

Inra Productions Animales

Institut National
de la Recherche Agronomique

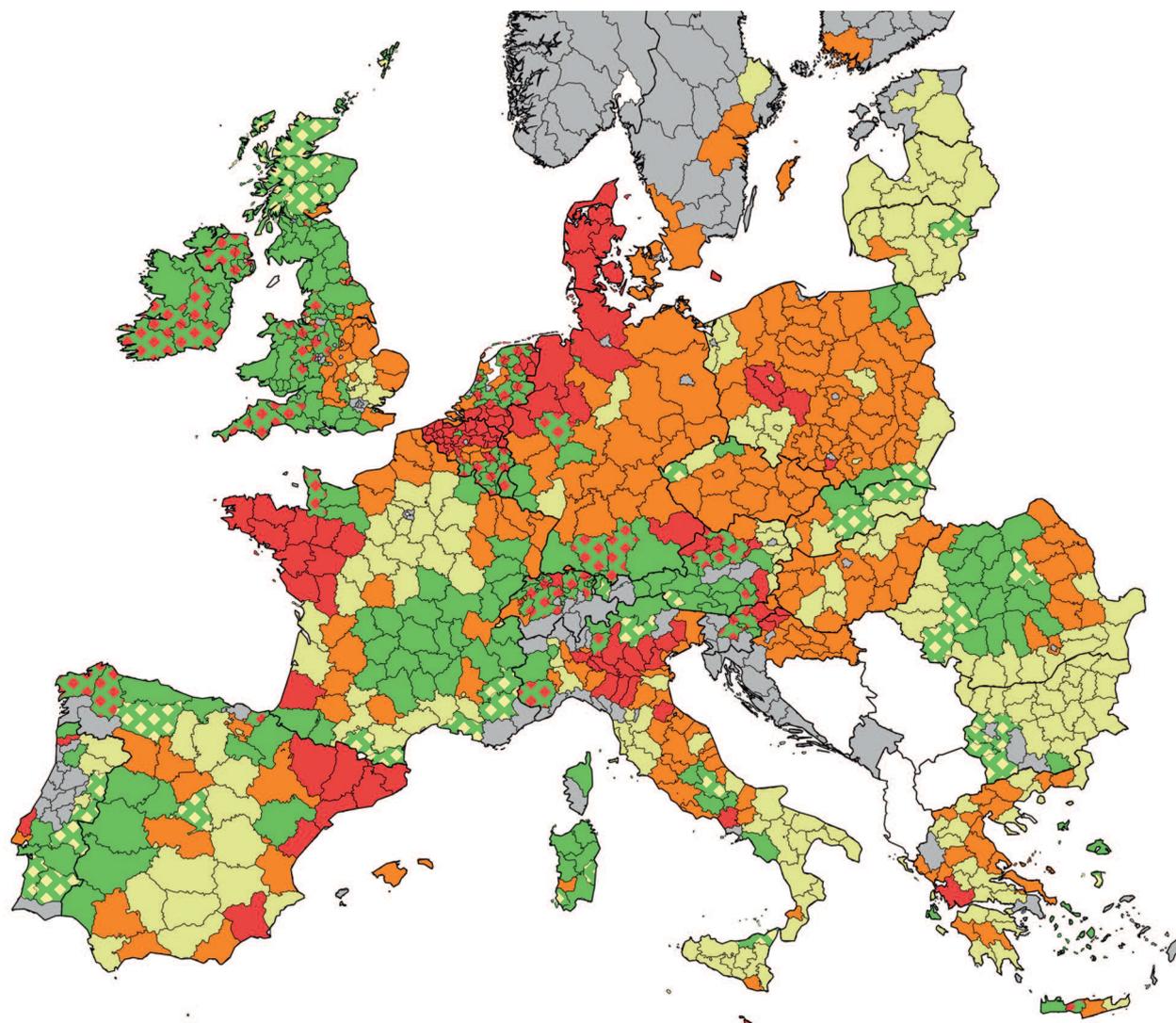
Numéro spécial

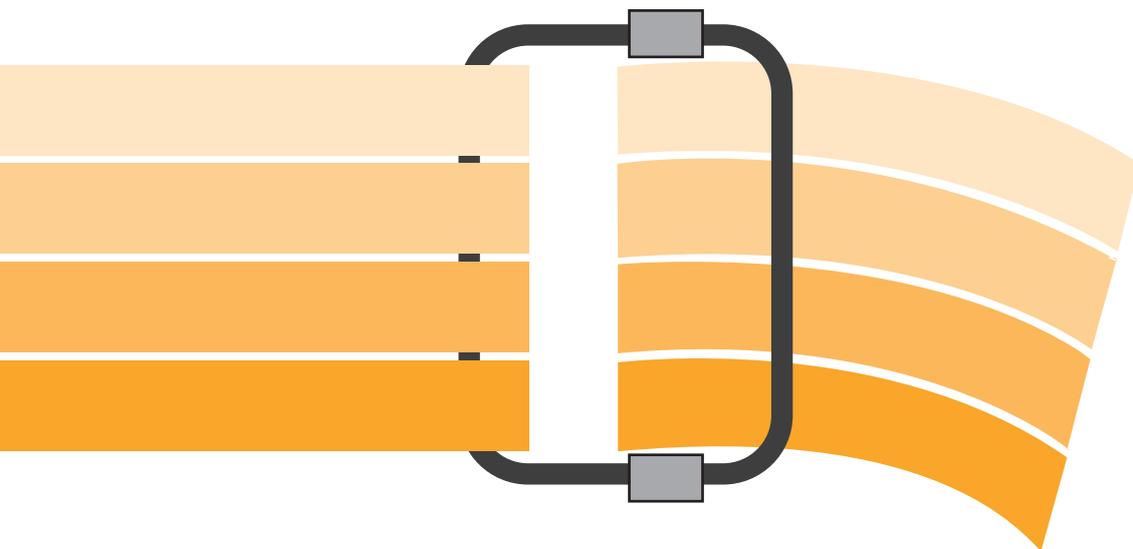
2017

Volume 30

Numéro 4

L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts





Inra Productions Animales

Revue éditée par l'INRA
5 numéros par an

<http://www.inra.fr/productions-animales>

Directeur scientifique
Rédacteur en chef :

René Baumont
INRA
Unité Mixte de Recherches sur les Herbivores
63122 Saint-Genès-Champanelle
e-mail : rene.baumont@clermont.inra.fr

Secrétariat d'Édition
Administration du site web :

Pascale Béraud
INRA
Unité Mixte de Recherches sur les Herbivores
63122 Saint-Genès-Champanelle
e-mail : Productions.Animales@clermont.inra.fr

Comité de rédaction :

Élisabeth Baéza, Nathalie Bareille, Isabelle Cassar-Malek, Élodie Chaillou, Vincent Chatellier, Luc Delaby, Anne Farruggia, Laurence Fortun-Lamothe, Bénédicte Lebret, Philippe Lecomte, Sophie Lemosquet, Pascale Le Roy, Joëlle Léonil, Philippe Lescoat, Marie-Odile Nozières, Edwige Quillet, Daniel Sauvart, Etienne Zundel.

Directeur de la publication :
Christian Huyghe

N° ISSN 2273-774X
N° ISBN 978-2-7380-1414-6

Copyright © 2017
Reproduction même partielle interdite
sans l'autorisation des auteurs et de l'INRA

Maquette :
Danièle Caste, Jean-François Caste
Jean-Marc Perez

Composition, photogravure, impression :
G. N. Impressions
1925 route de Navidals - 31340 Villematier
Tél. : 06 30 31 64 32 - Fax : 05 62 79 52 49

Abonnements

Editions Quae – c/o INRA
RD 10, 78026 Versailles cedex, France
Tél. : +33 1 30 83 34 06
Fax : +33 1 30 83 34 49
Site Web : www.quae.com
Tarif 2017 : (1 an / 5 numéros) : 100 Euros
70 Euros pour les nouveaux abonnés et
participants aux journées techniques
Le numéro : 25 Euros (2015 à 2017)
15 Euros (années antérieures)
Réduction étudiant : 40%

NUMÉRO SPÉCIAL

L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts

Avant-propos

Dix années après la publication du rapport de la FAO « *Livestock's long shadow* », qui fait toujours référence dans les débats sur les impacts de l'élevage et la part des produits animaux dans notre alimentation, quels sont les nouveaux résultats de recherche qui affinent ce panorama mondial ? Pour répondre à cette question, les ministères français en charge de l'Environnement et de l'Agriculture ainsi que l'ADEME ont sollicité l'INRA pour synthétiser les connaissances scientifiques disponibles sur les rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. L'exercice, qui a pris la forme d'une Expertise scientifique collective (ESCo), s'est donc intéressé aux différentes fonctions et conséquences de la production et de la consommation de produits animaux sur l'environnement et le climat, l'utilisation des ressources, les marchés, le travail et l'emploi, et les enjeux sociaux et culturels. L'expertise s'est centrée sur les services et impacts des principaux animaux d'élevage « terrestres », bovins laitiers ou allaitants, petits ruminants, porcs et volailles, et de leurs filières à l'échelle européenne.

Le terme « services » renvoie à la fourniture d'un avantage marchand ou non marchand issu des activités d'élevage et/ou de l'usage de produits d'origine animale, soit une acceptation plus large que celle des services écosystémiques fournis par les agroécosystèmes. Nous utilisons l'expression « services et impacts » car les deux termes sont spontanément complémentaires, les services étant en général connotés de manière positive tandis que les impacts le sont négativement. Associer ces deux termes conduit à considérer les différents effets de l'élevage conjointement, et à souligner les complémentarités et antagonismes qui résultent des interactions entre les processus écologiques, biotechniques et économiques mis en jeu. La notion de « bouquets de services » constitue aujourd'hui un front de science dynamique dont nous avons cherché à extraire ce qui est spécifique à l'élevage. L'analyse a mis l'accent sur la variabilité des bouquets de services fournis par l'élevage selon les territoires.

