Autres circuits de distribution (marchés et foires essentiellement).

Le secteur de la distribution est fortement concentré. Dans chaque pays, les parts de marché des quatre premiers groupes de distribution (tableau 1.5) concentrent entre 60 % et 85 % des dépenses alimentaires. Ces groupes sont en général implantés dans plusieurs pays européens et hors Europe, comme Carrefour, Tesco (Royaume-Uni), Metro Group, Aldi ou Schwarz Group, qui inclut Lidl (Allemagne). Entre 2000 et 2011, les dix plus grands distributeurs (les cinq précédemment cités plus les Français Auchan et Casino, le Néerlandais Ahold et les Allemands Rewe Group et Edeka) ont augmenté leur part de marché en Europe de 26 % à 31 %. Par ailleurs, on assiste en Europe, et tout particulièrement en France, à un rapprochement des centrales d'achat, à l'initiative des grands groupes de distribution qui s'allient pour diminuer leurs coûts d'approvisionnement. Même si les produits frais en sont exclus, un élargissement de ces accords pourrait entraîner des baisses de prix pour les consommateurs, mais une pression plus forte sur les producteurs.

Au sein de la grande distribution, le hard-discount peut avoir un fort impact sur les prix alimentaires, la variété et la qualité des produits, car les marques de distributeur (MDD) offrant des prix bas y sont très présentes. Les transformateurs et les producteurs qui s'engagent dans des MDD participent à la baisse des prix. La part des MDD est plus forte pour les produits frais que pour les produits transformés (charcuterie,

Tableau 1.5. Comparaison de la structure de la grande distribution par pays en 2012. Source : Planet Retail.

Pays	Population (en millions)	Dépenses alimentaires (en \$ US/ habitant)	Part de marché des quatre premiers groupes de distribution (C4) (%)	Chiffre d'affaires alimentaire des magasins à dominante alimentaire (en milliards de \$ US)	Pourcentage relevant du hard-discount (%)
Belgique	11	3 743	85	18	22
Allemagne	82	2 840	78	125	54
Danemark	6	6 099	87	14	34
Espagne	46	2 452	64	48	14
France	63	4 032	69	120	12
Irlande	5	4 908	87	7	26
Italie	61	3 419	61	44	16
Pays-Bas	17	2 849	85	22	19
Pologne	39	1 447	67	19	46
Royaume-Uni	63	4 596	82	87	7

jambon, produits laitiers, par exemple), où on trouve davantage de marques nationales. Néanmoins, en France, les MDD pèsent pour moitié du marché des rayons charcuterie, traiteur et crèmerie.

En France, les prix à la consommation (corrigés de l'inflation générale) ont augmenté au cours des vingt dernières années, en dépit d'une stagnation ou d'une baisse des prix à la production. En revanche, cette hausse est beaucoup moins marquée dans la zone euro, voire presque nulle en Allemagne. Ces écarts s'expliqueraient davantage par le cadre réglementaire français (en constante évolution) que par l'évolution des prix agricoles et de la transformation. Ainsi, la loi Raffarin, qui limite l'implantation des grandes surfaces, a freiné la concurrence, et notamment la venue de hard-discounters allemands sur le territoire français. Les réglementations récentes semblent au contraire avoir accru la concurrence entre distributeurs, ce qui tend à faire converger les prix entre la France et ses voisins européens.

Des stratégies de filières entre différenciation et coordination

APRÈS PLUSIEURS DÉCENNIES DE CROISSANCE, la demande européenne en produits animaux est saturée ou en baisse, à l'exception de la viande de volaille. Cette situation freine désormais la production dans les secteurs où l'UE exporte peu (viandes bovine et ovine). Dans les secteurs porcin et laitier, les exportations européennes vers les pays asiatiques portent toujours la production vers la hausse. Toutefois, l'embargo russe sur les exportations agroalimentaires européennes, en place depuis 2014, met en exergue le risque auquel s'expose une production fortement dépendante de ses débouchés extérieurs.

I Une « compétitivité-coût » fondée sur des prix bas

À l'échelle internationale, les filières animales européennes sont rarement les plus compétitives sur le seul critère du prix et, dans un contexte de marchés d'opportunités, l'allègement des mécanismes de régulation de l'offre (dont la fin des quotas laitiers) accentue les rapports de force entre États membres. Les secteurs du lait et du porc sont mieux placés que les autres productions animales européennes.

Les stratégies de gain de compétitivité-coût s'appuient sur une spécialisation des exploitations (monoproduction) ; sur la substitution du capital au travail (ex. : robot de traite) ; sur l'agrandissement des structures afin de réaliser des économies d'échelle (équipements, pouvoir de négociation sur le prix des intrants) ; sur les économies d'agglomération liées à la concentration géographique et entre acteurs. Ces stratégies rencontrent des freins. Une telle évolution accentue les écarts structurels entre régions et les déséquilibres environnementaux. La gestion des effluents d'animaux pas ou peu utilisés sur l'exploitation peut notamment devenir particulièrement coûteuse pour l'exploitant et pour la collectivité qui gère les pollutions induites.

I Peu de connaissances sur la coordination verticale entre entreprises en Europe

Dans cette stratégie fondée sur les prix, la structure des filières agroalimentaires européennes peut potentiellement être décisive. Elle est présentement dissymétrique et donne un pouvoir de marché aux transformateurs et aux distributeurs qui sont en situation d'oligopole ou d'oligopsone (peu nombreux à acheter ou vendre). Cette situation accroît leur influence sur les prix payés aux producteurs. La réforme de la Politique agricole commune (PAC) de 2013 a pris en compte cette réalité en autorisant la formation d'organisations de producteurs (OP), réservées jusqu'alors au secteur des fruits et légumes. L'analyse de cette structuration reste néanmoins à faire, notamment en la comparant aux coopératives, et les formes optimales de gouvernance restent à trouver.

La littérature économique européenne s'est jusqu'à présent peu intéressée à la coordination des entreprises. On sait ainsi peu de chose sur les contrats et autres formes de coordination dans les filières animales européennes (et plus généralement agricoles), contrairement aux États-Unis, où ils sont étudiés depuis le début des années 2000. Pourtant, le rôle des coordinations dans la création et la répartition de la valeur ajoutée est évoqué comme un atout pour la compétitivité et la maîtrise des risques (Bureau *et al.*, 2015). Il permettrait de réduire les coûts de transaction liés aux échanges entre l'amont et l'aval de la filière, et de gérer les risques de variations des marchés et la volatilité des prix. Il permettrait aussi l'instauration de mécanismes d'incitation envers certaines pratiques, techniques innovantes, investissements ou normes de qualité. Il pourrait, enfin, être un moyen de discuter la répartition de la valeur au sein de la filière. Cependant, au-delà de leurs intérêts théoriques évidents, ces coordinations méritent d'être regardées concrètement. Par exemple, la filière avicole française, qui est fortement régie par des contrats d'intégration, a perdu en compétitivité globale depuis le début des années 2000.

I Une compétitivité « hors coûts » valorisant la qualité et la segmentation des produits

Afin de s'affranchir d'une partie de la concurrence, les producteurs peuvent se positionner sur un marché spécifique, une niche, en tirant parti de l'hétérogénéité des préférences des consommateurs et de leurs revenus. Cette stratégie de distinction s'appuie sur divers critères de qualité : gastronomiques, environnementaux, culturels, sanitaires... Elle engendre des coûts spécifiques au niveau de la production et/ou de la transformation et des coûts de transaction entre acteurs pour assurer la labellisation et parfois la certification des produits, leur traçabilité et leur publicité.

Ces stratégies de différenciation interviennent dans les relations commerciales internationales. Les normes sanitaires européennes constituent par exemple un avantage des produits animaux communautaires sur les marchés mondiaux (Gaigné et Larue, 2016). Elles favorisent les exportations vers les pays où cette qualité n'est pas réputée garantie et protègent de certaines importations, puisqu'elles constituent des barrières non tarifaires

aux échanges. À l'inverse, les fromages au lait cru et certaines salaisons européennes sont interdits aux États-Unis, également pour des raisons sanitaires. Les inquiétudes autour des négociations d'accords de libre-échange euro-américains montrent les enjeux politiques associés.

Au-delà des normes publiques sanitaires, les stratégies de différenciation des produits sont nombreuses, et touchent aussi bien les produits laitiers que les produits carnés. Les critères mis en avant peuvent concerner la localisation et les techniques d'élevage, les processus de transformation et les modes de commercialisation. L'agriculture biologique, les indications géographiques et appellations d'origine ainsi que certains labels ou indications informatives bénéficient d'une certification garantie par l'État et sont reconnus par l'Union européenne. Les marques s'appuient, elles, sur des conventions privées, liées à un savoir-faire de l'entreprise. Lorsqu'ils sont partie prenante de la différenciation, les pouvoirs publics peuvent influencer sur la protection des consommateurs et de l'environnement, mais aussi sur la formation et le partage de la rente monopolistique entre les différents maillons de la filière.

En France, selon la statistique agricole, environ une exploitation d'élevage sur deux est engagée dans une démarche de qualité (agriculture biologique, signe de qualité officiel ou non) et/ou de commercialisation (vente en circuits courts) et/ou de diversification de ses activités (transformation à la ferme, agrotourisme...) ¹². Un tiers de ces exploitations associent plusieurs de ces démarches.

De façon générale, les analyses empiriques portant sur la valeur ajoutée procurée par la labellisation des produits et sur le partage de cette valeur dans les filières animales sont peu nombreuses, au regard du nombre de produits bénéficiant de labels. De plus, les conclusions divergent. Certains auteurs s'inquiètent que le foisonnement des signes de différenciation n'en limite l'intérêt au motif que les consommateurs ne sauraient plus faire la différence entre les multiples distinctions. D'autres doutent de la capacité des multiples indications géographiques à créer de la valeur ajoutée, notamment à l'exportation, tandis qu'au contraire d'autres auteurs montrent l'effet bénéfique du secteur des fromages AOP en France sur les exportations (Duvaleix-Tréguer *et al.*, 2015) ainsi que la croissance des échanges entre pays ayant des indications géographiques (Sorgho et Larue, 2014).

Conclusion

LE NIVEAU DE CONSOMMATION INDIVIDUELLE DES EUROPÉENS en produits animaux est en moyenne élevé. Néanmoins, la demande intérieure stagne, voire baisse, excepté pour les volailles. Les caractéristiques de cette consommation se transforment, et l'image de certains produits se dégrade. Les exportations européennes de produits animaux se

12. De l'ordre de 45 % des exploitations en OTEX bovins, 38 % des OTEX ovins-caprins, 61 % des OTEX porcs et volailles, 55 % des OTEX poly-élevage et polyculture-élevage.

développent, principalement pour les produits laitiers et la viande porcine, sous l'influence croissante de la Chine. L'organisation des industries agroalimentaires et de la grande distribution est un facteur structurant de la compétitivité des filières et des exploitations. Les études scientifiques n'apportent cependant que des éclairages fragmentaires sur les déterminants de la performance économique et de la compétitivité des entreprises. Deux stratégies se dégagent : baisser les coûts de production unitaires ou bien se différencier sur des critères de qualité.

2. Le travail et l'emploi en élevage et dans les filières

L'EMPLOI AGRICOLE CHUTE EN EUROPE. Peu de travaux scientifiques récents étudient ce déclin, et rares sont ceux spécifiques à l'élevage. La crise du secteur a, en revanche, relancé quelques études sur l'effet d'entraînement de l'élevage sur les emplois indirects ou induits, car c'est un argument régulièrement mis en avant pour justifier le soutien public à l'agriculture. La littérature scientifique se préoccupe par ailleurs des évolutions rapides et controversées des pratiques d'élevage sous l'angle du travail et des métiers, principalement à travers la relation de l'éleveur aux animaux et à la technique. La santé au travail devient également une problématique en soi.

L'emploi dans les exploitations d'élevage

L'EMPLOI EUROPÉEN DANS L'ÉLEVAGE REPRÉSENTE plus de 4 millions de personnes en 2012, essentiellement concentrées dans les nouveaux États membres (80 %). La Pologne représente à elle seule un cinquième de ces emplois. Cependant, leur nombre continue de chuter drastiquement : la Bulgarie, la République tchèque et la Roumanie ont perdu un tiers de leurs agriculteurs depuis l'an 2000. Le vieillissement et les gains de productivité sont les explications apportées à ce déclin. Une exploitation européenne d'élevage moyenne compte entre 1 et 2 travailleurs. Les exploitations de polyculture-élevage et de production laitière bovine représentent le plus d'emplois (respectivement 37 et 25 %), loin devant les élevages de granivores (porcs et volailles : 8 %), lesquels sont moins nombreux mais individuellement plus grands et rassemblent l'essentiel des salariés du secteur (tableau 2.1).

■ Les revenus

Il est difficile de comparer les revenus agricoles à ceux des autres ménages, les premiers variant fortement d'une année sur l'autre et ne tenant pas compte du patrimoine élevé de l'exploitation. La valeur de l'excédent brut d'exploitation (EBE) par travailleur non salarié indique un ordre de grandeur : dans l'UE à 27, l'EBE moyen des élevages équivaut à ceux

Tableau 2.1. Nombre d'élevages et indicateurs de main-d'œuvre, dont part salariée et EBE/UTA en 2012. (A) Moyenne par orientation technico-économique ; (B) moyenne par exploitation selon les pays.
Source : statistiques DG AGRI-FADN, année 2012 – traitement Inra Smart-Lereco.

A

OTEX en UE-27	MO (UTA)	UTA/ exploitation	MO salariée/ exploitation (%)	EBE/MO non salariée (k €/UTA)
Ovins et caprins	648 000	1,52	12	14
Granivores	343 000	2,03	36	55
Bovins viande	518 000	1,37	10	23
Bovins lait	1 031 000	1,71	16	27
Poly-élevages-culture	1 574 000	1,49	14	13
UE-27	4 114 000	1,56	15	20

B

Pays	MO en 1 000 UTA	UTA/ exploitation	MO salariée/ exploitation (%)	EBE/MO non salariée (k €/UTA)
Allemagne	272 000	2,02	33	58
Danemark	27 000	2,11	55	180
Espagne	242 000	1,53	16	24
France	282 000	1,75	13	47
Irlande	92 000	1,23	6	27
Italie	224 000	1,57	17	41
Pays-Bas	58 000	1,73	17	85
Pologne	811 000	1,66	7	9
Royaume-Uni	126 000	1,96	31	49

OTEX : orientation technico-économique des exploitations ; EBE : excédent brut d'exploitation ; MO : main-d'œuvre ; UTA : unité de travail agricole.

observés en maraîchage, horticulture ou cultures permanentes, mais est régulièrement plus faible que celui des exploitations de grandes cultures. La moyenne masque toutefois une grande hétérogénéité des revenus entre pays et entre orientations productives.

Les élevages de granivores dégagent le meilleur résultat en moyenne : le double des élevages laitiers et près de 3,5 fois plus que les systèmes diversifiés ou de petits ruminants. Les élevages danois se placent largement en tête en matière de rémunération ; à l'autre extrémité, les éleveurs de caprins/ovins polonais ont le revenu annuel moyen le plus bas (4 000 €/travailleur non salarié/an). Les éleveurs français se situent en général dans le milieu de la fourchette européenne.

Les revenus des éleveurs dépendent pour beaucoup d'aides directes qui sont partiellement liées à leur orientation et à leur volume de production, et partiellement conditionnées à des critères environnementaux. Au fil des réformes successives de la PAC, les modalités de versements évoluent. Elles sont plus ou moins découplées et plus ou moins directes (elles passent par exemple par un soutien aux céréales, aux exportations, etc.). Les montants varient selon les régions et pays. À titre d'exemple, les fermes laitières recevaient en moyenne européenne, en 2016, 14 700 euros d'aides directes, soit 9 200 euros par UTA, 440 euros par hectare de SAU, ce qui représente l'équivalent de 16 % de leur chiffre d'affaires. En raison de leur plus grande taille, les exploitations laitières danoises captent des montants beaucoup plus élevés d'aides directes (69 600 euros en moyenne nationale) que les unités françaises (33 200 euros) ou, plus encore, polonaises (7 500 euros). Quand ce montant est rapporté à l'emploi ou à l'hectare, les écarts se réduisent entre les États membres.

■ Les démarches de qualité ou de diversification emploient plus

Il est classique de corrélér les démarches de diversification ou de qualité à plus d'emplois. Cependant, peu de travaux quantifient ce gain. L'étude de Bertin *et al.* (2016) l'a évalué en France. Les démarches de qualité accroissent l'emploi dans les exploitations d'élevage, de viticulture, de fruits et de grandes cultures. Les exploitations de polyculture-élevage et poly-élevage emploient 0,4 équivalent temps plein (ETP) de plus lorsqu'elles sont labellisées en bio. La pratique du circuit court est aussi associée à un surcroît d'emploi de 0,4 à 0,9 ETP. Les activités agrotouristiques emploient en moyenne entre 0,2 et 0,5 ETP supplémentaires, surtout dans les systèmes ovins-caprins et granivores. La méthode de calcul ne permet cependant pas d'isoler la démarche qualité des autres déterminants, et les intervalles de confiance soulignent la grande variété de situations.

■ L'emploi dans les industries agroalimentaires

Selon Eurostat, les industries des filières animales emploient un peu plus d'un million d'ETP. Les industries de préparation de produits à base de viande sont les plus employeuses (34 %), puis les laiteries et fabricants de fromage (24 %) et les industries de transformation et de conservation de viande de boucherie (22 %) (tableau 2.2). En France, la répartition de l'emploi est similaire à la moyenne européenne.

Tableau 2.2. Emploi, exprimé en milliers d'équivalent temps plein, dans les industries des viandes et des produits laitiers en UE-28 en 2013.
Source : Eurostat.

	Belgique	Allemagne	Danemark	Espagne	France	Irlande	Italie	Pays-Bas	Pologne	Royaume-Uni	UE-28
Transformation et conservation de la viande de boucherie	5,1	22,8	9,8	31,4	46,6	8,4	18,9	4,3	44,1	17,3	252,6
Transformation et conservation de la viande de volaille	1,5	9,7	nc	8,2	23,3	1,3	7,5	2,8	22,1	23,1	124,6
Préparation de produits à base de viande	4,9	122,8	nc	36,1	43,6	3,0	19,9	5,1	44,5	30,1	389,0
Laiteries et fromageries	5,0	32,1	nc	19,2	48,7	nc	29,1	10,5	33,8	21,6	269,4
Fabrication de glaces et sorbets	nc	nc	nc	nc	3,7*	nc	nc	nc	nc	nc	35,1
Fabrication d'aliments pour animaux de ferme	nc	nc	nc	nc	17,3*	nc	nc	nc	nc	nc	74,6
Total	nc	nc	nc	nc	183,3	nc	nc	nc	nc	nc	1 145,4

* Données ESANE 2013. nc : non communiqué.

■ L'effet d'entraînement sur l'emploi à partir de l'élevage

Les effets indirects de l'élevage sur l'emploi sont estimés par différentes méthodes (Vollet et Bousset, 2002). En France, le GIS Élevage demain a publié en 2015 une étude évaluant à 724 000 ETP l'emploi lié à l'élevage au niveau national, soit 3,2 % de l'emploi total. À chaque ETP employé dans les élevages s'ajouterait 1,25 ETP réparti entre les secteurs amont et aval. D'autres études européennes aboutissent au même ordre de grandeur multiplicateur, avec des variations de 1,2 à 2,5 selon les filières. L'effet d'entraînement est généralement plus élevé dans les filières viande que dans les filières laitières. Les travaux américains et canadiens affichent des niveaux souvent inférieurs à ceux calculés en Europe.

L'effet d'entraînement peut fortement varier d'un territoire à l'autre, comme l'illustrent des études de cas sur des régions suédoises, françaises et britanniques (Lindberg *et al.*, 2012). Ces disparités s'expliquent par la présence (ou l'absence) d'entreprises et

d'administrations, ainsi que par la démographie locale. Ainsi, une même politique publique concernant un même type d'élevage peut avoir des effets différents sur l'emploi local. Or l'effet d'entraînement sur l'emploi local est un objectif affiché dans la réforme de la PAC post-2013. De ce fait, plusieurs auteurs préconisent de relier davantage les politiques de régulation et de soutien de l'élevage à l'emploi (Cardenete *et al.*, 2014), et de faire de cet indicateur un moyen d'évaluer l'impact de la PAC sur le développement territorial intégré. Toutefois, excepté dans le secteur laitier, les gains de croissance obtenus dans l'élevage ont peu d'impact sur l'emploi indirect et induit.

On peut aller plus loin en estimant les emplois induits par les dépenses des revenus issus des emplois directs et indirects dans l'élevage. Ces emplois induits sont rarement pris en compte, car ils nécessitent de décrire la totalité des circuits économiques du territoire considéré ainsi que l'ensemble de ses échanges avec le reste du monde. Ils sont potentiellement plus nombreux que les emplois directs et indirects. Une étude portant sur l'impact de l'embargo russe de 2014 en Bretagne évalue, pour chaque emploi agricole perdu, que dix autres le seraient aussi, soit sept à huit emplois induits (Gohin *et al.*, 2016). Les auteurs sont néanmoins prudents face à la sensibilité de leurs résultats aux hypothèses de modélisation, et notamment à l'existence d'un salaire minimum et d'une flexibilité du nombre de fonctionnaires, cet exemple fournissant plutôt une borne supérieure aux emplois induits.

Enfin, quelques rares études ont tenté d'apprécier dans quelle mesure performances environnementales et sociales des filières d'élevage se conjuguent. L'une d'elles a porté sur la filière laitière en Nouvelle-Zélande (Flemmer, 2012). Elle conclut que les effets indirects des emplois concernent surtout les intrants (engrais de synthèse, aliments, fuel, électricité, eau...), donc des emplois au coût environnemental élevé.

Le travail en élevage

AU SEIN DES EXPLOITATIONS, LA MAIN-D'ŒUVRE FAMILIALE continue de régresser au profit d'un recours accru aux entreprises agricoles, aux organisations collectives entre agriculteurs, telles que les coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA), et au salariat. Celui-ci représente en moyenne 15 % du travail en élevage dans l'UE, avec de fortes variations puisqu'il fournit 2 % du travail en élevage en Belgique, et plus de la moitié dans les élevages danois (tableau 2.1). Le salariat est important, ancien et fréquent dans les élevages porcins et avicoles. En France, il concernait 77 % des exploitations granivores en 1988 et 80 % en 2010. Il est plus récent et moindre en élevage bovin laitier. Peu de travaux étudient les conditions de travail des salariés dans l'élevage à l'échelle européenne. Ils soulignent néanmoins un *turn-over* fréquent de la main-d'œuvre en France, et le recours à des salariés étrangers en élevage hors-sol en Espagne et en Allemagne. L'importance de l'emploi précaire n'est en revanche pas connue. Le métier d'éleveur se féminise, même si les femmes restent minoritaires. Elles s'orientent préférentiellement

vers l'élevage laitier (Dufour et Giraud, 2012). La féminisation est corrélée à l'appel accru de main-d'œuvre extérieure et à la mécanisation. Enfin, il n'existe pas d'études européennes sur l'évolution de la formation des éleveurs. On sait que ce niveau progresse en France, tout en restant plus faible que dans les pays du nord de l'Europe.

La part de pluriactifs en élevage n'est pas connue, même si des monographies soulignent son poids, notamment en zones touristiques (Garcia-Martinez *et al.*, 2009, en Espagne). Son intérêt ne fait pas consensus parmi les chercheurs : certains affirment que la concurrence entre activités induit une simplification des pratiques d'élevage, voire un changement d'usage des terres pouvant être la première étape vers un abandon. D'autres auteurs concluent, au contraire, que la pluriactivité permet de maintenir l'élevage grâce à la diversification des sources de revenus.

I Des conditions de travail contraignantes

L'attractivité du métier d'éleveur est questionnée. Peu de travaux scientifiques étudient précisément la désaffection des jeunes générations. Issues de différents pays européens, plusieurs études mettent en avant les conditions de travail difficiles et le manque de reconnaissance sociale (Battaglini *et al.*, 2014). Des études françaises soulignent également l'importance du temps d'astreinte (deux fois le temps de travail), qui pèserait surtout sur les éleveurs travaillant seuls. Le temps de travail varie cependant beaucoup selon l'orientation de l'élevage, ses équipements, la main-d'œuvre, la localisation de l'exploitation et la rationalité privilégiée par l'éleveur (Hostiou *et al.*, 2014). Que les systèmes soient mixtes ou spécialisés ne différencie pas le temps de travail. En revanche, quelques élevages types se distinguent : les exploitations caprines fromagères à cause d'une durée de traite longue du fait du nombre important d'animaux ; les systèmes pastoraux pendant l'estive ; ou encore les exploitations porcines du fait d'un manque de flexibilité de l'organisation du travail en raison de la succession des lots d'animaux dans le bâtiment. Au-delà de la durée totale de travail, c'est effectivement l'absence de marge de manœuvre dans la gestion de leur temps qui pèse sur le bien-être des éleveurs, surtout lorsqu'ils travaillent seuls.

La période actuelle ouvre cependant sur une restructuration de l'organisation du travail en élevage. De nouvelles formes d'arrangements collectifs innovent dans la gestion des assolements et du travail en commun, comme l'illustre le développement des « CUMA intégrales », ou dans la transformation/commercialisation des produits (Lucas *et al.*, 2014). Ces changements s'inscrivent dans une dissociation des facteurs de production en agriculture : la gestion du foncier, du capital et du travail relève de plus en plus souvent de stratégies segmentées impliquant des acteurs différents.

I Le rapport des éleveurs aux animaux et à la technique

La relation étroite entre choix techniques et durée du travail a justifié l'effort de recherche sur des pratiques d'élevage simplifiées. Celles-ci ciblent l'alimentation, le rythme de traite

ou la synchronisation des cycles physiologiques des animaux, et modifient le rapport que les éleveurs entretiennent avec leur travail et avec leurs animaux. Les conclusions divergent. Des auteurs montrent que les systèmes où les animaux pâturent améliorent les conditions de travail (Brummel et Nelson, 2014), tandis que d'autres, à l'inverse, font le constat que les éleveurs préfèrent le travail en système « zéro pâturage » (Meul *et al.*, 2012). S'il est communément admis que l'intensification des élevages augmente la productivité du travail, plusieurs auteurs soulignent qu'elle détériore les conditions de travail du fait de la charge par travailleur et du déni de la part affective du travail avec les animaux, ce qui malmène à la fois le sens, la symbolique et les règles du métier. Pour certains, la recherche d'autonomie et plus largement l'agroécologie valorisent le travail des éleveurs, pour d'autres, ces orientations se traduisent par un accroissement de la charge et de la technicité, voire de la pénibilité du travail. Le bénéfice des techniques sur la productivité économique ne fait pas consensus non plus. Pour les uns, elles sont au pire neutres sur la productivité du travail (par exemple l'usage du GPS au pâturage ; l'alimentation en libre-service) ; pour d'autres, elles réduisent certes le temps de travail mais aussi le revenu (par exemple dans le cas de l'adoption d'un robot de traite ; Kvapilík *et al.*, 2015).

L'élevage dit « de précision », qui bénéficie d'une forte médiatisation, illustre ces débats. Il se définit par l'utilisation coordonnée d'automatismes et de capteurs pour gérer la conduite des animaux. La plupart des auteurs mettent en avant le temps gagné grâce à ces nouvelles technologies, mais d'autres font remarquer que l'introduction des automates et du numérique induit de nouvelles tâches de gestion, de maintenance et d'analyse des informations issues de ces outils. Ces opérations contrebalanceraient le gain de temps brut consécutif à la suppression de la tâche elle-même. De manière générale, les conséquences de l'élevage de précision sur le travail et le métier des éleveurs sont peu instruites dans la littérature scientifique.

■ La santé au travail

En France, le nombre d'arrêts de travail diminue mais leur durée d'arrêt s'allonge, et le travail physiquement pénible décroît mais la pénibilité mentale s'accroît, liée à un excès de stress (Madelrieux *et al.*, 2015). Le cancer et les maladies cardiovasculaires sont respectivement les première et deuxième causes de mortalité chez les agriculteurs, toutes productions confondues. L'exposition professionnelle des agriculteurs aux pesticides a fait l'objet d'une récente expertise¹³. Les éleveurs, eux, sont particulièrement affectés par les coups portés par les animaux, par les maladies et troubles respiratoires dans les bâtiments pour les productions hors-sol (porcs et volailles) ou encore par les troubles musculo-squelettiques dans les élevages où les animaux sont encagés (volailles et lapins). Le suicide en agriculture est peu abordé dans la littérature mondiale, mais les données

13. Voir www.anses.fr/fr/content/publication-du-rapport-sur-les-expositions-professionnelles-aux-pesticides-mieux-connaître.

soulignent la vulnérabilité de la profession agricole partout dans le monde. En France, c'est la troisième cause de décès chez les agriculteurs, avec un taux de suicide 40 % plus élevé que la moyenne. La classe d'âge entre 45 et 64 ans est la plus touchée, ainsi que les filières bovins lait et bovins viande (Kolstrup *et al.*, 2013). Des explications sont trouvées dans le niveau de stress et dans l'accès facile à des armes de chasse ou à des poisons (pesticides ou médicaments) ; les difficultés financières, le sentiment d'échec, le manque de soutien social ou encore l'isolement sont également invoqués.

Les conditions de travail dans les industries agroalimentaires, en particulier dans les abattoirs, sont abordées dans la bibliographie scientifique européenne et internationale (Caroli *et al.*, 2009). Les industries agroalimentaires et les abattoirs affichent une fréquence élevée de maladies et d'accidents (mais le nombre de travailleurs concernés n'est pas estimé) du fait de tâches répétitives, des postures debout, du bruit, des températures souvent froides. Les troubles majeurs relèvent des troubles musculo-squelettiques, des problèmes gastro-intestinaux, des bronchites et rhumatismes, et des troubles psychiques (Neupane *et al.*, 2014). Certains auteurs préconisent davantage d'automatisations de tâches, tandis que d'autres dénoncent leur impact négatif sur l'accroissement du rythme de travail des opérateurs. Les études et connaissances scientifiques sont rarement quantitatives et n'abordent pas souvent les sources des problèmes. Pourtant, certains auteurs voient dans la santé au travail une grille de lecture des transformations du travail en élevage et à l'aval. La médiatisation des manquements professionnels dans les abattoirs en France est ainsi soutenue par des travaux sur l'éthique animale, mais peu par des études sur la santé au travail.

Conclusion

L'IMPACT SUR L'EMPLOI VARIE BEAUCOUP SELON les contextes locaux et les types de cheptels. Le secteur laitier semble générer le plus d'emplois directs et indirects. Sans que cela soit bien documenté, l'élevage semble particulièrement concerné par des conditions de travail parfois difficiles. La pénibilité physique, les astreintes horaires, la charge mentale, la faible rémunération et l'isolement sont les principaux griefs. La dénonciation dans les médias de scandales dans des abattoirs ou des industries agroalimentaires ainsi que l'image dégradée des élevages industriels ont aussi un impact négatif sur les professionnels des filières. Il existe cependant peu d'études scientifiques sur l'étendue, la portée et les raisons du manque d'attrait des professions dans les filières animales. Regagner en attractivité exigerait de repenser les conditions d'exercice des métiers et de revoir les modalités d'accès au capital et au foncier pour l'installation en élevage.

3. L'utilisation de ressources naturelles

LES EMPREINTES ENVIRONNEMENTALES EN TERRE, en eau ou en énergie, les bilans de matières (nutriments) et les analyses du cycle de vie (ACV) calculent les prélèvements, les utilisations, les flux, les pertes ou les gaspillages de ressources associées aux activités humaines. Les consommations dites « intermédiaires » ou « intrants » sont ainsi devenues une clé de lecture de l'efficacité des modes de production, des échanges agricoles et des systèmes alimentaires. Ce chapitre fait un point sur quelques ressources directes et indirectes utilisées par les systèmes d'élevage européens qui font débat : l'usage des terres, l'énergie, l'eau et le phosphore pour illustrer les nutriments. On se centre ici sur les effets quantitatifs sur l'environnement — pollutions, dégradations ou améliorations des milieux seront étudiés dans le chapitre suivant.

L'usage des terres dédiées à l'élevage évalué à l'aune de la sécurité alimentaire mondiale

LE BÉTAIL SE NOURRIT D'HERBE (ET DE BROUSSAILLES), de fourrages (maïs ensilage, betteraves, luzerne...), de céréales, de concentrés protéiques et énergétiques composés principalement de céréales, graines oléoprotéagineuses et tourteaux, et de certains coproduits industriels (drêches...). La provenance et la part des différentes sources d'aliments du bétail suscitent plusieurs débats. En effet, si l'on considère la terre comme une ressource finie, alors les surfaces dédiées à l'alimentation du bétail et le taux de conversion protéique sont cruciaux pour la disponibilité alimentaire mondiale (encadré 3.1).

■ L'enjeu du calcul de la conversion des protéines végétales en protéines animales

Globalement, les animaux ne sont guère efficaces dans l'utilisation de l'azote des produits végétaux : moins de la moitié se retrouve dans le lait, les œufs ou la viande sous forme de protéines, la majeure partie étant donc rejetée dans les déjections. L'efficacité de la conversion en protéines varie en fonction des espèces (ainsi que du stade physiologique et de la composition du troupeau). Les porcs et les volailles, qui sont granivores et monogastriques, ont en moyenne de meilleurs indices de conversion alimentaire que les ruminants. Leur appareil digestif est adapté pour digérer des graines, alors que les

Encadré 3.1. Un diagnostic mondial partagé.

Depuis le rapport « *Livestock's long shadow* » publié par la FAO en 2006, la littérature scientifique a construit un diagnostic chiffré sur l'emprise environnementale de l'élevage à l'échelle de la planète.

La consommation alimentaire en produits animaux contribue au fait que l'humanité a déjà dépassé trois des « limites planétaires » (seuils périlleux de modification des écosystèmes) que sont l'érosion de la biodiversité, la perturbation des cycles de l'azote et celle du phosphore ; elle participe à la menace sur deux autres « limites » : le changement d'usage des terres et l'utilisation d'eau douce (Rockstrom *et al.*, 2009).

L'élevage utilise trois quarts des surfaces agricoles mondiales (Foley *et al.*, 2011), dont un tiers de terres arables (FAO, 2006) et deux tiers de prairies et parcours (Zabel *et al.*, 2014). De nombreux travaux soulignent cette compétition entre la production d'animaux ou de végétaux.

Il faut en moyenne 6 kg de protéines végétales pour fabriquer 1 kg de protéines animales (Pimentel et Pimentel, 2003), ce qui veut dire que le « détour » par l'animal coûte en moyenne 85 % des protéines végétales initiales. Ces valeurs varient de 2 à 10 kg selon les espèces (les poules et les porcs sont plus efficaces que les bovins, dont les rations à base de fourrages sont moins digestibles) et selon les produits (les productions de lait et d'œufs sont plus efficaces que celles des viandes).

Les animaux d'élevage procurent un tiers des protéines consommées par l'homme au niveau mondial. La demande mondiale en viande a connu une forte hausse sur les cinquante dernières années (estimée à 150 %), principalement dans les pays de l'OCDE et en Chine ; en revanche, la consommation par habitant a stagné ou diminué en Inde et dans plusieurs pays d'Afrique. Globalement, la hausse devrait se poursuivre mais plus modestement d'ici 2050 (+ 73 % selon la FAO ; + 60 % selon Alexandratos et Bruinsma, 2012).

ruminants ont un rumen adapté pour une alimentation à base d'herbe et de fourrages peu digestibles. Le tableau 3.1 illustre les écarts de taux de conversion alimentaire (ou indice de consommation) entre espèces, c'est-à-dire la quantité d'aliment nécessaire pour obtenir une unité (kg) de produit animal destiné à l'alimentation humaine. Les écarts de taux peuvent être grands, notamment entre systèmes d'élevage de ruminants, car les élevages intensifs ont généralement un recours important aux concentrés protéiques et aux surfaces arables, *a contrario* de l'élevage pastoral.

De nombreuses ACV visant à comparer l'utilisation des terres en fonction de l'espèce ont été réalisées pour la France, les États-Unis, l'ensemble des pays de l'OCDE ou encore le monde (de Vries et de Boer, 2010 ; Koch et Salou, 2015 ; Peters *et al.*, 2014). Les auteurs concluent que dans des régions d'élevages intensifs comme l'Europe, la viande bovine nécessiterait des surfaces en terres arables trois à quatre fois plus importantes que les

viandes de porc et de volaille. Les résultats pour le cas français (tableau 3.1B) sont légèrement inférieurs à ceux obtenus pour l'OCDE et les États-Unis, mais les écarts entre espèces se conservent, reflet des taux de conversion (tableau 3.1A).

En revanche, les ruminants sont les seuls à pouvoir digérer l'herbe et à la transformer en protéines. Or les prairies et parcours sont, pour une large part, des surfaces non cultivables, n'entrant pas en compétition avec l'alimentation humaine, ce qui permet d'argumenter l'efficacité de conversion des protéines issues des systèmes herbagers. Des travaux européens comparent ainsi la quantité de protéines animales comestibles par kg

Tableau 3.1. Deux modes comparables d'évaluation du rendement des animaux par espèce. Les résultats montrent des valeurs inférieures — plus efficaces par animal ou par niveau de production — pour les monogastriques, et de grandes variations parmi les ruminants.

A : Quantité (en kg de matière brute) d'aliment pour bétail nécessaire à la production d'un kg de produit animal dans l'UE-25 ; moyenne pondérée des facteurs en fonction de la production en 2013.

Source : Inra, d'après Leip *et al.* (2010).

Produit	Moyenne	Min	Max
Viande bovine	44,9	11,3	88,1
Lait de vache	3,7	1,7	7,7
Viande de porc	4,2	3,4	7,1
Viande de volaille	3,7	2,6	7,4
Œufs	2,7	1,9	4,2
Viande de petits ruminants	56,2	13,9	140,2
Lait de petits ruminants	16,0	1,7	25,2

B : Surfaces nécessaires à l'alimentation des différentes espèces animales du cheptel français. Source : Koch et Salou, 2015.

Système de production	m ² /an/kg de poids vif ou d'œufs
Bovins viande	14,8 à 53,6
Bovins lait	10,5 à 26,7
Porcs	3,5 à 10,6
Poulets de chair	2,7 à 8,9
Œufs	2,9 à 6,9

de protéines végétales comestibles par l'homme mais consommées par les animaux. Si ce ratio est supérieur à 1, le système contribue positivement à l'alimentation humaine. Ils concluent à un ratio supérieur à 1 pour les systèmes laitiers herbagers, un ratio neutre pour la viande de bovins à l'herbe et inférieur à 1 pour les monogastriques et les bovins alimentés avec des rations riches en concentrés et maïs fourrager (Ertl *et al.*, 2015).

On peut logiquement penser que ces résultats argumentent en faveur du maintien des surfaces en prairies et parcours. Or les prairies européennes ont fortement régressé depuis 1960, la perte étant estimée à environ 30 %, soit plus de 7 M ha selon Eurostat (déprise agricole incluse). La poursuite continue de ce déclin suggère que les terres labourables pourraient empiéter encore davantage sur les prairies, au moins en plaine. C'est ce que montrent certains travaux en raisonnant les surfaces à partir du potentiel de production des sols (la fertilité), plutôt qu'à partir des surfaces actuellement cultivées.

■ L'emprise territoriale des élevages européens partiellement délocalisée

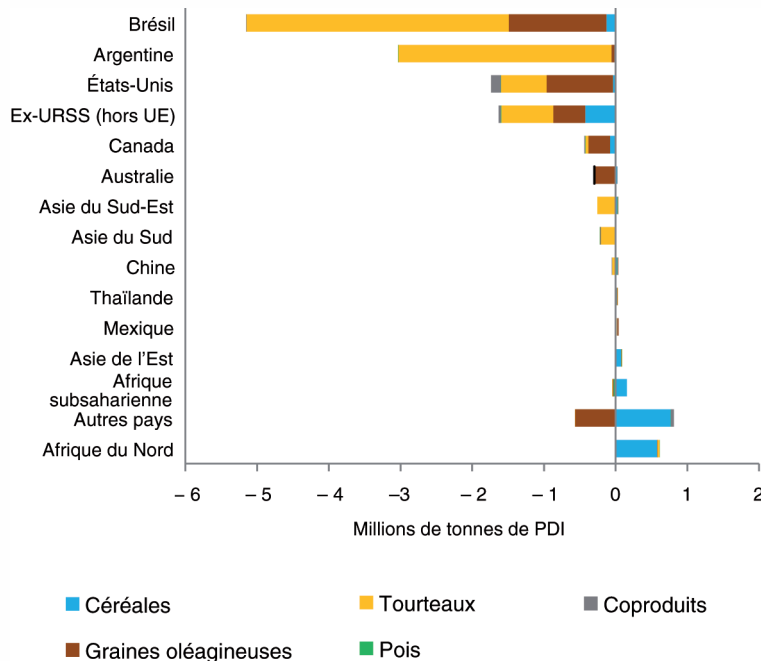
FAOStat et Eurostat estiment, respectivement, à 186 ou 173 M ha la surface agricole totale en Europe. Un tiers environ, soit 66 M ha pour FAOStat ou 57 M ha pour Eurostat, est en prairies permanentes. Pour Eurostat, sur ces 57 M ha de prairies permanentes, près de 17 M ha sont des landes et parcours (10 % de la SAU). Quant aux surfaces qui entrent dans la rotation des cultures, les animaux en utilisent 10 M ha en prairies temporaires et 35 M ha en céréales, soit environ 60 % des surfaces céréalières de l'UE (FAOStat). La moitié des surfaces céréalières destinées au bétail est dédiée aux porcs, un quart aux volailles et le dernier quart aux ruminants.

Mais l'Europe importe par ailleurs environ 70 % des protéines d'oléoprotéagineux consommées par son cheptel. Le tourteau de soja, les autres tourteaux et les graines d'oléoprotéagineux proviennent principalement d'Argentine et du Brésil. Cette délocalisation de l'alimentation animale est associée à l'expansion des surfaces agricoles au détriment de la forêt, amazonienne notamment, engendrant un impact négatif sur la biodiversité.

Par ailleurs, l'évaluation des surfaces délocalisées hors UE correspondant aux importations protéiques ne fait pas consensus (forte divergence, par exemple entre Kock et Salou, 2015, et Weinzzettl *et al.*, 2013). Les éléments de variabilités résident dans : les surfaces concernées (hectares labourables, hectares de céréales et d'oléoprotéagineux, hectares totaux) ; les rendements des cultures et des prairies ; le nombre de récoltes effectuées par an sur une même surface, qui peut aller jusqu'à 3 pour le soja ; les méthodes d'allocation des hectares en fonction des produits obtenus (élevage, biocarburants, industrie, alimentation humaine). À titre d'exemple, un hectare de soja brésilien produit 2,5 tonnes de graines servant à produire 0,5 t d'huile de soja et 2 t de tourteau, alors qu'exprimé en valeurs, cet hectare a produit 300 \$ d'huile et 300 \$ de tourteau. La répartition de cette surface entre les deux produits est alors égale selon une allocation économique, tandis qu'une allocation physique alloue 80 % de l'hectare au tourteau.

La figure 3.1 détaille les échanges en protéines destinées au troupeau européen (exprimées, pour faciliter la comparaison, en protéines digestibles *in fine* assimilables par les animaux). Globalement, l'UE importe environ 31 Mt de protéines digestibles (calcul ESCo) et est importatrice nette de 12 Mt (38 %). Le Brésil, l'Argentine, les États-Unis et les pays de l'ex-URSS sont ses principaux fournisseurs de concentrés pour l'alimentation animale. Un tiers du soja importé est destiné aux vaches laitières (et petits ruminants), un tiers aux porcs, un quart aux volailles et le reste aux autres productions. L'UE exporte aussi des protéines pour nourrir des troupeaux hors de son territoire, principalement des céréales en quantités bien moindres.

Figure 3.1. Échanges nets (export – import) de l'UE en protéines digestibles végétales à destination de l'alimentation animale. Source : calcul Inra, échanges en quantités (d'après la base de données internationale BACI) affectés d'un ratio de la part utilisée en alimentation animale.

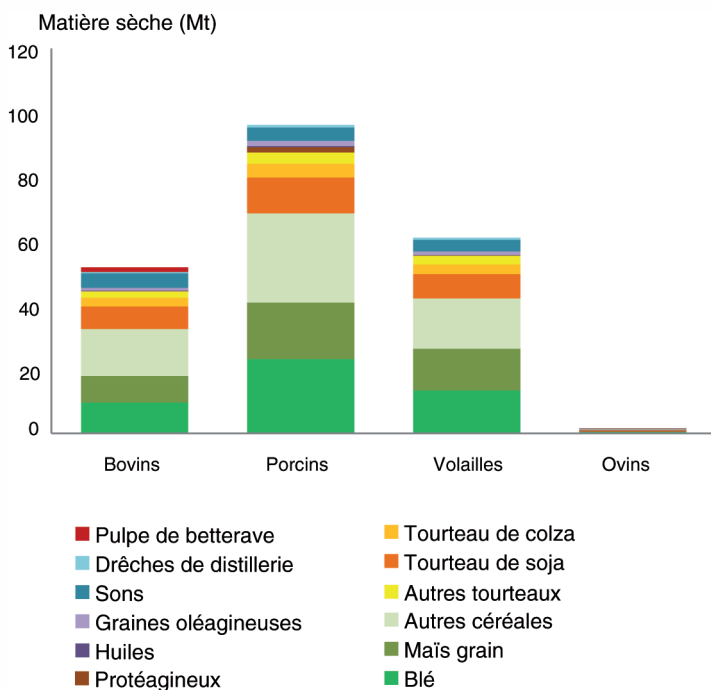


PDI : protéines digestibles dans l'intestin grêle ; unité de mesure utilisée pour raisonner l'alimentation des ruminants.

■ La place controversée de l'alimentation protéique apportée aux animaux

La forte part des aliments riches en protéines dans la ration alimentaire du troupeau européen explique sa forte productivité par rapport au cheptel moyen mondial. En 2013, les élevages européens ont consommé 221 Mt de céréales et d'oléagineux. Près de la moitié est autoconsommée par les animaux directement sur la ferme. L'autre moitié est incorporée dans des aliments composés industriels, appelés « concentrés » car riches en protéines et en énergie. À l'échelle européenne, ces concentrés sont constitués pour moitié de céréales, pour plus d'un quart de tourteaux d'oléoprotéagineux, d'un gros dixième de coproduits des industries agroalimentaires et d'autres sources multiples en quantité plus réduite (figure 3.2).

Figure 3.2. Estimation des consommations d'aliments concentrés par les espèces animales dans l'UE-27 pour l'année 2009.
Source : calculs Inra Smart-Lereco, d'après FAOStat.



Pour évaluer la dépendance du troupeau européen vis-à-vis des tourteaux importés, plusieurs ratios peuvent être calculés. Environ 70 % des protéines d'oléoprotéagineux (surtout du soja) contenues dans les concentrés pour animaux sont importées (soit environ 18 % des aliments en masse). Mais, lorsque l'on compte la totalité des protéines contenues dans ces aliments concentrés (céréales, coproduits, tourteaux...), la part des protéines importées passe à environ 40 %. Le pourcentage baisserait encore si l'on y ajoutait la contribution des protéines contenues dans les aliments directement produits sur la ferme (céréales, ensilages, foin, herbe...). De fait, la part des protéines importées sur l'ensemble des protéines consommées par les animaux n'est pas bien connue. Elle est sûrement variable selon les filières et les systèmes de production.

I Des scénarios de rupture

Prenant le contre-pied des tendances d'expansion et de délocalisation des surfaces dédiées à l'alimentation du bétail, plusieurs travaux de prospective proposent de cantonner l'élevage à la valorisation des prairies et des parcours par les ruminants, et d'incorporer davantage de coproduits et de déchets alimentaires dans les rations des monogastriques. Ces propositions diminuent parallèlement la consommation humaine en protéines à un seuil compatible avec les recommandations nutritionnelles et augmentent la part des végétaux dans les sources protéiques (voir chapitre 6).

L'énergie à la fois consommée et produite

LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES ÉLEVAGES européens n'est pas une information connue. Les dernières données datent de 2004 et concernent l'ensemble des exploitations agricoles de l'UE. Leur consommation énergétique était estimée à 28 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) par an, dont 4,4 Mtep pour l'agriculture française (Ademe, 2015).