Une expertise scientifique consiste en un état des lieux critique des connaissances disponibles à partir d'une analyse exhaustive de la littérature scientifique. L'objectif est de dégager les acquis sur lesquels peut s'appuyer la décision publique, et de pointer les controverses, incertitudes ou lacunes du savoir scientifique. Placée sous la responsabilité scientifique de Bertrand Dumont, zootechnicien et écologue (INRA), et de Pierre Dupraz, économiste (INRA) celle-ci a réuni, pendant deux ans, vingt-six experts¹ issus de différentes disciplines et institutions, et travaillant dans différents contextes afin que la diversité des résultats et des arguments scientifiques soit prise en compte. Le collectif d'experts a bénéficié de l'encadrement méthodologique de la Délégation à l'expertise, à la prospective et aux études (Depe) qui a assuré la coordination du projet, l'appui documentaire (avec la contribution des départements Phase et SAE2) et l'analyse cartographique. Le travail a abouti à la rédaction d'un rapport principal de plus de mille pages présenté publiquement en novembre 2016, d'une synthèse de 126 pages et d'un résumé en français et en

¹ Composition du collectif d'experts : B Dumont et P Dupraz (coord.), J. Aubin (INRA), M. Benoit (INRA), Z. Bouamra-Mechemache (INRA), V. Chatellier (INRA), L. Delaby (INRA), C. Delfosse (Univ. Lyon II), J.-Y. Dourmad (INRA), M. Duru (INRA), M. Friant-Perrot (CNRS, Univ. Nantes), C. Gaigné (INRA), J.-L. Guichet (Univ. Beauvais), P. Havlik (IIASA, Autriche), N. Hostiou (INRA), O. Huguenin-Elie (Agroscope, Suisse), K. Klumpp (INRA), A. Langlais (CNRS, Univ. Rennes), S. Lemauviel-Lavenant (Univ. Caen), O. Lepiller (CNRS, Univ. Toulouse), B. Méda (INRA), J. Ryschawy (INRA, INPT), R. Sabatier (INRA), I. Veissier (INRA), E. Verrier (Agroparistech), D. Vollet (Irstea).

anglais de huit pages. Le tout est disponible sur le site de l'INRA : <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Roles-impacts-et-services-issus-des-elevages-europeens>. Ce numéro spécial s'appuie principalement sur les éléments développés dans les chapitres 2, 6 et 7 du rapport. Le regard critique des relecteurs et le travail de réécriture des auteurs y apportent une réelle plus-value.

Le premier article, coordonné par Michel Duru, présente le cadre conceptuel que nous avons proposé à partir de la littérature sur les systèmes socio-écologiques, afin de représenter de manière structurée la diversité des services et impacts rendus par les systèmes d'élevage (et de polyculture-élevage) dans les territoires. Le deuxième article coordonné par Jonathan Hercule et Vincent Chatellier établit une typologie des territoires d'élevage européens qui repose sur deux critères simples et disponibles dans les bases de données : la part des prairies permanentes dans la Surface Agricole Utile (SAU) et la densité animale par hectare de SAU. En croisant ces deux variables, nous distinguons six types de territoires que nous avons cartographiés à l'échelle européenne. Dans les cinq articles qui suivent, nous décrivons les bouquets de services rendus par l'élevage dans les territoires où il est bien représenté, le sixième type correspondant aux zones de grandes cultures. Nous analysons la variabilité qui existe autour du bouquet de services propre à chaque type, et la dynamique d'évolution de l'élevage selon les territoires. Nous traitons ainsi des territoires à haute densité animale qui concentrent 29% du cheptel européen sur seulement 10% du territoire (Dourmad *et al*), des territoires herbagers à haute (Delaby *et al*), moyenne (Vollet *et al*) ou faible densité animale (Lemaux-Lavenant et Sabatier), et des territoires de polyculture-élevage (Ryschawy *et al*). Les deux articles qui suivent s'attachent à des configurations qui ne sont pas représentées sur la carte européenne, mais sont potentiellement présentes dans chaque catégorie de notre typologie. Nous analysons comment certaines filières s'adaptent à des attentes sociétales accrues en matière d'alimentation (produits de qualité, circuits courts) et de qualité de la vie. Marc Benoit et Bertrand Méda abordent cette question à partir d'une analyse croisée des systèmes ovins en Agriculture Biologique et poulets Label Rouge, Claire Delfosse *et al* en synthétisant la littérature encore fragmentaire sur l'élevage urbain et périurbain. L'article conclusif, coordonné par Bertrand Dumont, porte au débat les enseignements tirés des cartographies de services, et des modélisations et scénarios prospectifs globaux. Il propose différentes pistes pour mieux valoriser la diversité des services fournis par l'élevage.

Les différents articles de ce numéro illustrent ainsi le large panorama des services et impacts de l'élevage européen. Nous espérons qu'ils donnent à voir non seulement le rôle de l'élevage vis-à-vis de la production de denrées alimentaires, de l'emploi, des dynamiques territoriales et de la construction des paysages, mais aussi comment l'élevage pourrait mieux répondre aux attentes légitimes de nos concitoyens en matière de préservation de l'environnement, de bien-être animal et de traçabilité des circuits alimentaires. Notre ambition est d'aider à sortir d'un débat qui ne considère trop souvent qu'une partie de ces effets. L'intérêt pédagogique de la grange et de la typologie des territoires d'élevage européens a déjà été largement souligné. Gageons qu'il confère à ce numéro spécial un intérêt particulier pour l'enseignement agronomique et le développement agricole.

Bertrand Dumont (Inra Phase), Pierre Dupraz (Inra SAE2),
Julie Ryschawy (Inra SAD, INPT) et Catherine Donnars (Inra Depe)

La « grange » : un cadre conceptuel pour appréhender les bouquets de services rendus par l'élevage dans les territoires

M. DURU¹, C. DONNARS², J. RYCHAWY¹, O. THEROND³, B. DUMONT⁴

¹ UMR AGIR, INRA, Université Toulouse, INPT, 31326, Castanet Tolosan, France

² DEPE, INRA, 147 rue de l'Université, 75338, Paris, France

³ UMR LAE, INRA, Université de Lorraine, 68021, Colmar, France

⁴ Université Clermont Auvergne, INRA, Vetagro Sup, UMR Herbivores, 63122, Saint-Genès-Champagnelle, France

Courriel : michel.duru@inra.fr

Le rapport « *Livestock's long shadow* » de la FAO a fortement orienté les débats en mettant en balance les enjeux de sécurité alimentaire et les dommages climatiques et environnementaux associés à l'élevage. Certaines thématiques ont depuis été précisées (niveau d'émissions de gaz à effet de serre par les animaux, potentiel de séquestration du carbone des prairies) ou ont émergé (concept de santé globale), mais les enjeux restent encore souvent examinés de manière sectorielle. Cet article propose un cadre d'analyse pour représenter de manière structurée la diversité des services et impacts issus de l'élevage dans les territoires.

Le rapport « *Livestock's long shadow* » s'inscrit dans la lignée des études qui interrogent les conséquences d'une croissance de la population mondiale jusqu'à 9,7 milliards d'habitants en 2050 et d'un accroissement de la part des protéines animales dans les régimes alimentaires. En recensant les impacts environnementaux de l'élevage sur l'usage des terres¹, l'eau, la biodiversité et sa contribution au changement climatique, ce rapport a alerté sur la menace pour l'avenir – « l'ombre portée » – que représenterait son développement, et proposé quelques pistes pour y remédier. Un chiffre a surtout été retenu : les animaux d'élevage seraient à l'origine de 14,5% des émissions totales de gaz à effet de serre (Gerber *et al* 2013). Selon ce rapport, les émissions sont pour plus des 3/4 liées aux ruminants et pour un peu moins d'un 1/4 aux monogastriques. Elles ont trois grandes origines : les changements d'usage des terres liés à l'alimentation du bétail (dont la déforestation), les émissions issues des effluents d'élevage et le méthane érécté par les ruminants. Ce rapport pointe également les perturbations que l'élevage intensif induit dans les cycles bio-géochimiques (Rockström *et al* 2009). Ainsi, le commerce international conduit à fortement déconnecter les sites de production des

lieux de consommation. Les impacts environnementaux de l'élevage sont ainsi souvent difficiles à tracer, et varient selon l'origine des productions (Billen *et al* 2015, Chaudhary et Kastner 2016). Le rapport rappelle toutefois que lorsque l'alimentation est basée sur des prairies, ces impacts négatifs sont réduits du fait du stockage de carbone dans les sols et de la présence d'une biodiversité importante.

Par ailleurs, la compétition entre l'alimentation animale et l'alimentation humaine est un problème pour la sécurité alimentaire mondiale ; les analyses pointent la faible efficacité de conversion énergétique et protéique des productions végétales par les ruminants, et la concurrence des monogastriques pour les céréales (Tilman et Clark 2014). Selon Pimentel (2003), il faudrait en moyenne 6 kg de protéines végétales pour fabriquer 1 kg de protéines animales avec de fortes variations selon les systèmes de production ; les monogastriques sont en général plus efficaces pour la transformation des protéines végétales en protéines animales, alors les ruminants peuvent utiliser des prairies et parcours impropres à la culture ce qui réduit la concurrence avec l'alimentation humaine. Certains calculs indiquent que les ruminants pourraient ainsi syn-

thétiser plus de protéines qu'ils ne consomment de protéines directement utilisables pour l'alimentation humaine (Peyraud 2017). En lien avec ces préoccupations, différents travaux analysent le potentiel de recyclage des coproduits industriels et des déchets du système agro-alimentaire dans l'alimentation des animaux (van Zanten *et al* 2016).

Aux préoccupations environnementales ou liées à la sécurité alimentaire mondiale s'ajoutent celles associées à une consommation importante de protéines animales vis-à-vis de maladies chroniques (cancers, maladies cardiovasculaires, obésité) ; elles sont aujourd'hui identifiées comme un enjeu majeur de santé publique. Ainsi, les recommandations récentes de l'Anses (Anses 2016) préconisent-elles une réduction de la consommation de protéines animales, en particulier de viandes rouges, charcuteries et de produits transformés, et pointent l'intérêt de consommer des produits riches en acide alpha-linolénique dont nous sommes déficitaires. Les protéines animales et végétales ne présentent cependant pas les mêmes équilibres en acides aminés essentiels et ne sont donc pas entièrement substituables (Chardigny et Walrand 2016).

¹ L'élevage utilise 3/4 des surfaces agricoles mondiales (Foley *et al* 2011), dont 1/3 de terres arables (FAO *et al* 2006) et 2/3 de prairies et parcours (Zabel *et al* 2014).

Les approches systémiques les plus classiques évaluant les services et impacts de l'élevage et des produits animaux portent sur les flux marchands, et les flux de matières et de nutriments. Elles reposent le plus souvent sur des données à une échelle large qui ne prennent pas en compte la diversité des systèmes au sein des territoires. Les analyses en cycle de vie appliquées aux territoires permettent de visualiser les transferts successifs de la matière depuis sa fabrication jusqu'à sa consommation et au recyclage des déchets alimentaires. Ces approches se focalisent sur l'efficacité d'utilisation des ressources, en identifient les sources et quantifient les pertes vers l'atmosphère, l'eau et les sols. La communauté scientifique spécialiste de l'azote est particulièrement active dans ce domaine, appliquant à un territoire le principe de bilan des flux de nutriments entrants et sortants. Billen *et al* (2015) ont ainsi quantifié l'importance des échanges lointains de nutriments et de matières. Westhoek

et al (2015) ont simulé les effets d'une baisse de la consommation de viande de 50% sur les flux protéiques et ont cartographié ses effets sur les excédents d'azote à l'échelle européenne. À ce jour, la plupart des approches systémiques excluent encore les effets de la diversité des régimes alimentaires et leurs dimensions culturelles (par exemple l'intérêt croissant pour le végétarisme en réponse à l'indignité de certaines conditions d'élevage et d'abattage). Cependant, les approches de métabolisme territorial, et plus récemment le concept de nutrition environnementale (Sabate *et al* 2016), permettent de relier les processus naturels aux caractéristiques sociales et techniques d'un territoire.

L'ensemble de ces questions met en exergue la nécessité d'identifier plus précisément les services et impacts de l'élevage et de ses produits dans les domaines biophysique et socioéconomique. Dans la première partie de cet article nous pro-

posons une grille d'évaluation multicritères pour répondre à cet enjeu. Nous en dérivons une représentation structurée et simplifiée des services et impacts rendus par l'élevage dans un territoire. Enfin, nous abordons la question de la diversité des systèmes d'élevage afin d'analyser dans quelle mesure certaines de ses formes sont mieux à même de répondre aux enjeux déjà mentionnés.

1 / Identifier la diversité des services et impacts de l'élevage et des produits animaux

L'analyse de la multifonctionnalité des systèmes de production vise à spécifier la pluralité des rôles de l'élevage, en examinant l'ensemble de ses finalités pour la société. Le concept de multifonctionnalité est apparu sur la scène internationale en 1992, lors du sommet de Rio, conjointement à celui de développe-

Tableau 1. Domaines et critères à considérer pour évaluer les impacts positifs et négatifs de l'élevage.

Domaines	Sous domaines	Conditions pour services et impacts		
		Positifs si	Négatifs si	
Environnement	Flux de matières et d'énergie	Matière et énergie	- Valorisation des surfaces toujours en herbe et des co-produits - Limitation de l'érosion (prairies)*	- Consommation d'intrants exogènes, pressions locales et exportées sur les milieux
		Cycles biogéochimiques	- Prairies (avec légumineuses), valorisation des matières organiques, pour la fertilité des sols et la qualité de l'eau*	- Emissions nettes de gaz à effet de serre (déstockage de carbone)
	Changement climatique	- Stockage C (prairies)*	- Emissions de GES	
	Usage des terres	Biodiversité	- Richesse spécifique dans les prairies et parcours *	- Faible biodiversité domestique, perte et sélection de la biodiversité sauvage
		Habitats et milieu	- Régulations biologiques permises par les prairies dans les paysages et les successions de cultures*	- Intensification, conflits avec faune sauvage
Socio-économique	Emploi	- Création de richesse et d'emplois, compétences professionnelles notamment bouchères, charcutières et fromagères	- Conditions de travail difficiles dans les élevages, les abattoirs - Faibles rémunérations des éleveurs	
	Valeurs, patrimoine	- Gastronomie, savoir-faire, paysages, tourisme, etc.	- Mise en cause des systèmes intensifs, souffrance animale	
Santé animale et humaine	Composition nutritionnelle et consommation	- Protéines de qualité, vitamines A, B12..., oligoéléments, oméga-3 - Denrées diversifiées	- Teneurs excessives en acides gras saturés et oméga-6 - Excès de consommation de viande - Antibiorésistance, contamination médicamenteuse et biocides des produits animaux et du sol	
	Santé animale	- Alimentation équilibrée et intérêt de plantes à valeur santé* - Conditions d'élevage et bien-être	- Zoonoses, coûts en santé animale et humaine - Pertes de production	

* Services écosystémiques associés (cf. encadré 2). Les références bibliographiques supportant les arguments sont présentées dans le texte et les encadrés 1 et 2.

Encadré 1. Agriculture, élevage et services écosystémiques.

L'application du cadre conceptuel des services écosystémiques pour analyser les effets et le fonctionnement de l'agriculture conduit à préciser et adapter la classification établie par le Millénium Ecosystem Assessment en 2005 dans laquelle étaient considérés les services d'approvisionnement, de support, de régulation, et les services culturels. Il est en effet nécessaire de distinguer les services fournis par les écosystèmes à l'agriculture de ceux fournis à la société (Zhang *et al* 2007) ; les premiers sont dénommés « services intrants » (Le Roux *et al* 2008). Comme proposé par Daily (1997), il est également important de distinguer les services écosystémiques et les biens issus des écosystèmes. En effet, dans les écosystèmes agricoles, la production de biens agricoles (végétaux et animaux) résulte des effets combinés d'intrants industriels exogènes et de services écosystémiques (Duru *et al* 2015a). Dans les systèmes agroécologiques, une part importante de la production de biens agricoles est fournie par les services écosystémiques.

Pour les productions fourragères, les associations de cultures, les légumineuses, et les rotations longues permettent de réduire l'utilisation d'engrais de synthèse et de pesticides (Kremen *et al* 2012, Bommarco *et al* 2013, Duru *et al* 2015a). Pour les productions animales, l'utilisation de ressources fourragères riches en protéines peut aussi être considérée comme un service intrant car elle contribue à l'autonomie alimentaire. De même, les conditions d'élevage qui permettent de réduire les stress biotiques et les maladies, par exemple par un plus fort lien au sol contribuent au bien-être animal et peuvent même améliorer certains critères de performances (van der Linden *et al* 2015).

Le développement de services intrants a souvent un effet positif sur les services rendus à la société dans la mesure où les pratiques mises en œuvre sont également susceptibles de réguler le climat (séquestration du carbone par les prairies permanentes et les arbres), d'améliorer la qualité de l'eau, la santé humaine *via* la qualité des produits (moins de résidus de pesticides ou d'antibiotiques, meilleure composition en acides gras des produits animaux).

ment durable. La multifonctionnalité conduit à considérer l'ensemble des fonctions liées à l'activité agricole au-delà de la seule production de biens alimentaires. En effet, l'élevage génère des impacts négatifs sur l'environnement du fait de la consommation d'intrants et des émissions de gaz à effet de serre (tableau 1), mais fournit aussi des services écosystémiques (encadré 1) essentiellement liés aux prairies et à la diversification des systèmes de cultures (encadré 2).

Ryschawy *et al* (2015) ont recensé quatre catégories de services fournis par l'élevage dans les territoires : l'approvisionnement (ici la quantité et la qualité de produits animaux), la qualité environnementale (biodiversité, cycles biogéochimiques, diversité des paysages), la vitalité territoriale (dynamisme rural et emploi) et l'identité culturelle (gastrologie, identité des terroirs). Sont ainsi considérées comme services toutes les contributions positives que l'élevage fournit à la société, qui incluent les services écosystémiques, les externalités positives de l'agriculture et la fourniture de biens marchands (Gómez-Baggethun *et al* 2010). Ceci traduit qu'au-delà de son rôle socio-économique en termes de valeur ajoutée et d'emploi, l'élevage rend aussi des services de nature sociale et patrimoniale. En outre, les produits animaux issus d'une alimentation à l'herbe présentent un intérêt pour la santé humaine (encadré 2). Cependant, les domaines de la santé animale et humaine (tableau 1), étant hors du périmètre de l'expertise scientifique collective sur les rôles, impacts et services issus des élevages en Europe (Dumont *et al* 2017a), ils n'ont pas été considérés dans l'analyse qui suit. Bien que ces approches systémiques

Encadré 2. Les prairies, principales sources des services écosystémiques fournis par l'élevage.