I Une consommation d'énergie non renouvelable majoritairement indirecte

Les méthodes d'évaluation de la consommation d'énergie varient, rendant difficile la comparaison des résultats (coefficients alloués aux intrants très variables). Le chauffage des bâtiments d'élevage est le principal poste de dépense énergétique directe. En France, les poulaillers utilisent surtout du gaz propane, les élevages porcins et bovins de l'électricité (Pellerin *et al.*, 2015). Ce poste correspond à environ 370 kilotonnes d'équivalent pétrole (ktep), contre 740 ktep pour les consommations indirectes liées à l'alimentation du bétail. L'énergie indirecte liée à la fabrication des aliments du bétail représente en effet entre 50 % et 80 % de l'énergie totale utilisée dans les élevages (Leinonen *et al.*, 2012).

Tableau 3.2. Énergie nécessaire pour produire 1 kg de protéine.
Source : de Vries et de Boer (2010).

Source protéique	Énergie consommée (MJ/kg)
Viande de bœuf	177-213
Lait	37-144
Œuf	87-107
Viande de poulet	80-152
Viande de porc	95-236

Comme beaucoup d'autres facteurs, la consommation énergétique et ses impacts varient fortement selon les types d'élevage et la nature des produits animaux (Basset-Mens et van der Werf, 2005) (tableau 3.2).

Les économies d'énergie réalisables sont potentiellement significatives : elles sont estimées entre 15 et 50 % selon l'ampleur des modifications apportées dans les infrastructures et la conduite des troupeaux (Pellerin *et al.*, 2015). Augmenter l'autonomie alimentaire du cheptel réduit substantiellement le coût énergétique incorporé dans les achats de concentrés industriels et de fourrages déshydratés. Les économies d'énergie tirées de la culture de légumineuses par rapport à la fabrication d'azote synthétique ne sont pas quantifiées, bien que les engrais de synthèse soient énergivores.

■ Une production d'énergie renouvelable

La méthanisation des effluents d'élevage allège le bilan énergétique global de l'exploitation et celui de la fertilisation en apportant de la matière organique aux sols *via* l'épandage des digestats de méthanisation (riches en azote). Elle s'est développée dans les années 1990 mais de façon hétérogène entre les pays. En Europe, l'Allemagne produit les deux tiers du biogaz agricole, puis viennent l'Italie (14 %), la République tchèque (5 %), la France, les Pays-Bas et le Royaume-Uni (2-3 %), et les autres pays pour moins de 1 % chacun¹⁴. En Allemagne, le biogaz est en majorité valorisé sous la forme d'électricité, et la chaleur produite par les digesteurs est fréquemment utilisée pour le chauffage domestique. Depuis 2013, le rythme de création des installations s'est nettement ralenti (environ 200 méthaniseurs par an, contre plus de 1 300 entre 2009 et 2011), même s'il reste encore le plus élevé d'Europe. Les préconisations vont vers des installations de plus petite taille privilégiant l'utilisation des déjections animales et freinant l'incorporation de maïs, dont l'usage comme biomasse énergétique est contesté. Ce recentrage sur

14. EurObserv'ER, 2015, www.eurobserv-er.org/category/all-biogas-barometers/.

le traitement des effluents et des déchets fait consensus parmi les scientifiques. Plus globalement, les effluents d'élevage n'ont pas le même pouvoir méthanogène, et il est courant de les mélanger entre eux et avec d'autres résidus agricoles et déchets verts ou issus des industries agroalimentaires ou des boues de station d'épuration, afin d'augmenter le potentiel méthanogène du mélange. Les deux principales critiques adressées à la méthanisation sont : l'utilisation de cultures à des fins énergétiques plutôt qu'alimentaires, et le fait qu'elle puisse inciter à la concentration des élevages, à leur regroupement ou à leur agrandissement afin que l'approvisionnement en matières premières s'adapte à une installation de grande taille. Par ailleurs, les fuites de biogaz dans les installations ont été estimées jusqu'à 10-15 % du biogaz produit, mais il semble que le problème ait diminué dans les installations récentes (Moller *et al.*, 2009).

Les consommations d'eau

LES RESSOURCES EN EAU SONT INÉGALEMENT RÉPARTIES sur la planète et ne présentent donc pas les mêmes enjeux suivant les lieux. C'est pourquoi la consommation d'eau par unité de produit n'est un indicateur d'impact qu'au regard de la disponibilité locale en eau et de la sensibilité du milieu local au stress hydrique. Les comparaisons et moyennes sont alors à manier avec précaution.

La consommation d'eau est divisée selon son origine. On distingue ainsi l'eau « bleue », de surface ou souterraine, utilisée pour les cultures irriguées, l'abreuvement des animaux et le lavage des installations d'élevage ; l'eau « verte », stockée dans le sol et disponible pour les plantes cultivées ; et l'« eau grise », qui désigne la quantité d'eau douce nécessaire pour diluer une eau polluée jusqu'à atteindre la conformité avec les normes environnementales. La majorité des prélèvements agricoles relève de l'eau verte et, pour l'élevage européen, est essentiellement indirecte *via* la culture de soja. Les évaluations des consommations d'eau comptabilisent plus ou moins les différents types d'eau. Les indicateurs diffèrent également entre niveau brut de consommation, productivité, stress hydrique... De ce fait, la littérature scientifique présente une grande variabilité de résultats difficilement comparables. En litres bruts, les estimations de consommations varient ainsi de 27 à 53 200 l par kg de carcasse pour la viande de bœuf, de 136 à 10 412 l par kg de carcasse pour la viande de mouton, 105 à 3 340 l par kg d'œufs, de 66 à 3 381 l par litre de lait... Les écarts apparaissent plus restreints pour les viandes de porc (de 4 856 à 5 988 l/kg) et de poulet (de 3 918 à 4 325 l/kg) ou pour le fromage (de 4 914 à 5 060 l/kg). En litres équivalents eau bleue (la norme ISO), les estimations sont plus petites : 0,22 à 520 l éq. par kg de viande/poids vif de bœuf, 0,10 à 36 l éq. par kg de viande/poids vif de mouton, et 0,01 à 461 l éq. par litre de lait... Parmi les études recensées, les ruminants ont généralement des consommations d'eau par kg produit plus grandes que celles des monogastriques, surtout si l'eau verte est prise en compte — car l'herbe des prairies a une durée de vie (et de prélèvement) longue.

Les nutriments minéraux, le cas du phosphore

LA CONSOMMATION DE NUTRIMENTS PAR L'ÉLEVAGE a fait l'objet de nombreux travaux, et notamment l'azote, dont le cycle biogéochimique a été radicalement modifié au début du ^{xx}^e siècle. Contrairement à l'azote, le phosphore est une ressource non renouvelable. La consommation de nutriments est fortement questionnée au regard des pertes et pollutions qu'ils génèrent. De nombreuses études pointent le découplage entre cycles de l'azote et du carbone dans les territoires à haute densité animale, et suggèrent des options comme la polyculture-élevage pour les reconnecter.

Le phosphore est un fertilisant et son utilisation a été multipliée par quinze depuis 1950. Dans la mesure où il n'est pas substituable et ne peut pas être synthétisé, à la différence des engrais azotés, c'est un élément déterminant pour la production alimentaire mondiale. Les réserves mondiales de phosphates minéraux sont limitées et concentrées dans un très petit nombre de pays : le Sahara occidental, qui en possède plus des trois quarts, la Chine et les États-Unis. Il constitue donc un enjeu politique et économique majeur. En 2008, lors de la crise des matières premières, le prix du phosphore a été multiplié par sept en quelques mois. Le pic de production devrait être atteint au cours de ce siècle.

Le phosphore contenu dans les aliments du bétail se retrouve dans les déjections animales et dans les produits animaux. Ces derniers contribuent pour environ 60 % aux apports en phosphore dans l'alimentation humaine. La biodisponibilité de ce phosphore d'origine animale est d'ailleurs supérieure au phosphore des sources végétales. Mais la proportion de phosphore dans l'alimentation humaine est faible au regard des quantités apportées aux animaux. Les animaux retiendraient seulement 20 % du phosphore qu'ils consomment, selon les statistiques nationales. Les taux sont néanmoins plus élevés dans les travaux scientifiques et varient beaucoup par type d'élevage : ils seraient de l'ordre de 30 % chez la vache laitière, 40 % chez le porc, 50-60 % chez les volailles de chair. L'efficacité peut inclure la part qui est recyclée *via* la fertilisation des plantes. L'efficacité d'utilisation du phosphore organique peut atteindre les trois quarts des apports au sol. Ainsi, les bovins ont une efficacité de rétention faible mais, pour un niveau de fertilisation organique de l'ordre de 170 kg N/ha (plafond de la directive Nitrates), la quantité de phosphate épandable obtenue avec des effluents bovins (60-75 kg/ha) est proche du besoin des plantes. En France, 40 % des apports de phosphore au sol proviennent des élevages (20 % au niveau mondial), 37 % des fertilisants minéraux, 14 % des résidus de culture, le reste correspondant aux boues urbaines et dépôts atmosphériques. Le modèle de Senthilkumar *et al.* (2012) montre qu'actuellement et du fait de l'histoire de fertilisation, environ 82 % du phosphore contenu dans les sols serait d'origine animale.

La majorité du phosphore issu des élevages part dans les sols, où il s'accumule. Les observations sur un réseau européen de fermes laitières montrent que les excédents sont d'autant plus importants que la part de maïs dans la surface fourragère est élevée, et que les plus gros excès proviennent des systèmes hors-sol ayant recours à des engrais de synthèse. Les stratégies de réduction des rejets de phosphore dans les élevages ruminants

portent sur le respect des recommandations des niveaux d'apport journalier dans la ration des animaux. Pour les monogastriques, les approches nutritionnelles ont récemment accru la digestibilité du phosphore phytique en ajoutant des phytases et ajusté les apports en fonction du stade physiologique des animaux ; le potentiel de nouveaux progrès semble faible. Quant aux effluents, le rapport phosphore/azote étant plus élevé que celui dont ont besoin les cultures et les surfaces d'épandage étant souvent localement faibles, le traitement et l'exportation du phosphore des effluents sont nécessaires dans les zones d'élevage les plus denses.

Conclusion

LES ENJEUX ASSOCIÉS À L'UTILISATION DES RESSOURCES NATURELLES par l'élevage ont occupé une grande place dans les débats depuis dix ans. À la suite du rapport FAO de 2006, de nombreuses études ont tenté de quantifier les surfaces dédiées à l'élevage, les consommations d'eau, d'énergie et de nutriments, les flux de matières entrants ainsi que les émissions vers l'environnement et les pertes ou gaspillages. Ces comptabilités restent controversées. Elles ont néanmoins pointé l'efficacité modérée de la conversion des ressources en protéines animales et ciblé l'empreinte environnementale associée à la consommation de produits animaux. S'appuyant sur des données moyennes, à de larges échelles, et sur des modélisations globales, ces approches conduisent cependant à des généralisations ou à des stéréotypes qui peuvent être contredits par des observations et des travaux plus locaux ou par des modes de production particuliers. Aussi, il est nécessaire de préciser le référentiel et le périmètre auxquels se rapportent ces études, c'est-à-dire l'unité fonctionnelle et les limites du système, ainsi que les hypothèses de calcul qui sous-tendent les évaluations. La qualité du raisonnement tout autant que la rigueur de la démarche d'évaluation et de comparaison sont déterminantes pour la généralisation des résultats et la robustesse des conclusions de ce type d'études.

4. Les effets de l'élevage sur le climat et l'environnement

LES SECTIONS CI-APRÈS sont plus ou moins synthétiques selon que les connaissances scientifiques sont déjà bien établies et connues ou non.

Les effets de l'élevage sur le réchauffement climatique

I Émissions de gaz à effet de serre

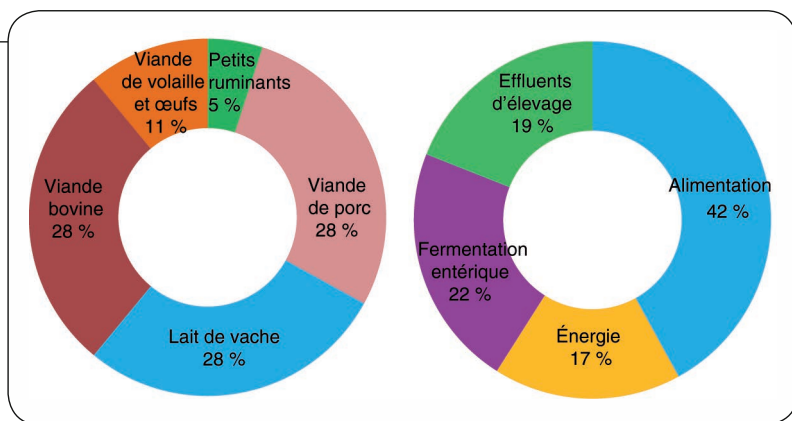
Les émissions de GES des animaux d'élevage se répartissent généralement en quatre catégories dans les inventaires d'émissions (Gerber *et al.*, 2013) :

- la fermentation entérique, due à la rumination des herbivores et qui libère du méthane (CH_4) ;
- la gestion des effluents, associée à l'émission de composés gazeux, notamment du CH_4 et du protoxyde d'azote (N_2O), émis en bâtiment, lors du stockage puis de l'épandage des effluents (azote) sur les sols ;
- la production d'aliments pour animaux, qui comptabilise les émissions associées aux cultures dédiées (dioxyde de carbone, CO_2 , issu de la consommation d'énergies fossiles, N_2O émis par les sols fertilisés) et à la fabrication des aliments (énergie) ;
- et la consommation d'énergie dans les élevages et en aval, qui donne majoritairement lieu à des émissions de CO_2 .

Les estimations prennent le plus souvent en compte les émissions directes, domestiques et délocalisées. Les modèles incluent donc dans leurs périmètres les émissions associées à la production des aliments pour animaux (céréales, protéagineux, maïs et autres fourrages, herbe, paille et coproduits). Les émissions se situent, pour le troupeau européen, entre 630 et 863 Mt $\text{CO}_2\text{-eq}$, soit de 12 à 17 % des émissions totales de l'UE-27 en 2007 (Bellarby *et al.*, 2013). Cette fourchette converge avec la plupart des estimations de la littérature actuelle : 700 Mt, 623-852 Mt (Weiss et Leip, 2012) ; 485 Mt sans inclure les ovins et caprins (Lesschen *et al.*, 2011).

Les émissions se répartissent à parts égales entre la viande bovine, le lait de vache, le porc ; viennent ensuite, assez loin derrière, les volailles, puis les petits ruminants (figure 4.1). Une étude récente conclut que les émissions délocalisées à l'extérieur de l'Europe dépassent souvent les émissions associées à la gestion locale de la filière (Leip *et al.*, 2015 : 411 Mt $\text{CO}_2\text{-eq}$). L'estimation de la part des émissions provenant du changement d'usage des sols pour la production d'aliments est très variable : selon les hypothèses retenues, elle peut varier de 9 à 33 % des émissions totales de l'élevage (Weiss et Leip, 2012).

Figure 4.1. Émissions de gaz à effet de serre associées à l'élevage européen en 2004 par type de produits animaux et par catégorie d'inventaires (y compris émissions délocalisées). Source : Inra, d'après Leip *et al.* (2010).

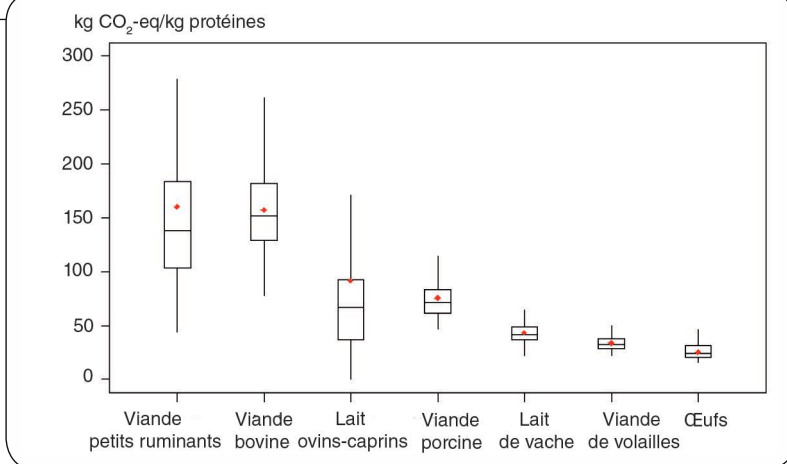


Par ailleurs, l'UE se caractérise par un niveau d'émissions directes de GES par kg de produit plus faible que dans le reste du monde. Les niveaux de GES par kg de produit sont plus élevés pour les viandes issues de ruminants que pour celles issues de monogastriques, en raison de la production de méthane entérique des ruminants, des indices de consommation différenciés des animaux et du poids relatif du cheptel reproducteur dans les filières. Le lait de vache présente, quant à lui, des émissions par unité de protéines produites comparables à celles des monogastriques.

L'intensité des émissions varie considérablement au sein d'une même production, surtout chez les ruminants, reflet des différences de conditions pédoclimatiques, de pratiques agricoles et de gestion des filières (figure 4.2). Cette variabilité est particulièrement marquée en production de viande de ruminants, alors qu'elle est plus faible en production laitière bovine ainsi qu'en productions porcine et avicole. Des niveaux d'émissions proches peuvent en revanche être atteints par des systèmes d'élevage très différents. Par exemple, les émissions associées à la production de viande de bœuf sont basses et proches en Autriche (14,2 kg CO₂-eq/kg) et aux Pays-Bas (17,4 kg CO₂-eq/kg). Mais dans le premier cas, cela s'explique par le recours à des ressources fourragères locales (peu d'émissions liées au changement d'affectation des sols), tandis qu'aux Pays-Bas, le niveau bas résulte d'une gestion industrielle de la production couplée à une législation environnementale contraignante sur les émissions de CH₄ et de N₂O (Weiss et Leip, 2012).

Les voies de réduction des émissions de GES sont relativement bien documentées. Au niveau de l'animal, optimiser l'alimentation pour limiter le rejet d'excédents azotés est le principal levier. Les émissions de N₂O proviennent directement des effluents épandus et indirectement après ruissellement, lixiviation, volatilisation ou redépôt. Les mesures

Figure 4.2. Variabilité des émissions de gaz à effet de serre selon les produits animaux et entre régions européennes, exprimées en kg CO₂-eq par kg de protéines. Les points rouges correspondent à la moyenne. Les traits verticaux représentent l'amplitude des écarts entre les régions de rang 2 définies par la nomenclature européenne des unités territoriales statistiques (NUTS 2). Source : Inra, d'après Leip *et al.* (2010).



possibles pour les diminuer sont nombreuses : introduction de légumineuses dans les rotations, meilleur ajustement des apports azotés aux objectifs de rendement des cultures, valorisation des engrais organiques, enfouissement localisé d'engrais ou encore mise en place de cultures intermédiaires. Diverses recherches étudient les marges de réduction des émissions de méthane d'origine entérique par des additifs alimentaires ou par une gestion des pâturages, l'herbe pâturée avant épiaison diminuant l'émission de méthane par rapport à un stade avancé. La réduction des émissions directes de CO₂, principalement liée aux consommations d'énergie à la ferme, a été abordée dans la section précédente relative aux intrants. En France, une étude des possibilités d'abattement des émissions agricoles de GES a identifié, parmi les mesures retenues, une dizaine de sous-actions spécifiques à l'élevage, dont certaines à coût nul, voire négatif (Pellerin *et al.*, 2015).

■ La séquestration du carbone dans les prairies

La réserve en carbone des sols n'est pas permanente, mais résulte d'un équilibre dynamique entre la matière organique entrant dans le sol et sa minéralisation. Les couches superficielles du sol sont particulièrement riches en carbone ; celui-ci provient des matières organiques récemment entrées dans les sols ; le carbone s'y dégrade plus vite que le carbone profond du sol, qui est sous une forme plus stabilisée car présent depuis plus

longtemps. De manière générale, les stocks de carbone sous forêts et prairies permanentes sont comparables et plus élevés que sous cultures annuelles. Dans leur cas, la fertilisation organique stimule l'abondance microbienne et augmente, sur le long terme, le carbone organique du sol de 90 % par rapport à un sol non fertilisé et de 100 % par rapport à un sol recevant une fertilisation minérale chimique (Diacono et Montemurro, 2010). Globalement, l'élevage conduit à plus de paysages contenant plus de prairies et plus de diversité parmi les cultures, du fait des besoins alimentaires des animaux. Cette stratégie aurait un impact plus important que les pratiques de non-labour en permettant une séquestration plus profonde du carbone (de 0 à 60 cm, contre 0-30 cm ; Ademe, 2015).

La séquestration du carbone dans les sols prend aujourd'hui place parmi les options de lutte contre les changements climatiques. Un calcul simple à partir des émissions annuelles et des stocks de carbone dans les sols indique qu'un stockage additionnel de « 4 pour 1 000 » suffirait pour compenser les émissions de GES liées aux activités humaines. Cet objectif a motivé l'initiative dite « 4 pour 1 000 » lors de la Conférence des Parties sur le changement climatique, ou COP21, en 2015.

En zone tempérée, les sols des prairies permanentes stockent environ 60-70 t C/ha (Angers *et al.*, 2011). Ce stockage croît avec l'âge de la prairie (Pellerin *et al.*, 2015). En revanche, au-delà d'un seuil de 1,2 UGB/ha pendant 200 jours sur l'année, la prairie est généralement fertilisée et soumise à de forts régimes de défoliation (qu'elle soit fauchée ou pâturée), ce qui peut provoquer un déstockage net de carbone (Soussana et Lemaire, 2014). Les prairies temporaires (< 5 ans) ont un potentiel de stockage additionnel moindre, mais surtout, le carbone y est déstocké à chaque retour en culture. La conversion des prairies permanentes en terres arables est de fait le premier facteur de diminution de la teneur en carbone des sols en Europe. Ce déstockage intervient rapidement au cours des deux premières années. Par ailleurs, intensifier le pâturage (ou la fauche) est antagonique avec maximiser la séquestration du carbone sous prairies (Soussana et Lemaire, 2014). C'est pourquoi la préservation des stocks de carbone dans les sols passe par celle des prairies permanentes, ainsi que par le maintien des paysages bocagers, alpestres ou sylvopastoraux.

L'effet de l'élevage sur la qualité de l'air

I Les particules, un problème de santé publique

Les particules fines sont devenues une préoccupation majeure de santé publique car elles provoquent des maladies et inflammations respiratoires. En particulier, des pics de pollution de l'air pouvant intervenir localement ou à certaines périodes de l'année agissent sur la santé des populations.

On distingue les particules primaires, directement émises, des particules secondaires, qui sont issues de recombinaisons chimiques entre des molécules en suspension, dont en particulier l'ammoniac. En Europe, l'agriculture est le troisième secteur émetteur de

particules primaires avec, en 2013, 14 % des émissions des PM_{10} et 3 % des particules fines ($PM_{2,5}$)¹⁵. L'élevage contribue à un tiers des émissions agricoles en France (Citepa, 2015). Les élevages de volailles émettent la moitié des émissions totales de l'élevage et la production porcine 30 % (Cambra-Lopez *et al.*, 2010). Les particules primaires posent surtout problème à l'intérieur des bâtiments d'élevage, les concentrations y étant jusqu'à 45 fois plus élevées qu'à l'extérieur. Une étude a ainsi montré que près de la moitié du personnel en élevage de volailles (Viegas *et al.*, 2013) présentait des symptômes asthmatiques et nasaux. Les conséquences sanitaires des particules sur les animaux d'élevage sont similaires à celles sur les travailleurs. De plus, les particules transportent une grande diversité de molécules et/ou d'organismes vivants, dont des bactéries (salmonelles, *E. coli*...) parfois résistantes aux antibiotiques (Chapin *et al.*, 2005) ou des virus comme celui de la fièvre aphteuse. Enfin, de nombreux composés odorants, comme le sulfure d'hydrogène, responsable de l'odeur d'œuf pourri, sont véhiculés par les particules, et contribuent aux nuisances olfactives à proximité des bâtiments (Cambra-Lopez *et al.*, 2010). L'alimentation des animaux et les déjections animales sont les principales sources génératrices de particules primaires. L'humidité abaisse leurs émissions. Par exemple, l'aliment sous forme de soupe ou enrichi en lipides, comme cela existe en élevage porcin, réduit de 10 % à 20 % les émissions par rapport à une distribution sous forme solide. C'est aussi lorsque les déjections sèchent sur le sol (caillebotis) ou sur une litière (paille, copeaux de bois) que surviennent les émissions de particules. La perte de poils, de plumes ou la desquamation des animaux sont également source d'émissions de particules, mais leur contribution n'est pas quantifiée.

■ L'ammoniac, précurseur de particules dans l'air

En comptabilisant les émissions directes et indirectes, l'élevage européen rejette plus de 90 % des émissions d'ammoniac, selon Eurostat¹⁶ (année 2013). Dans l'air, l'ammoniac réagit avec des composés tels que les oxydes de soufre, les oxydes nitreux ou les composés organiques volatils (Sutton *et al.*, 2011) et contribue à la formation des particules secondaires préjudiciables à la santé humaine. Mais affecter un pourcentage des particules secondaires à l'élevage par comparaison avec d'autres secteurs est complexe et n'est actuellement pas chiffré. Les composés azotés atmosphériques contribuent par ailleurs à l'acidification des milieux terrestres, aquatiques et aériens et, de manière indirecte, à l'eutrophisation, ainsi qu'à l'émission de GES par nitrification et dénitrification dans les sols.

Au sein de l'élevage, les bovins sont les principaux responsables des émissions européennes d'ammoniac (avec 56 % des émissions), suivis des porcs (27 %) et des volailles (14 %). Le niveau de volatilisation de l'ammoniac varie selon les animaux et entre les régions en raison des différences dans l'alimentation, le logement du cheptel, la gestion des effluents (pH et température) (tableau 4.1), ainsi que selon les conditions climatiques lors de l'épandage des effluents. Cette forte variabilité peut également être reliée aux incertitudes associées aux

15. Les matières particulaires (*particulate matter*, PM) sont des particules fines d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 μm pour les PM_{10} et inférieur à 2,5 μm pour les $PM_{2,5}$.

16. Voir <https://ec.europa.eu/eurostat/fr/data/database>.

Tableau 4.1. Émissions d'ammoniac pour chaque système de production, exprimées en grammes d'azote contenu dans l'ammoniac par kg de produit, dans l'UE en 2004. Les émissions délocalisées sont incluses dans les calculs. L'écart-type correspond à la variabilité des résultats sur l'ensemble de l'UE. Source : Leip *et al.* (2010).

	Émissions moyennes d'ammoniac (g N/kg produit)	Écart-type	Gestion des effluents (%)	Pâturage et parcours (%)	Épandage (%)	Fertilisation minérale (%)
Viande bovine	74,0	25,0	45	16	31	8
Viande de petits ruminants	35,7	17,1	17	57	10	16
Viande de porc	27,7	6,0	62	1	31	7
Viande de volaille	19,7	4,4	57	0	33	10
Œufs	12,4	4,4	60	0	27	13
Lait de vache	4,4	1,3	49	8	37	7
Lait de petits ruminants	5,7	3,2	17	50	13	19

mesures d'émissions gazeuses en conditions de terrain. Réduire les apports d'azote dans les rations des animaux représente le levier principal de réduction des émissions d'ammoniac dans l'air. Pour les porcins et les bovins, les apports azotés sont régulièrement excédentaires par rapport aux préconisations ; or cet excès offre un gain limité de production, tandis qu'il accroît de façon importante les rejets dans les urines (Peyraud *et al.*, 2014). Dans les systèmes avicoles, les recherches sont surtout concentrées sur la maîtrise des émissions en bâtiment, car baisser les apports azotés infléchit le gain de poids des animaux.

Les effets de l'élevage sur la qualité de l'eau

LES POLITIQUES EUROPÉENNES ONT MIS L'ACCENT sur les pollutions de l'eau par le nitrate car il entraîne l'eutrophisation des lacs, des rivières et des zones côtières. Dans les pays industrialisés, la majorité des études montre que l'agriculture est la première source de nutriments dans les eaux de surface (Bouraoui *et al.*, 2009). Elle représente environ 60 % des fuites en azote (dont la moitié provient de l'élevage) et environ 30 % des fuites en phosphore vers les milieux aquatiques. L'enrichissement de l'eau en azote et en phosphore détériore aussi la qualité de l'eau potable, et celle à usage récréatif ou industriel, alourdissant les coûts d'assainissement. Le nitrate est souvent corrélé à la présence potentielle d'autres polluants, les résidus de produits vétérinaires et pesticides ou certains métaux lourds. Les impacts varient néanmoins selon la sensibilité des milieux récepteurs.

La fauche ou le pâturage des prairies entraîne moins de risque de lessivage de l'azote que les grandes cultures du fait de la couverture du sol plus continue et du chargement en général plus faible des systèmes herbagers par rapport aux systèmes ensilage de maïs. Ainsi Peyraud *et al.* (2009) ont-ils quantifié que pour des systèmes laitiers optimisés du Grand Ouest, le lessivage de l'azote était réduit de moitié dans les systèmes herbagers où le chargement est légèrement plus faible (entre 1,4 et 1,7 UGB/ha SFP) que dans les zones mixtes associant cultures et élevage (1,6-1,9 UGB/ha SFP). Le risque de lessivage est plus élevé en prairies temporaires qu'en prairies permanentes, en particulier lors des phases d'implantation ou de retournement des couverts. Une étude par analyse du cycle de vie a toutefois montré un potentiel d'eutrophisation comparable entre un mélange riche en légumineuses (40-50 %) et une prairie permanente qui recevait des niveaux de fertilisation minérale plus élevés (Huguenin-Elie *et al.*, 2012), et ceci pour des niveaux de production de biomasse également comparables. Au pâturage, ce sont les pissats des animaux, très concentrés en urine, qui entraînent un risque accru de lixiviation d'azote. Ce risque est accru par l'augmentation du chargement et l'allongement de la saison de pâturage au-delà de la période de croissance active du couvert.

Les travaux menés en stations expérimentales en France et en Europe ont permis de proposer des indicateurs et des outils d'aide à la décision pour minimiser les pertes par lixiviation. Ils ont également permis de progresser dans la modélisation des processus impliqués dans le cycle de l'azote en prairie. Les études menées à l'échelle parcellaire intègrent peu à peu une approche pluriannuelle, intégrant à la fois la pérennité du couvert herbacé et l'effet des rotations prairies-cultures sur ces risques de pertes (Vertès *et al.*, 2007). À l'échelle du bassin-versant, les observations et les travaux de modélisation permettent de quantifier les leviers liés à l'agencement des prairies et aux infrastructures paysagères.

Les effets de l'élevage sur la qualité des sols

DEPUIS LE MILIEU DES ANNÉES 2000, de nombreuses synthèses scientifiques et institutionnelles (FAO) ont dressé le panorama des impacts de l'agriculture sur les sols, abordant parfois spécifiquement l'élevage, la polyculture-élevage ou le pâturage (ex. : Cuttler, 2008 ; Gerber *et al.*, 2013 ; Soussana et Lemaire, 2014).

Cette section se centre sur la qualité physico-chimique des sols et sur leur fonctionnement biologique. La matière organique du sol est un indicateur clé de la qualité des sols en raison de son influence sur ses caractéristiques chimiques (teneur en minéraux, pH), physiques (rétention d'eau, porosité...) et biologiques (faune et micro-organismes). L'élevage est reconnu pour y contribuer grâce à l'épandage des effluents ou aux déjections émises au pâturage. À cet apport positif s'ajoutent néanmoins d'autres composés, dont des contaminants. De même, à l'échelle d'un paysage, prairies, bocages et cultures diversifiées limitent l'érosion des sols. En revanche, dès lors qu'on considère globalement l'importance des surfaces arables dédiées à l'alimentation des animaux, l'élevage peut

aussi être considéré comme moteur de l'érosion des terres. Cette ambivalence caractérise bien des aspects de l'évaluation des impacts de l'élevage sur les sols.

Les prairies, surtout lorsqu'elles sont permanentes, améliorent la structure physique et la biodiversité des sols. On considère communément que 25 à 40 % de la biomasse ingérée par les animaux au pâturage retournent au sol par les excréments animales (Senapati *et al.*, 2014). Les problèmes viennent du surpâturage ou de la compaction du sol du fait de bovins qui piétinent ou de porcs qui fouissent le sol et se vautrent. Ce risque a été bien étudié (Tracy et Zhang, 2008), mais ses impacts sur la structure du sol ne sont pas encore bien compris.

Lorsque l'éleveur cherche à accroître l'autonomie de son exploitation en matière d'alimentation animale, la diversification des cultures et l'insertion de légumineuses améliorent également la qualité des sols. La diversité microbienne des sols varie selon le type d'effluent, le compost étant particulièrement favorable (Poulsen *et al.*, 2013). Pour autant, les mécanismes internes au sol reliant la matière organique et le cycle de l'azote sont mal connus, tout comme les impacts de l'élevage sur la vie des macro- et microfaunes.

À l'opposé, les pollutions dues au relargage dans l'environnement d'une surcharge d'effluents animaux (liée à une trop forte densité d'animaux) concernent aussi les sols. De nombreuses études ont quantifié ces impacts. Les expertises de l'Inra sur les matières fertilisantes (Houot *et al.*, 2015) et les flux d'azote (Peyraud *et al.*, 2014) ont détaillé ces résultats. Outre le phosphore et l'azote, les effluents transportent des contaminants : des éléments-traces métalliques (cuivre et zinc), des molécules issues de traitements médicamenteux (voir « Les enjeux sanitaires liés à l'élevage », p. 71) ou phytosanitaires, des agents pathogènes ou des parasites... Néanmoins, aucune contamination microbienne liée à des épandages d'effluents d'élevage n'a été identifiée en tant que source d'un problème de santé publique en Europe.

Ainsi, les potentiels bénéfiques de l'élevage sur la composition physico-chimique des sols doivent être contextualisés.

Les effets de l'élevage sur la biodiversité

LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE SITUE LES ENJEUX ACTUELS sur la biodiversité agricole entre l'héritage de la modernisation agricole, laquelle a consisté à s'affranchir de la biodiversité, et la montée en puissance de l'agroécologie qui, elle, la considère comme un atout plutôt que des contraintes. Dans cette section, l'analyse bibliographique s'est focalisée, d'une part, sur la diversité des animaux d'élevage et, d'autre part, sur les relations entre la biodiversité sauvage et l'élevage associé au rôle singulier des prairies. On s'est également limité aux effets les plus spécifiques et relativement directs, sans considérer les effets en cascade, opérant *via* le réchauffement climatique ou la pollution des eaux, bien que ces effets indirects soient vraisemblablement importants, ni développer les impacts délocalisés dus notamment à l'expansion de la culture de soja au détriment de la forêt

amazonienne ; ceux-ci sont connus, et les ACV attribuent la majorité des effets négatifs de l'élevage européen sur la biodiversité aux impacts délocalisés à l'étranger (Chaudhary et Kastner, 2016). Les quantifications se développent mais sont encore incertaines, et une controverse persiste sur la pertinence d'affecter les préjudices à l'élevage européen, autrement dit, la déforestation aurait-elle eu lieu sans la demande en soja ?

I Évolution et gestion de la diversité génétique des cheptels

La diversité génétique au sein des espèces animales domestiques et les « ressources génétiques » qu'elles constituent sont appréhendées par les races animales depuis le ^{xix}^e siècle. À partir de cette époque, les éleveurs européens ont sélectionné leurs populations animales vers un idéal de « race pure » (lignées ou souches pour les volailles et les porcs). Cette stratégie a abouti : aujourd'hui, quelques races spécialisées ayant de grands effectifs et une large aire de diffusion prédominent. Leurs bases génétiques sont très étroites, ce qui limite dorénavant leur potentiel d'adaptation. C'est sans doute chez les bovins laitiers que la variabilité intra-population a le plus rapidement et fortement décliné. Des races locales se sont maintenues là où les conditions étaient peu favorables à l'intensification ou au contraire propices à des productions à haute valeur ajoutée. Depuis la Convention sur la diversité biologique de Rio en 1992, le contexte institutionnel et politique a évolué et est plus ouvert à la biodiversité domestique. En France, 132 races sont concernées par des programmes de conservation. Depuis 1999, une cryobanque nationale conserve le matériel génétique des espèces d'élevage. Une mesure agro-environnementale de la PAC soutient également les éleveurs détenant des animaux de races menacées d'abandon. Mais le maintien de ces races dépend surtout de leur utilité sociale et de leur insertion dans des filières économiques.

La préservation de la diversité intra-population, dont l'érosion est moins perceptible, est plus récente. En France, un observatoire de la variabilité génétique des ruminants et des équidés a été créé en 2015. La littérature théorique abonde sur de nouvelles méthodes de sélection permettant de concilier progrès génétique et préservation de la variabilité intra-population, mais les applications pratiques sont encore peu nombreuses.

La diversité génétique est une des composantes de la capacité d'adaptation aux évolutions des conditions d'élevage : une résistance (ou tolérance) aux maladies et aux effets des changements climatiques bien sûr, mais possiblement aussi une moindre présence de l'éleveur ou une alimentation moins riche. Les aptitudes génétiques des races dites « rustiques » sont ainsi revalorisées parce qu'associées aux contraintes naturelles de certains milieux, sans toutefois que ces aptitudes soient ni bien définies, ni bien prises en compte dans les programmes de sélection. En effet, si les outils de la génomique permettent de mieux caractériser les atouts des races locales, leur utilisation se heurte à la difficulté de définir les fonctions et les aptitudes recherchées. On cherche, par exemple, à améliorer la capacité de « finition » des animaux à l'herbe (qualité de la viande), leur résistance au parasitisme, leur aptitude à la marche, leur résistance au froid ou à l'humidité, leur autonomie de mise bas, leur aptitude au débroussaillage... De plus, envisager

des modifications physiologiques ou comportementales au nom d'un intérêt « environnemental » pose un problème d'éthique, comme l'est actuellement l'adaptation des animaux aux objectifs « productivistes ».

■ Effets sur la biodiversité prairiale

Depuis les plaines des façades maritimes où elles cohabitent avec les cultures annuelles, aux montagnes humides des Alpes, du Massif central ou des Pyrénées, jusqu'aux reliefs d'Europe continentale, des steppes nordiques aux landes sèches méditerranéennes, les pâtures sont très diverses et présentes partout en Europe. Plusieurs travaux récents font le point sur la biodiversité des prairies, mais couvrent inégalement les différents groupes taxonomiques (Fahrig *et al.*, 2011 ; Sabatier *et al.*, 2015 ; Herrero-Jáuregui et Oesterheld, 2018). Il est acquis que celles-ci sont le support d'une biodiversité tant floristique que faunistique à l'échelle de la parcelle, et qu'elles augmentent également la richesse en habitats des paysages agricoles et sylvopastoraux. De ce fait, elles influent positivement sur la biodiversité à l'échelle du territoire.

Un premier pan de la littérature s'intéresse à la richesse floristique des prairies (Herrero-Jáuregui et Oesterheld, 2018) et à la structure de la végétation (hauteur, hétérogénéité, dynamique saisonnière). Il conclut que : le pâturage augmente l'hétérogénéité du couvert végétal, avec des variations selon les espèces animales (les ovins moins que les bovins et équins), la saison, le chargement animal et la conduite du pâturage ; la fauche conduit à des couverts plus homogènes, mais l'impact dépend beaucoup de la fréquence et de la date de fauche par rapport à la floraison ; une augmentation de la fertilisation associée à une hausse du chargement diminue généralement la richesse spécifique de la prairie, car seules les espèces les plus compétitives et les plus tolérantes au pâturage se maintiennent.

Du côté de la faune, la richesse spécifique des communautés d'arthropodes a été particulièrement étudiée (Ravetto-Enri *et al.*, 2017) : elle est favorisée par un pâturage à faible niveau de chargement animal. Comme pour la flore, la variation de richesse spécifique des communautés d'arthropodes ne reflète cependant que partiellement les variations de leur composition observée le long d'un gradient d'intensification. L'association de plusieurs espèces animales sur les parcelles pâturées a été peu étudiée. Les travaux disponibles mettent néanmoins en avant les atouts du pâturage « mixte ». Celui-ci permet : une meilleure exploitation de la ressource fourragère, les espèces ayant des comportements et des préférences alimentaires différentes et complémentaires ; une dilution de la charge parasitaire (le mélange au pâturage d'ovins et de bovins augmente ainsi la production) ; une moindre vulnérabilité aux aléas. Les risques associés au pâturage mixte sont peu étudiés.

Un deuxième pan de la littérature est dévolu au rôle des prairies dans les paysages. Dans le sylvopastoralisme de montagne, les prairies semi-naturelles présentent une plus grande biodiversité végétale et animale que les formations boisées et arbustives, et le pâturage permet de contrôler l'embroussaillage. Dans les paysages de polyculture-élevage, l'hétérogénéité des habitats a un effet positif sur la biodiversité (Fahrig *et al.*, 2011 ; Sabatier *et al.*, 2015) : la présence de prairies semi-naturelles et temporaires, même

monospécifiques, assure une continuité sur l'année des ressources alimentaires et des abris pour la faune. En Europe, beaucoup de systèmes agricoles à haute valeur naturelle (*high nature value farming*) sont reconnus comme tels grâce aux habitats prairiaux. Enfin, plusieurs études montrent que la diversité au sein d'un paysage dépend plus de la variabilité inter-parcelle que de la diversité intra-parcelle (Teillard *et al.*, 2014 ; Ravetto-Enri *et al.*, 2017). La combinaison entre des prairies extensives et d'autres plus intensives accroît donc la biodiversité à l'échelle du paysage ainsi que la protection d'espèces rares. Cette logique a été appliquée, avec des résultats positifs, par le programme agro-environnemental suisse. Ce compromis semble notamment plus efficace qu'un niveau intermédiaire et uniforme d'intensification, et il est source de flexibilité pour la gestion des systèmes d'élevage. Toutefois, les études disponibles ne quantifient pas les avantages et inconvénients des différentes combinaisons de niveaux d'intensité d'utilisation, ni pour les différents taxons, ni pour les différents types de production. De même, si les effets du bocage sont étudiés, ceux des murs de pierres sèches ou des bâtiments d'élevage le sont plus rarement. Or leur rôle peut être crucial pour certains taxons.

I Effets de la biodiversité sur la production de fourrages et sur la qualité nutritionnelle des produits

La très forte régression des prairies permanentes et l'intensification des prairies temporaires ont globalement diminué la diversité végétale utilisée par l'élevage. Même si le catalogue des variétés fourragères cultivées reste plutôt riche, la diversité spécifique a, quant à elle, fortement chuté : moins d'une dizaine d'espèces de graminées (ray-grass anglais et d'Italie, fétuque élevée, dactyle...) et de légumineuses (trèfles, luzerne) sont cultivées, et souvent en parcelles monospécifiques pour simplifier leur gestion. Pourtant, les essais expérimentaux montrent les effets positifs des mélanges entre espèces fourragères (incluant des légumineuses) sur la production et leur robustesse face aux aléas climatiques, que ce soit dans les systèmes d'élevage extensifs ou intensifs. L'interprétation de cette relation positive est toutefois discutée. Pour certains, elle s'explique par des interactions positives entre espèces et par les complémentarités dans les ressources utilisées ou dans leur capture spatiale ou temporelle ; pour d'autres, l'augmentation (expérimentale) du nombre d'espèces dans le mélange augmente la probabilité que des espèces localement plus productives ou des espèces facilitantes comme les légumineuses soient présentes. La fixation d'azote par les légumineuses est l'atout majeur de leur mélange aux graminées.

La composition botanique des prairies joue également sur les performances zootechniques : elle influence la quantité ingérée par les animaux, la qualité nutritive de l'herbe (valeurs énergétique et azotée, minéraux, digestibilité) et les aspects sanitaires (parasitisme, contamination...). Il est ainsi bien établi que les légumineuses favorisent l'ingestion par rapport à des graminées pures et ralentissent le déclin de la qualité nutritionnelle lié au vieillissement du couvert. Certaines dicotylédones riches en composés caroténoïdes ou en tanins ont en outre un effet bénéfique sur la santé animale (propriétés anthelminthiques). La littérature analysée souligne certaines influences de la

composition floristique des prairies sur la qualité de la viande et des produits laitiers. Par exemple, les légumineuses riches en tanins augmentent la teneur en acides gras oméga 3 à longue chaîne de la viande ovine et bovine. Ce sujet fait cependant débat, car beaucoup d'autres facteurs entrent en jeu.

■ Difficile cohabitation de l'élevage avec les grands prédateurs

La prédation par le loup est l'effet négatif de la biodiversité sur l'élevage le plus documenté en France. Elle a suscité des prises de position militantes et des controverses houleuses dans la communauté scientifique comme dans la société. Les débats ont notamment porté sur la quantification des attaques de loup et sur l'efficacité des mesures de protection (chiens, parcs). Ces mesures limitent le nombre d'attaques mais ne les évitent pas totalement (Salvatori et Mertens, 2012). Leur mise en place impose, par ailleurs, de reconfigurer le système d'élevage : le confinement des animaux dans des parcs de nuit entraîne, par exemple, un surpâturage local et l'abandon des zones les plus éloignées. Pour les bergers, la prédation se traduit par une surcharge de travail (estimée à plusieurs heures par jour en estive) et par une souffrance psychologique associée au risque de survenue des attaques et au constat des dégâts suite à ces attaques.

Les instruments politiques et juridiques pour réguler les effets de l'élevage sur l'environnement

LA POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE ET LE DROIT DE L'ENVIRONNEMENT européen sont les deux voies permettant d'encadrer les effets environnementaux de l'élevage. Par son budget et son poids politique, la PAC est de loin la première politique environnementale européenne. Son volet environnemental est majoritairement réglementaire, mais fait aussi l'objet d'incitations économiques avec le « deuxième pilier » (développement rural et mesures agro-environnementales et climatiques, les MAE-C).

Concernant l'élevage, le droit européen suit une logique duale envers l'environnement avec, d'un côté, un volet unilatéral et contraignant destiné à lutter contre les pollutions et nuisances de l'élevage intensif et, de l'autre, un droit incitatif et volontaire visant à encourager les actions des activités d'élevage sur l'environnement.

■ Le droit s'est saisi prudemment des conséquences de l'intensification

D'un point de vue juridique, « l'élevage intensif » désigne les élevages détenant un nombre d'animaux supérieur à un seuil défini par espèce. Jusqu'en 2010, il ne concernait que les volailles (> 40 000 emplacements) et les porcs (> 2 000 emplacements ou 750 truies). Depuis, les élevages bovins sont inclus, à la suite des débats suscités par des fermes-usines laitières et de veaux en France ou en Allemagne, notamment. Cette extension élargit beaucoup le

nombre d'exploitations concernées, sans pour autant que ces chiffres soient disponibles¹⁷. L'encadrement des élevages intensifs passe principalement par la directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles. Elle exige une autorisation reposant sur une évaluation environnementale des sources potentielles de pollution de l'air, de l'eau ou du sol.

Si les atteintes à la qualité de l'air et de l'eau sont largement imputables à la concentration des élevages, le fait que la charge polluante des activités soit fondée sur le seul critère de la concentration animale conduit la réglementation à négliger certaines dimensions de l'intensification des élevages qui, dans la littérature biotechnique, intègrent, par exemple, les compositions de l'alimentation du bétail et par conséquent sa provenance.

S'appuyant sur l'intérêt d'une utilisation prudente des ressources naturelles, plusieurs dispositions juridiques cherchent à inscrire l'intensification de l'élevage dans la « durabilité ». Cette logique s'est traduite notamment par le refus à deux reprises de la Cour de justice de l'Union européenne de qualifier des effluents d'élevage de déchets, leur préférant la qualité de sous-produits (Langlais, 2007). Le droit prévoit notamment leur utilisation en dehors du lieu de production lorsque les effluents excèdent la capacité de réception du sol localement (plan d'épandage). Il facilite également l'usage de leur potentiel énergétique (directive 2009/28 sur la promotion des énergies renouvelables). Cette conception du devenir des effluents d'élevage fait clairement écho au « Paquet économie circulaire » de la Commission européenne (2015) en cours d'étude par les États membres et le Parlement européen. Il est significatif qu'elle soit aussi au cœur de l'argumentaire environnemental des formes les plus intensives de l'élevage en alliant concentration animale et méthanisation.

■ Les mesures de régulation des impacts locaux

Les impacts environnementaux de l'élevage sont aussi juridiquement considérés sous l'angle de la « réceptivité » de l'écosystème. Parmi les impacts locaux, la pollution de l'eau occupe une place centrale au travers de la directive Nitrates (1991), intégrée depuis 2000 dans la Directive-cadre sur l'eau (2000/60/CE). Celle-ci exige un zonage des territoires vulnérables, associé à des mesures de gestion de la fertilisation et de stockage des effluents. L'application de cette directive suscite des contentieux récurrents entre la Commission européenne et de nombreux États membres, dont la France, l'Allemagne et le Luxembourg. La répétition des litiges pour mauvaise transposition de la directive ne relève pas d'un « acharnement » de la Commission, mais traduit une progression des exigences, sans pour autant dédouaner les manquements des politiques nationales, en France notamment. En effet, la multiplication des instruments économiques et/ou volontaires adjoints à la mise en œuvre des normes européennes ainsi que l'inefficacité de certains d'entre eux ont été régulièrement dénoncées tant par des associations que par des évaluations scientifiques ou administratives.