Les prairies utilisées pour la production de fourrages se retrouvent dans une large gamme de niveaux d'anthropisation (végétations « naturelles » ou semées), de milieux (plaine, montagne, zones sèches ou humides, zones labourables ou non), de degré de pérennisation (prairies permanentes ou temporaires dans les rotations avec des cultures). Les herbacées peuvent y être associées à des espèces ligneuses de manière intentionnelle (pré-vergers, haies, arbres isolés) ou non (parcours, landes). Les prairies fournissent des ressources variées pour l'alimentation animale. L'exploitation de cette diversité au pâturage permet d'augmenter les performances animales (Feng *et al* 2016). La diversité des ressources peut stimuler l'ingestion des animaux ou réduire les risques de maladies lorsque les animaux consomment des plantes bioactives, par exemple riches en tannins condensés qui favorisent la régulation des parasites des animaux ; les arbres au-delà de leurs fonctions d'ombrage contribuent à l'alimentation des animaux lors des périodes de sécheresse. La mixité des espèces animales au pâturage (d'Alexis *et al* 2014) et la diversité des types d'animaux au sein d'un troupeau (Ollion *et al* 2016) constituent d'autres leviers pour valoriser les ressources de par la complémentarité des choix alimentaires des animaux et la variabilité de leur capacité d'ingestion.

Les prairies permanentes stockent du carbone en quantité plus importante que les grandes cultures. En tant que composante d'une mosaïque paysagère, elles contribuent aux contrôles biologiques naturels (régulation des ravageurs, pollinisation) et aux flux de matière et d'éléments nutritifs dans les bassins hydrographiques (services liés à l'eau). La répartition temporelle des prairies dans une rotation de cultures détermine le niveau de séquestration du Carbone, ainsi que la stabilisation et la fertilité du sol. La composition des prairies et leur distribution dans l'espace contribuent à la valeur esthétique des paysages dont on considère qu'elle augmente lorsque la part de prairies fleuries et l'hétérogénéité du paysage augmentent (Lindemann-Matthies *et al* 2010). Enfin, les rations à base d'herbe étant plus riches en oméga-3 que les rations à base de céréales, les prairies améliorent la valeur nutritionnelle des produits animaux (Pighin *et al* 2016).

couvrent plusieurs catégories d'impacts, elles présentent cependant des limites. Elles mettent en effet souvent plus l'accent sur les dimensions positives des activités d'élevage que sur leurs impacts environnementaux ou sociaux négatifs, et ce alors même que l'élevage est pointé

du doigt vis-à-vis des conditions de travail des éleveurs, de sa faible rémunération, et de la souffrance animale générée par certaines pratiques (tableau 1). Par ailleurs, elles n'évaluent que partiellement les services écosystémiques associés à l'élevage.

Ainsi, considéré globalement, l'élevage et les produits animaux semblent-ils avoir un rôle ambivalent dans chacun des grands domaines considérés (tableau 1). Il est cependant difficile d'atteindre un haut niveau de services (ou de réduction des impacts) simultanément dans tous les domaines, d'où la nécessité d'évaluer des bouquets de services, *i.e.* des cooccurrences spatiales de niveaux de services. Pour un système donné, lorsque l'augmentation de la valeur d'un critère induit la diminution de la valeur d'un autre on parle d'antagonismes. À l'inverse, certaines innovations permettent de réduire simultanément plusieurs impacts négatifs, voire de développer des synergies lorsque l'effet combiné des pratiques est supérieur à la somme de leurs effets individuels.

Toutes les formes d'élevage ne se valent pas en termes de niveaux de services et d'impacts. Un enjeu méthodologique est donc de procéder à des évaluations multicritères si possible à différents niveaux d'organisation fonctionnelle : les exploitations d'élevage, les territoires, les filières. Caractériser la nature et le niveau des services et impacts négatifs de l'élevage et des produits animaux reste cependant difficile car ils sont la résultante de processus complexes et d'effets en cascade (Duru et Therond 2015). Janzen (2011) résume le défi méthodologique en insistant sur la nécessité de prendre en compte les pas de temps longs compte tenu des effets différés, les effets délocalisés dans l'espace, la dimension humaine, mais aussi le caractère situé des pratiques, soit l'importance de raisonner les systèmes en fonction de leur contexte local.

Il n'existe pas à notre connaissance de cadre d'analyse permettant d'évaluer les systèmes avec un tel niveau d'intégration. Aussi, dans la partie suivante nous proposons une représentation systémique de l'élevage dans les territoires en veillant à ce que ce cadre conceptuel permette d'appréhender :

i) Les impacts locaux et délocalisés des systèmes d'élevage sur l'environnement et la fourniture de services écosystémiques. Cela suppose d'être à même d'identifier les facteurs clefs permettant de réduire ces impacts, mais aussi de rendre compte des services à l'agriculture et à la société ;

ii) Les services et impacts dans le domaine socio-économique. Cela suppose que les façons de produire, de commercialiser et de consommer soient considérées au-delà de l'insertion des filières dans les marchés et des emplois générés. C'est pourquoi nous considérerons les facteurs déterminant l'acceptation sociale de l'élevage par les citoyens.

2 / Représenter les multiples effets de l'élevage et des produits animaux dans les territoires et les systèmes alimentaires

Afin de construire une représentation intégrée et structurée de l'élevage et de son insertion dans les territoires et les systèmes alimentaires, nous nous sommes inspirés des recherches sur les systèmes socio-écologiques.

2.1 / L'élevage et les produits animaux comme un système socio-écologique

Le concept de « système socio-écologique » permet d'examiner les interactions entre un système social composé d'usagers, individuels et collectifs, mobilisant des technologies et des infrastructures pour gérer des ressources, et un système écologique générant ces ressources. Il a d'abord servi à analyser la complexité des interactions sociales et écologiques de territoires à forts enjeux naturels dans lesquels le système écologique fournit une gamme de services écosystémiques. Les relations entre les fonctions opérant au sein des écosystèmes, les services écosystémiques, les avantages dérivés de ces services, les bénéficiaires de ces services et les valeurs qu'ils attribuent à ces services se traduit par une cascade (Haines-Young *et al* 2012) qui permet d'identifier comment chaque porteur d'enjeux est influencé ou influence ses différents maillons, des services aux bénéficiaires. Ce type de représentation a été révisé pour prendre en compte les interactions entre les compartiments biologiques et sociaux dans un territoire fortement anthropisé. De leur côté, McGinnis et Ostrom (2014) ont proposé une évolution du cadre conceptuel des systèmes socio-écologiques mettant en lumière l'importance des « situations d'action ». L'enjeu ici est d'examiner comment les caractéristiques sociales et écologiques au sein d'un territoire déterminent les actions des différents acteurs et *in fine* l'atteinte de différents objectifs et performances à l'échelle individuelle et collective. Marshall (2015) a formalisé le rôle des systèmes de transformation des biens issus des écosystèmes en introduisant un compartiment « système technique et technologique » à l'interface entre systèmes écologique et social pour traiter des situations où les technologies sont largement déterminantes du mode d'exploitation des ressources naturelles (McGinnis et Ostrom 2014) et des systèmes alimentaires.

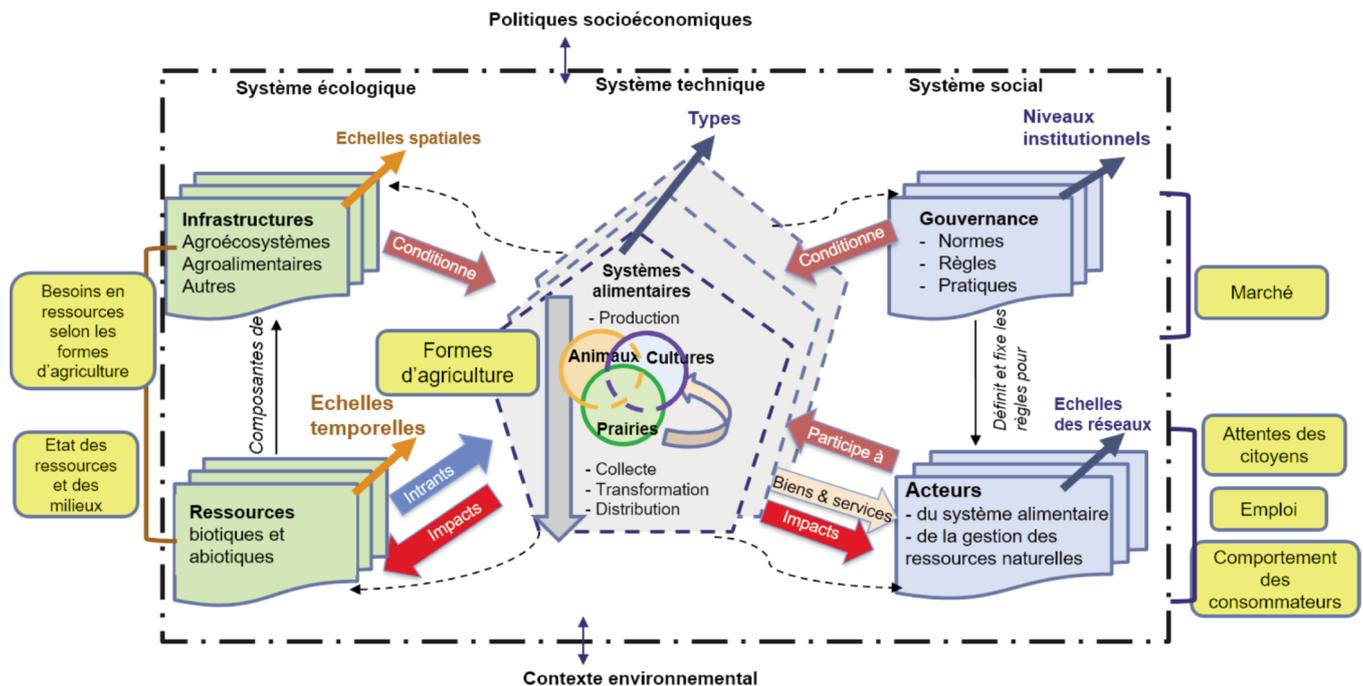
Les systèmes d'élevage peuvent ainsi être représentés comme l'articulation

entre des systèmes techniques, écologiques et sociaux. La composante biotechnique des systèmes d'élevage correspond aux animaux (pouvant correspondre à plusieurs ateliers conduits séparément ou de manière intégrée par exemple pour l'alimentation), aux cultures fourragères ou non et aux prairies. Les interactions entre ces trois composantes déterminent le niveau de fourniture des services *via* les flux de matières ou d'énergie, et par conséquent le niveau d'autonomie alimentaire de l'élevage ainsi que les impacts de l'élevage sur l'environnement. La diversité de ces interactions a été décrite et analysée par Moraine *et al* (2014, 2016). Ces auteurs ont représenté l'élevage sous la forme de trois « sphères », animaux (ruminants et/ou monogastriques), cultures et prairies en interactions dans le temps et l'espace. Une telle représentation permet d'analyser le métabolisme du système et notamment ses impacts sur l'environnement en fonction de la circulation de l'énergie et des matières (intrants, nutriments, aliments, « déchets » et leurs réutilisation) entre les trois sphères. Elle permet aussi de mettre en avant le rôle particulier des prairies, dans la fourniture des services écosystémiques.

Plus largement, les systèmes d'élevage peuvent aussi être vus comme insérés dans des systèmes alimentaires définis comme l'ensemble des technologies et pratiques permettant de produire, traiter, conditionner, distribuer, vendre et consommer des aliments (pentagone de la figure 1). La caractérisation des systèmes alimentaires permet une analyse intégrée des différentes façons de produire et transformer (Foran *et al* 2014). En complément de la représentation proposée par Moraine *et al* (2014), celle-ci permet d'illustrer les interactions avec les secteurs amont et aval (figure 1). Les activités en amont du système de production portent sur la fabrication des aliments du bétail et l'agrofourniture ; celles en aval sont l'abattage et la transformation des produits. Dans un territoire d'élevage donné, les dispositifs d'approvisionnement en intrants, de collecte et de transformation des produits, peuvent être internes ou externes au territoire considéré.

Le système écologique correspond aux ressources biotiques (organismes vivants permettant la fourniture des services écosystémiques) et abiotiques (eau, énergie), renouvelables ou non. Les infrastructures/entités spatiales qui conditionnent et permettent le fonctionnement des systèmes agricoles et agroalimentaires peuvent se caractériser à différents niveaux d'organisation (ferme, bassin versant, région, pays, monde), certaines étant incluses dans ou recoupant le territoire analysé (figure 1). Les interactions entre

Figure 1. Représentation de l'élevage et des produits animaux comme une composante d'un système technique (les filières dans des territoires) en interaction avec un système écologique et un système social (adapté de Marshal 2015 et Vallejo-Rojas et al 2015).



les systèmes écologiques et techniques se produisent à différentes échelles de temps au niveau du champ (par exemple, l'effet cumulatif des techniques de gestion du sol sur la fertilité du sol) et à des niveaux plus élevés (par exemple, cascade d'azote au niveau du paysage) (Duru *et al* 2015b).

Le système social comprend les acteurs du système alimentaire : les agriculteurs, les acteurs des filières jusqu'à la distribution, mais aussi les consommateurs et ceux impliqués dans la gestion des ressources naturelles (figure 1). Suivant les territoires et systèmes alimentaires, ces acteurs sont totalement ou partiellement inscrits dans le territoire analysé. Les institutions agissent sur le comportement des acteurs des systèmes techniques au travers de la définition de normes, de standards, de règlements/lois, mais aussi par la fixation de taxes et de subventions. Les consommateurs impactent les systèmes techniques au travers de la quantité et de la nature des produits animaux qu'ils achètent. Les citoyens, au travers de leur sensibilité à tel ou tel enjeu (bien-être animal, sécurité alimentaire, pollutions) peuvent exercer un lobbying auprès des institutions en charge des réglementations.

Ces trois systèmes – écologique, technique (les élevages et leur inscription dans les filières) et social – interagissent entre eux, et ce à des échelles locales et globales. Le comportement des acteurs économiques est pour partie défini par des modalités de gouvernance élaborées à différentes échelles institutionnelles,

région, États et Europe. Les interactions entre sous-systèmes se font entre niveaux et domaines au travers des processus biophysiques et socioéconomiques. Ainsi, l'état des ressources à l'échelle du paysage (eau, biodiversité) dépend de l'utilisation des terres. Il affecte les processus biophysiques à l'échelle du champ (eau disponible et régulations biologiques) et est sous l'influence des politiques environnementales aux échelles régionales et nationales (ex. politique de régulation de la qualité de l'eau). Les marchés locaux et les institutions, les filières (produits avec labels) ont différents degrés d'interdépendance (Therond *et al* 2017). Les interactions entre les domaines écologiques, économiques et sociaux déterminent les pratiques agricoles. Les encadrés jaunes de la figure 1 représentent quelques-uns des critères retenus pour l'analyse des impacts et services que nous proposons dans la section suivante.

Considérer l'élevage comme un système socio-écologique permet de transformer une liste de critères d'évaluation (tableau 1) en une représentation fonctionnelle facilitant l'analyse de la manière dont les effets positifs et négatifs de l'élevage et de la consommation de produits animaux sont reliés entre eux, et ce dans différents domaines. Il est aussi possible de montrer que les acteurs qui bénéficient des effets positifs peuvent ne pas être les mêmes que ceux qui subissent des effets négatifs. Les arbitrages sociaux pour traiter d'antagonismes entre services peuvent se faire au niveau local dans des dispositifs formalisés (par exemple pratiques d'élevage et pollution des

eaux par les nitrates), ou bien à un niveau plus global et de manière plus « diffuse » et lente, par exemple au travers du changement de comportement des consommateurs.

2.2 / La grange : une représentation simplifiée de l'élevage dans les territoires

En nous inspirant des conceptualisations précédemment présentées, nous proposons une représentation intégrative mais simplifiée des services et impacts rendus par l'élevage dans un territoire. Celle-ci se fonde sur une représentation des caractéristiques du système socio-écologique (matrice paysagère à l'origine des services écosystémiques, valeur monétaire et emplois générés...), dans lequel les systèmes d'élevage interagissent avec cinq interfaces précédemment discutées : les marchés, le travail et l'emploi, les intrants, l'environnement et le climat, et les enjeux sociaux et culturels. Ces interfaces recouvrent les domaines d'évaluation annoncés dans le tableau 1 et la figure 1. Cette représentation est appelée « grange » (figure 2) en référence à la forme du pentagone central qui tout comme dans la figure 1, figure le territoire (ou le système) d'élevage analysé. Elle peut se décliner à différents niveaux d'organisation : un système d'élevage (exploitation ou coordination d'exploitations, Benoit et Méda 2017, ce numéro), un territoire (Dourmad *et al* 2017, Ryschawy *et al* 2017, ce numéro) ou une filière entière à l'échelle d'un pays (Delaby *et al* 2017, ce numéro). Elle

permet de dresser un diagnostic de l'état actuel de l'élevage au sein d'un territoire, en caractérisant ses atouts et les points de vigilance à considérer dans les dynamiques d'innovation en émergence.