17. Un document de 2005 de la Commission européenne estimait que 12 % des élevages bovins laitiers et près de 23 % des autres élevages de bovins nécessiteraient une autorisation, ce qui ferait, pour la première fois, entrer plus de 400 000 exploitations agricoles dans le champ d'application de cette directive.

Encadré 4.1. Une judiciarisation des projets des fermes-usines, le cas des « mille vaches » en Picardie.

En France, les élevages intensifs sont encadrés par le droit des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Depuis 2011, la création d'un régime simplifié « d'enregistrement » suscite de fortes inquiétudes, car elle offre la possibilité d'ouvrir une installation classée sans étude d'impact ni enquête publique. Les associations de protection de l'environnement ont ainsi déposé un recours en contentieux concernant la hausse du seuil de 450 à 2 000 places de porcs pour les procédures d'autorisation. Elles estiment qu'« aujourd'hui plus de 90 % des élevages porcins sont dispensés de ces procédures de base du code de l'environnement ». Le Conseil d'État a rejeté leur requête (17 avril 2015). Dans le cas du projet de la ferme dite des « mille vaches » (soit 1 720 bovins avec les veaux et les génisses), une première enquête publique a révélé en 2011 l'opposition des habitants. Depuis, recours et rejets de ces recours se sont enchaînés. Même si, avec la nouvelle procédure simplifiée, l'accroissement du cheptel par regroupement d'exploitations n'exigeait pas d'enquête publique, les ministères en charge de l'Agriculture et de l'Écologie ont demandé une enquête publique à deux reprises (passage de 300 à 500 en 2014, puis de 500 à 800 en 2016) au motif que l'agrandissement entraînerait des augmentations substantielles de sources de pollutions liées à la quantité d'effluents, aux odeurs du stockage des effluents, et du trafic routier supplémentaire.

Les évaluations économiques ont notamment souligné que le coût de la mise en œuvre de la directive Nitrates était hétérogène et inéquitable entre bassins-versants et entre exploitations d'un même bassin. Plusieurs pays ont cherché à réduire les écarts entre les coûts d'abattement, c'est-à-dire la charge que supporte une entreprise pour réduire la pollution qu'elle a elle-même générée ou continue de créer. C'est le cas notamment des Pays-Bas, qui ont mis en place des comptabilités azote et phosphore à l'échelle des exploitations et adopté des pénalités pour tout dépassement de normes différenciées selon la vulnérabilité des zones. Dans les zones néerlandaises les plus denses et les plus vulnérables, les coûts se sont avérés trop élevés pour beaucoup d'éleveurs ; l'État a alors pris en charge socialement leur cessation d'activité. Le Danemark a fait le choix d'imposer un lien au sol en propriété, sans restreindre la taille des exploitations. En conséquence, le prix de la terre s'est envolé, les restructurations finançant en quelque sorte les cessations d'activité. Dans les deux pays, les élevages ont connu des relocalisations de la production, y compris hors du pays, en réponse aux contraintes différenciées des milieux. De manière contrastée, les politiques appliquées en France et en Catalogne ne favorisent pas cette égalisation des coûts d'abattement et ont orienté les choix des éleveurs vers des techniques de résorption : le transfert des effluents vers des exploitations de grandes cultures en Catalogne, le traitement des effluents dans les plus grands élevages

situés en zones d'excédents structurels en France. Parmi les autres pistes explorées, des études récentes menées en économie expérimentale ont donné des résultats encourageants sur une « taxe ambiante » définie en fonction du niveau de pollution ambiante observé et de l'objectif environnemental à atteindre (Suter et Vossler, 2014). Elle semble motiver les agriculteurs à acquérir des connaissances sur le niveau des pollutions issues de leur exploitation, information à laquelle le régulateur public n'a pas toujours accès.

De manière générale, les MAE-C visent à réduire les pollutions diffuses locales. Mais, se fondant sur une base volontaire et s'éloignant du principe pollueur-payeur, elles ne sont pas toujours efficaces car elles ne touchent pas forcément les élevages faisant courir le plus de risques de pollutions et n'obligent pas à une cohérence spatiale (Chabé-Ferret *et al.*, 2013).

Les autres impacts environnementaux localisés sont saisis de façon disparate par le droit européen. La dégradation des sols (érosion, tassement, contaminations par des métaux lourds ou des pathogènes associés aux effluents) peine à être prise en charge politiquement : le projet de directive-cadre « sol » proposé par la Commission en 2006 a ainsi été retiré en 2014. Les nuisances olfactives restent, elles, une source récurrente de conflits de voisinage, aggravée par la pression urbaine.

I Régulation des impacts globaux : changement climatique et biodiversité

Les émissions de GES provenant des élevages ne sont pas intégrées dans le système de quotas du Protocole de Kyoto (marché EU ETS¹⁸), mais cela n'exclut pas des exigences de réduction au titre du Protocole de Göteborg (1999, directive NEC 2001/81/CE) et du Paquet énergie-climat (directive 2009/29). La Commission européenne estime en effet nécessaire d'étendre le champ d'application des objectifs de réduction des GES « à toutes les formes d'émission avec une prise en compte des émissions des transports aériens, des transports maritimes et des sources naturelles provenant des terres cultivées, en particulier en ce qui concerne les oxydes d'azote et les particules »¹⁹. Bien que cette option soit suggérée par la Commission, le méthane n'intégrerait cependant pas la liste des polluants concernés.

Pourtant, les exploitations d'élevage ont des niveaux d'émissions de GES très variables. Les coûts d'abattement de ces émissions sont également très variables, certaines mesures peuvent même ne rien coûter, voire réduire les coûts (Pellerin *et al.*, 2015). Certaines marges de progrès sont donc inexploitées. Une aide couplée à la tête de bétail, comme la Prime au maintien du troupeau de vaches allaitantes, fournissait presque exactement l'incitation inverse.

Une autre solution préconisée est de faire usage des prairies comme puits de carbone. Cette approche relève néanmoins davantage d'une conception compensatrice que réductrice

18. The European Union Emissions Trading System : Système d'échange de quotas d'émissions de l'UE (SEQE-UE).

19. Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 2003/35/CE, COM (2013) 920 ; citation de *Europolitics*, 25 mars 2015, n° 5058, p. 6.

des émissions de GES. Les États-Unis l'ont testée dans le marché du carbone « Chicago Climate Exchange » entre 2003 et 2010. La séquestration du carbone dans les sols agricoles représentait près de la moitié des échanges de crédit des agriculteurs, à côté de la destruction du méthane des effluents animaux et de la conversion des terres arables en prairies ou forêts (Ribaud *et al.*, 2010).

Récompenser financièrement le stockage de carbone dans les sols et dans les éléments boisés (haies y compris) pose une difficulté de mesure et de suivi de la quantité stockée. Et pour avoir un sens, un tel système doit aussi être accompagné de l'obligation d'achat de crédit carbone lors d'un éventuel déstockage afin d'augmenter les coûts d'arasement des haies, de coupes forestières ou de retournement de prairies permanentes. L'alternative, qui revient régulièrement à l'agenda, est celle d'une taxe européenne sur les engrais et/ou sur les animaux. En outre, cette perspective de séquestration du carbone dans les sols pourrait concerner davantage la forêt que les prairies. En France, c'est principalement l'agroforesterie qui a permis d'atténuer de 60 % les émissions du secteur « agriculture-forêt-autres usages des terres » (acronyme anglais Afolu). Les conversions vers les prairies n'ont, quant à elles, atténué que d'un tiers l'effet négatif des conversions vers les cultures. De manière plus générale, il n'a d'ailleurs pas été possible de mettre en évidence l'effet protecteur de la prime à l'herbe sur la préservation des surfaces en prairies (Desjeux *et al.*, 2015). La conditionnalité des aides PAC au maintien des surfaces en prairie permanente depuis la réforme de la PAC de 2013 constitue une incitation plus forte, mais elle n'est pas optimale en matière d'abattement d'émissions de GES, car elle ne tient pas compte de la quantité de carbone susceptible d'être déstockée.

Les politiques climatiques ne peuvent se raisonner à des échelles régionales. Ainsi, si la politique climatique conduisait à réduire la production intra-communautaire, les importations viendraient sans doute compenser cette baisse ; or la production animale européenne est relativement moins émettrice de GES par kilo produit que la production mondiale ; le bilan global serait donc défavorable. C'est pourquoi une régulation des émissions européennes doit être complétée par une maîtrise des émissions délocalisées dues aux échanges de produits animaux et d'intrants. Les marges de manœuvre sont limitées. Une étude montre néanmoins que l'aide publique au développement peut se révéler efficace si elle cible la réduction des émissions dans les systèmes les plus émetteurs (Mottet *et al.*, 2016).

L'étiquetage des émissions est un autre moyen d'orienter la production, sans être facile à manipuler : l'information apportée repose notamment sur des calculs d'émission s'appuyant sur des hypothèses d'allocation, de type ACV, qui peuvent rapidement devenir obsolètes du fait de l'évolution des filières ou de chocs de prix.

Quant à la biodiversité, elle a un caractère à la fois local et global. Sa préservation est plus récemment considérée dans sa globalité²⁰. Le droit la considère, pour l'heure, seulement

20. Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 2003/35/CE, COM (2013) 920 ; citation de *Europolitics*, 25 mars 2015, n° 5058, p. 6.

au travers d'enjeux locaux : il peut être incitatif pour encourager, par exemple, la préservation des races locales (l'article 7-2, règlement délégué UE n° 807/2014) ou bien contraignant quand il s'agit d'encadrer les activités d'élevage dans les zones Natura 2000 pour préserver la biodiversité sauvage remarquable.

I Le soutien aux pratiques extensives et agrobiologiques

Le lien entre l'élevage extensif et la protection de l'environnement a été appréhendé de manière plus ou moins explicite dans la PAC. Sa prise en compte a été tout d'abord ciblée, puis s'est diluée dans des objectifs environnementaux plus larges. En effet, les objectifs environnementaux de la PAC sont généralement inscrits dans une perspective socio-économique. La réforme de 1992 avait introduit une aide aux élevages de bovins à viande qui visait à maintenir la production extensive des exploitations herbagères. Son objectif environnemental est devenu explicite en 2003 avec la mise en œuvre de la conditionnalité des aides. Le passage des aides directes à un droit au paiement unique en 2005 a mis fin à cette mesure au profit de la condition du maintien d'un ratio de prairies permanentes par rapport à la surface agricole régionale. Dans le cadre du deuxième pilier de la PAC, mais selon des transpositions nationales variées, les MAE-C ont une vocation environnementale plus directe, tout en visant souvent des pratiques ayant une dimension économique : les systèmes fourragers plus économes en intrants, la fabrication d'aliments à la ferme pour les monogastriques, etc.

Le Fonds européen de financement du développement rural (Feader) avait en 2009 établi un lien entre l'élevage extensif et le changement climatique (règlement aujourd'hui abrogé). Depuis 2014, il appréhende de manière élargie le soutien à l'extensification de l'élevage en y incluant les races locales menacées d'abandon et la protection du paysage. Ces mesures ciblent souvent les zones défavorisées de montagne. Le soutien au pastoralisme est ainsi justifié par le maintien d'une activité d'élevage en montagne. L'indemnité compensatoire de handicaps naturels, les aides du second pilier de la PAC et le Feader visent de fait à rendre viable le pastoralisme.

S'agissant de l'agriculture biologique, les producteurs peuvent faire appel à deux types d'aides : les aides à la conversion, versées pendant cinq ans, et les « aides au maintien » pour les fermes déjà sous label AB. Les aides sont gérées régionalement et donc diversement selon l'enveloppe financière disponible et le nombre de demandeurs. Elles sont allouées par hectare en fonction de l'occupation du sol : cultures, prairies, arboriculture... L'aide est versée au titre d'une compensation économique liée soit à l'adaptation du système quand les produits ne bénéficient pas encore du label AB pendant la transition, soit du fait d'une productivité plus faible qu'en agriculture conventionnelle, moyen de mettre en avant leur intérêt pour la société.

Conclusion

LES EFFETS DE L'ÉLEVAGE SUR LE CLIMAT, la biodiversité, la qualité de l'air, de l'eau et des sols sont très variables entre systèmes d'élevage, entre exploitations au sein d'un même système, d'une échelle à une autre et selon que l'unité à laquelle on se rapporte est la quantité produite ou l'hectare utilisé. De plus, les degrés d'incertitude sur les résultats sont souvent grands. La balance des effets est ainsi généralement mitigée, excepté pour le réchauffement climatique dû aux émissions élevées de GES associées à l'élevage, et à la forte utilisation des terres. Deux facteurs clés ressortent de ce chapitre : d'une part la densité locale en animaux, et d'autre part la présence de prairies dans les paysages. Les fortes densités animales se traduisent par des pollutions vers les milieux aquatiques, le sol et l'air, tandis que les prairies, surtout lorsqu'elles sont permanentes, ont des effets environnementaux positifs. Ces deux facteurs sont fréquemment inversement corrélés. Ils traduisent aussi de nombreuses autres caractéristiques des systèmes et territoires d'élevage, telles que les espèces, la conduite et l'alimentation des troupeaux, l'organisation économique, les volumes mis sur le marché, la mosaïque paysagère ; ils constituent ainsi des clés d'analyse synthétiques des impacts et services potentiels issus des élevages.

5. Les enjeux sociaux et culturels

TROIS ENTRÉES ONT ÉTÉ CHOISIES POUR ILLUSTRER CES ENJEUX : les impacts de la santé animale sur la santé humaine, les services culturels et patrimoniaux liés aux élevages, et l'évolution de l'éthique, avec une convergence entre éthiques animale et environnementale. Sans en faire le tour, ces enjeux éclairent des débats cruciaux sur la place de l'élevage dans la société européenne.

Les enjeux sanitaires liés à l'élevage

SIGNE D'UNE MONDIALISATION CROISSANTE DES RISQUES SANITAIRES, ces dix dernières années ont été marquées par la circulation de nombreux agents infectieux issus du monde animal : l'*influenza* H1N1 et H5N1, le virus de la fièvre catarrhale, le chikungunya, Ebola, *West Nile*, la peste porcine africaine... De nombreux facteurs anthropiques accroissent les risques zoonotiques. Les institutions internationales (l'Organisation mondiale de la santé, OMS, l'Organisation mondiale de la santé animale, OIE, et la FAO) en ont pris la mesure en privilégiant dorénavant une approche globale et préventive de protection de la santé humaine et animale dénommée *One World-One Health* (Un monde, une seule santé). Celle-ci met en avant l'importance de l'interface homme-animal-écosystème dans l'émergence et l'évolution des agents pathogènes. Trois problématiques sont ici abordées : les maladies zoonotiques, l'antibiorésistance et le devenir dans l'environnement des agents pathogènes et des contaminants contenus dans les effluents d'élevage.

Près de la moitié (40 %) des agents pathogènes émergents chez l'homme et l'animal ont une transmission vectorisée. L'aptitude de ces vecteurs à contaminer diverses espèces d'hôtes, le changement climatique et la globalisation des échanges majorent le potentiel d'émergence (Stuchin *et al.*, 2015). Cet effet combiné est illustré par le retour du virus *West Nile* dans le sud de la France de 2000 à 2006, puis en 2015, l'avifaune servant de réservoir au virus transmis par des moustiques.

I L'impact des zoonoses

L'impact des zoonoses est sanitaire, économique, environnemental et sociétal. Au niveau mondial, un cinquième des pertes de production en élevage serait dû aux maladies. Trois quarts des maladies infectieuses émergentes humaines sont zoonotiques (Jones *et al.*,

2008), et 60 % des 1 400 agents pathogènes recensés pour les humains le sont aussi pour les animaux. L'Europe est moins affectée que d'autres régions par l'émergence de zoonoses. Il est néanmoins difficile de chiffrer l'impact réel de nombre d'entre elles. En effet, les zoonoses se traduisent souvent par des baisses de production sans manifestations cliniques évocatrices chez les animaux. Les hommes jouent alors le rôle de révélateurs, voire de sentinelles, de l'infection animale.

Selon l'Agence européenne pour la sécurité alimentaire (l'EFSA), en Europe, les zoonoses sont majoritairement contractées par voie alimentaire et sont responsables d'environ 340 000 cas annuels. La salmonellose reste la principale cause de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC), *via* la consommation d'œufs dans la moitié des cas. Son incidence a cependant été réduite de moitié depuis 2008, suite en partie à l'application d'un règlement (2011) fixant un seuil maximal de contamination des denrées. Deux autres affections d'origine alimentaire sont en augmentation : d'une part la campylobactériose, qui est surtout contractée *via* la consommation de chair de poulet infectée (+ 8 % de 2008 à 2014), et d'autre part la listériose, associée aux préparations au lait cru. Cette dernière est particulièrement grave chez les sujets vulnérables et âgés (2 161 cas dans l'UE en 2014).

Les sources d'agents zoonotiques diffèrent selon les étapes de la production :

- l'alimentation du bétail est une source d'introduction d'agents pathogènes. La crise européenne de l'encéphalopathie spongiforme bovine a illustré ce risque dans l'alimentation des ruminants, après la modification du procédé de fabrication des farines de viande et d'os pour en réduire le coût. Cette crise a eu un fort impact sociétal. Ses conséquences en santé publique ont été heureusement plus limitées que les anticipations ne le prédisaient (bilan : 177 victimes en Grande-Bretagne, 27 en France), mais le coût des mesures de gestion sanitaire prises à l'échelle de l'UE a atteint plusieurs milliards d'euros, au Royaume-Uni notamment mais aussi en Allemagne ;
- la contamination des animaux *in situ*, à la ferme, par des aliments souillés, est relativement classique. D'autres contaminations peuvent avoir des impacts majeurs, comme dans le cas de certains virus *influenza* (grippe) qui sont zoonotiques, telle la souche grippale H5N1 (émergence en 2003) qui provoque presque 100 % de mortalité des volailles et est hautement pathogène pour l'homme (58 % de décès en cas d'infection) ;
- la vente et la circulation d'animaux vivants sont tributaires du statut « indemne » des élevages, voire de la région ou du pays. L'investissement consenti pour éradiquer la tuberculose illustre l'enjeu économique associé à ce statut. La France y consacre un budget considérable depuis 1955, et en 2014 par exemple, les crédits dépassaient 17 M€ (Cavalerie *et al.*, 2014) ; au Royaume-Uni, où la maladie a réémergé en 1997, le coût des mesures de police sanitaire s'élève à 1 Md€ pour la décennie en cours (Atkins et Robinson, 2013) ;
- les risques aux étapes de fabrication des aliments résultent de la potentielle contamination fécale par des germes zoonotiques, du lait ou des carcasses à l'abattoir, ou bien de la contamination croisée des aliments lors de leur transformation. Le non-respect des barèmes thermiques dans le cas du botulisme et la rupture de la chaîne du froid pour divers agents pathogènes jouent un rôle crucial ;

- la grande distribution apporte *a priori* des gages de sécurité. Mais s'il y a défaillance, l'impact est fort du fait de la large diffusion des lots incriminés. Toute la filière fromagère canadienne a ainsi été fragilisée en 2008 suite à un épisode de listériose responsable de 38 cas cliniques, dont 2 décès (Gaulin et Ramsay, 2010). La transformation artisanale et la commercialisation à la ferme ont l'avantage d'exposer peu de consommateurs, mais le respect généralisé des bonnes pratiques est difficile à garantir ;
- enfin, certains modes de consommation sont source de contamination : la viande peu ou pas cuite et certaines salaisons favorisent les infections à *Escherichia coli* entérohémorragiques (ECEH) ou par le virus de l'hépatite E.

Les risques sont différents pour les élevages de plein air ou comportant des périodes de pâturage et pour les élevages confinés. Dans le premier cas, les risques « de voisinage » entre élevages sont bien documentés pour la tuberculose : c'est notamment le principal facteur de risque de contamination dans les départements français les plus infectés (plus de 60 %), mais il est nettement plus faible dans les autres départements (17 %). Dans le second cas, c'est l'amplification des phénomènes qui inquiète. L'épisode de fièvre Q survenu entre 2007 et 2010 aux Pays-Bas en élevage de chèvres laitières fut, par exemple, extrême. Les grands effectifs de seulement 300 fermes implantées dans une zone de forte densité humaine ont émis dans l'air de très fortes concentrations de pseudo-spoires de *Coxiella burnetii*. S'est ensuivie la plus conséquente épidémie jamais documentée de fièvre Q, avec 4 107 cas humains déclarés (Morroy *et al.*, 2015). Enfin, l'attrait pour l'écotourisme, les fermes pédagogiques, et le développement de l'élevage de chevaux de loisir en zone périurbaine, ou les micro-élevages en ville, créent de nouvelles interfaces homme-animal-environnement et augmentent donc les risques sanitaires potentiels.

Le rôle de la faune sauvage dans la circulation d'agents zoonotiques est discuté (Billinis, 2013). D'un côté, les micromammifères, les rongeurs, les chauves-souris, les oiseaux, les sangliers et les ruminants sauvages peuvent héberger et transmettre toute une variété d'agents zoonotiques. Ils constituent aussi des hôtes alternatifs pour des agents zoonotiques habituellement hébergés par des animaux d'élevage. En Grande-Bretagne, le blaireau est ainsi devenu un réservoir de l'agent de la tuberculose bovine. D'un autre côté, la biodiversité de la faune joue un rôle de rempart car elle limite l'expansion d'une espèce réservoir susceptible de devenir prédominante et la pullulation d'arthropodes vecteurs en préservant leurs prédateurs.

■ L'antibiorésistance, une préoccupation montante

Depuis 2010, de nombreux rapports (OMS, Banque mondiale...) ont alerté sur la menace sanitaire et économique que représente l'antibiorésistance liée à l'usage des antibiotiques chez les animaux d'élevage. Cet usage relève clairement de la dynamique *One Health*, puisque les enjeux de résistances acquises et échangées par les bactéries concernent à la fois les hommes et les animaux, et que la dissémination des résistances est planétaire du fait de l'intensité du commerce et des transports internationaux. Des modélisations globales prévoient, de plus, une forte croissance des usages d'antimicrobiens en élevage (+ 67 % entre 2010 et 2030 dans une étude de Van Boeckel *et al.*, 2015). Ces usages vont

de pair avec l'augmentation de la demande mondiale en denrées animales. Il est établi que des bactéries résistantes à des antibiotiques ou que des gènes de résistance véhiculés par des bactéries circulent entre compartiments animal et humain. Néanmoins, les modalités de ce transfert ainsi que son intensité sont encore imparfaitement renseignées.

Les mésusages des antibiotiques concourent à amplifier et à accélérer les phénomènes de sélection et de diffusion des résistances. Ils sont la cible des campagnes de prévention des résistances. En 2006, la Commission européenne a ainsi interdit l'utilisation des antibiotiques comme additifs alimentaires accélérant la croissance des animaux. Cette pratique existait depuis 1940 en élevage industriel et reste en vigueur dans plusieurs pays, comme les États-Unis.

La problématique de l'antibiorésistance inclut l'environnement. Les flores bactériennes commensales et les flores de l'environnement sont souvent désignées comme les plaques tournantes des risques associés aux antibiotiques. En effet, l'exposition des bactéries de l'environnement aux antibiotiques de différentes origines peut favoriser l'émergence et la sélection de résistances. L'impact de l'activité humaine a été démontré. Par exemple, aux Pays-Bas, dans des sols conservés dans une banque d'échantillons, l'abondance des gènes de résistance était 2 à 15 fois plus élevée en 2008 que dans les années 1970 (Knapp *et al.*, 2010). Concernant l'élevage, entre 30 et 90 % des antibiotiques administrés aux animaux sont excrétés sans être métabolisés. Les effluents d'élevage sont donc susceptibles de contenir des substances antibiotiques toujours actives qui continuent d'exercer une pression de sélection sur les bactéries des effluents ou du sol. La littérature scientifique ne permet cependant pas d'évaluer la contribution des effluents d'élevage à l'augmentation de l'antibiorésistance des espèces pathogènes de l'homme et des animaux. En effet, des résistances apparaissent aussi dans des contextes naturels où les bactéries sont isolées, dans des grottes par exemple.

■ Les contaminations résultant de l'épandage des effluents

L'expertise scientifique collective réalisée sur les matières fertilisantes d'origine résiduaire en France (Houot *et al.*, 2015) a rappelé que les effluents d'élevage contiennent des micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites, et sont donc des facteurs de risque potentiels pour l'environnement, la santé humaine et la qualité des aliments.

Outre l'antibiorésistance, les risques portent sur la transmission d'agents pathogènes d'un troupeau à l'autre (épandage sur prairies ou cultures fourragères) ou à l'homme (épandage sur des cultures maraîchères). Les effluents peuvent aussi contenir des médicaments, notamment des hormones : des activités œstrogéniques accrues sont ainsi mesurées dans les sols et les eaux de drainage de sols régulièrement amendés avec des fumiers ou lisiers. Ils présentent également des teneurs en éléments-traces métalliques (cuivre et zinc) qui, apportés en excès dans la ration alimentaire des animaux, se retrouvent en grandes quantités dans les déjections.

Le stockage des déjections ne diminue pas significativement la présence des agents pathogènes. En revanche le compostage, la digestion anaérobie thermophile (méthanisation)

et le chaulage sont des traitements efficaces pour réduire la charge potentielle en agents pathogènes. La réduction est cependant difficile à assurer du fait de la très grande variabilité des valeurs de prévalence de ces agents dans les effluents. De plus, la contribution des effluents à la contamination des sols et des eaux est complexe, car des agents pathogènes sont présents dans les sols indépendamment des épandages. À ce jour, aucune étude publiée ne fait état d'une maladie animale diffusée par une contamination provenant d'un épandage d'effluents.

La survie des agents pathogènes décroissant au fil du temps, le respect des délais avant remise à l'herbe des animaux ou récolte des cultures constitue un levier d'action important, à court terme, pour limiter la contamination de la chaîne alimentaire. La persistance des germes après épandage sur les sols peut atteindre 6 mois en conditions réelles. Les bactéries ayant des formes de résistance telles que des spores ou des œufs de parasites sont détectées jusqu'à plusieurs années après apport. Des délais de 3 à 8 mois entre l'épandage et la récolte des végétaux sont donc recommandés dans plusieurs études. La contamination des eaux provient, elle, essentiellement du ruissellement de surface, qui entraîne les micro-organismes libres ou fixés aux particules. Les transferts vers les eaux sont très variables : ils sont en général plus importants pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines.

En conclusion, la maîtrise des risques liés à la santé animale invite à renforcer les connaissances tant dans la gestion sanitaire en élevage que dans les outils de surveillance sans *a priori* des agents pathogènes et/ou de leurs vecteurs, en épidémiologie moléculaire des résistances aux anti-infectieux que dans les transferts organiques et minéraux liés aux épandages d'effluents.

Les enjeux patrimoniaux et culturels

L'ÉLEVAGE JOUE UN RÔLE CULTUREL ET PATRIMONIAL important en Europe. De fait, il produit des marqueurs identitaires pour les territoires considérés à différentes échelles. La richesse du patrimoine lié aux produits animaux comporte de nombreux aspects, matériels et immatériels. Ce patrimoine tient aux pratiques pastorales, aux savoir-faire et aux paysages culturels associés. Il tient aussi pour beaucoup aux pratiques alimentaires, plats, produits issus de l'élevage, sans oublier les formes d'artisanat valorisant les produits à des fins alimentaires ou non alimentaires (cuir, laine, corne...).

Des produits alimentaires hautement culturels

La richesse du patrimoine alimentaire lié aux produits animaux est une évidence en Europe. La France, l'Italie, les Pays-Bas et les Balkans sont connus pour leurs fromages. Les races à viande, comme la Charolaise ou la Hereford, ont une renommée internationale ainsi que les charcuteries et les techniques de viande séchée (porc, bœuf, chèvre, renne). Ces produits contribuent au rayonnement de la gastronomie européenne. Les fromages

français considérés comme haut de gamme motivent l'ouverture de crèmeries et de fromageries de luxe « à la mode française » dans les métropoles européennes et mondiales. Les modèles de développement des fromages de terroir ont essaimé en Amérique du Sud et du Nord. L'importance culturelle des produits de l'élevage se retrouve dans la multiplicité des plats auxquels ils sont associés : la pizza, la choucroute, l'œuf au bacon, le steak-frites, la tortilla espagnole... qui illustrent la diversité des cultures alimentaires européennes. Ils s'inscrivent parfois dans des traditions religieuses et festives comme les agneaux et cabris de Pâques dans l'aire méditerranéenne, les dindes, chapons, poulettes de Noël...

Certains produits délimitent des frontières culturelles à l'intérieur de l'Europe : le jambon sec ou les produits laitiers au lait de brebis ou de chèvre départagent l'Europe du Nord de l'Europe méditerranéenne et balkanique (Sans et Casabianca, 2008). Quelques-uns sont revendiqués comme des éléments d'identité nationale.

Le rôle culturel des produits alimentaires liés à l'élevage est illustré par l'importance des protections dont ils bénéficient au titre du patrimoine, et notamment les appellations d'origine protégée. En effet, les fromages, à l'instar des vins, bénéficient depuis de longues années d'appellations d'origine en France et en Italie ; la notion d'origine est réglementée par l'UE depuis 1992, à travers notamment les deux signes de qualité Appellation d'origine protégée (AOP) et Indication géographique protégée (IGP) pour les produits agricoles, et la protection des Spécialités traditionnelles garanties (STG) pour les préparations culinaires. Près de 600 produits animaux bénéficient de cette protection dans toute l'Europe. La reconnaissance de régimes alimentaires au titre du patrimoine immatériel touche aussi par ricochet les produits : le régime alimentaire méditerranéen labellisé par l'Unesco met surtout en valeur les végétaux, mais profite aux produits laitiers qui lui sont associés ; de même, la patrimonialisation du repas gastronomique des Français, en 2010, renforce l'image des fromages mangés au couteau avant le dessert. L'intérêt pour le patrimoine culturel immatériel valorise les savoir-faire artisanaux liés à la fabrication des aliments (savoirs des charcutiers, savoirs des crémiers et affineurs pour les fromages par exemple) et permet de reconnaître leur rôle dans les gastronomies locales. La reconnaissance du patrimoine culturel immatériel par l'Unesco a également eu pour effet de sensibiliser les États européens ; les acteurs régionaux et locaux inventorient de plus en plus leur patrimoine gastronomique. Ces savoir-faire sont cependant menacés, leur transmission n'étant pas vraiment assurée.

I Des paysages pastoraux culturels

« L'élevage traditionnel » contribue à la création de paysages reconnus comme culturels. Certains paysages ont une valeur identitaire nationale, comme le bocage irlandais, les alpages suisses ou les landes écossaises. La valeur culturelle des paysages a conduit à les « protéger ». L'Unesco a ainsi labellisé en 1996 la Laponia en Suède (paysage pastoral des Samis) ou en 2011 les Grands Causses en France. L'exposé des motifs explicite clairement le rôle de l'élevage pastoral dans la construction de l'esthétique de ces paysages.

D'autres classements nationaux et régionaux peuvent également protéger et valoriser des paysages liés à l'élevage, comme l'illustrent certains parcs naturels en France. Des collectivités territoriales cherchent aussi à les maintenir, à les protéger et à les valoriser. En effet, les paysages pastoraux sont de plus en plus attractifs pour une société européenne largement urbanisée. Ils sont facteur d'attractivité territoriale tant pour les habitants permanents que pour les loisirs ou le tourisme.

En Europe, le pastoralisme fait aussi l'objet d'autres formes de reconnaissance patrimoniale et d'intérêt sociétal, même si cela ne permet pas toujours de maintenir ces pratiques. La littérature scientifique souligne que l'Europe est un des rares endroits au monde où les pratiques pastorales ne sont pas déclassées, mais au contraire valorisées. Cette reconnaissance concerne notamment les savoirs naturalistes des éleveurs et leurs liens à l'animal domestique (*traditionnal ecological knowledge*), sans oublier les fêtes de la transhumance, qui se multiplient et rencontrent un grand succès. Le pastoralisme trouve d'ailleurs de nouvelles justifications dans l'agroécologie car il permet un ajustement entre besoins des troupeaux et ressources fourragères. Mais son maintien se heurte à des difficultés d'équipement, à des conflits d'usage, à des contradictions entre politiques environnementales et à une précarité des emplois.

I Un patrimoine et des modalités de protection parfois controversés

Cette patrimonialisation rencontre néanmoins des critiques. Plusieurs pratiques traditionnelles sont dénoncées au titre du bien-être animal. C'est le cas du gavage des oies et des canards, de l'élevage des chapons, des corridas et des combats d'animaux... Les courses de chevaux sont aussi remises en cause. La mise en scène de certaines pratiques d'élevage peut aussi être qualifiée de folklorisation dans le sens où elles sont figées et ne profitent pas nécessairement aux éleveurs. Ces représentations pittoresques contribuent de fait à un mythe pastoral, mais ne coïncident plus avec la réalité des pratiques d'élevage. Les politiques nutritionnelles critiquent également des traditions bouchères ou fromagères trop riches en sel et en graisses. Enfin, le foncier est source de conflits entre les droits d'usage collectifs et l'appropriation individuelle : les routes de transhumance en Espagne ont par exemple du mal à se maintenir, la complémentarité des estives entre le haut et le bas se fragilise.

D'autres problèmes surgissent : la demande élevée en produits locaux peut amener à des contrefaçons. Les signes de qualité y remédient, mais eux aussi font l'objet de controverses. Malgré des réussites qui peuvent être localement exceptionnelles en nombre d'emplois et en volume de production, ils n'ont pas toujours les effets attendus et peuvent ne profiter que faiblement aux petites exploitations et entreprises artisanales. Les labels apparaissent parfois aussi comme un moyen de normaliser les pratiques et produits. Par ailleurs, une appellation d'origine peut devenir un véritable emblème et éclipser les autres produits locaux. La littérature montre en effet que le modèle du panier de biens est loin de fonctionner partout.

I Une contribution à la vitalité territoriale

Les enjeux de vitalité sont particulièrement cruciaux pour les territoires ruraux. Depuis les années 1990, la valorisation des produits de terroir est ainsi étroitement liée au développement local. Nées dans les pays du sud de l'Europe (France, Espagne, Italie), les politiques en faveur des terroirs ont gagné les pays anglo-saxons, puis se sont étendues aux pays d'Europe du Nord (où les produits de terroir étaient non seulement peu valorisés, mais avaient disparu) et désormais aux pays de l'Est et des Balkans. En Norvège, c'est l'État lui-même qui a relancé les produits du terroir, alors qu'en France le mouvement est souvent venu (au départ au moins) du « local ». Le système de signes de qualité mis en place par l'UE y a contribué, ainsi que l'intérêt croissant des consommateurs, dont les touristes, pour les produits de terroir et locaux.

Le tourisme gastronomique ne cesse de se développer et d'être encouragé. L'élevage contribue également aux dynamiques touristiques rurales par l'agrotourisme et des festivals agri-culturels. Pourtant, depuis 1990, peu de références scientifiques abordent les liens entre élevage et agrotourisme.

Plus généralement, l'élevage contribue aux activités de loisirs s'exerçant dans l'ensemble des territoires (urbains, ruraux et périurbains). Il s'agit en tout premier lieu de l'élevage de chevaux, qui tient une place singulière dans la vitalité des territoires. En effet, le tourisme équestre ne cesse de se développer en Europe, même si une certaine privatisation des chemins ruraux et forestiers pourrait en freiner la pratique. Par ailleurs, l'équitation est un sport prisé (troisième fédération sportive française, plus grand employeur sportif du Royaume-Uni), et le cheval est le support de paris (courses) qui rapportent des ressources importantes aux États.

D'autres voies de diversification de l'élevage connaissent aussi un véritable essor, notamment la production d'énergie *via* la méthanisation ou la traction animale, et la zoothérapie, ou *care farming*. Depuis les années 2000, les études se multiplient autour des *green care farms* en Europe du Nord (Hassink *et al.*, 2013). De nouvelles filières de matériaux d'isolation thermique (laine) participent aussi à la diversification de l'agriculture. Mais globalement, les recherches scientifiques traitent rarement des activités liées au cuir, peaux, laine et plumes, qui pourtant pourraient être réhabilitées par l'attention portée à l'économie circulaire.

L'élevage tient, enfin, une grande place dans les pratiques d'autoconsommation et dans l'économie de semi-subsistance. Celle-ci reste encore non négligeable en Europe. Alors que la proportion des exploitations produisant leur propre alimentation ne dépasse pas 10 % en Europe occidentale, elle est de 35 à 70 % dans les pays d'Europe orientale (Smith et Jehlicka, 2013) et les Balkans. Des auteurs insistent sur la valeur de cette économie d'autosubsistance sur le plan de la qualité alimentaire et environnementale, et surtout sur le lien social entre les villes et les campagnes. Ils tendent ainsi à réhabiliter ces systèmes qui sont peu reconnus, voire fragilisés par les politiques publiques.

Une convergence des éthiques animale et environnementale

LA CAUSE ANIMALE N'EST PAS NOUVELLE. Au ^{xviii}^e siècle, la responsabilité morale des hommes vis-à-vis des animaux s'est construite sur l'idée que, capables de souffrances et vivant sous notre dépendance, nous étions responsables de leur environnement de vie. Au milieu du ^{xx}^e siècle, au Royaume-Uni, puis en Europe et au-delà, une dénonciation des conditions de vie des animaux de ferme émerge parallèlement au développement de l'élevage intensif. Cette prise de conscience a abouti au tournant du ^{xxi}^e siècle à un cadre réglementaire visant à protéger les animaux ainsi qu'à l'intégration — parcimonieuse encore — des aspects de bien-être animal dans les démarches qualité.

■ L'encadrement juridique du bien-être animal

La protection des animaux est récente dans le droit européen. En 1997, le traité d'Amsterdam ne considère plus les animaux comme des marchandises (c'était le cas dans le traité de Rome), et leur caractère d'êtres sensibles est affermi dans le traité de Lisbonne (2009). Le droit européen est souvent à l'origine de l'évolution, parfois contrainte, des législations nationales européennes qui sont loin d'être uniformes (Falaise, 2013). L'évolution du statut juridique de l'animal suscite des débats passionnés, comme en témoignent ceux qui ont eu lieu en France en 2015 (loi n° 2015-177) (Marguénaud, 2015). Les législations visent le bien-être des animaux dans l'élevage, mais aussi pendant leur transport (2005) et à l'abattage (2009). Pour le transport, sont encadrés le temps du voyage la surface au sol, l'accès à la nourriture et à l'eau, les pauses ainsi que les compétences et conditions d'exercice des transporteurs. La législation européenne sur l'abattage date de 1974. Depuis 1988, elle est organisée par une Convention européenne et des règlements additionnels dont le but est d'uniformiser les méthodes visant à limiter les souffrances et le stress des animaux au moment de leur mise à mort. Les débats sur les pratiques d'étourdissement et leur dérogation dans le cadre des abattages rituels ne sont pas résolus. De plus, régulièrement, des scandales révèlent la continuité des atteintes aux réglementations dont des flagrants délits de maltraitance. La possibilité d'exemption des règles du bien-être dans des cas exceptionnels comme les pandémies ouvre la critique sur une autre brèche dans le droit.

Le bien-être animal se définit selon cinq libertés²¹ qui constituent le socle à partir duquel les réglementations ou les cahiers des charges visant à protéger les animaux d'élevage ont été construits. Les problèmes les plus souvent rapportés portent sur

21. 1) Ne pas souffrir de la faim ou de la soif, grâce à l'accès à de l'eau fraîche et à une nourriture adéquate assurant la bonne santé et la vigueur des animaux ; 2) ne pas souffrir d'inconfort, en leur fournissant un environnement approprié comportant des abris et une aire de repos confortable ; 3) ne pas souffrir de douleurs, de blessures ou de maladies, grâce à la prévention ou au diagnostic rapide et au traitement ; 4) pouvoir exprimer les comportements naturels propres à l'espèce, en leur fournissant un espace suffisant, un environnement approprié aux besoins des animaux, et des contacts avec des congénères ; 5) ne pas éprouver de peur ou de détresse, en s'assurant que les conditions d'élevage et les pratiques n'induisent pas de souffrances psychiques.

des maladies liées au fort niveau de production des animaux (troubles locomoteurs, ascites chez les poulets à croissance rapide, mammites et boiteries chez les vaches laitières...) ; les pratiques douloureuses (écorne, castration, époinçage du bec ou des dents) ; le confinement et la concentration des animaux, qui limitent leur déplacement, accentuent les agressions mutuelles et favorisent les maladies ; la pauvreté de leur habitat, qui entraîne l'ennui et des comportements anormaux ; et aussi les manipulations brusques lors des transports et le mauvais étourdissement avant la saignée à l'abattoir. Les mauvaises conditions de logement concernent toutes les espèces : de même, les pratiques maltraitantes se rencontrent dans différents systèmes (castration, écorne, etc.).

Il n'existe pas de moyens d'évaluation rapide du bien-être des animaux dans les conditions d'élevage ou d'abattage. Cette évaluation représente un exercice lourd, et les méthodes font l'objet de controverses. Certains estiment notamment que la façon dont la protection animale s'est construite a donné les moyens de justifier des pratiques d'élevage intensives. L'outil d'évaluation Welfare Quality[®], considéré globalement comme une avancée, est par exemple critiqué car ses indicateurs s'adaptent plus facilement à des conditions en bâtiment qu'à des conditions plus extensives, celles des élevages de plein air, sur parcours par exemple. La conséquence pourrait être que les élevages intensifs seraient plus facilement labellisés par Welfare Quality[®].

■ Peu de labels « bien-être »

Les actions en faveur du bien-être animal combinent généralement différentes mesures agissant sur l'environnement des animaux et le contrôle de leur état physique et mental. Les bonnes pratiques sont peu reconnues par des labels. De manière générale, le bien-être est mieux pris en compte dans le label bio qu'en conventionnel. La Commission européenne avait introduit en 2009 l'idée d'un label « bien-être » sur les produits de consommation, mais il n'a pas encore vu le jour. Certains pays ont développé leur propre label. Par exemple : *Freedom Food* au Royaume-Uni ou *Beter Leven* aux Pays-Bas, initié par la société néerlandaise de protection des animaux, qui attribue une, deux ou trois étoiles aux élevages qui respectent le bien-être animal. Les élevages « trois étoiles » correspondent au niveau le plus élevé de bien-être et sont généralement des élevages en AB. Les Pays-Bas développent actuellement un nouveau système de poulailler hexagonal nommé *Rondeel* dont l'architecture offre un accès à l'extérieur et permet aux poules toute une variété de comportements (exploration, perchage, bains de poussière...). En France, les volailles ou les porcs de plein air intègrent des critères de bien-être dans leur certification. Le cahier des charges de l'élevage de porcs de Thierry Schweitzer (Alsace) est l'initiative la plus aboutie et copiée : les porcs sont élevés sur paille, dans des bâtiments ouverts, et disposent d'une large place. Les queues et les dents des porcelets ne sont pas coupées, et la castration à vif est remplacée par l'immuno-castration.

I D'une approche dissociée de l'animal à une cohérence environnementale

Les représentations semblent avoir nettement évolué ces dernières années. Schématiquement, on avait avant tendance à dissocier l'animal « consommé » de l'animal familier et de l'animal sauvage idéalisé. Cette discontinuité a d'ailleurs permis que l'élevage se justifie essentiellement d'un point de vue socio-économique, résumé par l'argument de la démocratisation de la consommation de viande. L'éthique animale était alors restrictivement centrée sur les obligations morales des humains. Deux mouvements ont changé la façon de voir : d'une part, l'éthique environnementale, qui clivait nature sauvage et nature domestique (héritage des philosophies outre-Atlantique sur le *wilderness*), articule davantage les deux et les relie à des considérations sociales, économiques et de santé publique. D'autre part, l'éthique animale prenant appui sur le modèle de l'éthique environnementale met davantage en cohérence l'élevage, la gestion de la nature et le bien-être de l'animal. Cette analyse rejoint les travaux scientifiques européens qui ont constaté que les attentes en matière de bien-être animal ne sont généralement pas dissociées d'autres attentes envers l'élevage (Miele *et al.*, 2011). Ainsi dans le projet Welfare Quality®, les membres des 49 focus groupes de 7 pays européens (France, Italie, Pays-Bas, Suède, Norvège, Hongrie et Royaume-Uni) ont relié les attentes en matière de bien-être animal à la protection de l'environnement, à la qualité et au goût des aliments, et à la santé humaine. Cette cohérence se retrouve également dans les instruments des politiques européennes : ainsi le bien-être figure depuis 2007 dans la conditionnalité du soutien de la PAC ; il apparaît également dans plusieurs directives environnementales qui ne lui sont pas directement dédiées (par exemple dans la directive sur les émissions industrielles datant de 2010). Cette inscription du bien-être dans les politiques environnementales pourrait contribuer à la remise en cause de l'élevage « industriel ».

En résumé, de la lecture de la littérature ressortent trois tendances perceptibles, sans être cependant étayées. La première est celle d'une éthique de type contractuel avec la société et les pouvoirs publics : les règles ou cahiers des charges portent aussi bien sur les animaux que sur l'environnement. Cette éthique s'incarne dans le développement des signes de qualité et autres labels, qu'ils soient mis en œuvre par les États ou non. Elle se retrouve aussi dans l'évolution des positions environnementalistes, qui ont notamment réévalué le rôle écologique de l'élevage dans les approches sur les services environnementaux. La deuxième tendance est celle plus traditionnelle d'une éthique de la sollicitude, encore appelée éthique du *care*. Elle cherche à unir le plus possible et de façon individualisée le soin vis-à-vis des animaux et la bonne gestion de la nature, la relation de proximité à l'animal constituant le pivot de cette éthique. Dans l'exemple emblématique du loup ou de l'ours en France, les éleveurs font valoir cette éthique du *care* à l'égard de leurs troupeaux, tout en faisant également valoir un rapport de contrat et de responsabilité avec la société et les pouvoirs publics, pointant, en retour, les manquements de l'État dans sa défense des éleveurs. La troisième tendance, enfin, est celle d'éthiques clairement environnementalo-centrées : elles prônent une intégration quasi symbiotique aux

milieux naturels, valorisant par là une éthique de l'intégrité de l'animal d'élevage rendu à un environnement le plus naturel possible et pouvant donc comporter occasionnellement des risques liés aux aléas d'un milieu plus « sauvage », y compris l'éventualité de prédateurs. Certains auteurs (Lund et Olsson, 2006) inscrivent ainsi l'élevage dans une relation « symbiotique » entre l'animal et l'homme. Cette perspective suggère que le développement actuel de l'élevage bio ou agroécologique est la marque d'une continuité, à la différence de l'élevage industriel qui rompt profondément cette « symbiose ».

L'image de l'éleveur s'en trouve modifiée. Le contrat de 1950 du paysan avec la société et le consommateur assurait au premier un meilleur revenu en échange de son consentement à la modernisation. Aujourd'hui, l'éleveur est appelé à inventer un nouveau modèle-pilote qui réconcilierait tradition et modernité (que les années 1960 et 1970, voire 1980, opposaient) en conciliant intérêts humains ou individuels et intérêts globaux, systémiques et environnementaux.

Les publications scientifiques ne reflètent cependant pas la volatilité de l'opinion, et, s'agissant d'une littérature à majorité anglo-saxonne, elles ne reflètent pas non plus la totalité des comportements européens. Les dénonciations à répétition concernant des abattoirs en France — trop récentes pour que l'on puisse disposer d'études suffisantes — sont des exemples de points de cristallisation susceptibles de modifier rapidement les opinions.

Conclusion

CE CHAPITRE A ABORDÉ PLUSIEURS ENJEUX SOCIAUX en lien avec la santé animale et avec les dimensions patrimoniales et culturelles contribuant à la vitalité des régions d'élevage. Ces entrées soulignent la convergence des approches intellectuelles reliant les enjeux de l'humanité, des animaux et plus largement de la biodiversité et de l'environnement. Cette convergence s'affirme tant en matière de santé (démarche *One Health* ou Une seule santé) que d'éthique et d'analyse des transformations du monde à l'ère de l'Anthropocène. Alors que dans un contexte de remise en cause de l'élevage, les arguments économiques, environnementaux et de santé publique peinent à suffire pour définir les modalités de maintien de l'élevage, ses enjeux sociaux et culturels mériteraient d'être plus étudiés. Les motivations culturelles et de « justice spatiale »²² font notamment écho à la vigilance renouvelée de la société envers les mutations à l'œuvre dans les filières animales (agrandissement, concentration, robotisation).

22. La justice spatiale est une notion portée par les géographes ; elle renvoie à la fois aux représentations de l'espace et à la distribution spatiale des biens, des pratiques, des services et des personnes.

6. Les « bouquets » de services issus des élevages européens

LES CHAPITRES PRÉCÉDENTS ONT MONTRÉ que, la plupart du temps, il n'était pas possible de tirer une conclusion unique sur un effet positif ou négatif de l'élevage en général, et encore moins sur l'intensité de cet effet. Les niveaux d'incertitude sont, de plus, généralement élevés. Les approches multicritères tentent alors d'ordonner les différents critères et d'adopter des métriques communes ou compatibles telles que le kg de CO₂, le kg de protéines, l'euro. Par diverses méthodes, les évaluations unitaires sont agrégées dans un bilan qui peut en être la résultante commune ou rester formulé par un « bouquet » de services. Ces approches tendent également à connecter plusieurs échelles, du local au global, afin de rendre visibles les effets rebonds, diffus ou délocalisés. Cette complexité peine à se traduire dans des outils méthodologiques simples, mais c'est un champ de recherche actif. Le résultat révèle souvent un compromis entre des facteurs synergiques et/ou antagoniques. Les stratégies de progrès cherchent à favoriser les synergies allant dans le sens visé et à réduire les antagonismes.

Les analyses du cycle de vie et les bilans de matières

LA RECHERCHE EST TRÈS DYNAMIQUE EN MATIÈRE d'évaluations environnementales. De nombreux travaux traitent d'élevage. Ils sont souvent centrés sur une filière, sur des types d'exploitations agricoles ou sur des échelles plus restreintes, comme la parcelle ou l'animal.

I L'analyse du cycle de vie

L'analyse du cycle de vie (ACV) tient une place centrale dans l'évaluation environnementale. Cette méthode alimente en particulier les bases de données des évaluations mondiales. Créée pour l'industrie, elle a été adaptée à l'agriculture dans les années 1990. Elle marque une inflexion dans les approches par sa démarche à la fois comptable et systémique. Le principe du cycle de vie va de l'extraction des ressources nécessaires à la fabrication de l'objet, ou du service, jusqu'à la gestion des déchets qu'il génère, ou

son recyclage en fin de vie, soit du berceau à la tombe, ou *cradle to grave*. Les ACV des systèmes agricoles s'arrêtent néanmoins souvent à la sortie de la ferme (*cradle to farm gate*). La méthode évalue l'impact d'un produit ou d'une activité sur la santé humaine ou la santé des écosystèmes en affectant des scores à des catégories d'impacts associées à l'utilisation de ressources (eau, surface terrestre, ressources énergétiques...) ou à l'émission de polluants (vers l'eau, le sol, l'air). Le cycle de vie d'un produit pouvant couvrir des zones géographiques différentes, les impacts délocalisés liés à l'extraction de phosphore utilisé comme fertilisant, au pétrole consommé par les tracteurs ou ceux liés à la fabrication de mélasse ou de tourteau de soja provenant de pays lointains et entrant dans l'alimentation des animaux sont bien comptabilisés. En revanche, les ACV ne considèrent pas les services « positifs » locaux ou délocalisés. Autre limite, elles obligent à manier un nombre important d'hypothèses, qui peuvent se révéler peu « visibles » pour les destinataires. Les recherches pour améliorer les ACV cherchent à mieux couvrir les champs de l'écotoxicité et de la biodiversité et à inclure les dimensions sociales (Petti *et al.*, 2018). Une variante, dite « ACV conséquentielle », vise, elle, à évaluer les impacts d'une décision sur les processus affectés par cette décision ; par exemple, l'impact d'un changement dans l'alimentation du troupeau sur l'usage des terres (Nguyen *et al.*, 2013).

Les ACV des systèmes d'élevage européens concluent régulièrement que les élevages biologiques ou extensifs ont un impact environnemental plus faible par hectare mais plus fort par kilo produit. On obtient donc un classement et des voies d'amélioration différents selon l'unité fonctionnelle choisie. La référence à l'hectare privilégie la réduction des pollutions et la transformation des systèmes de production, tandis que la référence au kilo optimise l'efficacité des procédés pour atteindre la demande alimentaire. On touche ici un point clé : si la durabilité du système alimentaire est la visée commune des ACV, la manière de l'atteindre peut prendre des voies divergentes selon la perspective dans laquelle se place l'évaluateur. Selon qu'on privilégie l'efficacité, les contraintes liées à la demande ou bien la transformation du système alimentaire, on utilisera différemment l'ACV (Garnett, 2014).

■ Les analyses des cycles biogéochimiques

Les analyses des cycles biogéochimiques et les approches d'écologie territoriale appréhendent, comme l'ACV, les flux de matières ou de nutriments. Elles relient, de fait, les processus naturels aux caractéristiques sociales et techniques d'une activité ou d'un territoire en dressant le parcours de la matière depuis sa fabrication jusqu'à sa consommation et en identifiant les transformations et les transferts successifs. Les relations de causalité et l'efficacité des itinéraires de production sont calculées en comptabilisant les variations entre les entrées et les sorties, et donc les pertes ou fuites vers l'atmosphère, l'eau et les sols. La communauté scientifique spécialiste du cycle de l'azote s'est particulièrement intéressée à l'élevage, car l'azote est le principal composant des engrais qui nourrissent les plantes, lesquelles nourrissent les

animaux, qui, eux, transforment l'azote en protéines que les humains mangeront *in fine*. En 2011, une expertise européenne a établi un bilan quantifié des utilisations, pertes et dommages associés à la cascade de l'azote pour l'Europe. Ce gros travail a souligné le rôle de l'élevage dans les perturbations du cycle de l'azote et l'importance des dommages sur la santé humaine du fait des pollutions atmosphériques. En 2015, un autre rapport a comparé les flux protéiques enregistrés dans l'UE-27 (données de l'année 2004) à ceux d'une modélisation simulant une baisse de la consommation de viande de 50 % (Westhoek *et al.*, 2014). D'autres études ont montré l'importance des échanges lointains de nutriments azotés dans l'organisation actuelle des filières alimentaires (Billen *et al.*, 2015).

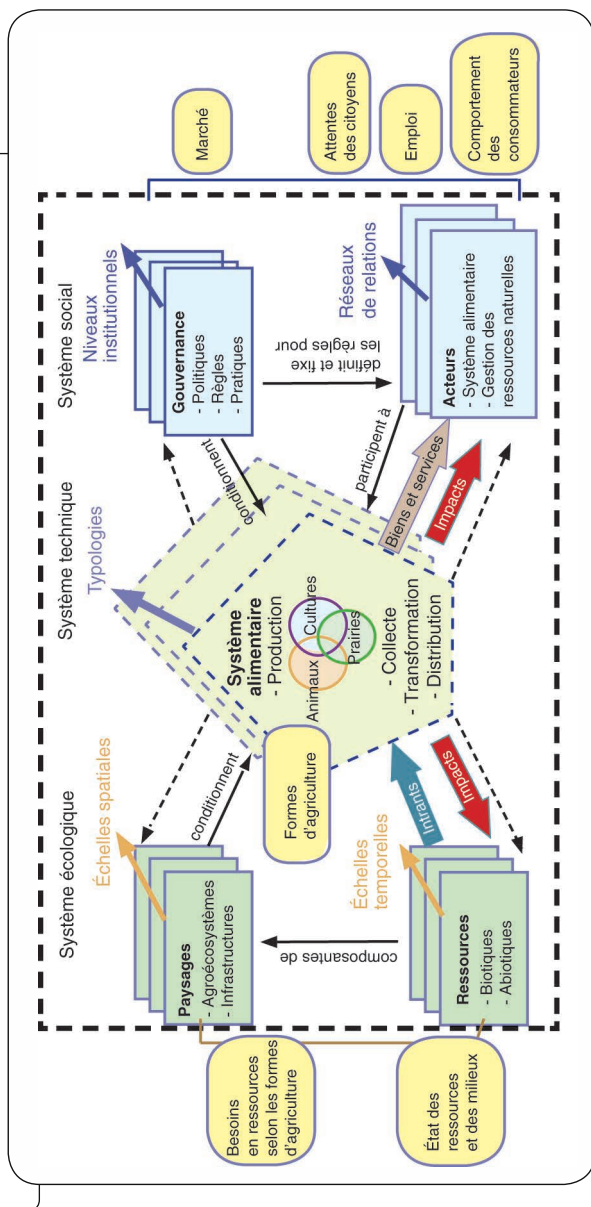
Dans leur *Essai d'écologie territoriale*, Bonaudo *et al.* (2015) comparent les flux d'azote d'un territoire d'élevage savoyard entre deux périodes, 1925-1960 puis 1965-2013. Ils soulignent qu'il y a eu passage d'un système agricole autonome en azote à un système ouvert et dépendant d'apports exogènes, du fait d'un découplage des cycles biogéochimiques entre les cultures et l'élevage. Cette ouverture a suscité des flux monétaires plus importants, lesquels conditionnent dorénavant les flux de matières (marchés, subventions, crédits).

■ Les approches socio-écologiques des systèmes alimentaires

Les approches socio-écologiques placent le jeu des acteurs au cœur du système étudié. Elles examinent les interactions entre un système écologique générant des ressources biotiques (organismes vivants) et abiotiques (eau, énergie), et un système social composé d'usagers mobilisant ces ressources grâce à des technologies et des infrastructures. Ce cadre d'analyse a été croisé avec celui de l'analyse institutionnelle afin d'examiner la manière dont les acteurs interagissent et ce qui déterminera leur capacité à atteindre des objectifs environnementaux, sociaux et économiques dans une situation donnée (McGinnis et Östrom, 2014). L'approche s'est encore enrichie en intégrant le concept de « système sociotechnique » appliqué à l'agriculture, lequel explore le couplage homme-technique-innovation (Touzard *et al.*, 2015) et l'aval de la production (Marshall, 2015).

Ces approches sont actuellement très utilisées dans les analyses sur les systèmes alimentaires (*food systems*), et en particulier des « systèmes alimentaires locaux ». Agriculteurs, acteurs des filières, consommateurs, citoyens, gestionnaires des ressources et de l'espace forment le système social et entretiennent de multiples jeux d'influence avec les pratiques agricoles (système technique) et les conditions écologiques du milieu (Lescourret *et al.*, 2015 ; Vallero-Rojas *et al.*, 2015). L'intérêt de ces démarches est d'intégrer des aspects sociaux, souvent peu considérés dans les études d'impact multicritères (Beudou *et al.*, 2017) par manque de données socioculturelles quantifiées et accessibles et parce que les travaux de géographie, pourtant nombreux, ne sont guère coordonnés avec les évaluations environnementales (figure 6.1).

Figure 6.1. Représentation des systèmes alimentaires comme système technique à l'interface entre un système écologique et un système social (d'après Vallejo-Rojas *et al.*, 2015).



Encadré 6.1. Quelques précautions transversales aux méthodes.

Quelle que soit l'approche privilégiée, l'interprétation et la comparaison des résultats nécessitent de garder à l'esprit certaines précautions d'usage. Ainsi :

- appréhender le périmètre d'une évaluation est complexe : correspond-il à des frontières environnementales ou socio-économiques ? Prend-il en compte les effets directs, indirects, induits, délocalisés ? Les résultats se rapportent-ils au territoire de production ou de consommation ?
- la performance dépend de l'unité fonctionnelle choisie, une émission au « kilo produit » ou à « l'hectare utilisé » ne produit pas le même résultat. Le classement entre systèmes d'élevage (intensifs vs extensifs) sera différent ;
- la faible disponibilité des données à des échelles spatiales fines explique souvent le recours à des indicateurs globaux. Les données FAO sur les rendements conduisent en particulier à des approximations qui peuvent être infirmées par des approches locales. Les valeurs d'émissions de GES varient également fortement entre les inventaires du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (émissions nationales directes) et les estimations de la FAO (émissions directes et indirectes, y compris délocalisées). Pour la biodiversité, la majorité des études s'appuient sur l'indicateur « oiseaux communs », qui peut être pertinent mais qui est surtout le seul disponible à de larges échelles et de manière homogène ;
- l'interprétation des relations de causalité entre un indicateur et un impact n'est pas identique à toutes les échelles. Ainsi, l'intensification des pratiques d'élevage se traduit « globalement » par une économie de ressources et d'émissions de GES. Mais, localement, le marché des produits animaux n'étant pas contingenté, en améliorant la productivité, l'intensification accroît la production, et donc l'utilisation d'intrants, mais aussi les émissions et le risque de pollutions associées à la concentration d'animaux ;
- la perception et l'analyse des enjeux environnementaux, sociaux et économiques dépendent de la position des acteurs. Chercheurs, consommateurs et producteurs classeront différemment le même jeu d'indicateurs, aboutissant à des résultats différents.

Finalement, plus le passage des données aux résultats d'évaluation est explicite (sélection des indicateurs, choix des valeurs de référence, modes d'agrégation, etc.), plus il est aisé d'appréhender la pertinence et les limites de l'évaluation.

Les bouquets de services écosystémiques

L'APPROCHE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES se substitue aujourd'hui au concept de multifonctionnalité de l'agriculture, qui était apparu sur la scène internationale en 1992, lors du Sommet de Rio, aux côtés de celui de développement durable. L'idée directrice

était alors de regarder, au-delà de la seule production de biens alimentaires, les fonctions d'entretien des paysages, d'activités connexes comme l'agrotourisme, l'artisanat ou la production d'énergies renouvelables, le bien-être animal... La multifonctionnalité a trouvé une portée concrète dans les politiques rurales européennes, notamment au travers des mesures agro-environnementales et de développement rural. Le concept de « services écosystémiques », lui, est né à peu près à la même époque, mais a été popularisé seulement en 2005 par un rapport d'envergure internationale, le Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005). Les services écosystémiques ont d'abord été pensés pour expliciter les avantages tirés de la biodiversité naturelle. À l'interface entre l'écologie et l'économie, ils résultent de la valeur ajoutée que les acteurs (le système social) assignent à certaines fonctions écologiques et de la structure même des écosystèmes. Cette approche suscite cependant des critiques en tant que grille d'analyse de l'activité agricole, en particulier parce qu'elle prête le flanc à une marchandisation de la nature (Maris, 2014).

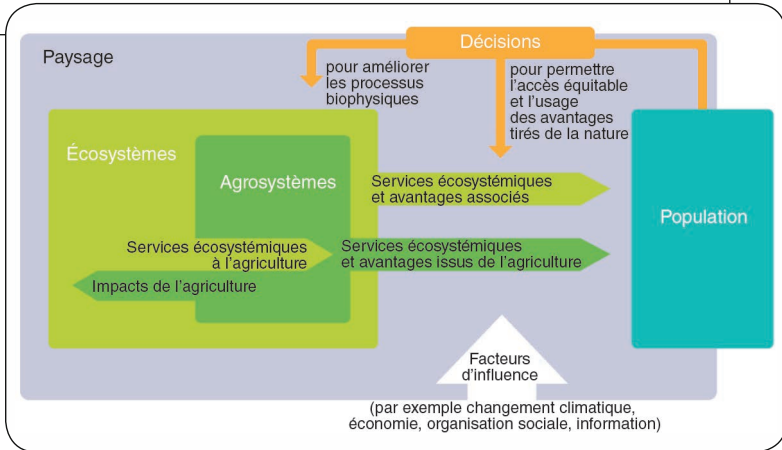
Le bouquet de services consiste à appréhender la coexistence des différents services écosystémiques (Rodríguez-Ortega *et al.*, 2014). Caractériser ce jeu de données n'est pas facile du fait des intrications et relations non linéaires qui existent entre les services. Pour autant, mettre en lumière les synergies et les antagonismes à l'œuvre et leur variabilité selon les régions d'élevage permet d'identifier les sources de potentiels leviers d'action. L'approche par bouquets de services contient en effet une ambition stratégique pour discuter les compromis socio-éco-environnementaux actuels et imaginer des voies ou mesures « gagnantes-gagnantes », ou « gagnantes-pas perdantes », entre différents critères. Ces solutions convergentes ont plus de chances d'apparaître lorsqu'elles sont le résultat d'une négociation collective, par rapport à une situation où seuls les intérêts individuels et les rapports de force primeraient (Howe *et al.*, 2014). Intégrer les dimensions écologiques et socioculturelles élargit l'amplitude des possibles et modifie la hiérarchie des effets.

■ Les bouquets de services associés à l'élevage

L'approche par services écosystémiques a repositionné les dimensions écologiques et sociales dans l'approche des systèmes agricoles (Lescourret *et al.*, 2015 ; Tibi et Therond, 2018). La figure 6.2 montre que les services rendus par la nature à l'agriculture (fertilité des sols, pollinisation, etc.) sont distincts de ceux fournis par la nature directement à la société (qualité de l'eau, régulation du climat, paysages, etc.). Sous cet angle, la production agricole résulte des effets combinés d'intrants exogènes (engrais, pesticides, énergie) et de services écosystémiques, dits « services intrants ».

Les services écosystémiques associés à l'élevage ont surtout porté sur l'élevage pastoral. Celui-ci est reconnu pour ses races emblématiques, ses paysages et produits de terroir, et pour la qualité de l'air, de l'eau et la biodiversité auxquelles il contribue (van Oudenhoven *et al.*, 2012 ; Rodríguez-Ortega *et al.*, 2014). Ces travaux ont permis de quantifier les principaux services liés aux prairies et à l'hétérogénéité des paysages bocagers sur la biodiversité (Duru *et al.*, 2019 ; tableau 6.1). Ils ont été détaillés dans

Figure 6.2. Représentation des services écosystémiques. Source : CGIAR, Research Program on Water, Land and Ecosystems (WLE) (2014).



Ce schéma distingue les services écosystémiques « intrants », c'est-à-dire fournis à l'agriculture (en vert clair), et les « services écosystémiques et bénéfices associés fournis par l'agriculture », qui sont ceux considérés dans cet ouvrage (en vert foncé). Ce schéma montre également les impacts de l'agriculture vers les écosystèmes (flèche vert foncé vers la gauche).

le chapitre 4. Certaines pratiques peuvent améliorer le compromis entre production et biodiversité : par exemple, retirer les troupeaux de moutons d'un pré au moment de la floraison a un effet positif significatif sur la biodiversité, sans baisser le niveau de production herbagère. Ce genre d'aménagement fait partie des solutions « gagnantes-pas perdantes » que l'on peut introduire dans la conduite des troupeaux à l'herbe. Au-delà de la biodiversité, les paysages bocagers et pastoraux contribuent à d'autres services écosystémiques, dits « de régulation », comme la pollinisation, la qualité de l'eau, l'offre de loisirs et de tourisme, et à des services dits « intrants », car ils bénéficient directement au système agricole, les prairies améliorant la fertilité et le contrôle de l'érosion lorsqu'elles s'insèrent dans une rotation longue des cultures. Les mélanges herbes-légumineuses sont particulièrement bénéfiques du fait de la capacité des légumineuses à fixer l'azote atmosphérique.

La prise en compte du temps intervient dans l'évaluation des services écosystémiques. L'analyse d'une rotation luzerne-céréales montre notamment que la durée de la prairie de luzerne offre un gain immédiat « gagnant-gagnant » (stockage de carbone dans le sol, minéralisation de l'azote et moindre lixiviation), mais qu'après deux ou trois ans de luzerne, les gains environnementaux s'accompagnent d'une baisse

Tableau 6.1. Panorama des principaux services écosystémiques rendus par les prairies selon leur diversité fonctionnelle, leur contribution aux rotations des cultures et leur contribution au paysage, pour l'agriculture (services intrants) et pour la société. D'après Duru *et al.* (2019).

	Diversité fonctionnelle des prairies	Prairies temporaires insérées dans des rotations culturales	Prairies permanentes insérées dans des mosaïques paysagères
Production fourragère, flexibilité dans le management	+++	+	0
Services écosystémiques intrants			
Régulations biologiques	+	++	+++
Fertilité du sol (structure du sol, nutriments)	++	+++	
Stabilité des sols (contrôle de l'érosion)	0	+++	+++
Pollinisation	+++	0	0
Services écosystémiques pour la société			
Qualité de l'eau	+	++	+++
Séquestration du carbone	+	+ → ++	0
Modération des événements extrêmes (inondations, incendies...)	0	+	++
Opportunités pour des activités récréatives	++	+	+++

de la production (Kragt et Robertson, 2014). Enfin, de manière générale, les bénéfices écosystémiques des prairies chutent avec des degrés élevés d'intensification (Soussana et Lemaire, 2014).

■ Cartographier les bouquets de services

Plusieurs études récentes portant sur des paysages ou des régions d'Europe ont cartographié les services écosystémiques associés aux régions agricoles. Ces travaux visent notamment à éclairer les politiques publiques, le niveau et l'équilibre entre services écosystémiques étant généralement le signe d'un développement plus durable.

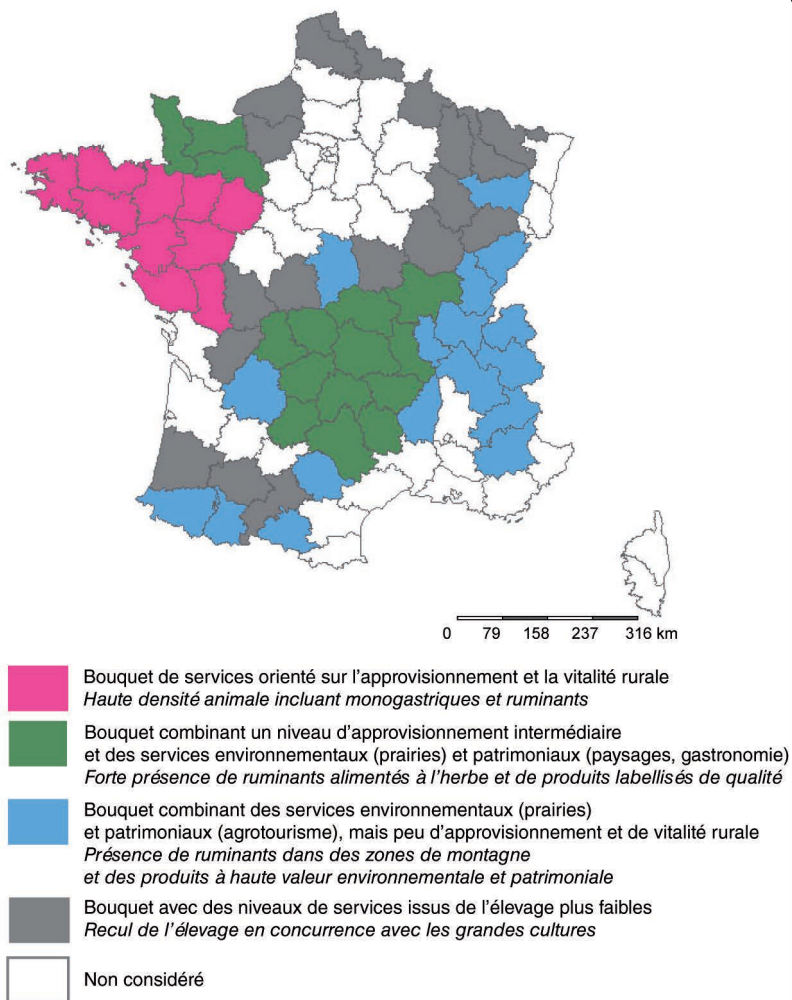
L'activité productive des systèmes agricoles est classiquement représentée parmi les « services d'approvisionnement », sans distinction entre la part de la production fournie par les agroécosystèmes et celle provenant de l'utilisation d'intrants d'origine anthropique. Bien que le terme « services écosystémiques » soit alors utilisé, il s'agit d'un abus de langage, puisque la production de denrées alimentaires ne constitue pas un service écosystémique au sens strict.

Selon les études, les productions animales sont (Turner *et al.*, 2014) ou ne sont pas (Kirchner *et al.*, 2015) distinguées des autres productions agricoles. L'étude danoise (Turner *et al.*, 2014) révèle une colocalisation de l'élevage et des grandes cultures dans des territoires agricoles productifs nettement distincts de ceux où prédomine la forêt ; entre les deux, quelques territoires qualifiés de multifonctionnels présentent des bouquets de services plus « équilibrés », dans lesquels on trouve notamment les espaces périurbains. Ceci a également été mis en évidence aux Pays-Bas (van Oudenhoven *et al.*, 2012). Dans les espaces périurbains, l'élevage, au-delà de sa fonction productive, répond aux attentes de loisirs des citoyens : centres équestres, entretien d'espaces attractifs à proximité immédiate des villes... Il rend également différents services de régulation environnementale, les prairies limitant les risques de crues par exemple. En Autriche, Kirchner *et al.* (2015) montrent également une ségrégation spatiale entre des zones dédiées à la production qui contribuent fortement au produit national brut, et d'autres propices à la préservation de la biodiversité. Ces dernières sont caractérisées par leur « naturalité » et contribuent à la régulation du climat. Le revenu agricole y est supérieur en raison des subventions agro-environnementales. À l'échelle de l'Europe, Maes *et al.* (2012) constatent une hausse de la fourniture de services écosystémiques le long d'un gradient de biodiversité croissant, jusqu'à un certain seuil au-delà duquel ils restent stables. Dans cette étude, les territoires d'élevage fourniraient peu de services de régulation et de services culturels comparés à la forêt ou aux zones humides, avec toutefois une plus forte probabilité de concilier production et conservation de la biodiversité lorsque les densités animales décroissent.

Ces cartographies ont néanmoins plusieurs limites. Le choix des indicateurs et le grain auquel on divise l'espace sont largement contraints par la disponibilité des données. Les cartes correspondent alors à une projection statique de l'effet des systèmes agricoles régionaux dominants et gommant la diversité des systèmes d'élevage qui coexistent au sein des territoires. Certaines études (Jopke *et al.*, 2015) ne prennent pas en compte les animaux élevés hors-sol dont l'alimentation est déconnectée du territoire. À la différence des travaux précédemment mentionnés, cette étude ne révèle aucune corrélation négative entre les densités animales et la fourniture de services de régulation ou l'usage récréatif des espaces. Cet exemple illustre combien la sélection des critères affecte les résultats et, par ricochet, les orientations et recommandations que les acteurs pourraient tirer de la lecture de ces travaux. Au-delà de cet exemple, les cartographies des services écosystémiques ne considèrent que les

données *in situ*. Les impacts délocalisés (Chaudhary et Kastner, 2016) ne sont pas intégrés. Une autre grosse limite de ces travaux porte sur leur propension à agréger la production dans un seul indicateur, par exemple la biomasse totale produite par

Figure 6.3. Types de bouquets de services rendus par l'élevage dans les territoires en France. D'après Ryschawy *et al.* (2017).



l'agriculture (Palomo *et al.*, 2014 ; Kirchner *et al.*, 2015). Ces agrégations peuvent distinguer les productions végétales et animales, comme dans l'étude de Turner *et al.* (2014) au Danemark, mais ne rentrent toutefois pas dans le détail, or la production laitière et celle de porcs, par exemple, ont des impacts et services très différents. Enfin, ces travaux cartographiques montrent des corrélations mais en général pas de relations de cause à effet. Dans la plupart des cas, l'analyse porte seulement sur les cooccurrences entre services et impacts.

Une étude réalisée en France métropolitaine (Ryschawy *et al.*, 2017) a élargi l'approche des services écosystémiques à la contribution des activités issues de l'élevage d'une part à la vitalité rurale (nombre d'emplois et leur qualité dans l'élevage, dans les industries amont et aval des filières et la recherche-développement), et d'autre part à la vie culturelle (gastronomie, paysages culturels, races emblématiques...). Ces services « sociaux » sont jusqu'à présent négligés (Beudou *et al.*, 2017). L'investigation a également distingué les filières lait, viandes de ruminants, viandes de monogastriques et œufs. Les données et indicateurs ont été collectés dans les statistiques administratives et professionnelles. Les auteurs ont identifié quatre types de régions selon les services fournis (figure 6.3) : le premier (en rose) fournit un haut niveau de production et d'emploi dans des régions denses en animaux, mais est corrélé à des impacts environnementaux négatifs ; le deuxième (en vert) offre une plus grande diversité de services environnementaux, mais un moindre approvisionnement, et correspond aux territoires d'élevages de ruminants nourris à l'herbe ; le troisième (en bleu) est principalement associé aux services environnementaux et culturels liés aux zones pastorales de haute valeur environnementale ; dans le quatrième (en gris), les cultures dominent le paysage, l'élevage fournit des services mais de manière minoritaire. Dans ce travail, le choix a été fait de représenter uniquement les services rendus par l'élevage (soit ses effets positifs). La représentation des effets négatifs de l'élevage n'a pas été retenue, au motif d'un risque de double comptage. Parmi les indicateurs retenus, certains révèlent toutefois des nuisances : c'est le cas de la qualité de l'eau, qui traduit les problèmes de pollution des eaux liés à l'élevage.

Les modélisations et scénarios prospectifs

LES SCÉNARIOS NE SONT NI DES PRÉVISIONS NI DES PRÉDICTIONS, mais offrent une vision dynamique de l'avenir en explorant une gamme de futurs possibles. Ces démarches sont intéressantes pour penser les trajectoires de changements en rendant visibles leurs composantes et cohérences. Les scénarios s'appuient en effet sur des hypothèses clairement énoncées. Il est donc possible de discuter de leur probabilité et de leurs limites. Par ailleurs, les scénarios sont souvent construits selon une approche participative associant acteurs et chercheurs. Les narratifs des scénarios sont ensuite traduits dans des modèles mathématiques qui décrivent quantitativement les flux d'éléments nutritifs, de matières,

d'échanges commerciaux, etc. Ces modèles ont cependant du mal à capturer la diversité des systèmes d'élevage. Ils ne prennent généralement pas en compte les mécanismes sociaux à l'œuvre dans la transition du système alimentaire. Or, des exemples récents suggèrent des points de basculement cruciaux (par exemple les conditions d'abattage) susceptibles de changer rapidement les préférences des consommateurs. De même, les conséquences politiques et socio-économiques (par exemple sur la vitalité rurale) des changements modélisés sont rarement évoquées.

I Moduler la consommation humaine en produits animaux

La plupart des scénarios simulent les effets d'une diminution de la consommation de protéines animales à l'échelle mondiale (Hedenus *et al.*, 2014), à l'échelle de l'UE (Westhoek *et al.*, 2014) ou à l'échelle nationale (Solagro, 2014 ; Rööf *et al.*, 2016). Ils quantifient comment une diminution de la production animale pourrait limiter les impacts environnementaux tels que les émissions de GES (Hedenus *et al.*, 2014 ; Westhoek *et al.*, 2014 ; Aleksandrowicz *et al.*, 2016 ; Rööf *et al.*, 2016), les pollutions azotées (Westhoek *et al.*, 2014) et la demande en terres (Westhoek *et al.*, 2014 ; Aleksandrowicz *et al.*, 2016 ; Rööf *et al.*, 2016). Les réductions des émissions de GES et de la demande en terres sont généralement proportionnelles à l'ampleur de la baisse de la consommation en produits animaux (Aleksandrowicz *et al.*, 2016). À l'échelle de l'UE, une étude évalue ainsi que réduire de moitié la consommation de protéines animales abaisserait de 40 % l'apport en graisses saturées dans le régime alimentaire moyen, conformément aux recommandations ; ce scénario permettrait de réduire de 40 % les émissions d'azote et de 25 % à 40 % les émissions de GES, tout en économisant des terres (Westhoek *et al.*, 2014). Toutefois, certains travaux ont mis en évidence l'existence d'une limite inférieure pour ces avantages environnementaux. Aux Pays-Bas, il a été démontré que le plancher en surfaces agricoles pour nourrir la population s'établit lorsque la part de protéines animales dans le régime des Néerlandais équivaut à 12 % de l'apport protéique total (Van Kernebeek *et al.*, 2016). En deçà, les coproduits et les prairies permanentes ne sont pas valorisés pour l'alimentation ; jusqu'à 25 % de protéines animales dans le régime alimentaire, la demande en terres reste inférieure à celle d'un régime végétalien.

I Modifier l'alimentation des animaux

Plusieurs scénarios simulent les conséquences d'une alimentation des animaux privilégiant l'herbe, des résidus de récolte et des déchets alimentaires, c'est-à-dire des sources qui n'entrent pas en concurrence avec l'alimentation humaine. En Suède, Rööf *et al.* (2016) ont testé trois scénarios avec une baisse de 20 % de la consommation humaine totale de protéines. Les résultats du modèle réduisent les impacts environnementaux sur le climat et les cycles d'azote et de phosphore, ainsi que les superficies en terres en Suède et à

l'étranger nécessaires pour l'alimentation du bétail, par rapport au régime alimentaire suédois actuel. Les effets s'avèrent néanmoins encore supérieurs au niveau qui permettrait de rester dans les « limites de la planète », à savoir les seuils biophysiques dont le franchissement aurait des conséquences désastreuses pour l'humanité (Rockström *et al.*, 2009). Les trois scénarios diminuent par ailleurs les emplois agricoles, augmentent le recours aux pesticides sur les cultures et limitent la disponibilité en produits laitiers et en œufs. Ces éléments pourraient retreindre l'acceptabilité sociale et culturelle des régimes modélisés.

Pour la France, les modalités de telles transitions ont été discutées dans le scénario *Afterres2050* développé par l'association Solagro (Solagro, 2014). Les hypothèses de changement concernaient les régimes alimentaires, les méthodes de production et les déchets alimentaires. Se conformant aux recommandations nutritionnelles de l'Agence nationale de sécurité alimentaire, de l'environnement et du travail, le scénario *Afterres2050* réduit la consommation totale de protéines de 25 % (de 90 à 70 g/jour) et la part de produits animaux de 40 % à 25 %, augmentant en contrepartie la consommation de légumineuses et de céréales. Les déchets alimentaires sont réduits de 60 % et le recyclage augmente *via* le développement de méthaniseurs. Ces hypothèses aboutissent à une réduction de moitié de la production animale française à l'horizon 2050. Celle-ci évolue aussi avec une part accrue d'agriculture biologique, de produits sous signes de qualité et d'une alimentation du bétail à l'herbe, au détriment du maïs et du soja. Les impacts environnementaux et climatiques seraient considérablement diminués, et quelque 125 000 emplois créés en France d'ici 2050 par rapport au scénario de *statu quo*. Solagro estime à 57 000 le nombre d'emplois créés dans les exploitations et deux fois plus d'emplois indirects, ce qui compenserait la perte de 60 000 emplois dans le secteur agro-industriel.

Des études à l'échelle mondiale vont dans le même sens. L'une montre par exemple que la réduction de la consommation de produits animaux et l'utilisation de déchets alimentaires compenseraient l'augmentation de la demande en terres nécessaire à une conversion à 100 % en agriculture biologique (Muller *et al.*, 2017). Les mêmes leviers ont été analysés dans un autre scénario global évaluant s'il serait possible d'atteindre la sécurité alimentaire (population mondiale de 9,7 milliards d'habitants en 2050), tout en consommant des produits animaux (van Zanten *et al.*, 2016). Pour obtenir un régime alimentaire durable d'environ 21 g de protéines d'origine animale par personne et par jour (conformément aux recommandations nutritionnelles), il faut : réduire le gaspillage alimentaire du tiers actuel des aliments produits jusqu'à 10 % ; utiliser la superficie totale des prairies permanentes pour la production de lait et de viande de ruminants ; utiliser des coproduits et des déchets alimentaires pour nourrir les porcs et la volaille. Avec ces hypothèses, la part des protéines d'origine animale passe à un tiers des protéines totales et se répartit entre un tiers provenant des ruminants et deux tiers du porc et de la volaille. L'utilisation des déchets fait débat, car elle exigerait une modification de la législation sanitaire dans de nombreux pays, dont ceux de l'UE.

I Simuler le changement climatique

Partant d'un autre point de vue, quelques études simulent les effets du changement climatique sur le secteur de l'élevage, *via* ses effets indirects sur les rendements des cultures et des prairies (Havlik *et al.*, 2015). Dans l'ensemble, la proportion de bétail nourri aux régimes à base d'herbe devrait augmenter, car le rendement en herbe bénéficierait davantage du changement climatique que le rendement des cultures (surtout en Amérique du Nord et en Asie du Sud). En Europe, certains changements régionaux dans les rendements pourraient entraîner une délocalisation partielle des zones de production animale, et favoriser les systèmes mixtes culture-élevage en Europe occidentale (Weindl *et al.*, 2015). Toutefois, le schéma général d'utilisation des terres resterait stable (Havlik *et al.*, 2015). En Autriche, Kirchner *et al.* (2015) démontrent que les changements dans les régimes de précipitations augmentent la vulnérabilité des cultures, augmentent le rendement et la densité de peuplement des prairies alpines, ce qui accroît la séquestration du carbone organique dans le sol et donc la contribution des prairies alpines à la régulation du climat. Inversement, la valeur nutritive du fourrage diminuerait en raison d'une diminution de la teneur en azote des fourrages lorsque la teneur en CO₂ atmosphérique augmente, et en raison d'une modification des communautés végétales (Dumont *et al.*, 2015).

Les approches économiques et sociales

I L'analyse « coûts-bénéfices »

L'analyse « coûts-bénéfices » est la principale méthode économique pour agréger différents effets selon le critère du bien-être, c'est-à-dire de la satisfaction des consommateurs. Elle est préconisée pour l'évaluation des investissements publics (Quinet, 2013). L'agrégation des effets positifs et négatifs s'appuie sur le consentement à payer des consommateurs, aussi bien pour les biens et services marchands que pour les biens et services non marchands. La méthode nécessite donc de donner une valeur monétaire aux effets non marchands qui affectent les populations humaines. Pour ce faire, elle se fonde notamment sur l'établissement de valeurs tutélaires pour le carbone, la biodiversité et le temps (taux d'intérêt pour les projets publics) présentées dans le récent rapport Quinet. Les applications à l'élevage restent rares et souvent limitées à des cas relativement simples, par exemple l'interdiction des mouvements d'animaux en cas d'épizootie ou l'embargo russe. Dans le champ de l'expertise, l'une des seules tentatives concerne l'azote réactif (Sutton *et al.*, 2011). L'European Nitrogen Assessment montrait notamment la prédominance des particules fines issues de l'ammoniac dans les pertes de bien-être associées aux pollutions azotées, en raison de leurs conséquences sur la santé humaine. Elle illustre également la faible précision de ce type d'évaluation du fait des incertitudes sur le niveau des effets environnementaux eux-mêmes.

L'analyse coûts-bénéfices suscite par ailleurs des débats moraux et théoriques. Quel bien-être vise-t-elle et pour qui ? Comment considère-t-elle la pluralité de la population et les générations futures ? Son ambition intégratrice se heurte également au choix des indicateurs, des métriques et des méthodes d'agrégation. Ceux-ci influencent l'interprétation et la signification du résultat. Hiérarchiser plusieurs indicateurs de natures différentes sur une même échelle de valeurs implique un jugement subjectif. L'étape d'agrégation elle-même peut résulter d'une somme pondérée entre indicateurs, de sommes de rangs (classer chaque critère du meilleur au moins performant), ou de méthodes de surclassement. L'intérêt de cette dernière méthode est de ne pas opérer de compensations entre effets positifs et négatifs sur des critères pour lesquels il pourrait exister des valeurs seuils au-delà desquelles le système étudié n'est pas viable ou acceptable. Chaque critère correspond alors à un objectif à atteindre, par exemple le niveau de biodiversité à maximiser, l'eutrophisation à minimiser.

I Les monographies et analyses socioculturelles

Les sciences humaines et sociales offrent par ailleurs un grand nombre de travaux s'appuyant sur des investigations de terrain et une collecte de données qualitatives et quantitatives, mais généralement de nature monographique. On peut retenir de ces travaux que les dynamiques sociales s'inscrivent dans des pas de temps plus longs que les changements technologiques en cours. Certains auteurs s'inquiètent que ce manque de prise en compte des aspects sociaux ne freine d'ailleurs la compréhension des verrous à certaines innovations agroécologiques.

Conclusion

CET EXAMEN DES MÉTHODES A MIS EN ÉVIDENCE le dynamisme de la recherche pour appréhender les dimensions économiques, environnementales et sociales ainsi que l'existence de synergies et/ou d'antagonismes entre différents objectifs. Il a aussi souligné l'insuffisance des approches actuelles pour rendre compte simultanément de toute la gamme des effets. Les volets économiques et surtout sociaux et culturels sont moins documentés. Rares sont aussi les évaluations territoriales (tableau 6.2). C'est ce qui a motivé la conception d'un outil graphique, la « grange », présentant de manière explicite les multiples services et impacts associés à l'élevage et à son territoire d'influence (chapitre 7).

Tableau 6.2. Principales méthodes développées pour évaluer les impacts et les services des systèmes d'élevage. Des informations sont fournies sur la durabilité, le niveau d'organisation considéré et les principales limites de ces méthodes.

Les méthodes	Aspects de durabilité couverts	Niveau d'organisation	Principales limites
ACV, bilans des flux de matières, empreintes écologiques... (ex. : de Vries et de Boer, 2010 ; Nguyen <i>et al.</i> , 2013 ; Koch et Salou, 2015 ; Petti <i>et al.</i> , 2018)	Environnement : ressources, flux d'énergie, cycles biogéochimiques, pollutions de l'eau, des sols et de l'air, émissions de GES, déchets (inclusion de la biodiversité à l'étude) Économie (emploi à l'étude) Enjeux sociaux et culturels : santé humaine, bien-être des animaux	Produit, ferme, chaîne alimentaire, région géographique	Quantification dépendante du site étudié Ne quantifie que les impacts, pas les services Fonctionnement du système peu visible car indicateurs agrégés Sensibilité aux limites du système (les flux importés/exportés ne sont pas toujours pris en compte) Sensibilité à l'unité fonctionnelle (unité de surface vs unité de produit) Les compromis entre production et dimension socioculturelle sont largement négligés
Approche socio-écologique, métabolisme territorial (McGinnis et Östrom, 2014 ; Billen <i>et al.</i> , 2015 ; Bonaudo <i>et al.</i> , 2015 ; Sabate <i>et al.</i> , 2016)	Environnement : flux de ressources et d'énergie, biodiversité, utilisation des terres/paysage, cycles biogéochimiques, émissions de GES Économie : marchés et approvisionnement alimentaire, politiques Enjeux sociaux et culturels : alimentation	Région	S'adapte mal au niveau de la ferme et aux approches techniques Comme dans la plupart des approches d'études de cas, étroitement lié au contexte régional
Approche des bouquets de services écosystémiques (ex. : van Oudenhoven <i>et al.</i> , 2012 ; Lesscourt <i>et al.</i> , 2015 ; Ryschawy <i>et al.</i> , 2017)	Environnement : ressources et flux d'énergie, biodiversité, structure de l'utilisation des terres/du paysage, cycles biogéochimiques, stockage du carbone, émissions de GES, pollutions de l'eau, des sols et de l'air Économie : marchés agricoles et alimentaires, politiques Enjeux sociaux et culturels : sécurité alimentaire, vitalité rurale	Parcelle, paysage, région	S'adapte mal au niveau de la ferme et aux approches techniques Difficulté à quantifier les aspects sociaux Ne considère pas souvent explicitement les impacts négatifs La cooccurrence spatiale de services ne révèle pas de relations de cause à effet Évaluation contrainte par la taille du grain d'analyse et la disponibilité des indicateurs

Tableau 6.2. Suite.

Les méthodes	Aspects de durabilité couverts	Niveau d'organisation	Principales limites
Cartographies des bouquets de services (ex. : Mares <i>et al.</i> , 2012 ; Turner <i>et al.</i> , 2014 ; Ryschawy <i>et al.</i> , 2017)	Environnement : flux de ressources et d'énergie, processus biologiques, pollutions de l'eau, des sols et de l'air, changement climatique, utilisation des sols/paysage Économie : marchés agricoles et alimentaires, politiques Enjeux sociaux et culturels : en aliments et en protéines, sécurité alimentaire	Ferme, région, pays	Manque de disponibilité d'indicateurs quantitatifs dans les bases de données Impacts délocalisés et exportés rarement pris en compte Niches et systèmes minoritaires invisibles Agrégation des espèces animales, voire de toutes les productions agricoles
Modélisation et scénarios (ex. : Solagro, 2014 ; Westhoek <i>et al.</i> , 2014 ; Havik <i>et al.</i> , 2015 ; Rööfs <i>et al.</i> , 2016 ; van Zanten <i>et al.</i> , 2016)	Environnement : flux de ressources et d'énergie, processus biologiques, pollutions de l'eau, des sols et de l'air, changement climatique, utilisation des sols/paysage Économie : marchés agricoles et alimentaires, politiques Enjeux sociaux et culturels : en aliments et en protéines, sécurité alimentaire	Région, pays, monde	Manque de disponibilité d'indicateurs quantitatifs dans les bases de données Ne tiennent pas compte de la diversité des régions d'élevage Ne prennent pas en compte les conséquences socio-économiques des scénarios Ne capturent pas les mécanismes sociaux (préférences des consommateurs)
Approches colits-bénéfices (ex. : Quinet, 2013 ; Tek <i>et al.</i> , 2019)	Environnement : flux de ressources et d'énergie Économie : marchés et approvisionnement alimentaire, emploi, politiques Enjeux sociaux et culturels : santé humaine, bien-être des animaux	Agriculture, chaîne alimentaire, région	Sensibilité à l'unité fonctionnelle Disponibilité limitée des données dans les bases de données
Approches sociales et culturelles (ex. : Beudou <i>et al.</i> , 2017)	Environnement : non pris en compte Économie : marchés et approvisionnement alimentaire, politiques, agrotourisme Enjeux sociaux et culturels : valeurs culturelles, vitalité rurale	Ferme, région	Souvent des monographies difficiles à transposer dans d'autres contextes Évaluations peu ou non quantifiées Étude longue

7. La « grange », une représentation des impacts et services issus des élevages

LE CHAPITRE PRÉCÉDENT A SOULIGNÉ LE DYNAMISME DES RECHERCHES MULTICRITÈRES mais la difficulté à pondérer ou à hiérarchiser les différentes composantes unitaires. Il a également mis en lumière la complexité des interactions entre ces composantes et surtout entre échelles spatiales et échelles temporelles. Enfin, ces méthodes visent à éclairer les acteurs et décideurs en les outillant d'un diagnostic ou de simulations exploratoires, mais elles comportent néanmoins une part de « boîte noire » experte peu accessible aux utilisateurs.

La représentation graphique présentée dans ce chapitre cherche à lever quelques-unes des limites ou critiques identifiées. Elle donne à voir les interactions entre l'élevage et son environnement physique, économique et social selon cinq interfaces qui correspondent aux cinq premiers chapitres de cet ouvrage : les marchés, le travail et l'emploi, les ressources (intrants), l'environnement et les enjeux culturels et sociaux. Cette représentation fournit des bases pour caractériser la diversité des logiques territoriales ou professionnelles, en les plaçant dans une perspective historique, géographique, économique ou politique. Elle peut enfin être le support d'une discussion sur les leviers d'action susceptibles d'améliorer le compromis entre services et impacts, en limitant les effets négatifs et/ou en amplifiant les effets positifs du système ou du territoire étudié. La grange offre également un cadre pour comparer les zones de production entre elles et pour envisager les conséquences d'une modification à l'échelle d'un territoire ou d'une filière.

Représenter les effets d'un système d'élevage

LES OBJECTIFS SONT de :

- représenter le fonctionnement du système d'élevage en tant que système socio-écologique, à l'instar des travaux de Marshall (2015) ou de Sabate *et al.* (2016) ;
- offrir la possibilité de visualiser simultanément les impacts environnementaux, économiques et sociaux, sans minimiser aucune de ces catégories et indépendamment de la

disponibilité en informations ou en indicateurs. Les éléments peuvent être renseignés par des données quantifiées, mais leur importance peut également être estimée à dire d'expert ou d'acteur (Beudou *et al.*, 2017) ;

- prendre en compte les flux de matières nécessaires à la production animale et ceux générés par l'élevage et les filières aval. Des impacts biophysiques sont associés à ces flux de matières (Fernandez-Mena *et al.*, 2016). On peut ainsi dresser la comptabilité des impacts depuis l'approvisionnement en amont de l'élevage jusqu'aux effets de la consommation, ces deux étapes pouvant être dans le territoire ou hors de lui (effets délocalisés) (Chaudhary et Kastner, 2016).