a) Grille de lecture de la grange

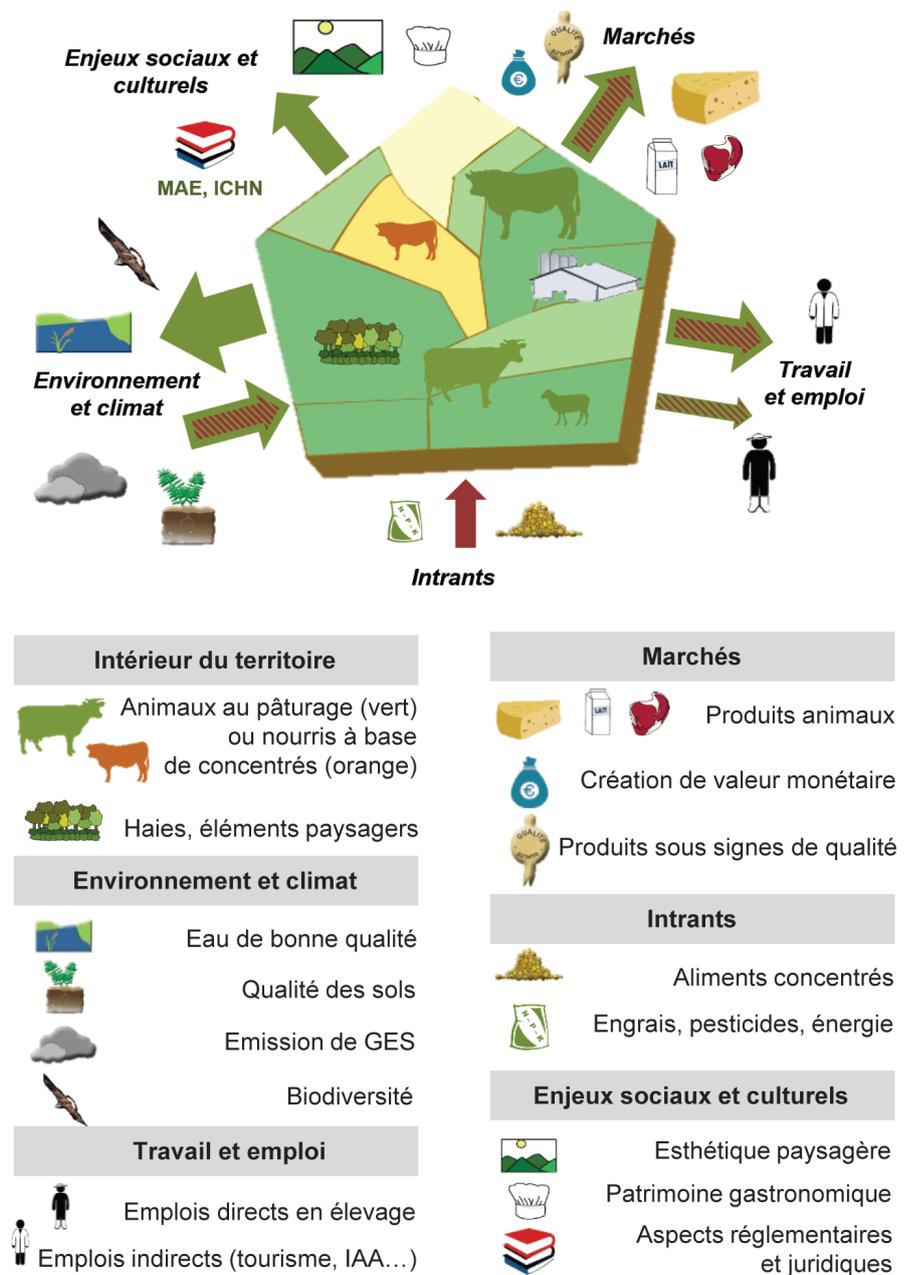
La grange commentée ci-dessous est celle des zones fromagères AOP du Massif central (figure 2). Le pentagone central représente le territoire d'élevage avec ses éléments paysagers (haies) et les activités agro-industrielles (industries agroalimentaires, méthaniseur) sur lesquelles s'appuie l'élevage. Celui-ci est décrit par ses caractéristiques : espèces et densité animales, modes d'alimentation (animal vert : au pâturage et à base de fourrages, ocre : rations à base d'aliments concentrés dont l'ensilage de maïs). Le mode d'usage des terres est représenté par un parcellaire à deux nuances de vert pour symboliser la diversité des prairies permanentes et la présence de prairies temporaires, et à deux nuances de jaune pour représenter la diversité des rotations culturales. Dans les espaces urbains et péri-urbains (Delfosse *et al* 2017, ce numéro), les surfaces artificialisées sont représentées en gris.

Sur chaque interface, des pictogrammes explicités sous chaque grange symbolisent les éléments concernés par ces interfaces. La bourse symbolise la création de valeur monétaire par vente des produits et est donc positionnée sur l'interface « marchés ». Selon les territoires, les systèmes bénéficient d'autres sources de revenus (MAE, ICHN, aides à l'agriculture biologique...) qui sont indiquées sous les livres qui représentent le cadre réglementaire (hors cahiers des charges animaux inclus dans le pictogramme « produits sous signes de qualités »). La poignée de main symbolise une coordination structurée entre les acteurs des filières ou du territoire. Certains pictogrammes sont de couleur variable selon que l'impact de l'élevage y est positif ou négatif : c'est par exemple le cas du pictogramme qui représente la qualité de l'eau, bleue lorsqu'elle n'est pas affectée par l'activité d'élevage, grise lorsqu'il y a un risque de pollution par les pesticides ou d'eutrophication.

La nature et l'ampleur des effets sont représentées par une flèche sortante plus ou moins large et dont la couleur indique que ceux-ci sont positifs (flèche verte), négatifs (rouge) ou mitigés (hachures) ; dans ce cas, l'effet dominant borde la flèche. Sur l'interface travail et emploi, nous distinguons les emplois directs en élevage des emplois indirects (IAA, tourisme, flèche vers personnage en blanc). Les flèches entrantes ont un sens spécifique à chaque interface. Sur l'interface intrants, la flèche rouge entrante

Figure 2. La « grange » : représentation graphique du cadre d'analyse des territoires ou des systèmes d'élevage.

Le pentagone central figure un territoire d'élevage (dans cet exemple les zones fromagères AOP du Massif central) et ses principales caractéristiques. Le mode d'usage des terres est représenté par un parcellaire à deux nuances de vert pour symboliser la diversité des prairies permanentes et la présence de prairies temporaires, et à deux nuances de jaune pour représenter la diversité des rotations culturales. Dans ce territoire, l'élevage interagit avec cinq interfaces, les côtés du pentagone, qui découlent du choix de mettre en exergue ses interactions avec l'ensemble des composantes du système socio-écologique. La signification des pictogrammes utilisés est rappelée sous chaque grange. La nature et l'ampleur des effets sont visualisées par une flèche sortante, plus ou moins large, dont la couleur indique s'ils sont positifs (vert), négatifs (rouge) ou mitigés (hachures). Des flèches entrantes peuvent symboliser les effets délocalisés de l'alimentation animale (intrants), la vulnérabilité aux fluctuations des prix (marchés), les services rendus par les écosystèmes (couleur verte, interface environnement-climat) ou la pression de facteurs environnementaux (couleur rouge).



traduit l'importance que revêt l'utilisation d'intrants exogènes dans le système ; elle symbolise ainsi les effets délocalisés de l'élevage. Dans certains cas, cette flèche peut être hachurée de vert pour signifier que l'élevage importe et valo-

rise des coproduits ou des déchets de l'alimentation humaine. Les flèches à l'intérieur du territoire symbolisent les interactions locales qui permettent de réduire les importations d'intrants, par exemple les échanges entre céréaliers et

éleveurs (Ryschawy *et al* 2017), l'utilisation de cultures locales pour alimenter les animaux (Benoit et Méda 2017), ou la valorisation des déjections animales pour fertiliser cultures et prairies après méthanisation (Dourmad *et al* 2017). Sur l'interface marchés, la flèche entrante signifie une sensibilité de ce type d'élevage aux fluctuations du marché (coût des matières premières, tensions sur les prix des produits) lorsqu'elle est rouge, ou à l'inverse des opportunités (valorisation en circuits courts) lorsqu'elle est verte. Sur l'interface « environnement, climat », la flèche entrante signifie que les systèmes d'élevage bénéficient de services intrants (flèche verte) ou subissent la pression de facteurs environnementaux (risque de prédation, de contamination par l'avifaune sauvage, sécheresse... ; flèche rouge). Chaque grange est accompagnée d'un tableau (tableau 2) qui synthétise les effets positifs et négatifs de l'élevage relatifs aux cinq interfaces. Notons enfin que les granges sont surtout à considérer relativement les unes par rapport aux autres ; l'absence d'un pictogramme ou d'une flèche ne signifie pas une absence d'effet, mais plutôt que celui-ci est négligeable comparé à d'autres territoires.

b) Analyse des atouts et des limites de la grange

Appliquée dans une gamme de territoires d'élevage (comme cela est réalisé dans les cas d'étude présentés dans les articles de ce numéro spécial), cette représentation simplifiée permet de visualiser

les atouts et les pressions qui s'exercent sur ces territoires, et ainsi de les comparer. Elle constitue ainsi un outil pédagogique qui révèle qu'aucun territoire d'élevage n'est source que de services ou à l'inverse que d'impacts négatifs. À l'instar du travail de Ryschawy *et al* (2015) sur les services rendus par l'élevage, ce mode de représentation permet de visualiser que certains territoires sont très orientés vers la fourniture de services d'approvisionnement et de vitalité territoriale (Dourmad *et al* 2017), alors que d'autres produisent majoritairement des services de qualité environnementale et des services culturels (Vollet *et al* 2017, Lemauiel-Lavenant et Sabatier 2017, ce numéro). La comparaison des granges permet également d'identifier des territoires dans lesquels l'élevage est susceptible de fournir des bouquets de services plus « équilibrés ». Elle met aussi en avant des grandes tendances dans les arbitrages entre ces différents impacts et services, que ce soit entre les grands types de territoires d'élevage ou au sein de chaque grand type. Ces arbitrages concernent principalement l'arbitrage entre la production d'une part et l'environnement et les dimensions socio-culturelles d'autre part.