Parmi les éléments structurants, trois variables ressortent : la consommation, la densité animale et la part des prairies dans les paysages. Les autres indicateurs leur sont plus ou moins liés. La consommation indique le type des produits, leurs qualités et les marchés. La densité animale et surtout la concentration des élevages indique le poids de l'élevage dans l'économie locale, mais aussi le niveau de risques de pollutions des milieux aquatiques, du sol et de l'air. La part de prairies permanentes et de parcours est un indicateur de l'alimentation du bétail, lequel détermine l'usage des terres et des ressources, la conduite des troupeaux, les services environnementaux et paysagers.

Le dessin est ainsi composé de trois objets (figure 7.1).

Un pentagone qui a donné son nom au graphique par sa ressemblance avec une grange.

- Les limites extérieures du pentagone symbolisent les frontières spatiales du système étudié, qu'il s'agisse d'une ferme, d'un bassin-versant, d'une filière d'élevage, d'une zone de production, voire d'une unité territoriale statistique dont on voudrait évaluer le rôle de l'élevage (ex. : département, pays, UE, monde). Cette souplesse entre échelles spatiales est un des atouts de cette représentation.

- Dans le pentagone, deux nuances de vert représentent les prairies permanentes et temporaires et deux nuances de jaune, la diversité des rotations des cultures. Des pictogrammes intuitifs indiquent la présence d'infrastructures naturelles (forêts, rivières...) et agro-industrielles (usines agroalimentaires, méthaniseurs...) jouant un rôle structurant.

- Les animaux nourris à l'herbe sont en noir ; ceux nourris avec des aliments concentrés, y compris l'ensilage de maïs, sont en orange et entourés d'un cercle indiquant que leur habitat est confiné (toujours ou une bonne partie de leur temps de vie).

- Des flèches circulaires peuvent indiquer des complémentarités au sein du système, par exemple entre les animaux et la production d'énergie *via* un méthaniseur ou entre des systèmes spécialisés de cultures et d'élevages *via* les transferts de matière organique fertilisante.

Des flèches qui relient le pentagone à cinq interfaces.

- Les flèches tournées vers l'extérieur représentent l'importance relative des interfaces. La taille de la flèche peut symboliser des données monétaires ou des volumes échangés (sur les interfaces des marchés et des intrants), ou bien un nombre de travailleurs (travail et emploi), ou bien l'ampleur des effets (environnement et climat, facteurs sociaux et culturels). Selon que la flèche est mince, intermédiaire ou large, elle correspond à un impact ou à un service faible, modéré ou important. La nature de l'interaction est indiquée

par leur couleur, verte si les effets sont jugés positifs, rouge s'ils sont négatifs, hachurée si les avis sont divisés. Les hachures permettent d'indiquer notamment des antagonismes entre des effets : par exemple, l'industrie agroalimentaire peut représenter un nombre élevé d'emplois (ce qui plaiderait pour une grande flèche verte), mais les salaires sont bas et les conditions de travail difficiles (ce qui mériterait une flèche rouge).

- Les flèches tournées vers l'intérieur expriment soit des opportunités (ventes directes sur l'interface des marchés, services écosystémiques pour l'éleveur sur l'interface environnement), soit des pressions externes (fluctuations des prix, dépendance aux intrants externes, risques de prédation...). Elles peuvent également avoir trois tailles différentes.
- La quantification des impacts ou services résulte des données disponibles et de l'expertise des scientifiques et/ou des acteurs qui évaluent la situation étudiée. Les unités fonctionnelles varient entre interfaces et au sein de chacune d'elles. Si tenté que l'on soit de le faire, il ne peut donc pas y avoir de compensation entre les flèches ; une grosse flèche rouge et deux flèches moyennes vertes n'aboutissent pas à un compromis « neutre ». C'est l'intérêt du graphe de n'opérer ni compensation, ni addition, ni soustraction entre les différents impacts et services. Cela limite aussi la perte d'informations pouvant résulter d'une agrégation.

Et cinq interfaces qui représentent la manière dont un système d'élevage interagit avec son contexte écologique et socio-économique. Les effets décrits sur chaque interface sont en vert s'ils sont positifs ou en rouge si ce sont des nuisances, risques, pollutions, des services de qualité moyenne ou dégradée. La taille des puces est une indication de l'importance accordée à l'effet décrit.

- L'interface « Marchés, consommation » décrit les types de marchés, de produits, et leur importance relative en volume et en valeur.
- L'interface « Travail, emplois » comprend les emplois à la ferme et les emplois indirects. Les effets sont appréciés sur des critères de nombre, de conditions de travail, d'organisation des chaînes d'approvisionnement. Les techniques et l'automatisation ont un impact direct sur le nombre d'heures travaillées, mais leurs effets sociaux sont controversés.
- L'interface « Intrants » représente les achats extérieurs au système ou au territoire, en aliments du bétail, énergie, engrais, pesticides, etc.
- L'interface « Environnement et climat » considère les effets des systèmes d'élevage sur la qualité des différents compartiments environnementaux : air, eau, sol, biodiversité.
- L'interface « Enjeux sociaux et culturels » intègre une gamme hétérogène d'enjeux tels que le patrimoine culturel, le bien-être des animaux, les accords politiques et réglementaires, la santé animale (dans la vision d'une santé unique, objectif onusien *One Health*). Les facteurs sociaux et culturels sont rarement quantifiés, mais certaines tentatives ont été initiées à des échelles locales (Beudou *et al.*, 2017), et l'importance relative de cette interface est soulignée dans plusieurs analyses récentes (Röös *et al.*, 2016).

Enfin, si le nombre d'informations apportées dans le schéma n'est pas limité, leur absence peut ne pas signifier que le déterminant ou l'effet n'existe pas, mais plutôt qu'il a été considéré comme peu significatif par rapport à d'autres facteurs présents sur le schéma ou peu spécifique à cette grange par rapport à d'autres auxquelles on la compare.

Construire une grange, exemple pour un territoire de polyculture-élevage (Tarn-Aveyron)

LA RÉGION DU TARN-AVEYRON EST UNE RÉGION MIXTE D'ÉLEVAGES et de cultures²³. Le relief du territoire se caractérise par une fracture franche entre plaines (sud-ouest, grandes cultures) et montagnes (nord-est, élevages) ; le Ségala au nord de la zone est la première zone d'élevage de bovins laitiers de la région Midi-Pyrénées, tandis que le Tarn et l'Aveyron concentrent 97 % du cheptel ovin lait. La moitié de la production est livrée aux fromageries Roquefort. Les exploitations d'élevage autrefois diversifiées se sont progressivement spécialisées puis agrandies, abandonnant l'élevage de monogastriques. Les exploitations de grandes cultures passées ont progressé de plus de 10 % depuis 2000. Dans la grange (figure 7.1), on place donc les animaux, ruminants et volailles, et le parcellaire correspondant à l'alimentation du bétail : les ruminants sont principalement nourris à l'herbe et les volailles exclusivement avec des graines de céréales et concentrés ou une alimentation mixte sur parcours. Les complémentarités entre systèmes de cultures et d'élevages sont potentiellement fortes : les premiers nourrissent les animaux qui, en retour, contribuent à la fertilisation des cultures *via* l'épandage de la matière organique de leurs effluents. Les achats exogènes d'aliments (interface « Intrants ») sont de ce fait restreints : un complément protéique (soja) et des produits vétérinaires pour les animaux, des engrais, pesticides et énergie pour les cultures (achats directs et indirects *via* l'achat de soja). Une part importante de la production est transformée sur le territoire lui-même.

La flèche vers l'interface « Marchés » est verte et large, car les produits animaux représentent un fort débouché et sont valorisés par de nombreux signes de qualité et par la vente directe. On dénombre notamment les IGP Veaux d'Aveyron, du Ségala et Fleur d'Aubrac, et les AOP fromage de Roquefort et Laguiole. La flèche entrante rouge indique néanmoins la menace liée à des prix fluctuants pour les cultures et aux ventes peu rémunératrices des jeunes bovins vers l'Italie. L'interface « Travail, emplois » traduit le dynamisme du secteur agricole, mais aussi la diminution du nombre d'exploitations ainsi que la relative faible part et qualification des emplois en aval. En Aveyron, l'emploi direct et indirect lié à l'élevage représente 12,9 % de la population active, toutes filières confondues. Les retombées des activités d'élevage ont également des effets forts et positifs sur l'interface sociale : le patrimoine culturel (paysages et gastronomie) est très valorisé, les systèmes pastoraux et la petite taille des fermes contribuent aussi à l'image positive en termes d'éthique et de respect de l'environnement. Les effets sur l'environnement sont globalement positifs. Deux tiers du territoire de l'Aveyron sont considérés comme zone à haute valeur naturelle, soulignant la diversité des assolements, l'extensivité des pratiques et la densité importante des éléments paysagers. La moitié de la surface totale est dédiée aux prairies temporaires et un quart aux prairies permanentes, malgré un net recul dans les années 2000 (- 15 % entre 2000 et 2014). Les prairies et le bocage sont

23. Références bibliographiques sur cette étude de cas : Moraine *et al.* (2016), Ryschawy *et al.* (2019).

Figure 7.1. La grange appliquée à la région Tarn-Aveyron, région de polycultures et d'élevages (Moraine *et al.*, 2016 ; Ryschawy *et al.*, 2019).



Le pentagone représente spatialement le système d'élevage. La diversité et la proportion d'utilisation des terres sont représentées avec deux nuances de vert pour les prairies permanentes et temporaires et deux nuances de jaune pour rendre compte de la diversité des rotations culturales. Les infrastructures naturelles (haies, forêts, etc.) et les bâtiments agro-industriels liés à la production animale figurent également. Les équilibres entre les productions animales sont symbolisés par la taille des pictogrammes d'espèces animales (bovins laitiers et de boucherie, porcs, volailles, moutons). Les animaux nourris à l'herbe sont en vert et ceux nourris par des concentrés protéiques et céréales en orange. L'ampleur des impacts ou des services est représentée par la taille des flèches pointant vers l'extérieur et leur nature par leur couleur (rouge : négatif, vert : positif).

favorables à la biodiversité et au stockage de carbone dans les sols (atténuation du changement climatique). En revanche, les animaux sont nombreux et émettent des quantités élevées de GES (ruminants, pratiques peu intensives). Par ailleurs, les cultures sont sensibles à la sécheresse. La monoculture de maïs est en particulier fortement critiquée par l'Agence de l'eau, les écologistes et les scientifiques, car elle pose des problèmes de gestion quantitative de l'eau en été.

Pour apprécier la taille des flèches, nous avons utilisé une combinaison d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs. Pour les marchés et les emplois par exemple, on a utilisé les statistiques du RICA et de l'Insee²⁴, et certaines monographies et interviews avec des producteurs. Pour l'interface environnement et climat, les valeurs ont été normalisées entre zéro et un par Ryschawy *et al.* (2017), puis comparées à une valeur seuil de 0,5. On a appliqué cette méthode aux indicateurs. Par exemple, pour la qualité de l'eau, l'indicateur était la proportion de territoires situés en dehors des zones vulnérables aux nitrates (c'est-à-dire en dessous du seuil légal de 50 mg/l) ; si la valeur était inférieure à 0,5, la qualité était considérée comme dégradée (flèche rouge), lorsqu'elle était supérieure à 0,5, la qualité de l'eau était considérée comme un service (flèche verte). La synthèse des informations sur les différents compartiments environnementaux a été effectuée par des experts, car il n'existe aucun paramètre commun entre la qualité de l'air, de l'eau, des sols et la biodiversité. Cette approche a été jugée valable car les critères environnementaux sont connus, peu nombreux et analysables par un petit groupe d'experts.

À l'intérieur d'un territoire comme le Tarn-Aveyron, la grange pourrait être adaptée pour représenter des filières particulières ou des marchés de niche, souvent cachés par le régime sociotechnique dominant (Ryschawy *et al.*, 2019). La coexistence de ces systèmes peut procurer des avantages significatifs sur les paysages (par exemple, inclusion de systèmes sylvopastoraux à haute qualité environnementale), la gastronomie (canards gras) ou le tourisme (accueil à la ferme).

La grange comme support pédagogique et d'animation

L'UN DES ATOUTS DE LA GRANGE EST DE PERMETTRE DE COMPARER des systèmes d'élevage en normalisant les indicateurs (pour plus de détail sur les exemples qui suivent, le lecteur pourra se reporter à l'annexe 2). L'exemple pris ici compare les granges de deux régions d'élevage, la Bretagne et les montagnes d'Auvergne (figure 7.2). La Bretagne se caractérise par une colocalisation de plusieurs filières animales (lait, porcs, volailles, bovins viande) présentant chacune un niveau de production élevé par unité de surface et de travail, et un recours important d'intrants, dont l'achat d'aliments importés pour le bétail.

24. Réseau d'informations comptables sur l'agriculture, 2018, et Institut national de la statistique et des études économiques (Insee).

La production de protéines pour l'alimentation humaine constitue la principale fonction de l'élevage breton et couvre un tiers de la consommation des Français. Le compromis se situe entre d'un côté cette production et transformation agroalimentaire de masse, pourvoyeuse d'emplois (4 % de l'emploi régional), et de l'autre des impacts environnementaux locaux élevés (pollutions des eaux et de l'air) conduisant à une image publique globalement dégradée sur l'élevage. Dans les monts d'Auvergne, l'élevage valorise de nombreuses AOP (laitières principalement) et contribue au maintien de paysages pastoraux avec une densité de bétail modérée. Le compromis entre le volume de production et les services environnementaux et culturels repose sur cette labellisation des produits et sur la répartition de la valeur ajoutée au sein des filières.

Dans la figure 7.2, la taille des pictogrammes et des flèches s'appuie sur des données techniques et socio-économiques. En 2015, la Bretagne comptait 20 080 exploitations d'élevage (46 % de vaches laitières, 27 % de porcs et de volailles, 9 % de bovins à viande) et l'Auvergne 12 100 (46 % de bovins à viande, 34 % de bovins laitiers et 8 % de petits ruminants), ce qui correspond à la taille des pictogrammes animaux dans le pentagone. Le nombre d'emplois agricoles s'élève à 40 400 en Bretagne, contre 25 300 en Auvergne, et ainsi de suite pour tous les indicateurs chiffrés. À chaque fois, les écarts se répercutent dans la taille des flèches des interfaces « Marchés » et « Travail, emplois ». Pour chaque interface, la même démarche est entreprise. Ces comparaisons permettent de réinterroger les déterminants biophysiques et socio-économiques qui ont conduit à ces trajectoires divergentes. Elles peuvent aussi susciter des innovations par analogies ou au contraire des stratégies de différenciation.

Figure 7.2. Granges des régions Bretagne (à gauche) et monts d'Auvergne (à droite).



Contraste entre une région à forte densité de bétail, avec un compromis entre des niveaux de production élevés et des impacts environnementaux et culturels négatifs, et une région de prairies, avec des niveaux de production plus faibles mais davantage de synergies avec les services environnementaux et culturels.

La grange a déjà été utilisée comme support pédagogique avec des étudiants de master et des élèves ingénieurs pour comparer les synergies, antagonismes et compromis entre impacts et services, sur une gamme de régions européennes d'élevage présentant des contextes pédoclimatiques et sociaux, et des densités de bétail contrastées.

La grange peut également être utilisée pour animer une discussion sur des changements de pratiques ou d'organisation collective et locale. Dans le Tarn-Aveyron, par exemple, la grange a été employée comme support d'une concertation entre agriculteurs, conseillers et chercheurs afin de valoriser les synergies entre services fournis par les cultures, les prairies et les animaux. Les agriculteurs ont été invités à repenser l'utilisation des quelque 200 hectares agricoles répartis entre leurs sept exploitations labellisées bio, dont trois de cultures et quatre d'élevage (Ryschawy *et al.*, 2019). L'objectif était de renforcer, par réciprocité, leur autosuffisance en engrais et aliments du bétail. Les agriculteurs, en modifiant leur rotation, apporteraient des mélanges d'orge et de pois et de la luzerne aux éleveurs et, en contrepartie, ceux-ci leur fourniraient du fumier. Pour chaque interface de la grange, les effets étaient discutés : plus ou moins de travail, réduction de la consommation d'eau et d'intrants, débouchés et image des produits, etc.

Matérialisée sous forme d'un plateau de jeu, la grange a été le support d'un exercice prospectif sur l'avenir d'une filière fromagère AOP d'Auvergne : la Fourme de Montbrison (Dernat *et al.*, 2019). En octobre 2018, une centaine d'acteurs locaux (éleveurs, transformateurs, élus, vétérinaires, fonctionnaires et agences régionales, industriels, commerçants, militants associatifs...), répartis par tables, se sont mis d'accord sur un diagnostic commun en remplissant le contenu du pentagone et des interfaces et en attribuant un poids et une couleur aux flèches (figure 7.3). Puis ils ont discuté des leviers d'action pour viabiliser la filière, en repositionnant différents éléments et en discutant de l'effet de ces changements. Deux scénarios ont été élaborés : un scénario de *statu quo* et un scénario d'organisation territoriale forcée axé sur le maintien de la valeur ajoutée à l'intérieur du territoire grâce à la relocalisation de la chaîne de transformation et d'approvisionnement. Les échanges ont, de plus, suscité de nouvelles alliances et collaborations entre les parties prenantes.

Forces et faiblesses de la grange

LE PRINCIPAL INTÉRÊT DE LA GRANGE EST LA POSSIBILITÉ d'intégrer des connaissances hétérogènes. Lorsqu'aucun indicateur validé n'est disponible, le savoir technique ou empirique local peut prendre le relais et combler les lacunes des connaissances scientifiques. La perception de l'esthétique paysagère, par exemple, est difficilement quantifiable. Par ailleurs, les données chiffrées ne sont pas toujours disponibles à l'échelle territoriale considérée ; c'est par exemple le cas des importations de concentrés pour l'alimentation du bétail ou des émissions de GES liées à l'élevage. Toutes les variables sont néanmoins identifiables dans le schéma, bien qu'elles ne s'expriment pas dans les mêmes unités.

Figure 7.3. Photographies du prototype du jeu sérieux « La grange » (A, © Bertrand Dumont/Inra) et d'un groupe d'éleveurs et de chercheurs lors d'une animation sur l'avenir de la Fourme de Montbrison (B, © François Johany/Inra).



Par ailleurs, les évaluations multicritères et les méthodes d'examen des bouquets de services (chapitre 6) opèrent des regroupements entre indicateurs, ce qui peut suggérer que les effets négatifs sur une dimension pourraient être contrebalancés par une amélioration sur une autre. Or la prudence s'impose d'une part en raison de la nature complexe des interactions, et d'autre part parce que les acteurs évaluent les impacts et services de l'élevage en se référant à leur propre système de valeur (Clark *et al.*, 2017). Une des principales innovations de la grange est justement qu'elle permet de représenter explicitement tous les effets de l'élevage, sans les regrouper derrière quelques indicateurs simplificateurs, ni préjuger de leur importance relative. Par conséquent, aucun risque, coût ou bénéfice n'est *a priori* exclu de la représentation graphique.

La grange est utile pour faire comprendre qu'il n'existe pas de cas idéal, dans la mesure où toutes les régions d'élevage ont des avantages et des inconvénients, mais que les impacts et services peuvent être plus ou moins équilibrés.

Faire l'exercice de construire une grange ouvre un espace de dialogue entre les acteurs et experts du territoire concerné. Il permet l'expression de points de vue divergents. La représentation finale traduit de fait le diagnostic partagé des experts impliqués.

L'outil graphique est modulable à l'envi. Il peut facilement être adapté en modifiant ou en ajoutant des composantes et des variables. Quelque 24 granges ont été construites à partir d'études de cas réalisées en France, en Irlande, en Espagne, en Suisse et en Allemagne.

Telle qu'expérimentée avec un plateau de jeu, la grange s'avère un outil de la science participative. Son utilisation convient à une grande diversité de parties prenantes : agriculteurs, industriels, conseillers, coopérateurs, décideurs, militants associatifs, résidents, etc. En permettant d'identifier rapidement les relations entre les caractéristiques du système et leurs effets, elle s'avère particulièrement accessible et ouverte à des expertises savantes ou vernaculaires.

Tout acteur peut souligner les enjeux qu'il juge pertinents et faire part de son point de vue sur les synergies et verrous visualisés à l'aide de la grange. L'échange peut permettre d'identifier des leviers d'action pour aller vers de nouveaux compromis. Bien que peu fréquentes, les solutions « gagnant-gagnant » émergent généralement lorsque les décisions incluent le point de vue de diverses parties prenantes (Howe *et al.*, 2014). Les arbitrages peuvent être trouvés au niveau local par des changements de pratiques (par exemple en modifiant des pratiques d'épandage) ou bien renvoyer à un niveau plus global et plus « diffus », par exemple en modifiant le comportement des consommateurs.

Comme pour toute représentation visuelle, la portée heuristique de la grange reste toutefois limitée, car toutes les interactions ne peuvent pas être décrites. Certaines composantes ne peuvent pas être visualisées facilement dans le schéma, c'est le cas des réseaux de relations ou des savoir-faire, bien qu'ils contribuent à la dynamique du système.

La grange ne rend pas bien compte de la diversité des formes d'élevage qui y coexistent. Elle fait principalement ressortir les effets générés par les systèmes dominants. Cette critique rejoint celle qui peut être formulée à l'encontre des cartographies de services.

Le schéma se concentre sur les interactions liées aux systèmes d'élevage. D'autres points de vue sont également pertinents, comme les systèmes alimentaires (suggéré par Sabate *et al.*, 2016), dans lesquels l'accent est mis sur les consommateurs et la santé. On pourrait imaginer d'autres graphiques, en conservant le même principe que la grange.

La grange repose sur une représentation spatiale en référence à l'utilisation des terres. L'espace peut être une ferme, une petite région (un bassin-versant, un canton), la zone correspondant à une filière ou un territoire administratif ayant une cohérence politique ou économique. Tous les territoires imbriqués ne peuvent pas être représentés dans une même grange. Néanmoins, l'interface « Intrants » permet de considérer les impacts délocalisés associés aux importations de ressources non renouvelables, tandis que l'interface « Marchés » inclut les débouchés et pressions associés au commerce international. Les impacts globaux (donc extraterritoriaux) sont également pris en compte dans l'interface « Environnement et climat ».

Enfin, la grange est une représentation statique. Les irréversibilités et les non-linéarités ne sont pas explicitement représentées. Néanmoins, décrire une grange amène à mettre en perspective historique les composantes du système et les rapports de force. Une succession de granges peut ainsi aider à comprendre les étapes d'une trajectoire de changement. On peut également projeter les effets de différents scénarios prospectifs à partir d'une grange initiale.

Conclusion

LE SYSTÈME DE REPRÉSENTATION BAPTISÉ « la grange » intègre des connaissances hétérogènes sans contraintes de compatibilité entre elles (unités, échelles...). Elle permet de représenter simultanément les effets positifs, négatifs, et les interrelations entre les composantes du système afin de comprendre les synergies, antagonismes, et d'explicitier les compromis établis dans chaque cas de figure étudié. Comparer des granges entre elles met en relief les choix implicites ou explicites des acteurs ainsi que leurs effets. La grange comporte donc une visée didactique et pédagogique. Comme toute représentation graphique, elle est limitée par les simplifications qu'on y opère et par la dimension statique de sa représentation.

8. Les territoires d'élevage européens et leurs bouquets de services

EN SE FONDANT SUR LES CHAPITRES PRÉCÉDENTS, nous avons établi une typologie des territoires d'élevage européens en privilégiant les contrastes entre bouquets et les nuances entre situations proches. Dans la lignée de la revue de littérature de la première partie de l'ouvrage, deux critères permettant de discriminer les zones d'élevage ont été choisis pour leur simplicité et leur disponibilité : la densité de bétail, exprimée en unité de gros bétail (UGB) par hectare de SAU, et la proportion de prairies permanentes dans les terres agricoles.

Une typologie en six classes de territoires

LES DONNÉES EUROPÉENNES DE L'ENQUÊTE sur la structure des exploitations agricoles (ESEA, dernier recensement Eurostat en 2010) et du RICA ont été utilisées. Le périmètre géographique inclut les États membres de l'UE-28 ainsi que l'Islande, le Monténégro, la Norvège et la Suisse, soit le périmètre le plus vaste pour lequel les données sont disponibles. Le grain géographique minimal retenu est « NUTS 3 », c'est-à-dire le niveau 3 de la Nomenclature des unités territoriales statistiques (*Journal officiel de l'UE*, 2003). En France, le niveau NUTS 3 correspond aux départements.

Les prairies permanentes correspondent aux surfaces toujours en herbe (STH), semées pour une durée d'au moins cinq ans ou auto-ensemencées naturellement. Les statistiques peuvent distinguer les prairies, parcours ou alpages selon des règles variables entre pays. Les STH peuvent être pâturées ou fauchées. Le critère STH/SAU exclut les prairies temporaires, car elles rendent des services environnementaux moindres que ceux fournis par les prairies permanentes et les parcours. Les prairies temporaires occupent 7 % de la SAU européenne (statistiques Eurostat, année 2015) et sont particulièrement développées en Bretagne (26 % de la SAU) ou en Lombardie (73 %, Italie), deux régions qui ne sont donc pas qualifiées ici de régions herbagères. Les territoires dont la part de STH dans la SAU est supérieure à 40 % sont considérés comme herbagers.

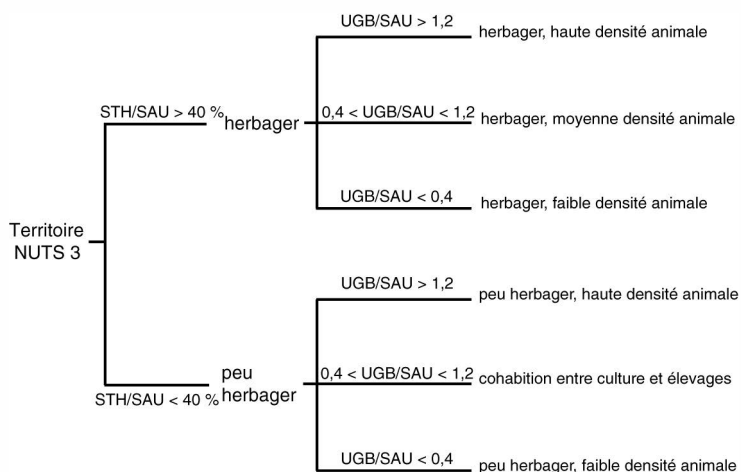
La densité animale est obtenue en divisant le nombre d'animaux exprimé en UGB par la SAU. Mesurer le cheptel en UGB permet d'agréger les animaux d'espèces et d'âges

différents en utilisant des coefficients de pondération établis sur la base des besoins nutritionnels ou alimentaires standards de chaque type d'animal. En revanche, cela masque les différences entre modèles productifs, notamment la taille des unités d'élevage ou le confinement, ou non, des animaux. Par ailleurs, le choix de retenir la SAU comme dénominateur du premier ratio et non pas la surface totale n'est pas neutre. Le département des Landes et la Catalogne par exemple appartiennent à la même catégorie, alors que dans le premier, l'élevage de volailles est certes dense mais très minoritaire dans un paysage essentiellement forestier, tandis qu'en Catalogne, comme dans les départements bretons, les élevages jouent un rôle central dans le paysage. Enfin, dans de nombreuses régions, la densité animale a tendance à baisser car à production constante, l'accroissement des performances productives des animaux (corpulence, volume de lait) permet de diminuer les effectifs de bovins.

Chaque territoire européen a ainsi été classé en fonction de la part de sa SAU dédiée aux prairies permanentes et parcours, et de la densité animale sur les terres agricoles (figure 8.1). Les territoires ayant plus de 1,2 UGB par hectare de SAU sont qualifiés de territoires « à haute densité animale » ; ceux pour lesquels la densité est inférieure à 0,4 sont qualifiés de territoires « à faible densité ». La classe intermédiaire (de 0,4 à 1,2 UGB par hectare de SAU) est dite « à densité moyenne ». Ces seuils ont été fixés à dire d'expert sur la base de travaux scientifiques et de la réglementation.

En croisant les deux classes de STH/SAU aux trois classes d'UGB/SAU, nous avons distingué six types de territoires, définis dans la figure 8.1.

Figure 8.1. Critères pour définir les types de territoires d'élevage au niveau européen.

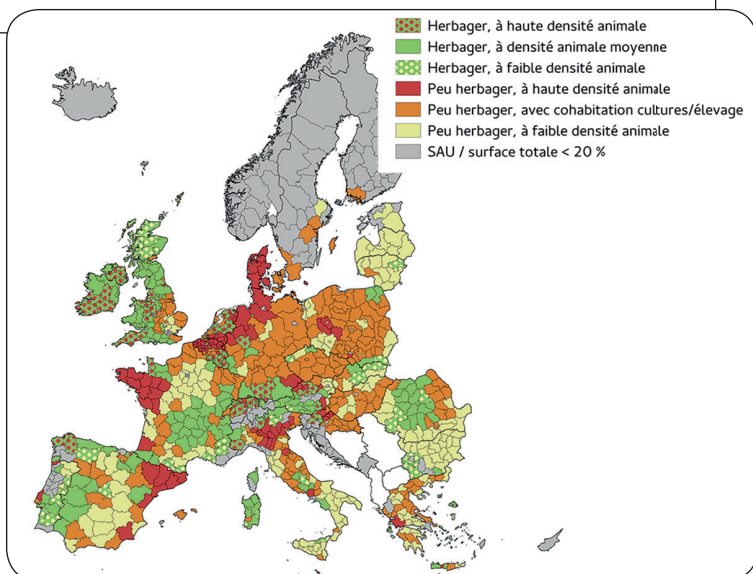


Cette typologie ne prend pas en compte la sensibilité du milieu, bien que les conditions pédoclimatiques et les pratiques agricoles modulent les effets sur l'érosion et les pollutions des eaux, des sols et de l'air.

Cartographie à l'échelle de l'Europe

SUR LA CARTE CI-APRÈS (figure 8.2), seuls les territoires pour lesquels la surface agricole représente plus de 20 % de la surface totale ont été retenus, l'agriculture pouvant y jouer un rôle structurant. Ont été exclus les territoires occupés principalement par des espaces naturels (forêt, landes, roches...) ou artificialisés, soit une large part des pays scandinaves, l'Islande, la Croatie²⁵. Ces territoires exclus représentent un peu plus du quart de la surface totale de l'UE, mais seulement 5 % de la SAU et 4 % des UGB totales. La carte concorde avec celle proposée, pour la France, par Ryschawy *et al.* (2017).

Figure 8.2. Cartographie des territoires d'élevage.
Source : Inra-DEPE, d'après Eurostat.



25. La Serbie, la Bosnie-Herzégovine, la Macédoine et l'Albanie n'étant pas prises en compte dans Eurostat 2010, ont également été exclues de l'analyse.

Les zones à forte densité de bétail et peu de prairies permanentes se situent surtout le long d'un croissant allant de la Belgique au Danemark en passant par le nord-est de l'Allemagne. La Bretagne, les Pays de la Loire, la Catalogne, la Lombardie en Italie, la voïvodie de Grande-Pologne relèvent également de ce type, ainsi que des zones plus isolées comme la Campanie, près de Naples, où l'on produit de la Mozzarella, et la Murcie en Espagne, productrice de porcs. Ces régions concentrent 29 % du cheptel européen sur seulement 10 % de la SAU. Près de la moitié (43 %) des UGB granivores sont élevées dans ces territoires qui détiennent également une part importante des vaches laitières. La densité animale moyenne approche 2,2 UGB/ha SAU. De fait, la gestion des effluents d'élevage et la réduction des pollutions locales y sont les principaux problèmes.

Les zones herbagères ont des densités de bétail très variables. Les trois territoires herbagers regroupent 31 % de la SAU, 55 % des UGB de petits ruminants, 45 % des UGB bovines et 16 % des UGB porcines et avicoles.

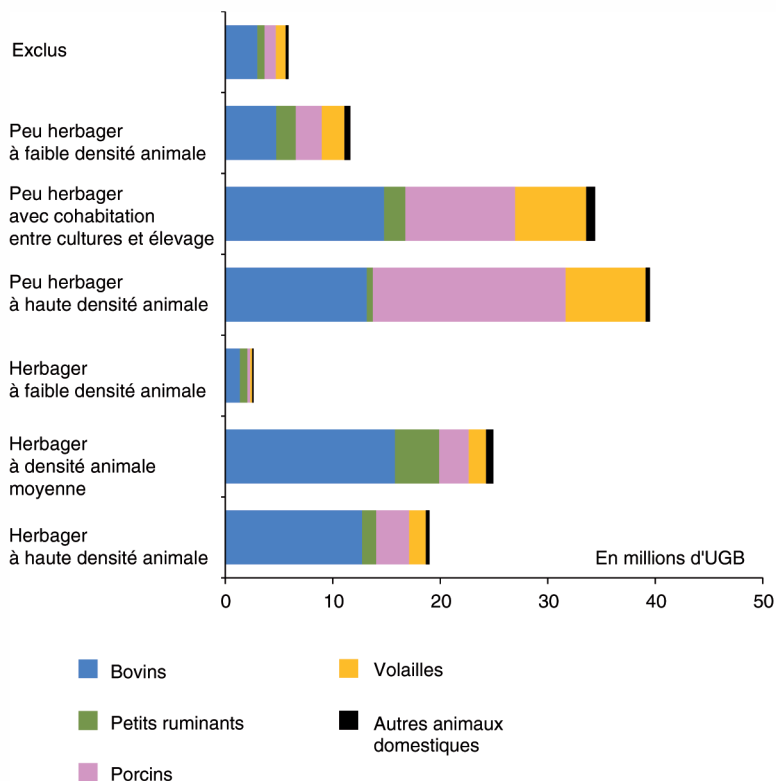
Les régions herbagères les plus denses en animaux voisinent en moyenne 1,6 UGB/ha de SAU, soit moins que la catégorie précédente mais nettement plus que la moyenne européenne : 0,8 UGB/ha. Cette catégorie regroupe des régions productrices de lait et/ou de troupeaux allaitants telles que le département de la Manche, le sud de l'Irlande, la Bavière, la Galice, une grande partie des Pays-Bas et de la Suisse. Elles représentent 7 % de la SAU européenne mais 14 % du cheptel. Situées en plaines ou piémonts, elles sont généralement bien arrosées et disposent de sols fertiles, ce qui permet une production fourragère élevée, d'où cette densité animale « naturelle » sur prairies sans besoin d'une complémentation forte en céréales. Certaines régions relevant de ce type sont hétérogènes. La région de Coni, dans le Piémont italien, allie une production laitière de montagne et des élevages de porcs lourds et d'engraissement de bovins allaitants dans la vallée, ce qui explique la densité animale élevée du territoire.

Les zones herbagères de densité intermédiaire sont généralement qualifiées de multifonctionnelles (chapitre 6). Elles occupent 18 % de la SAU et hébergent 18 % des UGB, mais représentent le quart du cheptel de bovins et plus du tiers du cheptel d'ovins-caprins. Ces régions se situent souvent dans des massifs montagneux de haute et moyenne altitude, tels que le Massif central et la Franche-Comté en France, l'Autriche, le Pays de Galles ou encore les Carpates. L'Estrémadure, grande zone agroforestière et haut lieu du jambon ibérique (Pata Negra) et d'élevages ovins, appartient aussi à cette catégorie.

Les zones herbagères à faible densité (moins de 0,4 UGB/ha SAU) ne totalisent que 2 % du cheptel européen et 6 % de la SAU, mais valorisent de nombreux services environnementaux de régulation et des services culturels. Couvrant notamment les parcours méditerranéens et les prairies humides, certains sites sont classés « réserve de biosphère » par l'Unesco, tels que le mont Ventoux en France, la vallée de Laciana en Espagne, du Große Walsertal en Autriche, le Wester Ross en Écosse ou encore les montagnes des Tatras à la frontière entre la Pologne et la Slovaquie. Quelques départements français (Ariège, Pyrénées-Orientales, Alpes-de-Haute-Provence) figurent dans cette catégorie. Comparées aux autres zones herbagères, on y trouve beaucoup de petits ruminants, lesquels représentent autant d'UGB que les bovins.

Les territoires ayant des densités de bétail intermédiaires et peu de prairies permanentes ont des dynamiques diverses : il peut s'agir de zones intégrant cultures et élevages (Ryschawy *et al.*, 2019) ou de celles où le bétail régresse au profit des cultures annuelles, oliveraies, vignobles ou fruitiers, plus rentables (Palomo *et al.*, 2014). Ces régions abritent un quart du cheptel européen (moitié ruminants, moitié monogastriques) et couvrent 30 % de la SAU. Pour autant, les élevages ne sont pas nécessairement en polyculture-élevage. Élevages spécialisés et cultures spécialisées cohabitent dans des zones et/ou des exploitations spécialisées en grandes cultures et des zones et/ou des exploitations orientées vers l'élevage. Les surfaces dédiées aux fourrages (plantes fourragères et prairies temporaires, permanentes et parcours) sont minoritaires. Elles occupent 30 % de la SAU, contre 44 % en moyenne dans les zones à forte densité animale, et plus de 70 % dans

Figure 8.3. Répartition du cheptel par type de territoire européen.
Source : Inra, d'après Eurostat 2010.

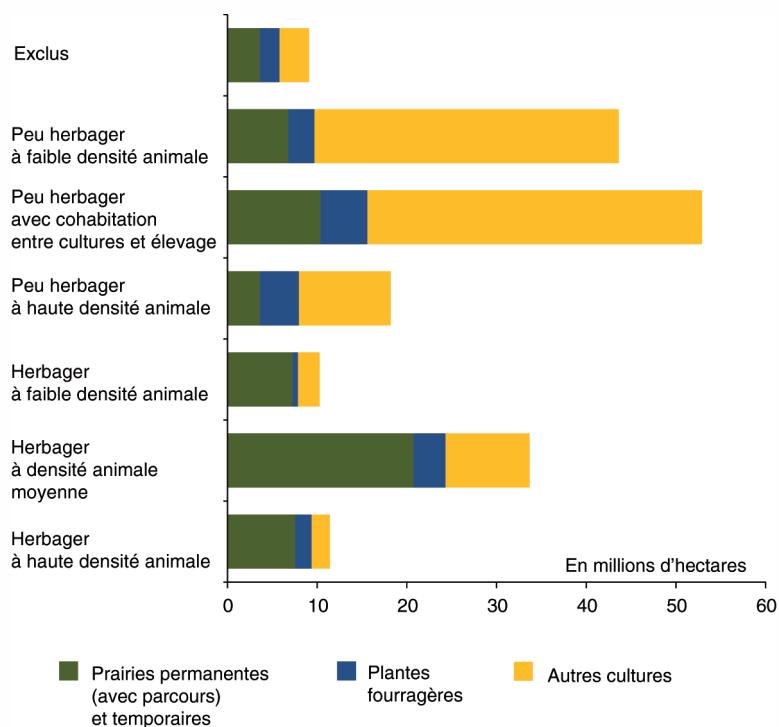


les zones herbagères. Une partie de la Lorraine et du Nord-Pas-de-Calais, et les départements du Gers, du Lot ou de l'Indre sont dans ce cas de figure. Le sont massivement les territoires agricoles d'Europe orientale, dont la Pologne.

Les territoires où prédominent les cultures hébergent néanmoins 8 % du cheptel (sur 24 % de la SAU). Les activités d'élevage jouent un rôle limité dans l'occupation de l'espace et la production. Au sein de cette catégorie figurent les régions de cultures annuelles telles que le Bassin parisien, les régions viticoles du Bordelais, de la Champagne, du Languedoc, de Toscane, les oliveraies d'Andalousie, et une bonne partie du sud de l'Italie, des Pays baltes, de la Bulgarie et de la Grèce.

Les figures 8.3 et 8.4 montrent la répartition du cheptel sur le territoire européen, la répartition des types de territoires d'élevage et la densité animale moyenne selon ces territoires.

Figure 8.4. Répartition des surfaces par type de territoire européen.
Source : Inra, d'après Eurostat 2010.



Concordances entre les territoires et les exploitations d'élevage

LE DÉCOUPAGE GÉOGRAPHIQUE CARACTÉRISE LA DIVERSITÉ des grands territoires européens d'élevage, mais ne couvre pas la spécificité des exploitations qui s'y trouvent. C'est pour quoi nous avons cherché à éclairer les correspondances entre les deux échelles.

La diversité des exploitations d'élevage est accessible par le RICA. Les exploitations d'élevage sont classées selon six orientations de production, en fonction de leur SAU et du cheptel. Le croisement entre territoires et orientations de production permet ainsi de porter un diagnostic sur la spécialisation productive des zones géographiques et sur la diversité intra-zone des formes d'élevage. Le RICA ne couvre que les fermes qualifiées de « moyennes et grandes ». Dans le cas français, ce sont celles dont le produit brut dépasse 25 000 euros, soit seulement deux tiers du nombre total d'exploitations agricoles, mais 90 % des actifs agricoles et de la SAU et 98 % de la production dédiée à l'élevage. Au niveau européen, les quelque 2,5 millions d'exploitations d'élevage « moyennes et grandes » hébergent 98 % des UGB, occupent 53 % de la SAU totale et fournissent 52 % des emplois agricoles directs. Les six principales orientations d'élevage diffèrent nettement dans leurs inscriptions territoriale et sociale (tableau 8.1 ; pour plus de détails, voir annexe 1).

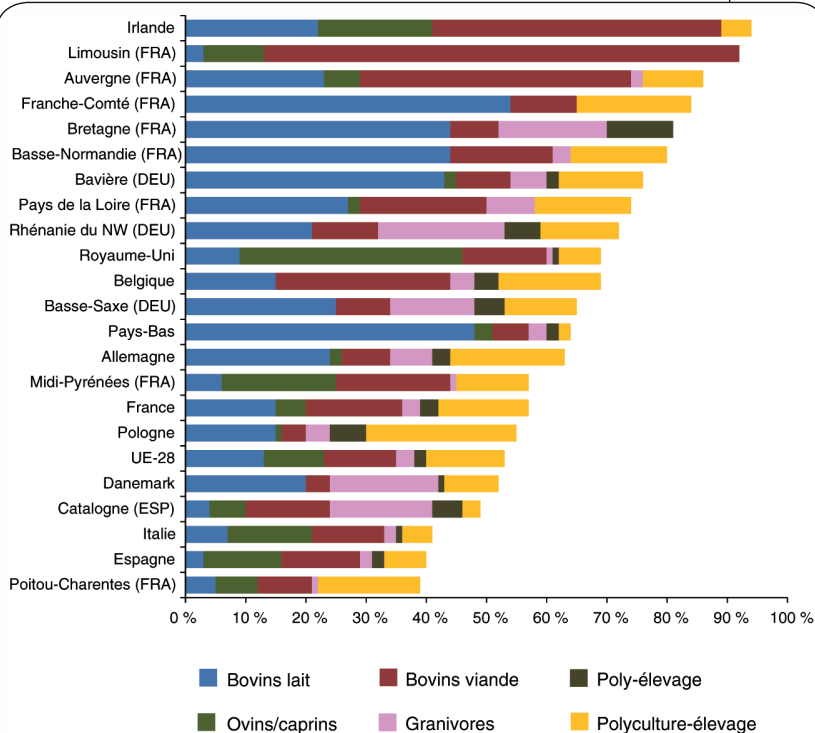
Si l'on croise les données nationales ou régionales du RICA, on peut situer les différents types d'exploitations (figure 8.5). L'Allemagne est, par exemple, le premier pays producteur

Tableau 8.1. Poids des six principales orientations productives des élevages européens selon le nombre d'exploitations, le nombre d'animaux (en UGB) et leur occupation des terres agricoles. Source : RICA.

Orientation productive	Part du nombre d'exploitations (%)	Part des UGB (%)	Part de la SAU (%)
Exploitations de polyculture-élevage	14	11	13
Exploitations spécialisées en bovins lait	13	21	13
Exploitations spécialisées en ovins et/ou caprins	9	9	10
Exploitations spécialisées en bovins viande	8	15	12
Exploitations de poly-élevages	6	5	2
Exploitations spécialisées en porcs et/ou volailles	3	26	3

européen de lait, devant la France et le Royaume-Uni, mais les exploitations laitières polonaises, plus petites, devançant en effectif l'Allemagne et la France. La Bavière compte à elle seule plus d'exploitations laitières que les Pays-Bas ou le Danemark. Les exploitations spécialisées en ovins et/ou caprins sont surtout localisées en Italie, en Espagne et au Royaume-Uni. Elles sont rares dans les pays de l'Europe du Nord, où le prix élevé du foncier motive des productions plus intensives et rémunératrices à l'unité de surface. Les exploitations spécialisées en bovins viande sont fortement présentes en Irlande (60 % des exploitations d'élevage du pays), en France et en Espagne. Elles se concentrent souvent dans les zones dites « défavorisées » de ces pays. C'est le cas en France du Limousin (74 % des exploitations d'élevage relèvent de ce type) et de l'Auvergne (46 %). Les exploitations spécialisées en porcs et/ou volailles sont pour la majorité d'entre elles « hors-sol ». Elles forment la moitié des exploitations d'élevage de Catalogne et une part importante de celles de Rhénanie-du-Nord-Westphalie (29 % des exploitations d'élevage et 21 %

Figure 8.5. Le poids des exploitations d'élevage dans la SAU (%).
Sources : DG AGRI-RICA UE 2015/Traitement Inra, Smart-Lereco.



de la SAU), de Bretagne (18 %) et du Danemark (18 %). Ce type d'exploitations est rare dans les régions herbagères. Les exploitations de poly-élevages sont plus fréquentes que les précédentes (6 % de l'ensemble des exploitations agricoles européennes), mais, de plus petite taille, représentent peu d'animaux et de surfaces (5 % et 3 % respectivement). Ces exploitations, dont la taille moyenne est plus petite que celle des unités spécialisées, se retrouvent surtout dans les pays de l'Est (62 300 unités en Pologne, soit dix fois plus qu'en Allemagne et huit fois plus qu'en France). Elles sont très rares dans les pays du nord de l'Europe, où la spécialisation des activités est souvent forte. Les exploitations de polyculture-élevage sont les plus nombreuses en effectif total (678 700 unités à l'échelle de l'UE, soit 14 % du total). Elles sont majoritairement localisées en Pologne (près du tiers des unités européennes de ce type et la moitié des exploitations d'élevage du pays) ; on les trouve également au Danemark (23 % des exploitations d'élevage) et, en France, en Poitou-Charentes (33 %).

En étudiant les données françaises²⁶, on peut aller plus loin dans l'approche de la diversité régionale des exploitations d'élevage. Il faut, pour ce faire, classer les exploitations en fonction des mêmes critères de densité animale et de surfaces en prairies que ceux retenus pour la typologie des territoires. Dans le cas de la Bretagne, par exemple, les quatre départements (Côtes-d'Armor, Finistère, Ile-et-Vilaine et Morbihan) sont en type 4 « territoire peu herbager à haute densité animale ». Mais, à l'échelle des exploitations, celles dont les caractéristiques structurelles sont compatibles avec les critères et seuils retenus pour le type 4 (STH/SAU < 40 % et UGB/ha de SAU > 1,2) ne représentent que 78 % du total des exploitations d'élevage. Une exploitation sur cinq relève du type 5 « peu herbager avec cohabitation entre cultures et élevage » ; les 3 types « herbagers » ne concernent en revanche que 1 % des exploitations d'élevage, l'exclusion des prairies temporaires (hors STH) jouant pleinement dans le cas breton. En Auvergne, les quatre départements (Allier, Cantal, Haute-Loire et Puy-de-Dôme) relèvent tous du type 2 « territoire herbager à densité animale moyenne ». Mais les réalités de terrain sont ici aussi plus diversifiées : un peu plus de la moitié des exploitations relèvent effectivement du type 2, mais un quart relève du type 1 « herbager à haute densité animale » ; les autres exploitations d'élevage se partagent entre le type 5 de polyculture-élevage (11 %) et le type 4, plus intensif : « peu herbager à haute densité animale » (8 %).

Plus globalement, les données nationales indiquent le profil type des exploitations en fonction des classes de territoire :

- les exploitations d'élevage du type 1 « herbager à haute densité animale » représentent 16 % de l'ensemble des exploitations françaises d'élevage. Dotées en moyenne de 149 UGB (dont 3/4 d'UGB herbivores) pour 80 hectares de SAU (dont 70 % de STH), ces exploitations sont surtout présentes en Basse-Normandie (37 % des exploitations d'élevage), en Bourgogne (35 %), en Aquitaine (32 %) et en Haute-Normandie (27 %) ;

26. Pour des raisons d'accessibilité aux données individuelles du RICA, ce travail a été conduit uniquement pour les régions françaises.