Cette représentation synthétique, comme toute représentation visuelle, a une portée heuristique limitée, car l'ensemble des interactions ne peuvent pas être représentées. Malgré le potentiel de la grange pour représenter des niveaux d'organisation emboîtés, ceux-ci ne peuvent également être représentés dans un unique schéma. La largeur des flèches et

la taille des pictogrammes est « à dire d'experts » à la différence des flux qui ont par exemple pu être quantifiés dans la cascade de l'azote (Billen *et al* 2015) ou dans des approches de métabolisme territorial (Bonaudo *et al* 2015). Ceci résulte du fait que certaines des variables représentées sur les côtés de la grange, telles que la perception de l'esthétique paysagère, sont difficilement quantifiables. Par ailleurs, des données quantitatives ne sont pas toujours disponibles à l'échelle des entités territoriales considérées ; c'est par exemple le cas des importations de concentrés ou d'éléments fertilisants ou des émissions de GES liées à l'élevage. Un atout majeur de la grange est donc de représenter dans un même schéma des variables qui ne s'exprimeraient pas dans les mêmes unités, et dont la plupart sont difficilement quantifiables au grain considéré. Par ailleurs, l'exercice de construction des granges ouvre un espace de dialogue entre les experts du territoire concerné et permet l'expression de points de vue divergents ; la représentation finale traduit ainsi le compromis qui a été obtenu entre les experts impliqués. Nous avons privilégié une focalisation sur l'emprise spatiale du système étudié plutôt que temporelle. Toutefois, notre mode de représentation ne rend pas toujours bien compte de la diversité des formes d'élevage qui y coexistent, et fait principalement ressortir le bouquet de services et les impacts négatifs générés par les systèmes dominants. Cette critique rejoint celle qui peut être formulée à l'encontre des cartographies de services

Tableau 2. Impacts positifs et négatifs associés aux territoires fromagers AOP du Massif central, relatifs aux cinq interfaces (exemple de tableau synthétique qui accompagne chaque grange).

Interfaces étudiées	Effets positifs	Effets négatifs
Intrants	- Autonomie fourragère élevée	- Effets délocalisés de la production d'aliments concentrés (par exemple déforestation au Brésil et en Argentine (Boerema <i>et al</i> 2016)) - Fertilisation minérale des prairies
Travail et Emploi	- Emplois directs en élevage assez nombreux (petites structures) - Maintien du tissu rural - Emplois indirects (transformation, tourisme)	- Organisation variable des filières - Assez faible rémunération du travail agricole
Marchés	- Produits avec un potentiel de valeur ajoutée (SIQO, circuits courts)	- Saisonnalité de la production à l'herbe - Valorisation limitée dans le territoire pour les broutards
Enjeux sociaux et culturels	- Bonne image des systèmes et des produits - Qualité nutritionnelle des produits à l'herbe - Esthétique des paysages. Patrimoine gastronomique	
Environnement et climat	- Biodiversité (prairies permanentes, infrastructures paysagères, habitats remarquables) - Séquestration C par prairies - Préservation qualité des eaux	- Émissions élevées CH ₄ par kg de produit - Sensibilité aux aléas climatiques et aux ravageurs (rats taupiers)

(Dumont *et al* 2017b, ce numéro). La question des temporalités et de la coexistence de différents systèmes au sein d'un territoire sont cependant abordées de manière qualitative lorsque sont examinées différentes voies de progrès pour l'élevage. Nous discutons dans la section suivante les clefs utilisées à ces fins.

3 / Caractériser la diversité des élevages pour les impacts et services

3.1 / Différents paradigmes pour réduire les impacts et augmenter les services

La grange fournit une représentation synthétique des impacts et services de l'élevage et des filières. Elle permet de représenter plusieurs façons de produire et de s'ancrer dans un territoire, appelées formes d'élevage. Therond *et al* (2017) proposent une grille d'analyse structurée autour de deux grandes dimensions pour clarifier le positionnement relatif des formes d'élevage : la nature et l'origine des intrants mobilisés dans les systèmes de production et la nature des contextes socio-économiques dans lesquels ils sont insérés.

La première dimension est basée sur le poids relatifs des deux grands types d'intrants : *i*) exogènes à l'élevage, qu'ils soient chimiques (ex. engrais de synthèse, pesticides, médicaments) ou biologiques (ex. stimulateur de la santé des plantes et des animaux, matière organique) et *ii*) les services écosystémiques intrants (endogènes) dont le niveau détermine celui de l'autonomie en intrants des systèmes d'élevage (encadré 1). Les principes pour faire face aux enjeux de durabilité environnementale diffèrent : dans les systèmes basés sur les intrants chimiques exogènes il s'agit de maîtriser les pollutions, les déchets et la rareté des ressources ; pour ceux basés sur les intrants biologiques, il s'agit de réduire l'écotoxicité des intrants et ainsi répondre aux enjeux de santé de l'écosystème et de l'Homme ; enfin, dans les systèmes basés sur les services écosystémiques la priorité est mise sur la valorisation des ressources naturelles pour obtenir une plus grande autonomie vis à vis des intrants et de l'alimentation des animaux.

La seconde dimension permet de distinguer les contextes socio-économiques d'achat d'intrants, de commercialisation des produits agricoles voire de gestion des ressources naturelles qui sous-tendent le fonctionnement biotechnique des systèmes d'élevage (composantes intrants et marché du pentagone de la figure 2). Deux grands types de contextes socio-économiques peuvent être distin-

gués. Le premier type correspond aux systèmes alimentaires industrialisés structurés par des marchés mondialisés de produits génériques et standardisés, de composés issus du fractionnement des matières premières ou d'intrants. Le second type englobe les contextes socio-économiques qui favorisent un ancrage territorial des systèmes de production. Nous distinguons ici trois sous-types de contextes favorisant cet ancrage : *i*) les économies circulaires qui visent à boucler localement le cycle des matières et de l'énergie (par ex méthanisation), *ii*) les systèmes alimentaires alternatifs et, *iii*) les projets de développement territorial intégré. Ces trois types de dynamiques sont nés en réaction aux effets négatifs des systèmes alimentaires industrialisés sur l'environnement, la qualité des produits ou, la santé humaine, ou encore pour répondre à des enjeux locaux (ex. souveraineté, relocalisation). Une manière de caractériser ces différents contextes socio-économiques est d'analyser dans quelle mesure les relations sociales sont organisées pour réguler les comportements purement économiques des acteurs (composantes enjeux sociaux et culturels du pentagone de la figure 2). On parle alors de degré d'intégration territoriale (*territorial embeddedness*). Penker (2006) identifie ainsi trois dimensions clés de l'intégration territoriale des activités économiques fonction de la prise en compte : *i*) des relations sociales entre les agents du système alimentaire (ex. confiance, transparence, équitabilité) ; *ii*) de l'origine géographique des produits ou des modes de production ; *iii*) des caractéristiques environnementales associées aux produits, c'est-à-dire la prise en compte des impacts sur l'environnement et la santé des pratiques agricoles ou des systèmes alimentaires. Ces distinctions permettent de caractériser la diversité des contextes socio-économiques des systèmes de production agricole (Therond *et al* 2017).

Ce cadre d'analyse à deux dimensions (figure 3) permet de dépasser les limites des classifications basées sur des dénominations générales telles que : agriculture biologique, conventionnelle, de précision, intégrée, climato-intelligente, etc. En effet, la plupart de ces catégories englobent une grande diversité de modes de production plus ou moins basés sur les intrants exogènes et les services écosystémiques et de contextes socio-économiques. De ce fait, elles ne permettent pas de distinguer les systèmes en fonction de leurs performances environnementales et socio-économiques.

3.2 / Formes d'élevage : diversité des cas d'étude retenus et des voies de progrès examinées dans l'Esco

En analysant les systèmes d'élevage suivant le poids relatif des intrants d'une

part et leur contexte socio-économique (mondialisés vs territorialisés) d'autre part, six archétypes de formes d'élevage peuvent être définis (figure 3), (Therond *et al* 2017) :

- Une forme d'élevage dans laquelle les systèmes de production sont basés sur des intrants chimiques (engrais de synthèse, produits phytosanitaires et médicaments), généralement non autonome en protéines, voire systèmes d'élevage tout ou partie hors sol, et inscrits dans des systèmes alimentaires mondialisés ;

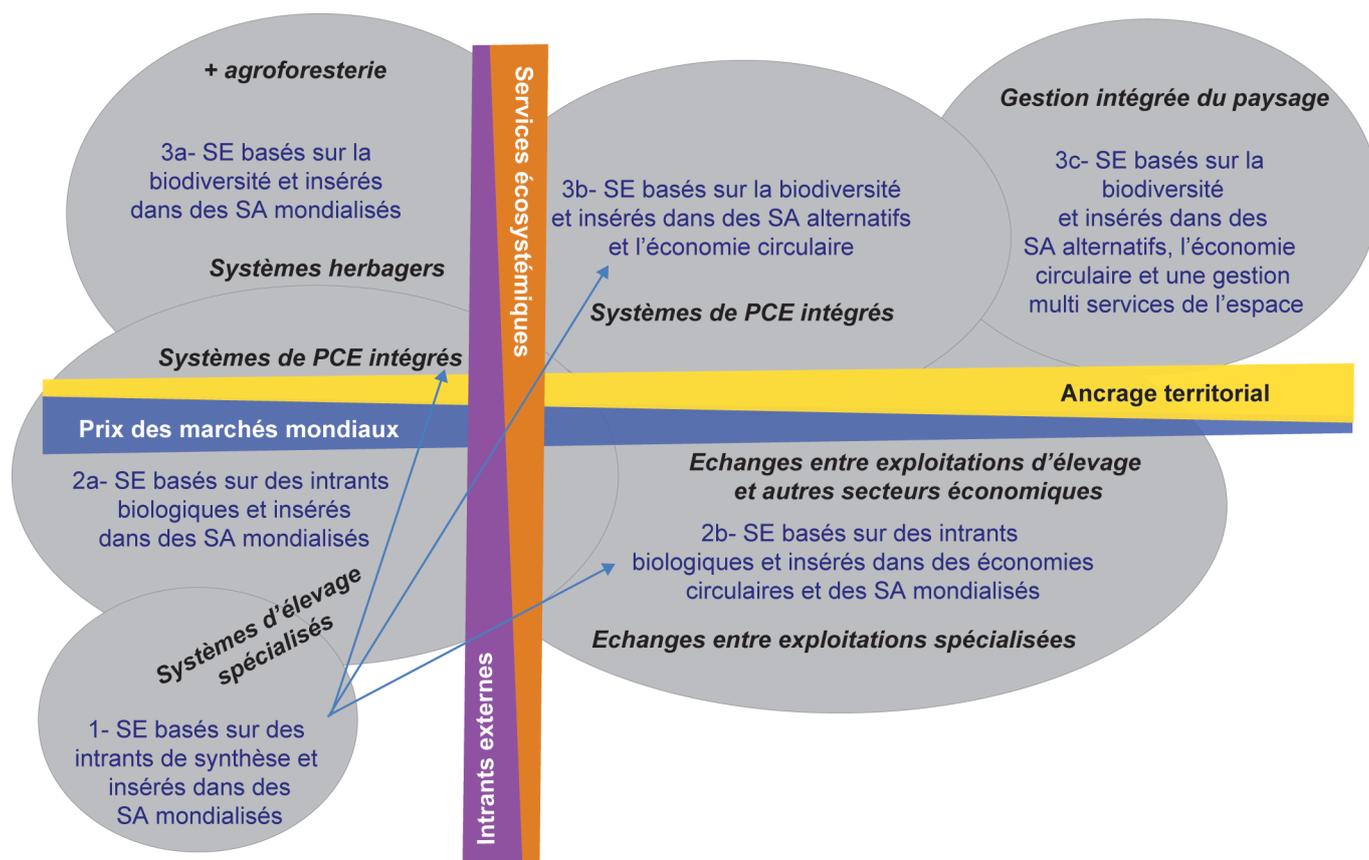
- Deux formes d'élevage basées sur les intrants biologiques, ayant un degré d'autonomie alimentaire généralement plus élevé, et insérées dans des systèmes alimentaires mondialisés ou dans des économies circulaires, le plus souvent pour les intrants, y compris les aliments pour le troupeau ;