- les exploitations d'élevage du type 2 « herbager à densité animale moyenne » représentent 28 % de l'ensemble des exploitations françaises d'élevage. Avec 95 UGB (dont 100 % d'UGB herbivores) pour 112 hectares de SAU (dont 72 % de STH et parcours), ces exploitations occupent une place importante en Franche-Comté (85 %), en Auvergne (55 %), en Lorraine (52 %) et en Bourgogne (49 %) ;
 - les exploitations d'élevage du type 3 « herbager à faible densité animale » sont très peu nombreuses (2 % des exploitations d'élevage). En effet, le seuil de densité animale utilisé à l'échelle des territoires (moins de 0,4 UGB par ha de SAU) s'avère très bas pour les exploitations relevant du champ RICA, y compris pour celles pourtant clairement en systèmes extensifs. Avec 47 UGB herbivores pour 163 hectares, dont 34 hectares de prairies permanentes et 92 hectares de parcours et landes peu productives, ces exploitations de type 3 sont souvent orientées en production ovine. Elles sont surtout localisées dans le sud-est du pays : la Corse (25 % des exploitations d'élevage), Provence-Alpes-Côte d'Azur (22 %) et Languedoc-Roussillon (22 %) ;
 - les exploitations du type 4 « peu herbager à haute densité animale » représentent 29 % des exploitations d'élevage et rassemblent 45 % des UGB totales. En France, les trois quarts des exploitations spécialisées en porcs et en volailles relèvent de ce type. Ces exploitations hébergent, en moyenne, 214 UGB (dont 41 % d'UGB herbivores) pour 77 hectares de SAU (dont 10 % de STH). Elles sont fréquentes en Bretagne (78 % des exploitations d'élevage) et en Pays de la Loire (52 %). Avec 2,78 UGB par hectare de SAU et 4 280 euros de production agricole par hectare, ces exploitations sont les plus intensives à l'unité de surface. Compte tenu de la part élevée de granivores, elles sont moins dépendantes des aides directes (9 % de la production agricole, contre 20 % pour celles du type 1) ;
 - les exploitations du type 5 « peu herbager avec cohabitation entre cultures et élevage » représentent 24 % des exploitations d'élevage. Avec 102 UGB (dont 97 % d'UGB herbivores) pour 124 hectares de SAU (dont 55 % de SFP), ces exploitations se situent surtout en Picardie (52 % des exploitations d'élevage) et dans la région Centre (50 %) ;
 - les exploitations du type 6 « peu herbager à faible densité animale » sont rares (1 % du total des exploitations françaises d'élevage). Elles représentent au maximum 13 % des exploitations d'élevage en Languedoc-Roussillon, région où les activités d'élevage sont peu développées.
- Ce travail d'analyse des correspondances entre les échelles territoriales et les exploitations confirme la pertinence du regard territorial, et aussi l'intérêt d'aller y chercher les agencements environnementaux et les savoir-faire particuliers qui permettent de valoriser la richesse d'un territoire.

Les granges appliquées aux territoires d'élevage européens

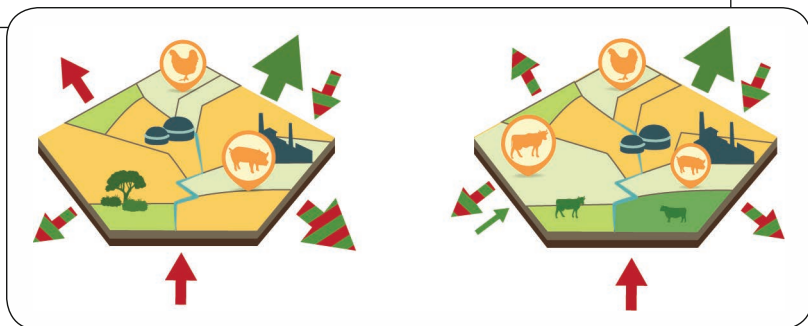
LA TYPOLOGIE APPARAÎT AINSI SUFFISAMMENT STRUCTURANTE pour appréhender de manière synthétique les territoires types et identifier quelques leviers d'action pour améliorer les services et impacts issus des élevages. L'analyse ci-après a remobilisé la revue de littérature

en la croisant avec les cas d'études (annexe 2). Aux territoires d'élevage représentés sur la carte, nous avons ajouté les territoires d'élevage situés à proximité et dans les villes.

Granges des territoires à haute densité animale. Ces territoires d'élevage se sont développés en Europe dans les années 1950-1960 pour augmenter la production agricole et nourrir la population (figure 8.6). Cet enjeu démographique est d'ailleurs remis en avant par certains, en référence à la hausse de la population mondiale. Le bouquet de services se caractérise par de hauts niveaux de production et une forte densité agro-industrielle. La logique productive a privilégié la maximisation des volumes par unité de surface et par animal, en misant sur la spécialisation des ateliers d'élevage, les gains de productivité du travail et les économies d'échelle. Les marchés sont européens et internationaux, concurrentiels, souvent fortement intégrés. Les éleveurs dégagent un chiffre d'affaires en moyenne plus élevé que dans les systèmes d'élevage plus extensifs. La concentration des activités d'élevage induit de fortes pressions locales sur l'environnement. L'efficacité des modes de production par kilo produit est débattue, car elle est atteinte grâce au recours à des ressources extérieures (protéines, eau, surfaces), elle induit une dépendance envers les pays tiers et délocalise les impacts. Dans la société, l'image des produits standards transformés et des grands élevages confinés s'est dégradée.

La recherche de compromis entre production et environnement est (ou devrait être) une priorité des politiques publiques. Les voies de progrès s'inscrivent généralement dans une « intensification écologique ». Elles prônent notamment les « meilleures techniques disponibles »²⁷ (MTD) en matière de logement (plus économe, plus sain, voire plus confortable)

Figure 8.6. Schéma de bouquets de services correspondant aux territoires à haute densité animale, peu herbagers. Exemples de la Catalogne en Espagne (à gauche), région de forte production porcine, et des régions laitières allemandes (à droite), pratiquant de la méthanisation. La grange Bretagne (figure 7.2) appartient aussi à cette catégorie. Détails en annexe 2, p. 142 à 147.



27. Directive européenne 2010/75/UE relative aux émissions industrielles et visant les techniques qui satisfont le plus le développement durable.

pour les animaux, d'alimentation (gagner quelques points d'efficacité alimentaire) et de gestion des effluents (capacité de stockage, méthanisation). Les démarches d'économie circulaire complètent la panoplie des MTD. Elles peuvent prendre la forme de contrats coopératifs avec des céréaliculteurs en Catalogne, de banques de lisier aux Pays-Bas ou en Belgique, de production d'énergie renouvelable (méthaniseurs, photovoltaïque sur le toit des bâtiments) en Allemagne, ou encore d'un réemploi des sous-produits de biscuiterie, résidus et écarts de tri de cultures légumières, drêches de céréales, etc., dans les rations des porcs et des volailles. Dans ces régions où les prairies permanentes sont marginales, les prairies temporaires incorporant des légumineuses offrent des services environnementaux sans pour autant dégrader la marge brute des exploitations (car les charges opérationnelles baissent). La valorisation des produits par des SIQO n'est pas exclue : les grands élevages allemands et danois de porcs en agriculture biologique présentent ainsi des résultats techniques proches de ceux des systèmes intensifs (écarts de 10-15 %) ; en Bretagne, plusieurs coopératives développent parallèlement des filières fermières (porcs engraisés sur paille, volailles Label rouge ou IGP).

Granges des territoires herbagers. Ces territoires concernent surtout l'élevage de ruminants (figure 8.7). Ils ont bénéficié, depuis trente ans, de la reconnaissance d'une économie de la qualité et de la typicité alimentaires. La logique est ici d'adapter les pratiques d'élevage aux potentialités d'un milieu agricole « défavorisé » (altitude, zone humide, aridité...), maximisant l'autonomie du système plutôt que le volume de production. Selon le

Figure 8.7. Schéma de bouquets de services correspondant aux territoires herbagers. Exemples de l'Irlande (à gauche), où l'élevage laitier dense bénéficie de conditions favorables de pousse d'herbe, et des Alpes suisses (à droite), avec transhumance des animaux et fabrication de fromages de qualité. Cette grange est proche de celle des AOP des monts d'Auvergne (figure 7.2). L'annexe 2 présente également les granges des systèmes transhumants méditerranéens (pays de la Crau) et des prairies humides des littoraux, qui illustrent des systèmes herbagers peu denses, entretenant des milieux à forte valeur environnementale. Détails en annexe 2, p. 148 à 157.



rendement des prairies, les systèmes d'élevage seront plus ou moins extensifs. L'Irlande se démarque ainsi par sa densité animale et ses débouchés. La filière laitière y tire parti du climat favorable à la pousse de l'herbe et affiche les coûts de production les plus bas d'Europe, tout en valorisant l'image « verte » des paysages bocagers. Près de 90 % du lait irlandais est exporté. Au contraire, les élevages qui entretiennent des zones humides, des pelouses sèches, des causses arides ou des alpages ont une productivité et une rentabilité en général faibles. Les aides publiques compensent en rémunérant leur rôle dans le maintien d'écosystèmes et de paysages remarquables.

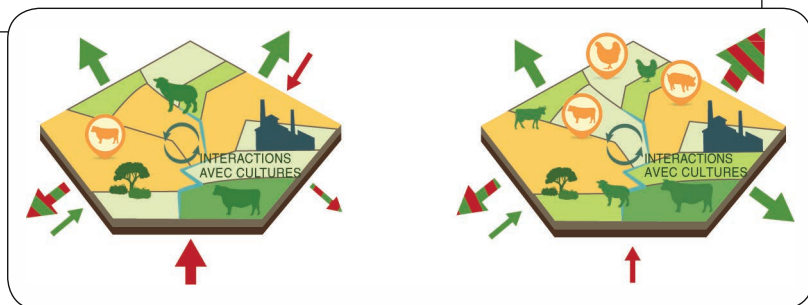
Le bouquet de services privilégie l'image de qualité des produits (souvent au travers d'AOP), la préservation de l'environnement et une identité locale à haute valeur patrimoniale (figure 8.6). Les perturbations climatiques et la prédation peuvent être parfois des contraintes fortes. L'emploi direct et indirect varie fortement selon la présence ou non d'entreprises de transformation alimentaire et d'agrotourisme. La relative faible productivité agricole par hectare ne pénalise pas, en général, le revenu des éleveurs, qui peut être comparable à celui des systèmes ayant des effectifs animaux bien supérieurs. Mais, dans une conjoncture économique difficile, les territoires herbagers sont soumis à la double menace de l'intensification et de l'abandon.

Les marges de manœuvre se situent entre ces deux menaces. Les compromis les plus intéressants consistent généralement à diversifier l'agencement fonctionnel des usages du sol (parcelles, haies, murets, forêts, etc.). Les paysages de bocage sont exemplaires à cet égard : leur cohésion spatiale permet des corridors pour la faune sauvage et la valorisation des haies en bois énergie. À l'échelle de l'exploitation, la diversification des conduites de pâturage ou de fauche est aussi favorable. Les projets de territoire, les gouvernances territoriales de filières et des outils juridiques comme le bail rural environnemental peuvent faciliter l'élaboration de nouveaux compromis. En 1993, la Suisse a ainsi adopté le principe des surfaces de compensation écologique, ouvrant droit à rémunération sur 7 % des terres.

Granges des territoires de cohabitation entre cultures et élevages. La grange Tarn-Aveyron qui a servi à décrire la grange dans le chapitre 7 (figure 7.1) représente un système éco-efficace d'agriculture lorsque les complémentarités entre cultures, élevage et prairies sont effectives : bouclage des cycles biogéochimiques, réciprocité des échanges « aliments contre fertilisants », hétérogénéité des paysages. Mais ces complémentarités ne sont souvent que très partielles, et l'on a souvent affaire à un bouquet de services appauvri du fait d'une dissociation et du recul de l'élevage. La concurrence foncière profite en effet aux cultures, dont le développement a été favorisé de longue date par un marché porteur et des subventions (aides du 1^{er} pilier de la PAC, irrigation, drainage), comme c'est le cas dans le Montmorillon. Quant aux exploitations de polyculture-élevage, leur repli résulte en général d'un déficit de main-d'œuvre et/ou d'organisation du travail au sein de l'exploitation.

Dans ces territoires, un large portefeuille d'innovations peut être combiné au niveau des exploitations ou des territoires. Les leviers d'action peuvent s'appuyer sur la diversification

Figure 8.8. Schéma de bouquets de services correspondant aux territoires de cohabitation entre cultures et élevages. Exemples des granges du Montmorillonnais (à gauche), où l'élevage recule au profit des grandes cultures, et du Tarn-Aveyron (à droite), où l'association entre les cultures et des formes d'élevage diversifiées est plus équilibrée.



des rotations pour accroître l'autonomie des cultures et des élevages d'une part, et sur la valorisation de la qualité des produits d'autre part. Les coopératives peuvent jouer un rôle dans l'organisation de cette polyculture-élevage locale, car celle-ci se heurte avant tout à des contraintes logistiques (transport, stockage, marchés de niche). Réactualiser des pratiques telles que le pâturage des résidus de cultures, y compris en hiver, ou bien la libre circulation dans les bandes enherbées des vergers (canards/oies sous noyers) ou des vignes (moutons) sont des pratiques gagnantes à plusieurs points de vue, dont une maîtrise sans pesticides des ravageurs et des adventices.

Granges des élevages urbains et périurbains. Les espaces urbains et périurbains européens ont, jusqu'ici, été peu étudiés comme lieux d'élevage (mais c'est le cas dans les pays du Sud). Différentes formes d'élevage y coexistent pourtant : élevages professionnels ou amateurs, pratiqués de manière intensive ou extensive, destinés à des marchés de commodités ou à la vente directe, tournés vers les loisirs ou l'autoconsommation, laquelle est loin d'être marginale dans les pays d'Europe orientale.

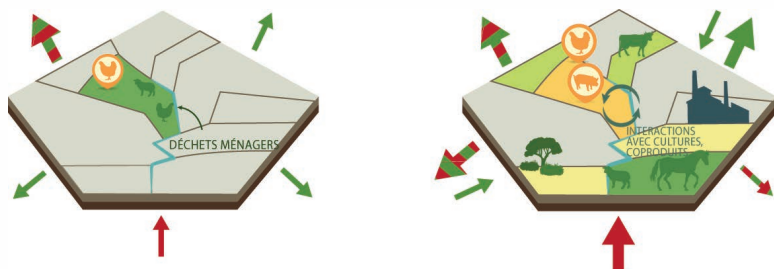
Les attentes sont diversifiées. La production des exploitations périurbaines n'est pas forcément destinée à l'alimentation de la ville proche, mais la proximité de métropoles joue. L'élevage reste par exemple particulièrement dynamique autour d'Athènes et des sites touristiques grecs, pour répondre à la demande en vente directe. Les AOP Bleu de Gex et Brie de Meaux et de Melun tirent bénéfice des villes alentour. Mais surtout, l'élevage équin de loisir tend à devenir un indicateur de périurbanité dans plusieurs pays européens (France, Suède, Écosse). Les fermes pédagogiques, qui abritent systématiquement des animaux, sont également de préférence situées dans les espaces périurbains

des grandes villes. Les fermes du *care* (Hassink *et al.*, 2013), qui se développent, le sont aussi, et les projets de valorisation énergétique des déchets urbains s'intéressent de plus en plus aux effluents des élevages.

La proximité entre élevages et zones résidentielles cause des nuisances aux riverains. C'est pourquoi la tendance lourde est que la ville repousse l'élevage vers l'arrière-pays rural. La pression foncière restreint aussi l'espace agricole et pousse, paradoxalement, à l'intensification de l'élevage alors même qu'elle génère plus de nuisances. L'éparpillement des parcelles, le recul des infrastructures industrielles et de services (vétérinaires, usines de transformation, abattoirs) découragent aussi l'élevage, de même que les politiques d'urbanisme, qui protègent souvent le maraîchage mais pas l'élevage.

Pourtant, des travaux aux Pays-Bas et au Danemark pointent que les zones d'élevage situées à proximité immédiate des principales agglomérations offrent des bouquets de services larges et équilibrés (van Oudenhoven *et al.*, 2012 ; Turner *et al.*, 2014). Outre la relocalisation de l'alimentation prônée par de nombreuses agglomérations urbaines, d'autres arguments environnementaux peuvent justifier le maintien de l'élevage herbager à proximité des zones urbaines : l'entretien des espaces verts et des friches, la lutte contre les risques d'incendie ou d'inondation, la protection des aires de captage d'eau et l'attrait paysager. En Suède, les éleveurs installés à proximité de Stockholm perçoivent par exemple des indemnités en contrepartie de leur entretien des paysages (Hochedez, 2014). Les politiques en faveur des trames vertes et bleues en France amènent également à de nouveaux modes de gestion des espaces qui peuvent inciter à réintroduire l'élevage, en particulier ovin et équin.

Figure 8.9. Schéma de bouquets de services correspondant aux territoires urbains (à gauche) et périurbains (à droite), où la présence des animaux, marginale, associe des activités professionnelles et amateurs. L'élevage y rend des services de loisir, d'entretien et à visée sociale ou thérapeutique.



Conclusion

LA TYPOLOGIE PROPOSÉE DANS CE CHAPITRE a permis d'illustrer et d'organiser la diversité des territoires européens d'élevage. Elle peut être mobilisée pour penser les marges de manœuvre et les trajectoires d'évolution des systèmes d'élevage européens. Remplacer les intrants exogènes par des services fournis par l'écosystème local modifie non seulement les interfaces « intrants » et « environnement-climat », mais aussi celles sur l'emploi, les marchés et les enjeux culturels et patrimoniaux, en modifiant à la fois les paysages, l'origine des matières premières, les possibilités de labellisation et de valorisation des produits.

Conclusion

Un état des connaissances sur les impacts et services issus de l'élevage

CETTE EXPERTISE SCIENTIFIQUE COLLECTIVE a mobilisé un corpus bibliographique de près de 2 500 références. Néanmoins, certains aspects se sont avérés peu ou mal couverts par les connaissances scientifiques actuelles ; d'autres font l'objet de débats intenses, par exemple l'emprise territoriale de l'élevage ou la place des produits d'origine animale dans l'alimentation.

Les impacts et services issus des élevages ont été abordés sous les angles de l'environnement, de l'économie et des enjeux sociaux, par compartiments biophysiques (sol, air, eau, biodiversité) et selon un cadre d'analyse élaboré pour cette expertise : marché des produits, travail et emploi, intrants, environnement et climat, enjeux sociaux et culturels. Les travaux les plus nombreux portent sur le volet environnemental et couvrent toutes les échelles, des plus locales au niveau planétaire. Certains enjeux restent cependant peu documentés et certains résultats peu consensuels. La revue de la littérature économique a été complétée par un ensemble d'analyses statistiques de données européennes. Les dimensions sociales et culturelles ont ciblé les effets patrimoniaux, le travail, l'éthique, le droit et la santé animale. Enfin, l'exercice visait à appréhender conjointement les impacts et services issus des élevages afin d'éclairer les « bouquets de services » associés aux élevages ainsi que les compromis possibles entre effets positifs et effets négatifs. L'investigation a donc été très large sans pour autant être exhaustive.

Trois indicateurs ressortent de ce tour d'horizon

LE NIVEAU DE CONSOMMATION EN PRODUITS ANIMAUX, la densité animale et la part de prairies permanentes déterminent fortement les impacts issus des élevages.

Le niveau de consommation de produits animaux est deux fois plus élevé en Europe que la moyenne mondiale, et notre alimentation excède de 20 % les recommandations internationales en besoins protéiques. La situation européenne n'est donc pas à l'image du monde. Les aliments d'origine animale varient également fortement d'un pays européen à l'autre tant en quantités consommées qu'en proportion des différents produits. La consommation des Européens en produits animaux repose presque

exclusivement sur la production intra-européenne. Ils représentent près de 60 % des apports protéiques totaux des Européens. Ce taux qui avait fortement augmenté sur les décennies précédentes stagne depuis les années 1990. L'abaisser est devenu, sur les dix dernières années, un levier mis en avant pour respecter les engagements pris dans la lutte contre le changement climatique et pour réduire les impacts négatifs de l'élevage sur l'environnement.

La densité animale reflète le mouvement d'intensification ayant eu lieu au cours de la seconde moitié ^{xx} siècle. Une augmentation de la densité permet des économies d'échelle ainsi qu'une production à plus bas coûts directs et en grande quantité. En contrepartie, les concentrations animales sont responsables de pollutions locales vers les milieux aquatiques, le sol et l'air. Les effets négatifs sont bien établis pour les rejets azotés et phosphorés. Les impacts sont variables selon les paysages, l'organisation et les pratiques agricoles, mais aussi la vulnérabilité des milieux naturels. Les enjeux de bien-être animal et les nuisances causées aux riverains sont également associés aux systèmes et territoires à haute densité animale. Ainsi, la concentration des élevages est un élément structurant de leurs bouquets de services.

La part des prairies permanentes et des parcours dans les paysages. Les prairies permanentes sont le support d'une grande biodiversité et de nombreuses fonctions écologiques, notamment en matière de stock de carbone dans le sol. Elles contribuent également fortement à l'identité des territoires (alpages, garrigue, marais, etc.), au point de devenir des éléments centraux dans les cahiers des charges de nombreux signes de qualité (Label rouge, AOP, AB...). Les prairies permanentes et les parcours correspondent, à des écosystèmes qui ne pourraient pas se maintenir en Europe sans les activités d'élevage. Leur importance dans le paysage est généralement corrélée négativement à la densité animale. Une nuance peut cependant être apportée dans les territoires où les prairies temporaires sont fréquentes, comme en Bretagne.

Un bilan difficile à établir

PASSER DE L'ANALYSE DES EFFETS À UNE ÉVALUATION MULTICRITÈRE combinant les effets et présenter un bilan synthétique reste compliqué à mener. Dans le cadre de l'expertise, chaque entrée — climat, biodiversité, emploi, travail, patrimoine, santé animale, bien-être animal, consommation, développement territorial... — est exprimée dans une unité différente et concerne des populations et des aires géographiques différentes. Les spécialistes de l'évaluation multicritère jugent, de ce fait, délicat de procéder à l'agrégation des résultats obtenus pour chaque composante. De plus, les effets négatifs sur un volet particulier ne sauraient être compensés par les effets positifs sur un autre. Par ailleurs, en raison de l'intrication des problèmes et de leur caractère complexe (*wicked problem*), une amélioration sur tel volet particulier peut avoir des effets difficilement prédictibles sur d'autres aspects. Ainsi, augmenter la productivité du cheptel réduit les

émissions de GES par unité de produit, mais l'effet prix résultant du gain de productivité favorise la consommation et donc la production totale et les pollutions qui lui sont associées (effets rebonds).

Enfin, la littérature relève beaucoup moins de situations « gagnant-gagnant » que de situations antagoniques entre les différents effets de l'élevage. Les antagonismes prévalent notamment entre le volume de la production agricole marchande et les autres effets. Les effets non marchands sont plus souvent conciliables entre eux. Il n'y a enfin pas nécessairement concomitance des effets positifs aux différentes échelles, un effet jugé favorable au niveau global pouvant être défavorable à un niveau plus local, et inversement. L'instruction des évaluations et des comparaisons est donc primordiale pour nuancer certains stéréotypes et généralisations.

Une approche territoriale de l'hétérogénéité des bouquets de services associés aux élevages

LA DIVERSITÉ DES TERRITOIRES ET DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE se traduit par des bouquets de services contrastés. C'est sur cette diversité que repose notamment le patrimoine culturel européen en produits, spécialités culinaires et paysages. C'est aussi dans cette diversité que se situent les marges de manœuvre et sources d'aménagements agroécologiques. L'expertise a proposé une grille de lecture des bouquets de services centrée sur le territoire. Celle-ci distingue : les territoires denses en animaux, où la gestion des pollutions est au cœur des problèmes locaux, alors que les effets globaux sont modérés eu égard aux volumes produits ; les territoires herbagers, où la productivité des prairies détermine le niveau de production et oriente les stratégies possibles de différenciation des produits ; les territoires où cohabitent les cultures et l'élevage, qui recouvrent des dynamiques allant de la complémentarité entre cultures et élevage à l'éviction de l'élevage au profit des cultures.

Plusieurs leviers d'action ont été abordés pour ces territoires types. La fréquente comparaison faite entre monogastriques et ruminants met en avant une variabilité plus grande des impacts pour les herbivores en raison de la plus grande flexibilité de leur alimentation. Celle-ci offre des options d'amélioration inexploitées et confirme l'intérêt de raisonner à des échelles fines, y compris dans le cas d'effets globaux comme le réchauffement climatique. Enfin, les stratégies d'innovation et les mesures qui les accompagnent engagent généralement les éleveurs à moyen terme, du fait d'investissements lourds en bâtiments et en matériel. Ainsi, les voies d'intensification écologique doivent-elles prendre en considération les pas de temps longs. C'est d'ailleurs un des reproches faits aux mesures agro-environnementales de la PAC, basées sur des engagements de cinq ans, insuffisantes pour mettre en œuvre efficacement des stratégies de préservation des milieux naturels.

Limites des approches actuelles et besoins de recherche

LA REVUE DE LA LITTÉRATURE ET LES DISCUSSIONS PLÉNIÈRES qui en ont résulté ont régulièrement souligné les limites des approches actuelles. Sont ici résumés les principaux aspects.

Mieux quantifier les impacts et services. L'évaluation précise des biens et services associés à l'élevage reste difficile, que ce soit par manque de données à une échelle suffisamment fine ou par manque d'indicateurs pour évaluer les biens publics comme les paysages, la qualité de l'air ou le bien-être animal. Les indicateurs actuels sont souvent indirects et offrent une information partielle. Plus généralement, une partie des services ne rentre pas dans les comptabilités (ACV en particulier), lesquelles recensent surtout les impacts négatifs : coûts en ressources, contributions aux pollutions. Les effets positifs sont au mieux considérés par un abattement d'émissions polluantes ou de consommation de ressources. L'approche par bouquets de services offre *a priori* une approche plus équilibrée, mais la littérature reste encore théorique et ne permet pas d'intégrer, dans les modélisations notamment, les plus-values identifiées. La modélisation est une manière de dépasser le manque de données, mais elle est très sensible aux hypothèses de départ, au périmètre retenu et aux lois de réponse spécifiées. Un effort de transparence et d'harmonisation des approches favoriserait la comparaison des résultats.

Informers les consommateurs. S'il est difficile de quantifier les effets de l'élevage, il est encore plus difficile de les donner à voir au consommateur. L'étiquetage des produits alimentaires privilégie la masse de ces produits (le prix au kilo) comme unité fonctionnelle. L'encadrement juridique des autres informations apportées au consommateur est au centre d'enjeux de santé publique, environnementaux et culturels, lesquels percutent, de fait, les intérêts commerciaux.

Étudier les effets d'une réduction de la consommation en produits animaux. Les changements de régimes alimentaires sont modélisés de façon normative et encore assez fruste, sans prendre en compte la complexité des comportements alimentaires « réels ». Plusieurs facteurs intervenant dans les choix de consommation et dans les caractéristiques des produits pourraient enrichir les approches, tels que les qualités sensorielle et nutritionnelle des aliments, la substituabilité entre aliments issus de différentes espèces animales ou de végétaux, l'évolution des préférences des consommateurs, l'inertie de leurs habitudes, etc.

Étudier les conditions des coordinations sectorielle et territoriale. La coordination des filières au niveau sectoriel et territorial est souvent évoquée comme une solution permettant de mieux répartir la valeur ajoutée au sein des filières et d'influer sur la compétitivité et la maîtrise des risques. Toutefois, les connaissances précises manquent sur les contrats et autres formes de coordination dans les filières animales, alors que leur efficacité est étudiée aux États-Unis depuis le début des années 2000. Ces coordinations supposent pour être pérennes une concertation avec les acteurs gestionnaires des impacts. Plus généralement, l'information économique est fragmentaire, en particulier en deçà du niveau national, et se limite souvent à la valeur ajoutée de tel ou tel secteur, sans prise

en compte des interactions, à plus ou moins longue distance, mises en évidence dans cette expertise. En outre, les effets environnementaux et culturels sont rarement renseignés dans les travaux économiques. Cela conduit fréquemment à opposer le développement économique aux politiques et aux efforts environnementaux. Même si elles suscitent des débats, voire la méfiance, la monétarisation et l'analyse coûts-bénéfices sont les méthodes classiques en économie pour intégrer les conséquences positives aussi bien que négatives d'une activité ou d'un projet. Elles restent très peu développées pour les politiques agricoles et l'élevage.

Identifier les innovations et les transitions possibles. La question des transitions apparaît cruciale afin de comprendre le rôle des incitations, des freins et des leviers d'adoption. Des changements techniques et organisationnels rapides bousculent actuellement les pratiques du métier d'éleveur. Certains systèmes d'élevage en rupture par rapport aux référentiels actuels voient jour (économie circulaire, autonomie énergétique, mixité des troupeaux, ferme verticale, production d'insectes...). Il s'agirait d'explorer leurs conditions de réussite, d'essaimage, et leurs conséquences en général.

S'adapter aux changements climatiques. Comprendre comment les effets du changement climatique modifient les systèmes d'élevage, ainsi que le rôle de l'élevage dans l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques constitue des pistes de recherche déjà engagées mais à approfondir au vu des engagements à prendre concernant le changement climatique.

Annexe 1.

Caractéristiques des exploitations d'élevage en Europe

Tableau A1. Les caractéristiques structurelles des exploitations d'élevage dans l'UE.

	Nombre d'exploitations	Unité de travail agricole UTA	UTA salariées / UTA totales (%)	SAU (hectares)	SFP/SAU (%)	UGB herbivores/ha de SFP
France	146 400	2,23	10	101	72	1,33
– Bretagne	20 080	2,01	12	65	64	1,65
– Basse-Normandie	10 010	2,03	10	91	74	1,45
– Pays de la Loire	17 350	2,05	12	90	71	1,40
– Poitou-Charentes	5 610	2,27	12	115	61	1,50
– Franche-Comté	4 330	2,22	9	125	79	1,03
– Auvergne	12 100	2,09	4	91	88	1,08
– Limousin	6 770	1,97	4	96	89	1,05
– Midi-Pyrénées	14 210	2,10	4	87	79	1,03
Allemagne	124 470	2,04	33	85	57	1,50
– Basse-Saxe	21 710	1,80	20	74	64	1,74
– Rhénanie du NW	17 910	1,58	19	56	53	1,67
– Bavière	47 100	1,47	6	48	62	1,75
Pologne	413 900	1,64	7	18	40	1,52
Danemark	13 780	1,89	55	103	38	1,47
Pays-Bas	31 240	1,75	17	37	94	2,91
Belgique	20 100	1,65	3	51	71	2,48
Royaume-Uni	69 170	1,95	32	155	90	1,19
Irlande	82 140	1,18	6	49	97	1,26
Espagne	122 540	1,60	19	65	67	1,11
– Catalogne	9 790	1,85	29	55	23	2,21
Italie	120 520	1,43	14	36	78	1,71
Total des 10 pays	1 144 260	1,72	14	55	62	1,49
Autres pays de l'UE	1 348 800	1,33	17	16	73	1,12
UE-28	2 493 060	1,51	16	34	68	1,29

Sources : DG AGRI-RICA UE 2015/Traitement Inra, Smart-Lereco.

UTA : unité de travail agricole ; SAU : surface agricole utilisée ; SFP : surface fourragère principale ; UGB : unité de gros bétail.

Tableau A2. Les résultats économiques des exploitations d'élevage dans l'UE.

	Production agricole totale/UTA (euros)	Production agricole totale/ha de SAU (euros)	Conso. intermédiaire/production agricole totale (%)	Production animale/production agricole totale (%)	Aides directes/PAT (%)	EBE/UTA familiale (euros)
France	93 900	2 080	63	78	17	29 300
– Bretagne	129 900	4 000	71	87	7	32 600
– Basse-Normandie	101 500	2 270	61	79	15	32 500
– Pays de la Loire	105 800	2 410	65	79	13	31 800
– Poitou-Charentes	98 200	1 940	60	70	20	34 600
– Franche-Comté	106 100	1 880	54	84	17	43 600
– Auvergne	68 300	1 570	58	88	27	24 600
– Limousin	61 600	1 270	53	89	32	25 700
– Midi-Pyrénées	61 500	1 480	63	81	27	19 500
Allemagne	136 300	3 280	63	69	13	49 000
– Basse-Saxe	171 300	4 180	68	76	9	48 200
– Rhénanie du NW	160 100	4 480	69	73	9	44 100
– Bavière	110 100	3 390	59	74	15	41 600
Pologne	21 100	1 920	60	74	15	7 800
Danemark	296 500	5 460	70	74	7	115 900
Pays-Bas	226 800	10 750	68	88	5	71 100
Belgique	152 400	4 920	65	82	9	47 500
Royaume-Uni	139 500	1 760	68	75	13	45 500
Irlande	70 000	1 700	56	87	21	28 000
Espagne	78 300	1 930	58	86	12	34 800
– Catalogne	96 600	3 270	64	73	10	38 400
Italie	94 500	3 720	48	73	10	46 700
Total des 10 pays	78 700	2 590	60	77	14	29 500
Autres pays de l'UE	35 600	2 350	62	72	14	11 200
UE-28	55 400	2 460	61	74	14	19 600

Sources : DG AGRI-RICA UE 2015/Traitement Inra, Smart-Lereco.

UTA : unité de travail agricole ; SAU : surface agricole utilisée ; PAT : production agricole totale ; EBE : excédent brut d'exploitation.

Tableau A3. La valeur de la production agricole totale (aides directes comprises) par hectare de SAU (euros/ha) dans les exploitations d'élevage.

	Exploitations spécialisées en élevage			Exploitations diversifiées		
	Bovins lait	Ovins / caprins	Bovins viande	Granivores	Poly-élevage	Polyculture-élevage
France	2 480	1 520	1 390	5 710	2 860	1 810
– Bretagne	2 860	ns	2 090	7 710	3 940	ns
– Basse-Normandie	2 490	ns	1 660	4 210	ns	1 900
– Pays de la Loire	2 490	3 030	1 770	4 820	ns	1 890
– Poitou-Charentes	2 480	2 200	1 540	8 990	ns	1 680
– Franche-Comté	2 050	ns	1 460	ns	ns	1 620
– Auvergne	2 100	1 340	1 260	5 200	ns	1 240
– Limousin	1 990	1 260	1 240	ns	ns	ns
– Midi-Pyrénées	2 510	1 300	1 250	4 480	ns	1 380
Allemagne	3 380	1 860	2 100	6 120	4 350	2 550
– Basse-Saxe	3 660	ns	2 590	6 210	5 370	3 610
– Rhénanie du NW	4 080	ns	2 950	5 870	5 270	3 780
– Bavière	3 560	2 570	2 560	5 160	3 630	2 700
Pologne	1 860	750	1 130	7 050	1 680	1 420
Danemark	5 420		2 970	7 240	4 290	3 160
Pays-Bas	6 970	14 090	7 040	78 880	12 510	9 050
Belgique	4 180		2 840	23 020	7 180	4 040
Royaume-Uni	4 200	660	1 510	16 010	3 200	1 890
Irlande	3 450	730	1 280	ns	ns	1 750
Espagne	5 160	1 280	920	11 160	1 230	1 030
– Catalogne	6 090	1 150	1 580	5 100	2 990	2 460
Italie	7 520	1 480	2 540	16 660	4 310	2 610
Total des 10 pays	3 500	1 430	1 660	13 300	2 260	1 690
Autres pays de l'UE	3 140	1 160	1 320	480	2 790	2 030
UE-28	3 320	1 240	1 530	9 140	2 620	1 870

Sources : DG AGRI-RICA UE 2015/Traitement Inra, Smart-Lereco.
ns : non spécifié.

Tableau A4. Les aides directes en % de la production agricole totale.

	Exploitations spécialisées en élevage				Exploitations diversifiées	
	Bovins lait (%)	Ovins/caprins (%)	Bovins viande (%)	Granivores (%)	Poly-élevage (%)	Polyculture-élevage (%)
France	14	28	28	6	12	17
– Bretagne	10	ns	18	4	7	ns
– Basse-Normandie	14	ns	21	7	ns	17
– Pays de la Loire	13	12	20	6	ns	16
– Poitou-Charentes	13	22	27	4	ns	20
– Franche-Comté	15	ns	23	ns	ns	17
– Auvergne	21	36	34	8	ns	25
– Limousin	20	37	33	ns	ns	ns
– Midi-Pyrénées	16	30	35	8	ns	24
Allemagne	13	27	21	7	10	15
– Basse-Saxe	11	ns	15	6	7	11
– Rhénanie du NW	11	ns	16	6	8	10
– Bavière	15	24	20	9	13	17
Pologne	18	42	28	4	18	19
Danemark	8	ns	20	4	9	13
Pays-Bas	8	4	13	1	5	6
Belgique	10	ns	17	2	7	11
Royaume-Uni	6	27	20	2	8	14
Irlande	10	38	30	ns	ns	24
Espagne	10	15	24	2	11	19
– Catalogne	9	23	24	5	10	11
Italie	7	16	16	2	8	17
Total des 10 pays	13	23	24	4	16	18
Autres pays de l'UE	12	20	27	5	10	16
UE-28	13	21	25	4	12	17

Sources : DG AGRI-RICA UE 2015/Traitement Inra, Smart-Lereco.
ns : non spécifié.

Annexe 2.

Illustrations des granges dans différents contextes européens

À PARTIR DE LA GRANGE (signification du schéma dans le chapitre 7, en particulier p. 104 et 105) sont ici présentés succinctement les bouquets de services et d'impacts de 14 cas d'étude illustrant des territoires ou systèmes d'élevage. On retrouve la typologie des territoires selon la densité animale et la part de prairies permanentes.

- Des territoires d'élevage à haute densité animale et peu herbagers : colocalisation de plusieurs filières d'élevage en Bretagne, intégration verticale et mutualisation de plan d'épandage en Catalogne, et développement de la méthanisation en Allemagne.
- Des territoires d'élevage herbagers : à haute densité animale et bénéficiant de conditions herbagères très favorables, illustrés par le cas de l'élevage à l'herbe irlandais, de densité animale moyenne avec produits sous signe de qualité, illustrés par les zones AOP fromagères du Massif central et de la Franche-Comté et les Alpes suisses.
- Des territoires herbagers à forts enjeux naturels illustrés par l'élevage en prairie humide sur le littoral Atlantique, et les systèmes transhumants de Méditerranée.
- Des territoires de cohabitation entre cultures et élevages illustrés par le cas du Montmorillonais et du Tarn-Aveyron (voir p. 106-107).
- Des systèmes d'élevage valorisant une image positive et alternative de l'élevage auprès des consommateurs, illustrés par la production de viande ovine en agriculture biologique et des poulets Label rouge.
- Des systèmes d'élevage en zones périurbaines et urbaines, lieux de nouvelles relations entre l'élevage et la société, illustrés par différents exemples français et européens.

Territoires à haute densité animale. Colocalisation de filières animales en Bretagne

Descriptif. Territoire de polycultures et poly-élevages (bovins, porcs et volaille) avec une forte densité d'animaux. Présence de bassins-versants vulnérables sur le plan environnemental. La STH représente 11,5 % de la SAU (42 % de la SAU est herbagère en incluant les prairies temporaires). Les surfaces en céréales et oléoprotéagineux s'élèvent à 35 % de la SAU et celles en maïs ensilage à 19 %. La Bretagne est aussi une région légumière.

Rétrospective. La petite taille des fermes et la forte population rurale ont favorisé dès les années 1960 le développement d'élevages hors-sol parallèlement à celui de l'élevage laitier. Les quotas laitiers (1984) ont profité aux monogastriques et aux céréales.

Principaux impacts et services

Marchés. Sur 5,8 % de la SAU nationale, la Bretagne produit 20 % du lait national (36 % du lait en poudre, 48 % du fromage à pâte pressée cuite), 43 % des œufs, 12 % de la viande bovine, 55 % de la viande porcine et 37 % de la viande de volaille. Elle fait face à des crises sectorielles liées aux fluctuations de prix des intrants et à l'asymétrie de pouvoir avec les industries aval (volailles en 2013, porcs en 2014, lait en 2015-2016). La diversification est faible : le Label rouge compte pour 3 % des élevages et le bio pour 0,15 %. La région est dépendante des marchés d'export.

Emplois et travail. Sept exploitations bretonnes sur dix sont spécialisées en élevage. Les filières d'élevage représentent près de 10 % des emplois régionaux. L'effet d'entraînement de l'élevage sur les emplois induits est fort en production porcine (6 pour 1), en production de volailles et d'œufs (2 pour 1), et moindre pour les filières lait et viande bovine (1 pour 1). Les conditions de travail dans les abattoirs sont difficiles.

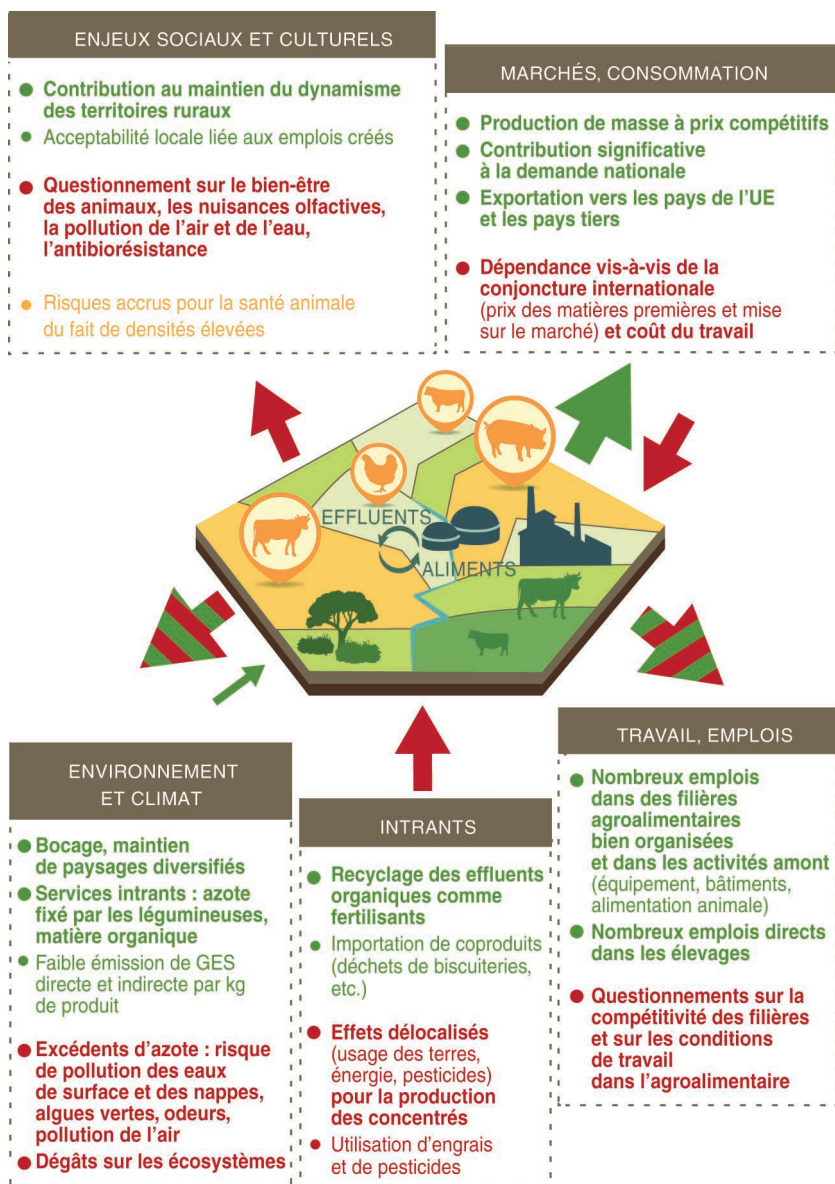
Intrants. La région importe 5,6 Mt (et produit 5 Mt *in situ*) d'aliments du bétail, dont 40 % de céréales, 18 % de tourteaux de soja, 14 % de colza, 7 % de tournesol et 10 % d'autres coproduits. Le soja est destiné aux volailles (45 %), aux ruminants (35 %) et aux porcs (20 %). L'import d'aliments du bétail correspond à une surface délocalisée de 670 000 ha, soit 40 % de la SAU bretonne, dont 250 000 ha sont situés hors de l'UE (Brésil et mer Noire). Les effluents animaux limitent le recours à des fertilisants de synthèse.

Environnement et climat. Les émissions de GES par kg de produit sont faibles, restent élevées par ha. Près de la moitié des cantons bretons sont en excédent structurel en azote, même si l'excédent moyen diminue (21 kg/ha SAU en 2013, contre 58 en 2001). Les échouages d'algues vertes sur le littoral persistent. Les élevages de ruminants contribuent au maintien d'un paysage de bocage et au maintien de prairies.

Enjeux sociaux et culturels. L'image des élevages intensifs est dégradée, avec des conflits locaux liés aux nuisances olfactives et aux pollutions, et des critiques sur le bien-être animal.

Arbitrage entre préservation de l'emploi et de l'environnement.

Levers d'action. Maîtrise des émissions (bâtiment, stockage, traitement des déjections animales, exportation des digestats), certifications de qualité (porcs) et débouchés (lait).



Territoires à haute densité animale.

Intégration verticale et mutualisation de plans d'épandage en Catalogne

Descriptif. Territoire de polyculture-élevage, où les élevages porcins spécialisés et de grande taille s'inscrivent dans un modèle contractuel d'intégration. La firme intégratrice est propriétaire des animaux, fournit les intrants (aliments, médicaments) et parfois réalise l'abattage et la transformation. Les élevages disposent de peu ou pas de surface agricole et les effluents sont épandus chez des tiers *via* des plans d'épandage collectifs.

Rétrospective. La production porcine a doublé depuis 1980 (7 Mt en 2014, soit un cheptel proche de celui de la Bretagne). Ce développement est donc beaucoup plus récent que dans les autres bassins de production européens, favorisé par l'entrée dans l'UE, par un marché intérieur porteur, puis par les exportations, en particulier vers la France.

Principaux impacts et services

Marchés. La Catalogne est l'une des premières régions européennes d'élevage. Les filières profitent d'une forte agglomération des infrastructures. Les filières sont dépendantes de la conjoncture internationale.

Emplois et travail. Les industries agroalimentaires catalanes emploient 75 000 personnes. Le développement de la filière est associé à une réduction du nombre d'élevages et à un fort accroissement de leur taille.

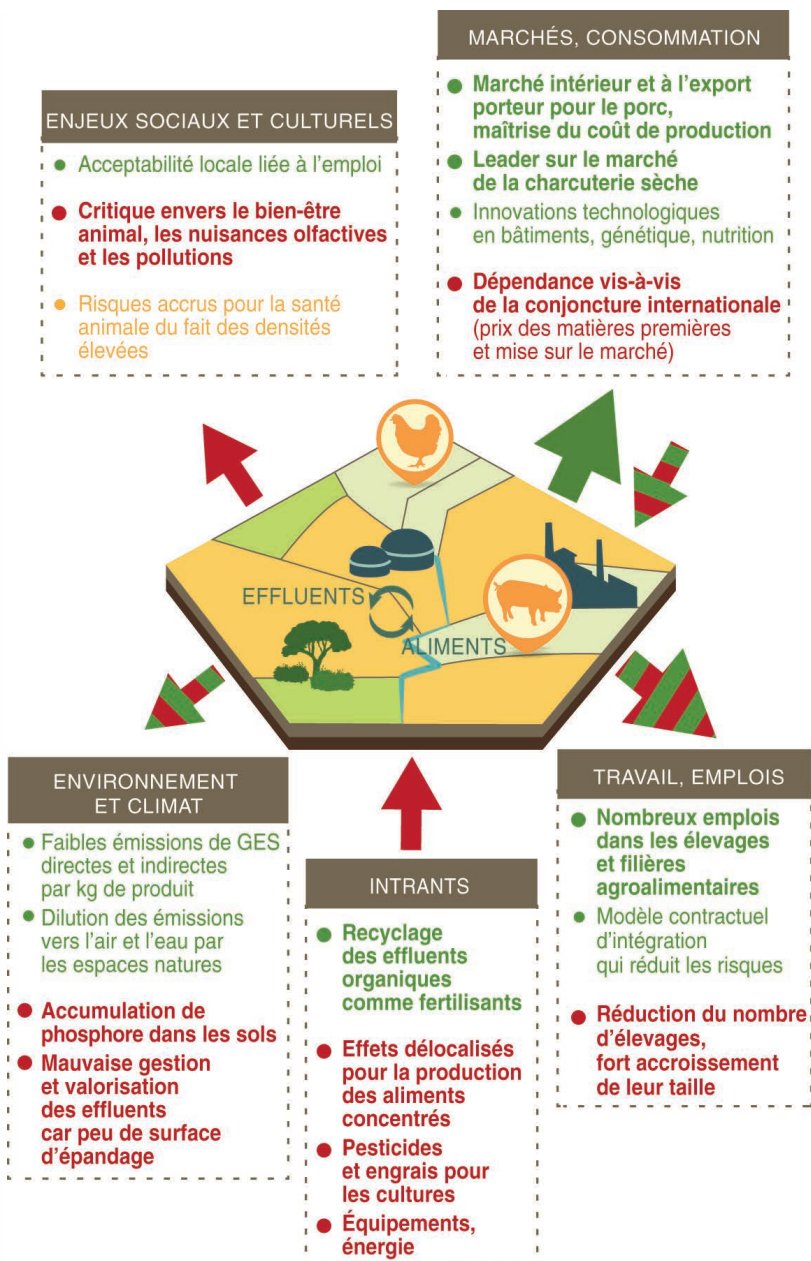
Intrants. Recours important aux importations pour les aliments du cheptel avec effets délocalisés (usage des terres, énergie, pesticides). Gros investissement en équipements avec innovations techniques en bâtiment, en génétique et en nutrition. La consommation d'engrais de synthèse diminue grâce aux plans d'épandage collectifs entre éleveurs et céréaliculteurs.

Environnement et climat. Le fait que la forêt couvre 64 % du territoire, contre 35 % pour la SAU, explique l'effet de dilution régionale des pollutions dans les statistiques régionales. Les émissions de nitrate, de phosphore et d'ammoniac constituent une limite importante pour le développement de l'élevage.

Enjeux sociaux et culturels. L'acceptabilité locale de la forte concentration d'élevages est liée aux emplois. Il y a une forte implication de la recherche-développement en agriculture. L'image de l'élevage tend à se dégrader, avec une récurrence de conflits locaux liés aux nuisances olfactives et aux pollutions et des critiques sur le bien-être animal.

Arbitrage entre la compétitivité des filières de productions carnées et l'emploi.

Levers d'action en direction des technologies de maîtrise des émissions polluantes (bâtiment, stockage, épandage).



Territoires à haute densité animale.

Développement de la méthanisation dans les élevages en Allemagne

Descriptif. La majorité du biogaz est produite par codigestion d'effluents animaux (45 %) et de cultures (46 %) ou de biodéchets (7 %). Les cultures énergétiques couvrent 800 000 ha, soit 4 % de la SAU. L'ensilage de maïs est le principal substrat (80 % de la biomasse végétale, contre 5-10 % d'ensilage d'herbe). Les procédés peuvent aller jusqu'à la séparation entre phases liquide et solide afin de faciliter l'exportation sous forme solide des digestats riches en azote et phosphore (engrais).

Rétrospective. La méthanisation s'est fortement accrue dans les années 2000, dans un contexte politique favorable aux énergies renouvelables (objectif 60 % en 2035) et à une réduction des émissions de GES (– 50 %). La dernière loi de 2012 est plus exigeante en matière d'efficacité énergétique et environnementale.

Principaux impacts et services

Marchés. Les productions laitières, porcines et de volailles ont respectivement augmenté de 15 %, 40 % et 100 % entre 2000 et 2014. Le biogaz représente 21 % de la production d'électricité renouvelable en Allemagne (2014). Son développement contribue à une diversification des exploitations.

Emplois et travail. Des emplois directs sont créés par l'industrie du biogaz (45 000). Les éleveurs perçoivent des primes selon le type de substrat utilisé (elles sont favorables aux effluents d'élevage et aux déchets verts) et le type d'énergie (favorable au gaz). Compte tenu de l'évolution de la réglementation et du prix de reprise de l'électricité, le nombre d'installations de grande taille stagne.

Intrants. L'empreinte environnementale liée à l'importation d'aliments concentrés pour les animaux a été multipliée par 2 entre 2005 et 2012. L'investissement en équipements est important. Les digestats sont utilisés comme fertilisants.

Environnement et climat. Impacts d'eutrophisation et d'acidification accrus par émission d'ammoniac et lixiviation de nitrate. Le développement du maïs dédié au biogaz fait diminuer les surfaces en prairies, ce qui a des effets négatifs sur la biodiversité et accroît les risques d'érosion, d'eutrophisation, et un déstockage du carbone des sols. Le biogaz réduit les GES, l'écotoxicité, et limite les ressources prélevées, comparativement aux énergies fossiles.

Enjeux sociaux et culturels. Le biogaz a suscité des critiques environnementales avec une remise en cause des cultures énergétiques.

Arbitrage. La méthanisation réduit les émissions de GES mais augmente les risques sur la protection de l'eau et de la biodiversité.

Leviers d'action. Approche intégrée dans les exploitations en agriculture biologique, développement de prairies permanentes à vocation énergétique.



Territoires herbagers à haute densité animale. En Irlande, des conditions herbagères favorables pour des élevages destinés à l'export

Descriptif. Bénéficiant d'un climat favorable, l'herbe occupe 92 % de la SAU en Irlande et sa productivité est élevée. Céréales, colza, pomme de terre constituent le reste des cultures.

Rétrospective. Dans les années 1990-2002, l'Irlande a connu une période économique faste, la *Celtic Tiger period*. Le secteur agricole et agroalimentaire représentait environ 6 % du PIB et 7 % des emplois. La crise financière de 2008 a été sévère. Depuis, le gouvernement s'appuie sur les compétences en élevage et les richesses naturelles nationales (*back to the roots*) comme stratégie de reconquête économique (plan Food Harvest 2020). L'abolition des quotas laitiers en 2015 devient une opportunité de développement.

Principaux impacts et services

Marchés. La production de lait et de viande bovine a augmenté de 40 % (en euros) entre 2009 et 2013. Plus de 80 % du lait et de la viande sont exportés. Les filières d'élevage représentent la moitié des exportations agroalimentaires irlandaises en valeur. Basée sur du pâturage, la production valorise une bonne image, un lait riche en acides gras. Le marché est cependant concurrentiel, car les produits sont des mix basiques (beurre, poudre de lait, cheddar), la qualification « produits à l'herbe » étant peu affichée en l'absence d'appellation d'origine.

Emploi et travail. Entre 1984 et 2014, le nombre d'éleveurs laitiers irlandais est passé de 80 000 à 17 500, mais les emplois directs en élevage restent relativement plus nombreux que dans les pays voisins (installations) et sont bien rémunérés. Les régions déjà les plus riches en emplois devraient profiter le plus de l'augmentation des exportations agroalimentaires.

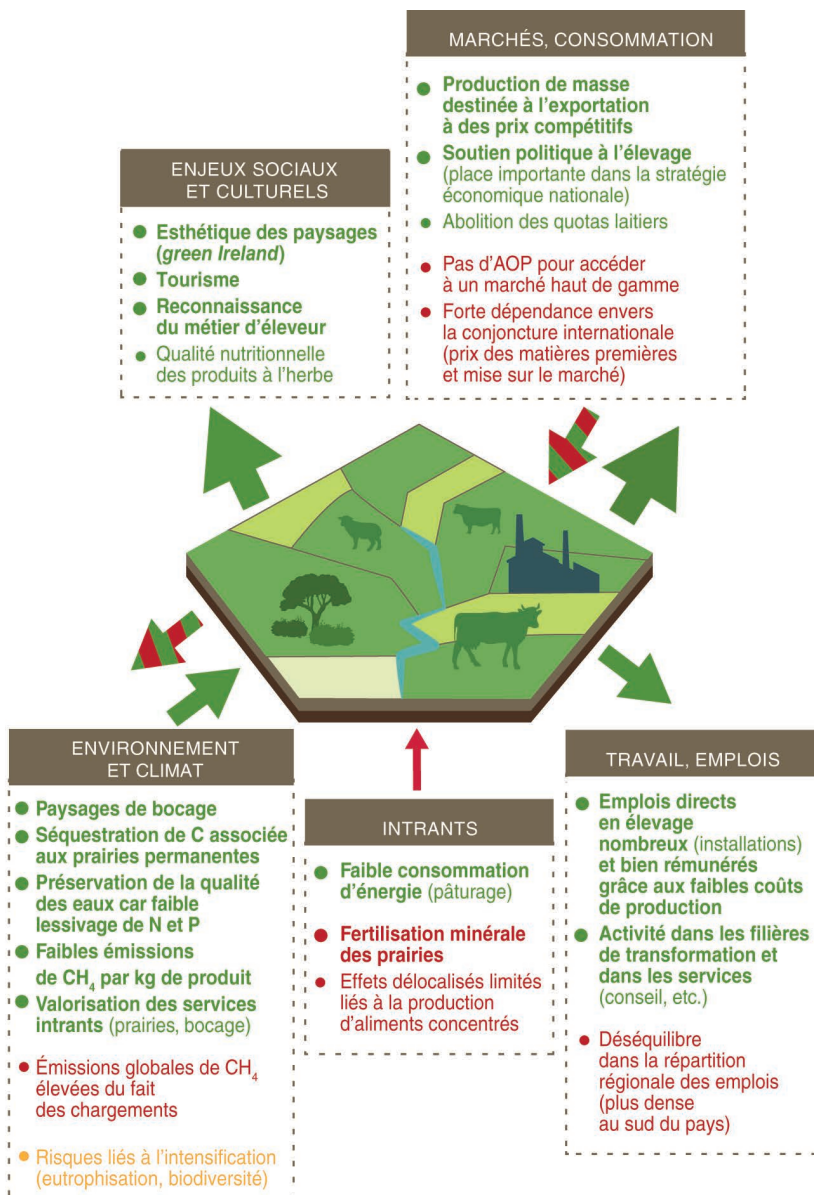
Intrants. Les systèmes bovins et ovins à l'herbe nécessitent peu d'intrants en aliments du bétail. La valorisation des effluents est importante, d'autant que l'Irlande bénéficie d'une dérogation à la directive Nitrates permettant d'appliquer jusqu'à 250 kg de N organique par ha si 80 % au moins de la SAU de l'exploitation est en prairies permanentes.

Environnement et climat. Séquestration du carbone sous prairies. Les infrastructures paysagères (haies, murets, arbres et bandes enherbées) sont abondantes. Au sud-est de l'Irlande, les habitats semi-naturels couvrent encore 14 % de la surface exploitée par l'élevage. Maintien d'un niveau de préservation de la qualité des eaux, car peu de pesticides et, jusqu'ici, faible lixiviation d'azote et de phosphore. Il y a peu d'habitats remarquables. Mais le risque d'altération existe du fait de la croissance forte de la production. Les prairies intensives dominent dans l'élevage laitier (70 % sont en ray-grass). L'agriculture irlandaise est responsable de 32 % des émissions nationales de GES (plus que dans les autres pays européens).

Enjeux sociétaux. Les éleveurs affichent leur confiance en l'avenir. L'élevage bénéficie d'un soutien politique fort. L'esthétique des paysages bocagers et le patrimoine culturel pastoral sont les supports d'un tourisme rural dynamique.

Arbitrage à réaliser autour d'une « expansion durable » (*sustainable expansion*).

Leviers d'action. Le plan Food Harvest 2020 prévoit une croissance en volume de + 50 % de la production laitière, + 20 % de la viande bovine et ovine entre 2010 et 2020 (+ 20 % en valeur), et aussi + 50 % des productions porcines et avicoles (+ 10 % en valeur).



Territoires herbagers moyennement denses.

Filières sous signe de qualité en Auvergne et Franche-Comté

Descriptif. Les filières animales valorisent la dimension culturelle et patrimoniale des produits sous signes de qualité (fromages : Fourme d'Ambert, Saint-Nectaire, Bleu d'Auvergne, Comté, Cantal ; viande : Label rouge, Bœuf fermier d'Aubrac...), avec des impacts environnementaux faibles. La part entre bovins allaitants et laitiers varie selon les territoires. Races locales : Salers, Montbéliarde.

Rétrospective. Les stratégies de commercialisation et les modèles de production sont régis par des cahiers des charges depuis 1960. Certaines AOP se sont orientées vers la grande distribution (Cantal), d'autres restent sur des marchés de niche (fromage de Laguiole).

Principaux impacts et services

Marchés. Les produits IGP et AOP sont nombreux (7 AOP fromages et 1 AOP viande dans le Massif central) ou dominants (le Comté en Franche-Comté). Ils sont bien valorisés en Franche-Comté (prix du lait au producteur + 10 à + 30 % pour le Comté), de façon plus variable en Auvergne. La prise de contrôle par de grands groupes modifie les stratégies de production (massification pour le Cantal, techniques d'affinage pour le Comté). Des paniers de biens existent dans certains territoires : l'Aubrac combine un fromage, l'Aligot, des couteaux Laguiole et du tourisme rural.

Emplois et travail. Les emplois directs en élevage sont en général bien rémunérés grâce à la valorisation des produits, les fermes sont plus petites que la moyenne nationale. La transformation artisanale est dynamique (130 fruitières en Franche-Comté). Des différences fortes existent selon la coordination au sein de la filière (79 % des éleveurs ont un revenu supérieur au SMIC dans le Doubs, contre 36 % dans le Cantal). Les emplois indirects sont liés au tourisme et à la transformation fromagère et de salaisons.

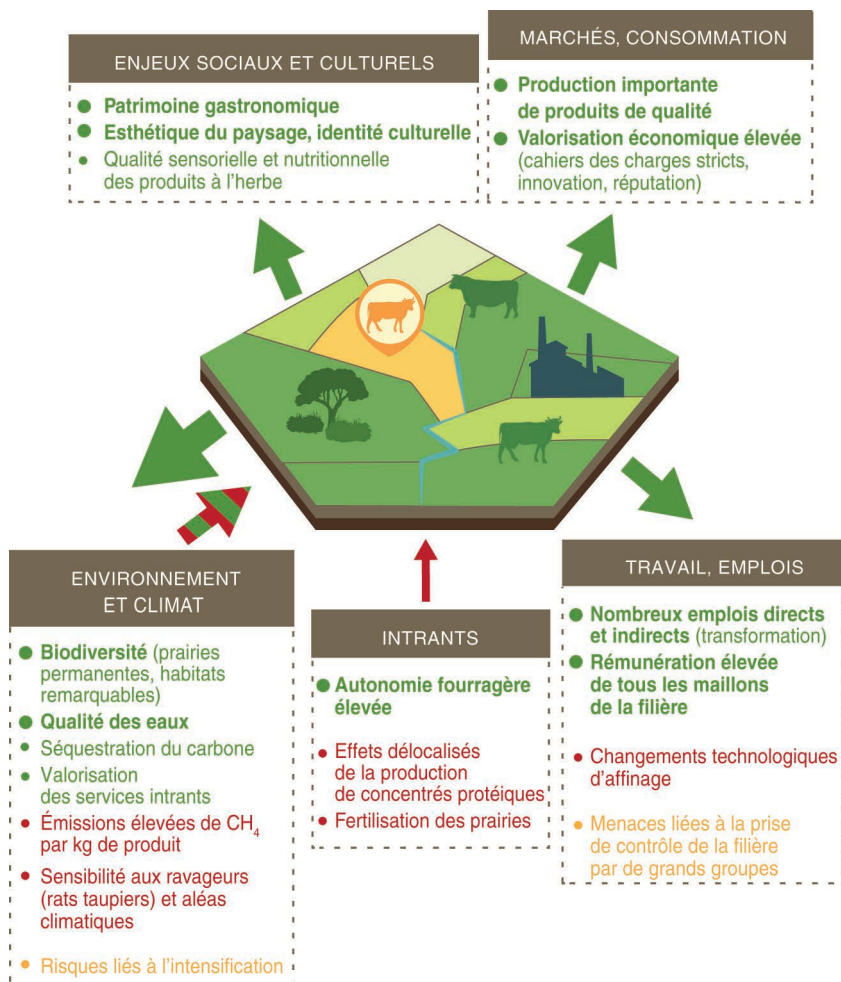
Intrants. Le niveau d'intrants est généralement faible, sauf pour les aliments concentrés du fait des conditions hivernales en altitude.

Environnement et climat. Ces territoires sont souvent des parcs naturels régionaux, avec une part significative de forêts et des milieux semi-naturels. Les prairies permanentes ont un fort effet positif sur la biodiversité commune et contribuent au maintien d'habitats remarquables, mais des risques existent liés à l'intensification des usages et à la sensibilité des prairies à la sécheresse et aux ravageurs (rats taupiers en Auvergne).

Enjeux sociétaux. Image positive, préservation des savoir-faire locaux et du patrimoine gastronomique, culturel et festif.

Arbitrage entre des volumes de production limités par la productivité de l'herbe et l'intensification *via* un recours à l'ensilage et à l'augmentation du chargement animal.

Levers d'action. Articuler la gouvernance entre les filières et les gestionnaires du territoire, car la valorisation des dimensions environnementales et culturelles bénéficie à la dimension productive, et améliorer la coordination au sein des filières pour mieux répartir la valeur ajoutée entre les acteurs.



Territoires herbagers moyennement denses. L'utilisation des estives dans les Alpes suisses

Descriptif. En Suisse, les estives représentent une surface additionnelle importante pour la production de fourrage des exploitations situées en plaine et en basse montagne, même si la production par unité de surface est faible.

Rétrospective. Les systèmes d'estive sont depuis longtemps encouragés par la politique agricole suisse, le développement des AOP est relativement tardif. Les estives sont actuellement sous la double menace de l'intensification et de l'abandon.

Principaux impacts et services

Marchés. Les estives produisent 4 % des fromages suisses, mais la production est en croissance. Le prix des fromages d'alpage est plus élevé que celui d'un fromage standard (de + 8 à + 30 %). Les qualités sensorielles (flaveur corsée et terpènes) et nutritionnelles (% acides gras insaturés) sont reconnues et recherchées. La vente directe et les magasins de villages sont le canal le plus fréquent de distribution.

Emplois et travail. Les emplois durant la période d'estivage sont quantitativement marginaux (17 000), mais la satisfaction au travail est élevée. L'élevage contribue au maintien du tissu rural par des emplois indirects grâce au tourisme. Faible rémunération des emplois salariés agricoles.

Intrants. Les concentrés importés sur l'estive sont limités par la réglementation.

Environnement et climat. L'élevage préserve les paysages ouverts. Les estives sont un *hot-spot* de la biodiversité en Europe. Les prairies séquestrent du carbone et maintiennent la qualité des eaux. Niveau élevé de biodiversité domestique (races bovines). La prédation par le loup est limitée sur les estives (6 % de l'ensemble des pertes sont dus au loup sur les troupeaux de petits ruminants).

Enjeux sociétaux. Les alpages contribuent à l'image identitaire de la Suisse et au maintien du patrimoine gastronomique, culturel et festif. Image positive des produits.

Arbitrage. Les relations sont globalement positives, mais avec des risques de dégradation des alpages par intensification ou abandon, et des tensions autour de la question du loup.

Leviers d'action. Préserver la coordination entre dimensions environnementales, culturelles et productives.



Territoires herbagers à fort enjeu environnemental.
Les prairies humides, exemples du Marais poitevin
(Poitou-Charentes), du Cotentin (Normandie) et des Culms (Devon,
Angleterre)

Descriptif. Les élevages ont une forte dimension environnementale *via* le maintien de zones humides. Ces territoires sont caractérisés par des dynamiques collectives fortes, parfois conflictuelles. Le Marais poitevin est la plus grande zone humide de la façade ouest de l'Europe (100 000 ha), les Culms ne représentent que 5 000 ha. L'élevage est surtout bovin.

Rétrospective. Zones historiquement dédiées à l'élevage extensif, avec de nombreux aménagements visant à assécher les marais et à maîtriser la dynamique hydrique. Tendances lourdes au retournement des prairies dans les années 1970-1990 qui s'oppose aux tentatives de sanctuariser ces milieux par l'action publique.

Principaux impacts et services

Marchés. Une grande partie de la production est vendue sans signe de qualité ou d'origine, mais quelques SIQO existent. La qualité nutritionnelle et sensorielle des productions à l'herbe est cependant reconnue.

Emplois et travail. Territoires faiblement peuplés, les emplois agricoles directs sont marginaux. Maintien du tissu rural par les emplois indirects : tourisme, pêche, syndicats de marais, etc.

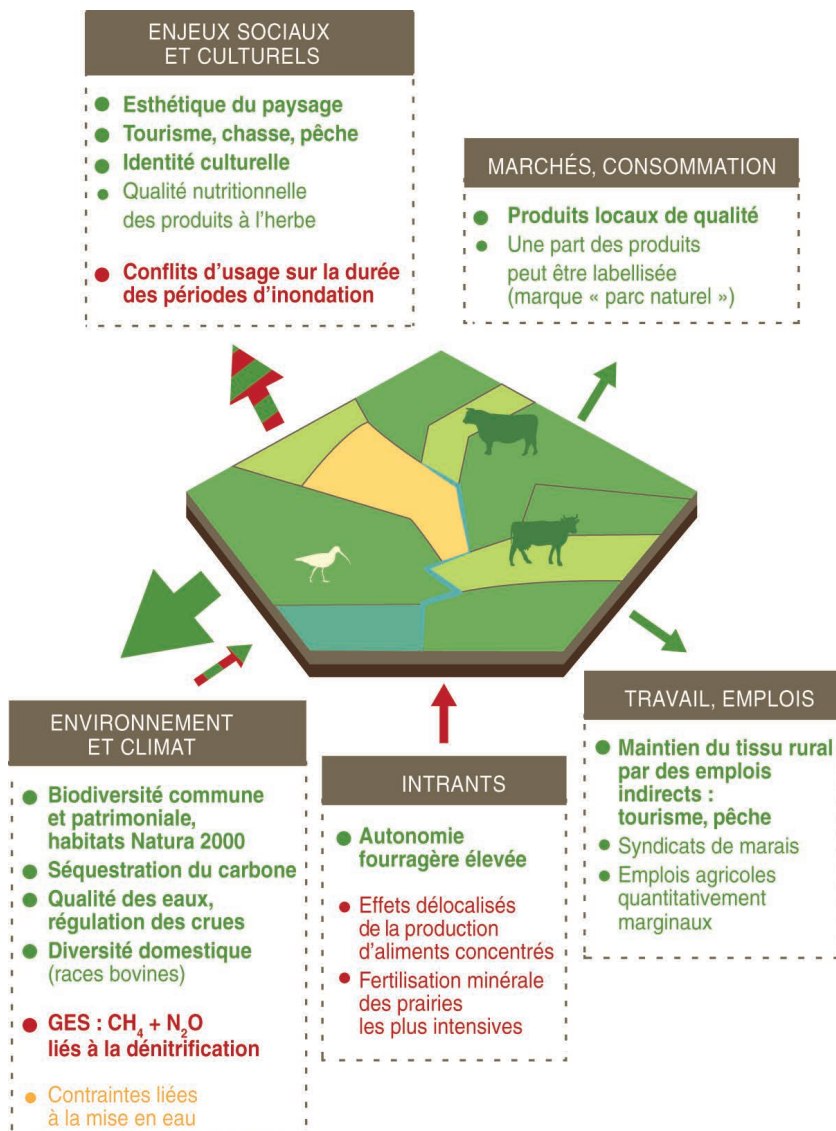
Intrants. Faibles niveaux d'intrants, principalement des concentrés énergétiques et protéiques en dehors des périodes de pâturage.

Environnement et climat. Les marais sont considérés comme des sanctuaires de biodiversité floristique (plantes rares) et faunistique (avifaune, entomofaune, batraciens, poissons des eaux saumâtres). Ils sont souvent des sites Natura 2000, des parcs naturels ou des réserves naturelles. Les prairies préservent la qualité des eaux et régulent les crues. L'élevage participe au maintien de la biodiversité domestique (races locales à faibles effectifs). Les longues périodes d'immersion des prairies contraignent l'élevage. Les émissions de GES (méthane, protoxyde d'azote) liées à la dénitrification sont élevées.

Enjeux sociétaux. L'élevage joue un rôle central dans le maintien du territoire des marais et des activités associées : tourisme, chasse, pêche. Il contribue à l'identité culturelle. Cependant, la gestion des milieux peut susciter des conflits entre les usagers quant à la gestion quantitative de l'eau ou à la privatisation des chemins par exemple.

Arbitrage entre production et environnement.

Levers d'action. Les compromis passent par des concertations locales entre acteurs sur de nouvelles formes d'élevage limitant l'intensification des pratiques.



**Territoires herbagers à fort enjeu environnemental.
Les pelouses sèches méditerranéennes,
exemple du système ovin transhumant dans la Crau**

Descriptif. La plaine de Crau dans les Bouches-du-Rhône abrite un écosystème patrimonial, le coussoul, considéré comme la dernière steppe européenne. Le système ovin viande (race rustique Mérinos) est transhumant entre des zones de parcours méditerranéens, la Crau et des prairies d'alpage. L'élevage bénéficie d'une forte dimension culturelle et environnementale, mais est confronté à un contexte économique difficile et au retour du loup.

Rétrospective. Le pâturage est une activité ancienne en zone méditerranéenne, mais ce n'est qu'à partir des années 1960 que sa fonction environnementale est reconnue. Longtemps, les coussouls, milieu sec, ont été considérés comme un espace inutile, d'où une réduction drastique de leur surface. La Crau et les Coussouls sont des sites Natura 2000 depuis 2001. Le foin de la plaine de Crau est une AOP.

Principaux impacts et services

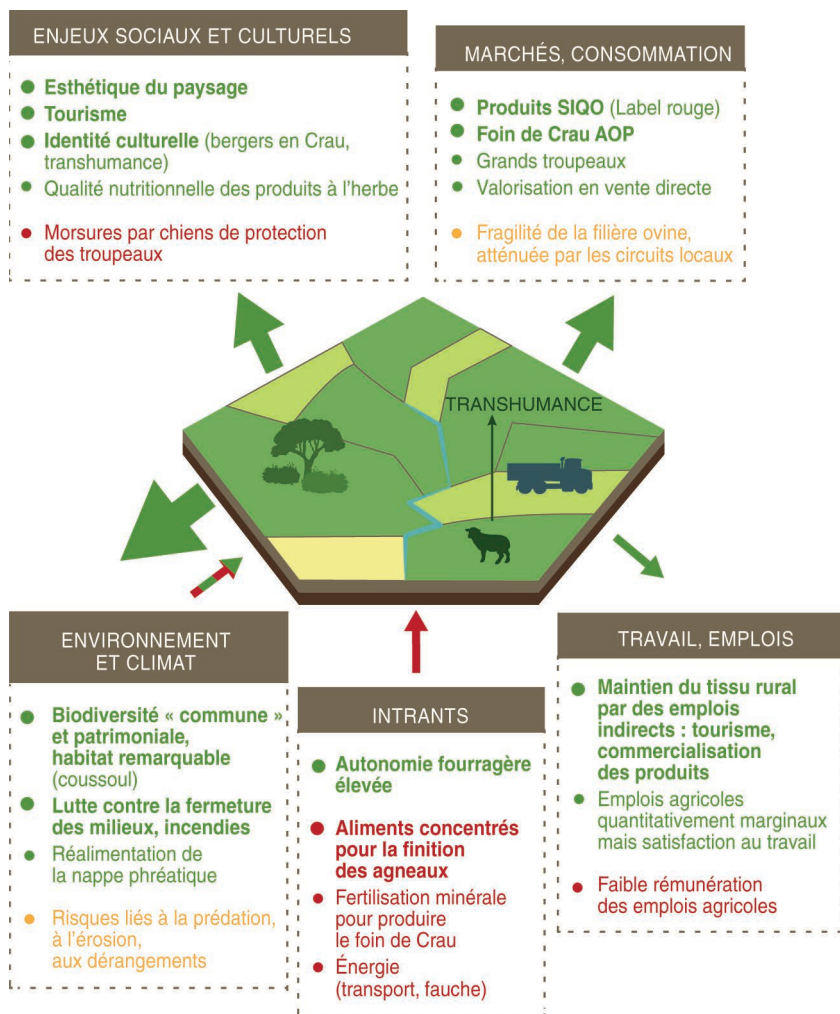
Marchés. Les produits animaux sont parfois valorisés sous signes de qualité et/ou en circuits courts. Le foin AOP Foin de Crau est réputé pour sa grande qualité et vendu à un prix élevé. La qualité nutritionnelle des productions basées sur l'herbe est reconnue et recherchée. Mais le contexte est celui d'une crise profonde de la filière viande ovine.

Emplois et travail. Emplois agricoles quantitativement marginaux mais caractérisés par un fort niveau de satisfaction. L'élevage contribue au maintien du tissu rural par les emplois indirects et induits : tourisme, commercialisation des produits. L'élevage ovin est faiblement rémunérateur.

Intrants. Les prairies d'alpage et les parcours ne sont pas fertilisés. Le système est basé sur de nombreuses ressources fourragères locales. Les prairies de foin de Crau ont une fertilisation minérale. Importation d'aliments concentrés pour la finition des agneaux. La transhumance et la fauche consomment du carburant.

Environnement et climat. L'élevage permet le maintien des coussouls, garrigues ouvertes et prairies d'alpage. Les coussouls sont reconnus d'intérêt prioritaire par la directive européenne Habitats. L'élevage a des effets positifs sur une partie de la biodiversité commune et patrimoniale. Il contribue à la lutte contre l'embroussaillage, à la réduction des risques d'incendie et d'avalanche. Le foin est produit par un système d'irrigation gravitationnelle vieux de 500 ans, qui approvisionne le réseau d'eau potable en réalimentant la nappe phréatique. Le surpâturage entraîne des risques d'érosion. Le retour du loup a des impacts sur le système de production.

Enjeux sociétaux. Les éleveurs sont les garants de l'intégrité de l'écosystème naturel et contribuent à l'identité culturelle locale : bergers en Crau, transhumance. L'élevage est important pour les activités associées : tourisme, chasse. Conflits possibles avec les autres usagers autour de la question du loup.



Arbitrage. Difficile positionnement de l'éleveur entre entretien des milieux et « intrusion » dans un milieu « naturel » quand il s'agit de la protection du loup.

Leviers d'action. Les compromis passent par des concertations entre acteurs et une meilleure rémunération des services apportés par l'élevage ovine.

Territoires de polyculture-élevage.

Concurrence avec les cultures dans le Montmorillonnais (Poitou-Charentes)

Descriptif. Le Montmorillonnais s'insère entre les agglomérations de Poitiers, d'Angoulême et de Limoges. Le potentiel agricole n'est pas très élevé du fait de la présence de terres de brandes. Quatre types d'élevages ovins se distinguent : des systèmes traditionnels, extensifs, peu productifs et associant souvent des grandes cultures ; des systèmes herbagers, sans cultures, très saisonnés mais productifs ; des systèmes très représentés avec deux périodes de mise bas (dont contre-saison), avec de grosses troupes et des cultures pour l'alimentation du troupeau ; des systèmes de contre-saison, moins fréquents et plus récents, avec de nouveaux génotypes ovins et de gros ateliers de grandes cultures.

Rétrospective. L'élevage ovin est marqué par trente ans de développement (1950-1980), puis trente ans de déclin. De 1980 à nos jours, les exploitations se sont tournées vers l'élevage bovin lait et viande, puis vers les grandes cultures, attractives par leur rentabilité et leur moindre charge en travail. Cette évolution s'est faite au détriment des prairies permanentes, dont la surface a été divisée par deux sur la période.

Principaux impacts et services

Marchés. La conjoncture est favorable, avec un marché national et européen déficitaire en viande ovine. La production est toutefois concurrencée par les agneaux importés de Nouvelle-Zélande et d'Irlande. Les produits sont valorisés sous signe de qualité. La saisonnalité de la production à l'herbe n'assure pas un approvisionnement continu. En revanche, la complémentarité des systèmes permet une production plus régulière sur l'année.

Emplois et travail. Le dynamisme des filières crée des emplois localement (de 2 % à 3,9 % de l'emploi) et contribue indirectement au maintien d'un tissu agricole important. Le désaisonnement de la production peut renforcer la charge de surveillance des animaux. Les exploitations d'élevage diminuent au profit des grandes cultures en raison de charges de travail élevées (astreintes).

Intrants. Le recours aux concentrés protéiques implique des effets délocalisés (usage de terres, énergie et pesticides). Les systèmes mixtes associant élevage et cultures présentent des caractéristiques environnementales intéressantes, mais pourraient être optimisés par une meilleure utilisation des légumineuses fourragères, des céréales produites sur l'exploitation.

Environnement et climat. Les systèmes ovins affichent un bilan environnemental positif par le maintien des prairies (peu de pesticides utilisés, pas d'engrais azotés, maintien d'un maillage dense de haies). Les émissions de CH₄/kg de produit sont importantes, mais partiellement compensées par le stockage de carbone dans les prairies.

Enjeux sociétaux. L'élevage est essentiel pour la sauvegarde du bocage qui contribue à l'esthétique du paysage et au maintien d'un attrait touristique. Les systèmes de production et les produits de qualité contribuent au patrimoine culturel et festif de la région.

Arbitrage entre services de production pour satisfaire les exigences d'approvisionnement de la filière et l'organisation du travail.



Leviers d'action. Favoriser la complémentarité des systèmes ovins au niveau de la saisonnalité de production pourrait apparaître comme globalement favorable en matière de services rendus. Au niveau de l'exploitation, les ateliers diversifiés (systèmes mixtes ovins-bovins et ovins-cultures par exemple) améliorent les performances économiques et environnementales, comparés à des systèmes ovins spécialisés.

Systèmes valorisant l'image des produits.

L'exemple des élevages ovins allaitants en agriculture biologique

Descriptif. L'agriculture biologique garantit aux consommateurs des produits sous signe de qualité, sans pesticides ni engrais de synthèse. L'élevage ovin allaitant en AB représente 4 % de la production ovine française (soit la même proportion de bio que l'agriculture française).

Rétrospectif. Création de l'International Federation of Organic Agriculture Movements (Ifoam) en 1972 et création de la Fédération nationale d'agriculture biologique (FNAB) en 1978 en France, 6 % de la SAU de l'UE est en agriculture biologique (12 M ha). En 2015, le marché bio de l'UE dépasse 29 milliards d'euros.

Principaux impacts et services

Marchés. Les systèmes bio produisent moins d'animaux qu'en conventionnel. La production basée sur l'herbe apporte une qualité nutritionnelle supérieure. La vente directe représente 23 % des débouchés. Label bio et circuits courts apportent une plus grande valeur ajoutée aux producteurs. La production est relativement saisonnée.

Emplois et travail. Les activités sur l'exploitation sont diversifiées. Les emplois dans les fermes en AB se caractérisent par un fort niveau de satisfaction, mais une charge de travail souvent élevée. En France, les exploitations d'ovins-caprins AB emploient en moyenne 1,7 ETP par exploitation, contre 1,1 dans les exploitations conventionnelles.

Intrants. L'autonomie est recherchée, en lien avec le cahier des charges AB. Des concentrés (bio) peuvent être apportés aux brebis et agneaux, mais le recours à l'achat est faible. Les systèmes bio recyclent au maximum les nutriments. Les traitements médicamenteux sont limités.

Environnement et climat. Le label AB garantit un mode l'élevage sans pesticides de synthèse ni azote minéral, avec des effets positifs sur la biodiversité commune (prairies, rotations diversifiées). Maintien de races locales. Les émissions brutes de GES par kg de carcasse sont proches de celles des élevages conventionnels. Les émissions de CH₄ sont compensées par de plus faibles émissions de CO₂ indirectes (moins d'intrants). Si l'on prend en compte la séquestration du carbone dans les sols (prairies), les émissions nettes de GES/kg de carcasse seraient même inférieures de 7 % en AB. Le pâturage permet aux animaux d'exprimer leurs comportements naturels, mais nécessite une vigilance envers le parasitisme.

Enjeux sociétaux. Image positive des élevages et produits AB. La taille des troupeaux, le lien au sol et l'approche préventive de la santé améliorent le bien-être animal et la qualité de la relation éleveur-animal.

Arbitrage entre le coût de production et la qualité des produits.

Leviers d'action. Accompagner le développement de l'AB, améliorer les conditions de mise en marché, maîtriser le parasitisme et les coûts d'alimentation.



Systèmes valorisant l'image des produits. L'exemple des poulets Label rouge

Descriptif. Les systèmes avicoles alternatifs sont, en France, majoritairement sous signes de qualité : Label rouge (Poulet jaune des Landes, 1^{er} Label rouge créé), AB, IGP et AOP pour les volailles de Bresse. Les poulets Label rouge représentent 15 % des abattages et ceux produits en AB 1 %. Pour les œufs : 17 % des poules pondeuses sont en systèmes plein air, dont 5 % en Label rouge et 8 % en bio. Le bouquet de services décrit ici porte plus spécialement sur les poulets de chair produits sous Label rouge. Ce label limite les densités animales (surface par animal de 0,5 à 2 fois plus grande) par la taille des lots (millier d'individus contre dizaine de milliers en poulet standard), la durée de vie de l'animal est 2 fois plus longue (81 jours).

Rétrospective. 1965, création du Label rouge « poulet jaune fermier en liberté » ; 1998, Label rouge œufs de consommation ; 2015, plus de 200 cahiers des charges Label rouge : 15 % des poulets, 5 % des œufs (12 % œufs bio).

Principaux impacts et services

Marchés. Les signes de qualité valorisent les produits. Qualité nutritionnelle reconnue et recherchée (moindre teneur en lipides) et plus grande qualité organoleptique (fermeté de la chair). La majorité des volailles en Label rouge est distribuée dans la région de production, hormis quelques labels (volailles de Loué, des Landes) qui ont une aire de consommation nationale et une part exportée vers l'UE (5 % de la production nationale sous label). Les poulets sont généralement vendus entiers.

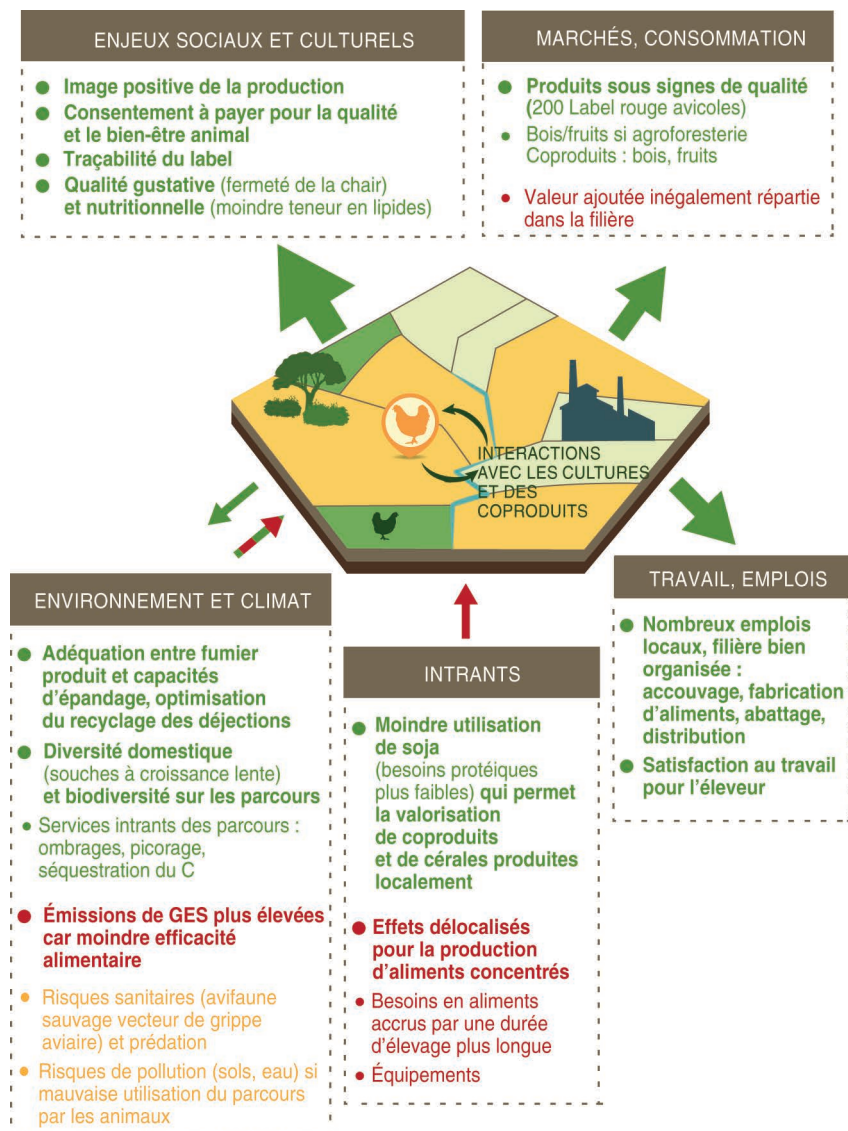
Emplois et travail. Les poulets Label rouge génèrent de nombreux emplois locaux (ex. : 10 000 en région Pays de la Loire, dont 2 400 éleveurs), les filières intègrent l'accoupage, la fabrication d'aliments, l'abattage et la distribution. Dans les systèmes d'agroforesterie, le revenu des éleveurs est complété par la production de bois et de fruits. La valeur ajoutée est inégalement répartie au sein de la filière.

Intrants. L'alimentation des animaux (céréales et protéagineux, moindre utilisation de soja que dans les filières standards, voire coproduits agricoles) est le premier poste du coût. Elle peut être faite à la ferme, localement ou délocalisée.

Environnement et climat. Présence de parcours extérieurs avec une surface « illimitée » dans les systèmes « en liberté ». L'agroforesterie améliore le bien-être des animaux et parfois aussi la croissance des arbres (association noyers et oies). Les systèmes Label rouge contribuent au maintien de la biodiversité commune (parcours) et domestique (souches de volailles à croissance lente). L'émission de GES est plus élevée par kilo de carcasse. Des risques de pollution (sols, eau) peuvent arriver en cas de mauvaise utilisation du parcours, ainsi que des risques de prédation (rapaces) et sanitaires (ex. : *influenza* H1N1).

Enjeux sociaux et culturels. L'image positive des systèmes de production plein air et des produits labellisés fait converger différents services. Élevages mieux acceptés dans les espaces périurbains que les élevages avicoles confinés.

Arbitrage entre la qualité et le bien-être animal et les émissions de GES.



Leviers d'action. Accompagner le développement de l'agriculture sous labels (Label rouge et bio), ainsi que sa consommation en restauration collective, notamment dans les cantines scolaires.

Les élevages en zones périurbaines. Une grande diversité de services

Descriptif. L'élevage périurbain rencontre des contraintes liées à la proximité des populations, à l'éparpillement des parcelles et au recul des industries agroalimentaires. Les élevages sont professionnels et amateurs pour le loisir ou l'autoconsommation. Ils produisent des aliments et répondent aux attentes de loisirs des citadins, ils sont pratiqués de manière intensive (autour d'Athènes par exemple) ou extensive (du fait des demandes en paysages, des zones de captages d'eau...). L'élevage équin se développe en Europe.

Rétrospective. Le périurbain est apparu dans les années 1960-1970 et était alors considéré comme une forme transitoire entre ville et campagne. Une tendance lourde a repoussé l'élevage loin de la ville.

Principaux impacts et services

Marchés. La production a tendance à reculer : entre 1988 et 2000, les effectifs bovins ont chuté de 25 % dans les communes urbaines situées dans les corridors alpins, par exemple. Toutefois, des unités de transformation de petite taille, avec magasin de vente, se développent. Les élevages périurbains jouent un rôle important pour les loisirs : fermes pédagogiques autour des grandes villes, centres équestres et élevages amateurs de chevaux. Certaines fermes thérapeutiques (*care*) se développent en milieu périurbain. Des entreprises avec des troupeaux entretiennent des espaces verts.

Intrants. La pression foncière est le principal frein à l'agriculture périurbaine. L'élevage périurbain a ainsi recours à des intrants extérieurs (alimentation du bétail, engrais).

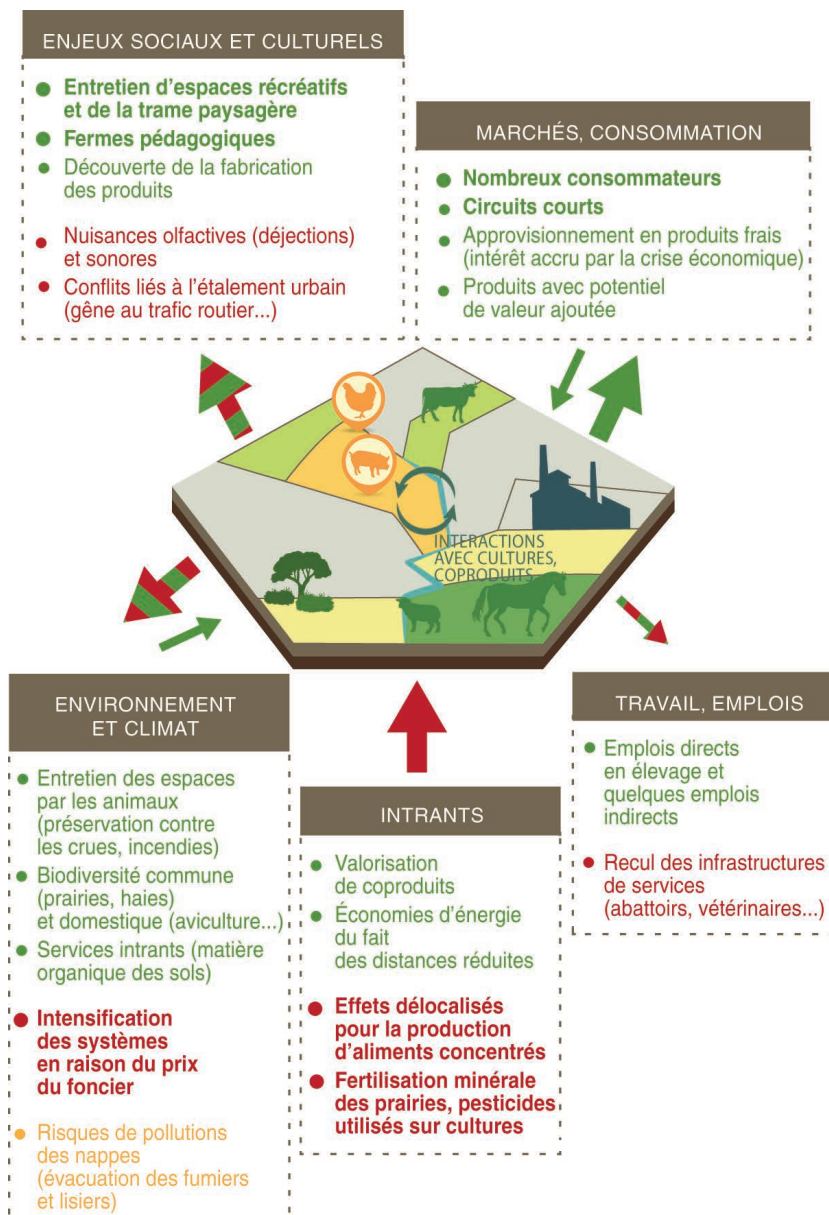
Emplois et travail. L'élevage périurbain répond à de nouvelles demandes urbaines, les métiers sont donc diversifiés. L'installation d'éleveurs peut être portée par les collectivités territoriales. La rareté des infrastructures fragilise cependant les élevages périurbains professionnels. La pérennité des élevages amateurs est également fragile.

Environnement et climat. L'élevage sur prairie répond aux demandes de paysages bucoliques des citadins. Il gère également les espaces humides et certaines aires de captage situées près des villes. Les nuisances liées à l'activité d'élevage (bruits, odeurs, esthétique des bâtiments d'élevage...) sont sources de conflits. Des villes et des communes s'allient pour produire de l'énergie en valorisant la biomasse des effluents d'élevage périurbains et des biodéchets.

Enjeux sociétaux. L'élevage de loisir, surtout avec les chevaux, est une activité importante dans les espaces périurbains. Les exploitations d'élevage permettent de sensibiliser aux liens à l'animal et peuvent changer le regard sur l'élevage.

Arbitrage entre des contraintes foncières, environnementales et sanitaires et une réhabilitation de l'agriculture dans ses fonctions nourricières et de loisirs.

Levers d'action. Les politiques en direction de l'agriculture périurbaine tendent à se développer ; de même, des mouvements citoyens émergent en faveur du maintien de l'agriculture périurbaine (Terres de liens par exemple).



Les zones urbaines.

Lieux de nouvelles relations entre l'élevage et la société

Descriptif. Les élevages intra-urbains sont résiduels, mais peuvent se redévelopper du fait de la crise économique et de nouveaux enjeux sociétaux. Des animaux commencent à être réintroduits : pâturage de petits ruminants dans les interstices des villes, poulaillers de fond de cour. L'évolution récente des villes nord-américaines semble confirmer cette tendance. Dans le tissu urbain, on trouve essentiellement des animaux de petite taille (poulets, abeilles, moutons, chèvres) et des chevaux (loisir et trait).

Rétrospective. L'élevage était une activité importante dans les villes à la fin du ^{xix}^e siècle et au début du ^{xx}^e siècle pour l'approvisionnement en lait et en œufs. De même, la présence d'abattoirs et d'importants marchés de gros pour la viande, comme celui de La Villette à Paris, impliquait la présence de nombreux animaux en ville. Le développement de la chaîne du froid, des transports, et la transformation industrielle des produits animaux ont permis d'éloigner les élevages de la ville. Les règlements sanitaires et environnementaux ont appuyé ce recul. Aujourd'hui, dans les villes européennes, l'élevage a une place marginale. Cependant, des « éleveurs sans terre » y déplacent leurs moutons ou chèvres. S'il s'agit d'un renouveau en Europe de l'Ouest, cette pratique est plus ancrée dans les Balkans, où l'urbanisme a maintenu des réserves foncières intra-urbaines ; à Bucarest, ce pastoralisme se rencontre dans des friches temporaires qui résultent de la crise de la construction. Les crises économiques et sociales dans les anciens pays de l'Est ont maintenu de petits élevages domestiques pour l'autoconsommation.

Principaux impacts et services

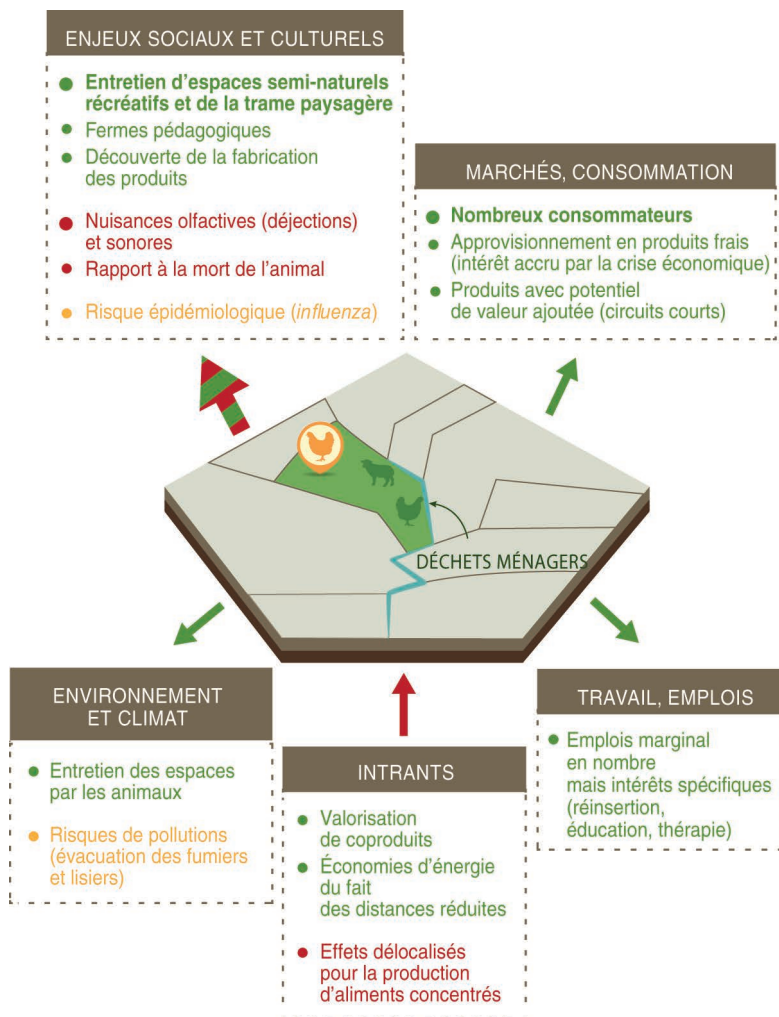
Marchés. Approvisionnement des circuits courts en produits frais. Autoconsommation. Utilisation des chevaux de trait pour la collecte des ordures ménagères par exemple.

Emplois et travail. Certains éleveurs tirent plus de revenu des activités d'entretien que de la production animale.

Intrants. L'élevage amateur et professionnel valorise les déchets ménagers. L'élevage professionnel a recours à des aliments concentrés industriels. Les nouvelles formes d'élevage innoveront autour de l'économie circulaire.

Environnement et climat. L'entretien des espaces verts ou en friche par des animaux diminue le recours aux engins de tonte et aux produits phytosanitaires. Les espaces urbains « naturalisés » par l'élevage (espaces verts, friches interstitielles) jouent un rôle dans la préservation de la biodiversité et créent un microclimat au sein des « îlots de chaleur » que constituent les villes lors des épisodes de canicule. Le développement des ruchers restaure également certains processus écologiques à l'intérieur des villes. L'autoconsommation et la consommation de proximité réduisent la consommation d'énergie et d'emballages.

Enjeux sociétaux. Le « reverdissement » procure un bénéfice esthétique aux citadins, qui en retirent aussi un usage récréatif. À Detroit (États-Unis), le rôle social de l'agriculture urbaine et du contact avec des animaux est reconnu dans les parcours d'insertion des populations exclues et dans les démarches thérapeutiques. L'élevage urbain entraîne



cependant des nuisances et des risques sanitaires, puisque les animaux sont en contact étroit avec l'homme (ex. : virus *influenza*).

Arbitrage entre la volonté des métropoles urbaines de favoriser les systèmes alimentaires locaux et les risques sanitaires et les nuisances associés à l'élevage.

Leviers d'action. L'entrée par la lutte contre le gaspillage pourrait modifier l'appréciation du rôle de l'élevage en ville.

Sélection de références bibliographiques

Est ici proposée une sélection parmi les 2 500 références scientifiques ayant été mobilisées pour l'expertise. La totalité est disponible dans le rapport d'expertise en accès libre sur le site Web Inra.

- Ademe, 2015. Maîtriser l'énergie en agriculture : un objectif économique et environnemental. Ademe, coll. Agriculture et Environnement, fiche n° 1, 14 p., www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/2-maitriser-energie-en-agriculture-reference-ademe-8135.pdf.
- Aleksandrowicz L., Green R., Joy E.J.M., Smith P., Haines A., 2016. The impacts of 770 dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a 771 systematic review. *PLoS ONE*, 11, e0165797.
- Alexandratos N., Bruinsma J., 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. Roma: FAO, ESA Working paper, 147 p., <http://large.stanford.edu/courses/2014/ph240/yuan2/docs/ap106e.pdf>.
- Alviola P.A., Capps O., 2010. Household demand analysis of organic and conventional fluid milk in the United States based on the 2004 Nielsen Homescan panel. *Agribusiness*, 26 (3), 369-388.
- Angers D.A., Arrouays D., Saby N.P.A., Walter C., 2011. Estimating and mapping the carbon saturation deficit of French agricultural top soils. *Soil Use and Management*, 27 (4), 448-452.
- Atkins P.J., Robinson P.A., 2013. Coalition culls and zoonotic ontologies. *Environment and planning*, A, 45 (6), 1372-1386.
- Basset-Mens C., van der Werf H.M.G., 2005. Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 105 (1-2), 127-144.
- Battaglini L., Bovolenta S., Gusmeroli F., Salvador S., Sturaro E., 2014. Environmental sustainability of Alpine livestock farms. *Italian Journal of Animal Science*, 13 (2), 315.
- Belcher K.W., German A.E., Schmutz J.K., 2007. Beef with environmental and quality attributes: preferences of environmental group and general population consumers in Saskatchewan, Canada. *Agriculture and Human Values*, 24 (3), 333-342.
- Bellarby J., Tirado R., Leip A., Weiss F., Lesschen J.-P., Smith P., 2013. Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. *Global Change Biology*, 19, 3-18.
- Bertin C., Cèbron D., Masero J., Massis D., 2016. Démarches de qualité/diversification et emploi. *Agreste Les Dossiers*, n° 34, juillet 2016, 25 p., http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/dossier34_integral.pdf.
- Beudou J., Martin G., Ryschawy J., 2017. Cultural and territorial vitality services play a key role in livestock agroecological transition in France. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 36.
- Billen G., Lassaletta L., Garnier J., 2015. A vast range of opportunities for feeding the world in 2050: trade-off between diet, N contamination and international trade. *Environmental Research Letters*, 10 (2).

- Billinis C., 2013. Wildlife diseases that pose a risk to small ruminants and their farmers. *Small Ruminant Research*, 110 (2-3), 67-70.
- Bonaudo T., Billen G., Garnier J., Barataud F., Bognon S., Marty P., Dupre D., 2015. Le système agro-alimentaire : un découplage progressif de la production et de la consommation. In : *Essai d'écologie territoriale* (Nicolas B.), CNRS Éditions, coll. CNRS Alpha, 157-178.
- Bouraoui F., Grizzetti B., Aloe A., 2009. Nutrient Discharge from Rivers to Seas for Year 2000. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, EUR - Scientific and Technical Research Reports, 72 p.
- Bouvard V., Loomis D., Guyton K.Z., Grosse Y., El Ghissassi F., Benbrahim-Tallaa L., Guha N., Mattock H., Straif K., International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group, 2015. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *Lancet Oncology*, 16 (16), 1599-1600.
- Brummel R.F., Nelson K.C., 2014. Does multifunctionality matter to US farmers? Farmer motivations and conceptions of multifunctionality in dairy systems. *Journal of Environmental Management*, 146, 451-462.
- Bureau J.C., Fontagné L., Jean S., 2015. L'agriculture française à l'heure des choix. *Notes du conseil d'analyse économique*, 27, 1-12.
- Cambra-Lopez M., Aarnink A.J.A., Zhao Y., Calvet S., Torres A.G., 2010. Airborne particulate matter from livestock production systems: a review of an air pollution problem. *Environmental Pollution*, 158 (1), 1-17.
- Cardenete M.A., Boulanger P., Delgado M.D.C., Ferrari E., M'Barek R., 2014. Agri-food and bio-based analysis in the Spanish economy using a key sector approach. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 26 (2), 112-134.
- Caroli E., Gautie J., Lamanthe A., 2009. The French food-processing model: high relative wages and high work intensity. *International Labour Review*, 148 (4), 375-394.
- Cavalerie L., Courcoul A., Boschiroli M.L., Réveillaud E., Gay P., 2014. Tuberculose bovine. *Bulletin épidémiologique*, (71), Spécial Maladies animales réglementées et émergentes (MRE) – Bilan 2014, 4-11, www.civ-viande.org/wp-content/uploads/2015/12/BEP-mg-BE71.pdf#page=4.
- CGIAR Research Program on Water Land and Ecosystems (WLE), 2014. Ecosystem services and resilience framework. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI), 40 p.
- Chabé-Ferret S., Desjeux Y., Dupraz P., Subervie J., 2013. Adoption et efficacité des mesures agri-environnementales. Le développement rural en Europe. Quel avenir pour le deuxième pilier de la Politique agricole commune ? Peter Lang, 205-226, www.peterlang.com/index.cfm?event=cmp.ccc.seitenstruktur.detailseiten&seitentyp=produkt&pk=75528&cid=367.
- Chapin A., Rule A., Gibson K., Buckley T., Schwab K., 2005. Airborne multidrug-resistant bacteria isolated from a concentrated swine feeding operation. *Environmental Health Perspectives*, 113 (2), 137-142.
- Chaudhary A., Kastner T., 2016. Land use biodiversity impacts embodied in international food trade. *Global Environmental Change*, 38, 195-204.
- Citepa, 2015. Rapport national d'inventaire. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Séries sectorielles et analyses étendues format Secten, avril 2015, Paris, France, 317 p.
- Clark B., Stewart G.B., Panzone L.A., Kyriazakis I., Frewer L.J., 2017. Citizens, consumers and farm animal welfare: a meta-analysis of willingness-to-pay studies. *Food Policy*, 68, 112-127.
- Cuttle S.P., 2008. Impacts of pastoral grazing on soil quality. In: *Environmental Impacts of Pasture-Based Farming* (McDowell R.W., ed.), CAB International, 33-74.

- Dernat S., Vollet D., Cayre P., Dumont B., Rigolot C., 2019. Knowledge and experiences sharing in the collective support of a cheese PDO. From deconstruction of worldviews to construction of a common purpose. In: *Agricultural Education and Extension tuned on innovation for sustainability. Experiences and perspectives, Proceedings of the 24th European Seminar on Extension and Education*, 18-21 June 2019, Acireale, Italy.
- Deselnicu O.C., Costanigro M., Souza-Monteiro D.M., McFadden D.T., 2013. A meta-analysis of geographical indication food valuation studies: what drives the premium for origin-based labels? *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 38 (2), 204-219.
- Desjeux Y., Dupraz P., Kuhlman T., Paracchini M.L., Michels R., Maigne E., Reinhard S., 2015. Evaluating the impact of rural development measures on nature value indicators at different spatial levels: application to France and The Netherlands. *Ecological Indicators*, 59, 41-61.
- Diacono M., Montemurro F., 2010. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30 (2), 401-422.
- Dong F., Hennessy D.A., Jensen H.H., Volpe R.J., 2016. Technical efficiency, herd size, and exit intentions in US dairy farms. *Agricultural Economics*, 47 (5), 533-545.
- Dufour A., Giraud C., 2012. Le travail dans les exploitations d'élevage bovin laitier est-il toujours conjugal ? *Inra Productions animales*, 25 (2), 169-180.
- Dumont B., 2017. L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts Numéro spécial. *Inra Productions animales*, 30 (4), Inra, 160 p.
- Dumont B., Andueza D., Niderkorn V., Lüscher A., Porqueddu C., Picon-Cochard C., 2015. A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: specificities of mountain and Mediterranean areas. *Grass and Forage Science*, 70, 239-254.
- Dumont B., Groot J.C.J., Tichit M., 2018. Review: make ruminants green again. How can sustainable intensification and agroecology converge for a better future? *Animal*, 12 (S2), S210-S219.
- Duru M., Pontes L.D.A.S., Schellberg J., Theau J.P., Therond O., 2019. Grassland functional diversity and management for enhancing ecosystem services and reducing environmental impacts: a cross-scale analysis. In: *Agro-Ecosystem Diversity. Reconciling Contemporary Agriculture and Environment Quality* (G. Lemaire, P. Carvalho, S. Kronberg, S. Recous, eds), Chapter 13, Elsevier, 211-230.
- Duvaleix-Tréguer S., Emlinger C., Gaigné C., Latouche K., 2015. Quality and export performance: evidence from cheese industry. 145. In: *EAAE Seminar "Intellectual Property Rights for Geographical Indications: What is at Stake in the TTIP?"*, Parma, 11 p., <http://purl.umn.edu/200237>.
- Ertl P., Klocker H., Hortenhuber S., Knaus W., Zollitsch W., 2015. The net contribution of dairy production to human food supply: the case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems*, 137, 119-125.
- Fahrig L., Baudry J., Brotons L., Burel F.G., Crist T.O., Fuller R.J., Sirami C., Siriwardena G.M., Martin J.L., 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters*, 14 (2), 101-112.
- Falaise M., 2013. La protection animale au sein de l'Union européenne. *Revue de l'union européenne*, 572, 551.
- FAO, 2006. *Livestock Long Shadow. Environmental Issues and Options*, Rome, Italy, FAO, 390 p.
- Fernandez-Mena H., Nesme T., Pellerin S., 2016. Towards an agro-industrial ecology: a review of nutrient flow modelling and assessment tools in agro-food systems at the local scale. *Science of the Total Environment*, 543, 467-479.
- Flemmer C., 2012. Environmental input-output analysis of the New Zealand dairy industry. *International Journal of Sustainable Development*, 15 (4), 313-333.

- Foley J.A., Ramankutty N., Brauman K.A., Cassidy E.S., Gerber J.S., Johnston M., Mueller N.D., O'Connell C., Ray D.K., West P.C., Balzer C., Bennett E.M., Carpenter S.R., Hill J., Monfreda C., Polasky S., Rockstrom J., Sheehan J., Siebert S., Tilman D., Zaks D.P.M., 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478 (7369), 337-342.
- Fourat E., Lepiller O., 2016. Forms of food transition: sociocultural factors limiting the diets' animalisation in France and India. *Sociologia Ruralis*, 57 (1), 41-63.
- Gaigné C., Larue B., 2016. Quality standards, industry structure, and welfare in a global economy. *American Journal of Agricultural Economics*, 98 (5), 1432-1449.
- Gaigné C., Le Mener L., 2014. Agricultural prices, selection, and the evolution of the food industry. *American Journal of Agricultural Economics*, 96 (3), 884-902.
- Garcia-Martinez A., Olaizola A., Bernués A., 2009. Trajectories of evolution and drivers of change in European mountain cattle farming systems. *Animal*, 3 (1), 152-165.
- Garnett T., 2014. Three perspectives on sustainable food security: efficiency, demand restraint, food system transformation. What role for life cycle assessment? *Journal of Cleaner Production*, 73, 10-18.
- Gaulin C., Ramsay D., 2010. Écllosion d'infections à *Listeria monocytogenes* pulsovar 93 liée à la consommation de fromages québécois, 2008, Province de Québec. Rapport d'investigation et d'intervention. Québec, Canada, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec/ministère de la Santé et des Services sociaux, 77 p., www.bibliotheque.assnat.qc.ca/DepotNumerique_v2/AffichageFichier.aspx?id=133855.
- Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio G., 2013. *Tackling Climate Change through Livestock. A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*, FAO, Rome, 115 p., <http://www.fao.org/docrep/018/i3437e/i3437e.pdf>.
- Gohin A., Bareille F., Cariou S., Chouteau R., Dupraz P., Duflot B., Rubin B., 2016. Les emplois liés aux filières de l'élevage en Bretagne. États des lieux quantitatif et qualitatif. Rapport du ministère de l'Écologie, CGDD, France, n° 143, 132 p + annexes.
- Hassink J., Grin J., Hulsink W., 2013. Multifunctional agriculture meets health care: applying the multi-level transition sciences perspective to care farming in the Netherlands. *Sociologia Ruralis*, 53 (2), 223-245.
- Havlik P., Leclère D., Valin H., Herrero M., Schmid E., Soussana J.F., Müller C., Obersteiner M., 2015. Global climate change, food supply and livestock production systems: a bioeconomic analysis. In: *Climate Change and Food Systems: Global Assessments and Implications for Food Security and Trade* (Elbehri A., ed.), Roma, FAO, 176-208, <http://www.fao.org/3/a-i4332e/i4332e06.pdf>.
- Hedenus F., Wirsén S., Johansson D., 2014. The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. *Climatic Change*, 124 (1/2), 79-91.
- Herrero-Jáuregui C., Oosterheld M., 2018. Effects of grazing intensity on plant richness and diversity: a meta-analysis. *Oikos*, 127, 757-766.
- Hochedez C., 2014. La mise en place des politiques alimentaires locales dans la région métropolitaine de Stockholm : une gouvernance du malentendu ? *Géocarrefour*, 89, 115-124.
- Hostiou N., Chauvat S., Cornut S., 2014. Faire face à des questions de travail : les leviers mobilisés par des éleveurs laitiers. In: *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre* (Gasselin P., Choisis J.-P., Petit S., Purseigle F., Zasser S., coord.), 125-143, <http://dx.doi.org/10.1051/978-2-7598-1192-2.c008>.
- Houot S., Pons M.-N., Pradel M., Tibi A., 2015. *Les matières fertilisantes d'origine résiduaire*, Versailles, Éditions Quæ, 188 p.
- Howe C., Suich H., Vira B., Mace G.M., 2014. Creating win-wins from trade-offs? Ecosystem services for human well-being: a meta-analysis of ecosystem service trade-offs and synergies in the real world. *Global Environmental Change*, 28, 263-275.

- Huguenin-Elie O., Nemecek T., Plantureux S., Jeanneret P., Lüscher A., 2012. Environmental impacts of grassland management at the plot and the farm scale. *Grassland Science in Europe*, 17, 541-553.
- Jones K.E., Patel N.G., Levy M.A., Storeygard A., Balk D., Gittleman J.L., Daszak P., 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451 (7181), 990-994.
- Jopke C., Kreyling J., Maes J., Koellner T., 2015. Interactions among ecosystem services across Europe: bagplots and cumulative correlation coefficients reveal synergies, trade-offs, and regional patterns. *Ecological Indicators*, 49, 46-52.
- Kesse-Guyot E., Peneau S., Mejean C., de Edelenyi F.S., Galan P., Hercberg S., Lairon D., 2013. Profiles of organic food consumers in a large sample of French Adults: results from the Nutrinet-Santé Cohort Study. *PLoS ONE*, 8 (10), e76998.
- Kirchner M., Schmidt J., Kindermann G., Kulmer V., Mitter H., Prettenhaler F., Rüdiger J., Schuppenlehner T., Schönhart M., Strauss F., Tappeiner U., Tasser E., Schmid E., 2015. Ecosystem services and economic development in Austrian agricultural landscapes. The impact of policy and climate change scenarios on trade-offs and synergies. *Ecological Economics*, 109, 161-174.
- Knapp C.W., Zhang W., Sturm B.S.M., Graham D.W., 2010. Differential fate of erythromycin and beta-lactam resistance genes from swine lagoon waste under different aquatic conditions. *Environmental Pollution*, 158 (5), 1506-1512.
- Koch P., Salou T., 2015. Agribalyse® : Rapport méthodologique. Version 1.2, mars 2015. Angers, Ademe, 393 p., www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/agribalyse-rapport-methodologique-v1_2.pdf.
- Kolstrup C.L., Kallioniemi M., Lundqvist P., Kymäläinen H.R., Stallones L., Brumby S., 2013. International perspectives on psychosocial working conditions, mental health, and stress of dairy farm operators. *Journal of Agromedicine*, 18 (3), 244-255.
- Kragt M.E., Robertson M.J., 2014. Quantifying ecosystem services trade-offs from agricultural practices. *Ecological Economics*, 102, 147-157.
- Kvapilík J., Hanus O., Roubal P., Filip V., 2015. Economic meta-analysis of impact of once a day milking. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21 (2), 419-428.
- Langlais A., 2007. *Les déchets agricoles et l'épandage : le droit et ses applications*. Paris, Éditions Technip Environnement.
- Leinonen I., Williams A.G., Wiseman J., Guy J., Kyriazakis I., 2012. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: broiler production systems. *Poultry Science*, 91 (1), 8-25.
- Leip A., Weiss F., Wassenaar T., Perez I., Fellmann T., Loudjani P., Tubiello F., Grandgirard D., Monni S., Biala K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) final report: European Commission, Joint Research Centre, 323 p., <http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/livestock-gas/>.
- Leip A., Billen G., Garnier J., Grizzetti B., Lassaletta L., Reis S., Simpson, D., Sutton, M.A., De Vries, W., Weiss, F., Westhoek, H., 2015. Impacts of European livestock production: nitrogen, sulphur, phosphorus and greenhouse gas emissions, land-use, water eutrophication and biodiversity. *Environmental Research Letters*, 10 (11), 14 p.
- Lescourret F., Magda D., Richard G., Adam-Blondon A.F., Bardy M., Baudry J., Doussan I., Dumont B., Lefèvre F., Litrico I., Martin-Clouaire R., Montuelle B., Pellerin S., Plantegenest M., Tancoigne E., Thomas A., Guyomard H., Soussana J.F., 2015. A social-ecological approach to managing multiple agro-ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 68-75.
- Lesschen J.P., van den Berg M., Westhoek H.J., Witzke H.P., Oenema O., 2011. Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science and Technology*, 166-67, 16-28.

- Lindberg G., Midmore P., Surry Y., 2012. Agriculture's inter-industry linkages, aggregation bias and rural policy reforms. *Journal of Agricultural Economics*, 63 (3), 552-575.
- Lucas V., Gasselin P., Thomas F., Vaquié P.-F., 2014. Coopération agricole de production : quand l'activité agricole se distribue entre exploitation et action collective de proximité. In : *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre* (Gasselin P., Choisis J.-P., Petit S., Purseigle F., Zasser S., eds), Inra-SAD, Paris, EDP Science, 201-222.
- Lund V., Olsson I.A.S., 2006. Animal agriculture: symbiosis, culture, or ethical conflict? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 19 (1), 47-56.
- Madelrieux S., Dassé F., Macquart C., 2015. Transformations des conditions de travail en élevage et santé des éleveurs. In : *4^{es} Rencontres nationales travail en élevage : Recueil des contributions*, Dijon, 5-6 novembre 2015, 19-22, http://www.afpf-asso.fr/files/fichiers/Recueil_contributions_2015.pdf#page=20.
- Maes J., Paracchini M.L., Zulian G., Dunbar M.B., Alkemade R., 2012. Synergies and trade-offs between ecosystem service supply, biodiversity, and habitat conservation status in Europe. *Biological Conservation*, 155, 1-12.
- Marguënaud J.-P., 2015. Une révolution théorique : l'extraction masquée des animaux de la catégorie des biens. *La Semaine juridique, Édition générale*, 10-11, 495.
- Maris V., 2014. *Nature à vendre. Les limites des services écosystémiques*, Versailles, Éditions Quæ, 96 p.
- Marshall G.R., 2015. A social-ecological systems framework for food systems research: accommodating transformation systems and their products. *International Journal of the Commons*, 9 (2), 881-908.
- McGinnis M.D., Östrom E., 2014. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19 (2), 30.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Multiscale Assessments: Findings of the Sub-Global Assessments Working Group*, Island Press, 416 p.
- Meul M., Van Passel S., Fremaut D., Haesaert G., 2012. Higher sustainability performance of intensive grazing versus zero-grazing dairy systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 32 (3), 629-638.
- Miele M., Veissier I., Evans A., Botreau R., 2011. Animal welfare: establishing a dialogue between science and society. *Animal Welfare*, 20 (1), 103-117.
- Moller J., Boldrin A., Christensen T.H., 2009. Anaerobic digestion and digestate use: accounting of greenhouse gases and global warming contribution. *Waste Management and Research*, 27 (8), 813-824.
- 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.
- Morroy G., van der Hoek W., Albers J., Coutinho R.A., Bleeker-Rovers C.P., Schneeberger P.M., 2015. Population screening for chronic Q-Fever seven years after a Major Outbreak. *PLoS ONE*, 10 (7), e0131777.
- Mottet A., Henderson B., Opio C., Falcucci A., Tempio G., Silvestri S., Chesterman S., Gerber P.J., 2016. Climate change mitigation and productivity gains in livestock supply chains: insights from regional case studies. *Regional Environmental Change*, 1-13.
- Muller A., Schader C., El Hage Scialabba N., Brüggemann J., Isensee A., Erb K.H., Smith P., Klocke P., Leiber F., Stolze N., Niggli U., 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, 8, 1290.
- Neupane S., Virtanen P., Luukkaala T., Siukola A., Nygard C.H., 2014. A four-year follow-up study of physical working conditions and perceived mental and physical strain among food industry workers. *Applied Ergonomics*, 45 (3), 586-591.

- Nguyen T.T.H., Corson M.S., Doreau M., Eugene M., van der Werf H.M.G., 2013. Consequential LCA of switching from maize silage-based to grass-based dairy systems. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18 (8), 1470-1484.
- Palomo I., Martín-López B., Alcorlo P., Montes C., 2014. Limitations of protected areas zoning in Mediterranean cultural landscapes under the ecosystem services approach. *Ecosystems*, 17, 1202-1215.
- Pellerin S., Bamière L., Pardon L., 2015. *Agriculture et gaz à effet de serre : dix actions pour réduire les émissions*, Versailles, Éditions Quæ, 200 p.
- Peters C.J., Picardy J.A., Darrouzet-Nardi A., Griffin T.S., 2014. Feed conversions, ration compositions, and land use efficiencies of major livestock products in US agricultural systems. *Agricultural Systems*, 130, 35-43.
- Petti L., Serrelli M., Di Cesare S., 2018. Systematic literature review in social life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23, 422.
- Peyraud J.-L., Le Gall A., Delaby L., Faverdin P., Brunschwig P., Caillaud D., 2009. Quels systèmes fourragers et quels types de vaches laitières demain ? *Fourrages*, 197, 47-70.
- Peyraud J.L., Cellier P., Donnars F., Vertès Aarts, F., Béline F., Bockstaller C., Bourblanc M., Delaby L., Dourmad J.Y., Dupraz P., Durand P., Faverdin P., Fiorelli J.L., Gaigné C., Girard A., Guillaume F., Kuikman P., Langlais A., Le Goffe P., Le Perchec S., Lescoat P., Morvan T., Nicourt C., Parnaudeau V., Réchauchère O., Rochette P., Veyssset P., 2014. *Réduire les pertes d'azote dans l'élevage*, Versailles, Éditions Quæ, 168 p.
- Pimentel D., Pimentel M., 2003. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78 (3), 660S-663S.
- Popkin B.M., 2006. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with non-communicable diseases. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84 (2), 289-298.
- Poulain J.-P., 2007. *L'homme, le mangeur, l'animal : qui nourrit l'autre ?* Paris, Observatoire Cidil des habitudes alimentaires, 47 p.
- Poulsen P.H.B., Abu Al-Soud W., Bergmark L., Magid J., Hansen L.H., Sorensen S.J., 2013. Effects of fertilization with urban and agricultural organic wastes in a field trial. Prokaryotic diversity investigated by pyrosequencing. *Soil Biology and Biochemistry*, 57, 784-793.
- Quinet E., 2013. L'évaluation socioéconomique des investissements publics. Commissariat général à la stratégie et à la prospective, Rapports et Documents, 351 p., <http://www.strategie.gouv.fr/publications/evaluation-socioeconomie-investissements-publics-tome1>.
- Ravetto-Enri S., Probo M., Farruggia A., Lanore L., Blanchetête A., Dumont B., 2017. A biodiversity-friendly rotational grazing system enhancing flower-visiting insect assemblages while maintaining animal and grassland productivity levels. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 241, 1-10.
- Ribaudo M., Greene C., Hansen L., Hellerstein D., 2010. Ecosystem services from agriculture: steps for expanding markets. *Ecological Economics*, 69 (11), 2085-2092.
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Stuart Chapin F., Lambin E.-F., Lenton T.-M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H.-J., Nykvist B., de Wit C.-A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P.-K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R.-W., Fabry V.-J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P., Foley J.-A. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475.
- Rodríguez-Ortega T., Oteros-Rozas E., Ripoll-Bosch R., Tichit M., Martín-López B., Bernués A., 2014. Applying the ecosystem services framework to pasture-based livestock farming systems in Europe. *Animal*, 8, 1361-1372.

- Röös E., Patel M., Spångberg J., Carlsson G., Rydhmer L., 2016. Limiting livestock production to pasture and by-products in a search for sustainable diets. *Food Policy*, 58, 1-13.
- Ryschawy J., Disenhaus C., Bertrand S., Allaire G., Aznar O., Plantureux S., Josien E., Guinot C., Lasseur J., Perrot C., Tchakerian E., Aubert C., Tichit M., 2017. Assessing multiple goods and services derived from livestock farming on a nation-wide gradient. *Animal*, 11, 1861-1872.
- Ryschawy J., Moraine M., Péquignot M., Martin G., 2019. Trade-offs among individual and collective performances related to crop-livestock integration among farms: a case study in southwestern France. *Organic Agriculture*, 1-18.
- Sabate J., Harwatt H., Soret S., 2016. Environmental nutrition: a new frontier for public health. *American Journal of Public Health*, 106 (5), 815-821.
- Sabatier R., Teillard F., Rossing W.-A.-H., Doyen L., Tichit M., 2015. Trade-offs between pasture production and farmland bird conservation: exploration of options using a dynamic farm model. *Animal*, 9 (5), 899-907.
- Salvatori V., Mertens A.-D., 2012. Damage prevention methods in Europe: experiences from LIFE nature projects. *Hystrix-Italian Journal of Mammalogy*, 23 (1), 73-79.
- Sanjuán A.I., Resano H., Zeballos G., Sans P., Panella-Riera N., Campo M.M., Khliji S., Guerrero A., Oliver M.A., Sañudo C., Santolaria P., 2012. Consumers' willingness to pay for beef direct sales. A regional comparison across the Pyrenees. *Appetite*, 58 (3), 1118-1127.
- Sans P., Casabianca F., 2008. Les jambons secs comme produits marqueurs de l'identité méditerranéenne. Une analyse croisée des conditions de leurs protections officielles en France et en Espagne. *Options méditerranéennes. Série A. Séminaires méditerranéens* (Les productions de l'élevage méditerranéen : défis et atouts, 18-20 May 2006, Zaragoza), 313-318, http://oatao.univ-toulouse.fr/285/2/sans_285.pdf.
- Sans P., Sanjuán-López A.I., 2015. Beef animal welfare, attitudes and willingness to pay: a regional comparison across the Pyrenees. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13 (3), 1-14.
- Sapkota T.B., Vetter S.H., Jat M.L., Sirohi S., Shirsath P.B., Singh R., Jat H.S., Smith P., Hillier J., Stirling C.M., 2019. Cost-effective opportunities for climate change mitigation in Indian agriculture. *Science of the Total Environment*, 655, 1342-1354.
- Schroeder T.-C., Tonsor G.-T., Lusk J., Roosen J., Shogren J., 2011. Demand for meat quality attributes. In: *The Oxford Handbook of the economics of food consumption and policy* (Lusk J.L., Roosen J., Shogren J.F., eds), Oxford, Oxford University Press (Oxford Handbooks), 791-810.
- Senapati N., Chabbi A., Gastal F., Smith P., Mascher N., Loubet B., Cellier P., Naisse C., 2014. Net carbon storage measured in a mowed and grazed temperate sown grassland shows potential for carbon sequestration under grazed system. *Carbon Management*, 5 (2), 131-144.
- Senthilkumar K., Nesme T., Mollier A., Pellerin S., 2012. Conceptual design and quantification of phosphorus flows and balances at the country scale: the case of France. *Global Biogeochemical Cycles*, 26 (2), GB2008.
- Smith J., Jehlicka P., 2013. Quiet sustainability: fertile lessons from Europe's productive gardeners. *Journal of Rural Studies*, 32, 148-157.
- Solagro, 2014. Afterres 2050. Un scénario soutenable pour l'agriculture et l'utilisation des terres en France à l'horizon 2050, 63 p., <http://www.solagro.org/site/393.html>.
- Sorgho Z., Larue B., 2014. Geographical indication regulation and intra-trade in the European Union. *Agricultural Economics*, 45 (S1), 1-12.
- Soussana J.F., Lemaire G., 2014. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 190, 9-17.

- Stuchin M., Machalaba C.C., Karesh W.B., 2015. Vector-borne diseases: animals and patterns. In: *Global Health Impacts of Vector-Borne Diseases: Workshop Summary* (Mack A., ed.), Washington, The National Academies Press, 167-181, <https://www.nap.edu/read/21792/chapter/7#180>.
- Suter J.-F., Vossler C.-A., 2014. Towards an understanding of the performance of ambient tax mechanisms in the field: evidence from upstate New York dairy farmers. *American Journal of Agricultural Economics*, 96 (1), 92-107.
- Sutton M.-A., Howard C.M., Erisman J.-W., Billen G., Bleeker A., Grennfelt P., van Grinsven H., Grizzetti B., 2011. *The European Nitrogen Assessment. Sources, Effects and Policy Perspectives*, Cambridge University Press, 612 p.
- Teillard F., Antoniucci D., Jiguet F., Tichit M., 2014. Contrasting distributions of grassland and arable birds in heterogeneous farmlands: implications for conservation. *Biological Conservation*, 176, 243-251.
- Tibi A., Therond O., 2018. *Services écosystémiques fournis par les espaces agricoles, évaluer et caractériser*, Éditions Quæ, 188 p.
- Touzard J.M., Temple L., Faure G., Triomphe B., 2015. Innovation systems and knowledge communities in the agriculture and agri-food sector: a literature review. *Journal of Innovation Economics and Management*, 2, 117-142.
- Tracy B.F., Zhang Y., 2008. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. *Crop Science*, 48 (3), 1211-1218.
- Turner K.G., Odgaard M.V., Bocher P.K., Dalgaard T., Svenning J.C., 2014. Bundling ecosystem services in Denmark: trade-offs and synergies in a cultural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 125, 89-104.
- Vallejo-Rojas V., Ravera F., Rivera-Ferre M.G., 2015. Developing an integrated framework to assess agri-food systems and its application in the Ecuadorian Andes. *Regional Environmental Change*, 16, 2171-2185.
- Van Boeckel T.-P., Brower C., Gilbert M., Grenfell B.-T., Levin S.A., Robinson T.-P., Teillant A., Laxminarayan R., 2015. Global trends in antimicrobial use in food animals. *PNAS USA*, 112 (18), 5649-5654.
- 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. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21, 677-687.
- van Oudenhoven A., Petz K., Alkemade R., Hein L., de Groot R., 2012. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecological Indicators*, 21 (SI), 110-122.
- van Zanten H.H.E., Mollenhorst H., Klootwijk C.W., van Middelaar C.E., De Boer I.J.M., 2016. Global food supply: land use efficiency of livestock systems. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21 (5), 747-758.
- Vertès F., Simon F., Laurent J.-C., Besnard A., 2007. Prairies et qualité de l'eau. Évaluation des risques de lixiviation d'azote et optimisation des pratiques. *Fourrages*, 192, 423-440.
- Viegas S., Faisca V.M., Dias H., Clerigo A., Carolino E., Viegas C., 2013. Occupational exposure to poultry dust and effects on the respiratory system in workers. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part a-Current Issues*, 76 (4-5), 230-239.
- Vollet D., Bousset J.P., 2002. Use of meta-analysis for the comparison and transfer of economic base multipliers. *Regional Studies*, 36 (5), 481-494.
- Vries M. de, Boer I.J.M. de, 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 128, 1-11.

- Weindl I., Lotze-Campen H., Popp A., Müller C., Havlik P., Herrero M., Schmitz C., Rolinski S., 2015. Livestock in a changing climate: production system transitions as an adaptation strategy for agriculture. *Environmental Research Letters*, 10 (9), 094021.
- Weinzettel J., Hertwich E.G., Peters G.P., Steen-Olsen K., Galli A., 2013. Affluence drives the global displacement of land use. *Global Environmental Change*, 23 (2), 433-438.
- Weiss F., Leip A., 2012. Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: a life cycle assessment carried out with the CAPRI model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 149, 124-134.
- Westhoek H., Lesschen J.-P., Rood T., Wagner S., De Marco A., Murphy-Bokern D., Leip A., van Grinsven H., Sutton M.-A., Oenema O., 2014. Food choices, health and environment: effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change*, 26, 196-205.
- Westhoek H., Trudy R., van den Berg M., Janse J., Nijdam D., Reudink M., Stehfest E., 2011. *The Protein Puzzle. The Consumption and Production of Meat, Dairy and Fish in the European Union*, The Hague, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 218 p., http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/Protein_Puzzle_web_1.pdf.
- Zabel F., Putzenlechner B., Mauser W., 2014. Global Agricultural Land Resources. A high resolution suitability evaluation and its perspectives until 2100 under climate change conditions. *PLoS ONE*, 9 (9), e107522.

Pour en savoir plus

- Ryschawy J., Dumont B., Therond O., Donnars C., Hendrickson J., Benoit M., Duru M., 2019. Review: an integrated graphical tool for analyzing impacts and services provided by livestock farming. *Animal*, 13 (8), 1760-1772.
- Dumont B., Ryschawy J., Duru M., Benoit M., Chatellier V., Delaby L., Donnars C., Dupraz P., Lemauiel-Lavenant S., Méda B., Vollet D., Sabatier R., 2019. Review: associations among goods, impacts and ecosystem services provided by livestock farming. *Animal*, 13 (8), 1773-1784.
- Huguenin-Elie O., Delaby L., Klumpp K., Lemauiel-Lavenant S., Ryschawy J., Sabatier R., 2018. The role of grasslands in biogeochemical cycles and biodiversity conservation. In: *Improving Grassland and Pasture Management in Temperate Agriculture* (Marshall A., Collins R., eds), Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, 27 p., <http://dx.doi.org/10.19103/AS.2017.0024.01>.
- Chatellier V., Dupraz P., 2019. Les performances économiques de l'élevage européen : de la « compétitivité coût » à la « compétitivité hors coût ». *Inra Productions animales*, 32 (2), n° spécial « Défis sociétaux et scientifiques pour les productions animales de demain », à paraître.
- Dumont B., 2017. L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. Numéro spécial. *Inra Productions animales*, 30 (4), 160 p.
- Gagné C., Letort E., 2017. Co-localisation des différentes productions animales en Europe : l'exception française ? *Inra Productions animales*, 30 (3), 219-228
- Duru M., Benoit M., Donnars C., Ryschawy J., Dumont B., 2017. Quelle place de l'élevage, des prairies et des produits animaux dans les transitions agricoles et alimentaires ? *Fourrages*, 232, 281-296.

Liste des auteurs

Responsables de la coordination scientifique

BERTRAND DUMONT, unité mixte de recherche sur les herbivores, UMR 1213 Herbivores, Inra, VetAgro Sup, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

PIERRE DUPRAZ, Structures et marchés agricoles, ressources et territoires, UMR 1302 Smart, AgroCampus Ouest, Inra, 35000 Rennes, France

Experts scientifiques

JOËL AUBIN, unité mixte de recherche Sol, agro et hydrosystèmes, spatialisation, UMR 1069 SAS, AgroCampus Ouest, Inra, 35000 Rennes, France

MARC BENOÎT, unité mixte de recherche sur les herbivores, UMR 1213 Herbivores, Inra, VetAgro Sup, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

ZOHRA BOUAMRA-MECHEMACHE, Toulouse School of Economics, UMR 1415 TSE, CNRS, EHESS, Inra, University of Toulouse, 31000 Toulouse, France

VINCENT CHATELLIER, Laboratoire d'études et de recherches en économie Lereco, Inra, 44300 Nantes, France

LUC DELABY, Physiologie, environnement et génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage, UMR 1348 Pegase, AgroCampus Ouest, Inra, 35590 Saint-Gilles, France

CLAIRE DELFOSSE, Laboratoire d'études rurales, EA 3728 LER, Université de Lyon 2, Institut des sciences de l'homme, 69363 Lyon, France

JEAN-YVES DOURMAD, Physiologie, environnement et génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage, UMR 1348 Pegase, AgroCampus Ouest, Inra, 35590 Saint-Gilles, France

MICHEL DURU, Agroécologie, innovations, territoires, UMR 1248 AGIR, Université de Toulouse, INPT-Ensai, INP Purpan, Inra, 31320 Castanet-Tolosan, France

MARINE FRIANT-PERROT, Droit et changement social, UMR 6297, CNRS, Université de Nantes, 44313 Nantes, France

CARL GAIGNÉ, Structures et marchés agricoles, ressources et territoires, UMR 1302 Smart, AgroCampus Ouest, Inra, 35000 Rennes, France

JEAN-LUC GUICHET, Université de Picardie Jules-Verne, ESPE

PETR HAVLIK, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria

NATHALIE HOSTIOU, Mutations des activités, des espaces et des formes d'organisation dans les territoires ruraux, UMR 1273 Metafort, AgroParisTech, Inra, Irstea, VetAgro Sup, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

OLIVIER HUGUENIN-ELIE, Agroscope, Zurich, Suisse

KATJA KLUMPP, Inra Clermont-Ferrand, unité de recherche sur l'écosystème prairial, UR 0874 UREP, Inra, 63000 Clermont-Ferrand, France

ALEXANDRA LANGLAIS, Institut de l'Ouest : Droit et Europe, UMR CNRS 6262 IODE, CNRS, Université de Rennes I, 35000 Rennes, France

SERVANE LEMAUVEL-LAVENANT, Écophysiologie végétale, agronomie et nutriments, UMR 0950 EVA, Inra, Université Caen, 14000 Caen, France

BERTRAND MEDA, Recherches avicoles, UR 0083 URA, Inra, 37380 Nouzilly, France

OLIVIER LEPILLER, Centre d'étude et de recherche travail, organisation, pouvoir, UMR 5044 Certop, CNRS, Université de Toulouse Jean-Jaurès, 31058 Toulouse, France (à partir de janvier 2017 affilié au Cirad-Moisa, Montpellier)

JULIE RYSCHAWY, Agroécologie, innovations, territoires, UMR 1248 AGIR, Université de Toulouse, INPT-Ensai, INP Purpan, Inra, 31320 Castanet-Tolosan, France

RODOLPHE SABATIER, Sciences pour l'action et le développement : activités, produits, territoires, UMR 1048 Sadapt, AgroParisTech, Inra, 75005 Paris, France

ISABELLE VEISSIER, unité mixte de recherche sur les herbivores, UMR 1213 Herbivores, Inra, VetAgro Sup, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

ÉTIENNE VERRIER, Génétique animale et biologie intégrative, UMR 1313 GABI, AgroParisTech, Inra, 78350 Jouy-En-Josas, France

DOMINIQUE VOLLET, Mutations des activités, des espaces et des formes d'organisation dans les territoires ruraux, UMR 1273 Metafort, AgroParisTech, Inra, Irstea, VetAgro Sup, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

Contributeurs intervenus ponctuellement dans la rédaction du rapport

Miroslav Batka (IIASA), Diane Beldame (Inra), Catherine Belloc (Oniris), Jaume Boixadera (gouvernement de Catalogne) Alain Bousquet-Melou (ENVT Inra), Michael Corson (Inra), Nadège Edouard (Inra), Estelle Fourat (Université Toulouse Jean-Jaurès), Nadia Haddad (ENVA, Maison-Alfort), Élodie Letort (Inra), Fabrice Levert (Inra), Bruno Martin (Inra), Élise Line Mognard (Taylor's University, Kuala Lumpur, Malaysia), Christian Mougin (Inra), Carlos Ortiz (gouvernement de Catalogne), Laurent Piet (Inra), Thierry Pineau (Inra), Stéphane Turolla (Inra), Hayo van der Werf (Inra), Aurélie Wilfart (Inra).

Équipe-projet

CATHERINE DONNARS, Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études, UAR 1241 DEPE, Inra, 75338 Paris, France

LISE FRAPPIER, Structures et marchés agricoles, ressources et territoires, UMR 1302 Smart, AgroCampus Ouest, Inra, 35000 Rennes, France

AGNÈS GIRARD, Laboratoire de physiologie et génomique des poissons, UR 1037 LPGP, Inra, 35000, Rennes, France

KIM GIRARD, Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études, UAR 1241 DEPE, Inra, 75338 Paris, France

JONATHAN HERCULE, Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études, UAR 1241 DEPE, Inra, 75338 Paris, France

SOPHIE LE PERCHEC, Délégation à l'Information scientifique et technique, UAR 1266 DIST, Inra, 78026 Versailles, France

ISABELLE SAVINI, Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études, UAR 1241 DEPE, Inra, 75338 Paris, France

Création graphique originale des schémas Granges :
L'Attitude 49 – www.lattitude49.com – Pontoise 95

Infographie : éditions Quæ

Édition : Juliette Blanchet

Mise en page : Graph'm

Depuis le milieu des années 2000, l'élevage fait l'objet de vifs débats en raison de ses impacts sur le climat et l'environnement, accentués par la hausse de la consommation mondiale en viandes et produits laitiers. Les impacts et services issus des élevages sont ici étudiés à l'échelle de l'Europe, en examinant leurs effets sur les marchés, l'emploi et le travail, la consommation d'intrants, l'environnement et le climat, ainsi que les enjeux sociaux et culturels associés à l'élevage. Puis les interactions entre ces volets ou « bouquets de services » sont analysées simultanément. Ces bouquets sont déclinés dans une typologie et cartographiés selon six classes de territoires d'élevage européens à partir de deux critères : la densité en animaux et la part de prairies permanentes dans le paysage agricole.

Cet ouvrage reprend les enseignements d'une expertise scientifique collective conduite par 26 experts de disciplines scientifiques complémentaires et coordonnée par l'Inra, réalisée à la demande conjointe des ministères en charge de l'Environnement et de l'Agriculture, et de l'Ademe.

Bertrand Dumont est directeur de recherche à l'Inra (UMR Herbivores, Inra-VétagroSup, Clermont-Ferrand). Son expertise porte sur l'écologie prairiale, l'élevage et l'agroécologie.

Pierre Dupraz est directeur de recherche à l'Inra (UMR Structures et marchés agricoles, ressources et territoires, Inra-Agrocampus Ouest, Rennes). Son expertise porte sur le comportement économique des exploitations agricoles et l'évaluation des politiques publiques appliquées à l'agriculture.

Catherine Donnars est ingénieure de recherche à la Délégation pour l'expertise, la prospective et les études (Inra, Paris).

En couverture : Paysage irlandais, © Luc Delaby/Inra.

éditions
Quæ

Éditions Cirad, Ifremer, Inra, Irstea
www.quae.com



29,5 €

ISBN : 978-2-7592-2704-4



ISSN : 2115-1229
Réf. : 02602