- Trois formes d'élevage basées sur l'utilisation des services écosystémiques intrants intégrées dans : *i*) des systèmes alimentaires mondialisés lorsque le contexte territorial ne se prête pas à valoriser un ancrage territorial des façons de produire ; *ii*) des économies circulaires combinées à des systèmes alimentaires alternatifs ; *iii*) un projet territorial intégré basé sur les complémentarités entre économie circulaire, systèmes alimentaires alternatifs et gestion collective de paysage multiservices.

Dans une première forme d'élevage (1), les systèmes d'élevage spécialisés, produisant majoritairement à partir d'intrants chimiques et faiblement autonomes en protéines, sont fortement insérés dans des systèmes alimentaires d'échanges de matières premières structurés par les prix des cours mondiaux (quadrant inférieur gauche de la figure 2). Étant donné qu'ils sont intégrés dans des systèmes alimentaires fonctionnant à grande échelle, ces systèmes d'élevage sont souvent peu connectés aux enjeux et stratégies locales de gestion des ressources naturelles, ce qui entraîne souvent des conflits pour la gestion de ressources (eau pour l'irrigation, qualité de l'eau). Cette forme d'élevage fait partie de la forme d'agriculture dominante en Europe occidentale (Levidow *et al* 2014). Les cas d'étude de la Bretagne et de la Catalogne illustreront ce modèle (Dourmad *et al* 2017). Mais les systèmes de polyculture élevage reposant sur peu d'intégration spatiotemporelle entre les ateliers s'inscrivent dans ce modèle (Ryschawy *et al* 2017).

Les deux formes d'élevage basées sur l'utilisation d'intrants biologiques interagissent également avec les chaînes d'approvisionnement alimentaire mondialisées pour la fourniture d'intrants biologiques (par exemple bio-stimulants et

Figure 3. Six formes d'agriculture selon la nature et l'origine des intrants utilisés dans les élevages (axe Y) et selon leur insertion dans des systèmes alimentaires mondialisés et dans les dynamiques territoriales (axe X), (adapté de Therond et al 2017).



SE : Système d'Élevage ; SA : Système Alimentaire ; PCE : PolyCulture-Élevage

Les flèches indiquent des trajectoires possibles d'évolution ou de transformation des systèmes de production d'une forme à une autre avec ici l'exemple des systèmes de polyculture élevage dont les ateliers sont juxtaposés (quadrant en bas à gauche), peuvent réduire les intrants en procédant à des échanges entre exploitations spécialisées (quadrant en bas à droite) ou en intégrant mieux les deux ateliers au sein d'une exploitation ou encore en s'inscrivant dans des dynamiques territoriales (quadrant en haut à droite)

bio-pesticides) et la commercialisation des produits (2a) (figure 3, quadrant inférieur gauche). Toutefois, dans la deuxième forme (2b) le fonctionnement des élevages peut aussi fortement reposer sur une économie circulaire (par exemple, échanges de matières, fourrages, pailles, fumiers, entre exploitation spécialisées en élevage et en grande culture), ce qui permet de remplacer tout ou partie des intrants chimiques par des intrants biologiques et d'offrir des opportunités de diversification (par exemple, la production de biomasse pour la bio-énergie, comme dans le cas d'étude Allemand (Dourmad *et al* 2017), (figure 3, quadrant inférieur droit). L'émergence d'échanges entre exploitations spécialisées en grande culture et en élevage s'inscrit aussi dans ce modèle (Ryschawy *et al* 2017). Le développement d'économies circulaires est encouragé par les politiques européennes et les acteurs de l'agro-industrie (Levidow *et al* 2014).

Les trois formes d'élevage basées sur la gestion de la biodiversité se distinguent selon les contextes socio-économiques

dans lesquels elles s'inscrivent. Dans ces formes, la diversité des ressources fourragères (prairies, parcours), associées à une diversité de cultures permet de fournir des services écosystémiques intrants (encadré 2). Le plus fort lien au sol, éventuellement combiné à une diversité d'espèces animales, contribue à une autonomie alimentaire des troupeaux plus élevée que celles atteignable dans les formes 1 ou 2a. La première de ces formes basées sur la biodiversité (3a) correspond à des systèmes d'élevage herbagers relativement autonomes pour l'alimentation dans des zones à forte concentration d'animaux mais avec alignement de la production laitière sur la pousse de l'herbe et des niveaux de production modestes comme en Irlande (Delaby *et al* 2017), voire à de l'élevage combiné à de l'agriculture de conservation ou de l'agroforesterie (figure 3, quadrant supérieur gauche). Les systèmes d'élevage herbagers à moyenne densité animale dont les produits sont vendus au cours mondial s'inscrivent aussi dans ce modèle. Par contre, lorsque les produits de l'élevage s'insèrent dans

des systèmes alimentaires alternatifs et des économies circulaires au niveau local ou régional *via* des filières adaptées (Vollet *et al* 2017), ces systèmes d'élevage herbagers s'inscrivent dans la forme 3b, correspondant souvent à l'utilisation de ressources diversifiées (figure 3, quadrant supérieur droit). C'est également le cas d'élevages ovins bio et de granivores avec fort lien au sol dont les produits sont valorisés avec des labels (Benoit et Méda 2017). La forme 3c intègre en plus la gestion collective de modes d'utilisation des sols agricoles et non agricoles pour le développement d'un bouquet de services à l'échelle du territoire (quadrant supérieur droit de la figure 3). Les territoires à forts enjeux naturels où l'élevage rend des services de régulation et de préservation de la biodiversité et des paysages (Lemauiel-Lavenant et Sabatier 2017), de même que les élevages situés dans les espaces périurbains (Delfosse *et al* 2017), s'inscrivent le plus souvent dans les formes 3b, voire 3c lorsque la dimension collective pour l'utilisation de l'espace et/ou la commercialisation des produits est

forte. Le premier modèle basé sur la biodiversité (3a) correspond souvent à des niches dans les pays européens ; mais des exceptions sont observées comme l'élevage laitier en Irlande. Le poids des deux autres formes (3b et 3c) est actuellement encore plus limité en termes de volumes de produits.

La classification présentée permet de distinguer les élevages sur des bases plus génériques et plus précises que les classifications usuelles : conventionnels vs bio ; filières longues vs circuits courts, élevages avec ou sans labels. Ainsi, les exploitations de polyculture élevage peuvent correspondre à la plupart des formes, tout comme les élevages produisant avec labels, selon respectivement l'intensité des interactions entre ateliers et des services écosystémiques associés, ainsi que du degré d'ancrage dans le territoire (Moraine *et al* 2016). L'analyse des services et des impacts passe donc par l'explicitation des modes de production (degré d'autonomie, part des services écosystémiques intrants) et du degré d'ancrage des élevages dans les territoires plus que par le rattachement à telle ou telle catégorie de signe officiel de qualité, cahier des charges ou technologies utilisées. Cette représentation permet tout autant de décrire les formes d'élevage courantes que celles émergentes. Dans la plupart des territoires, différents formes d'agriculture et d'élevage coexistent. Mais lorsque l'élevage est caractérisé à partir de bases de données portant sur de grands territoires (département ou région), seuls les systèmes dominants sont identifiables (Dumont *et al* 2017b). Par contre, au sein de ces mêmes territoires, les études de cas permettent de caractériser des élevages innovants dans leur mode de production ou dans leur relation avec le territoire, et ce, seul, en petits groupes ou dans des collectifs plus larges. Ces deux niveaux d'analyse seront présentés dans la plupart des cas d'étude.

Cette représentation permet également de caractériser les types de transition (Caron *et al* 2014) entre ces formes selon

qu'elles n'engendrent que des évolutions incrémentales (substitution des intrants), ou, nécessitent des transformations plus profondes (figure 3, flèches courbes indiquant des trajectoires). Par exemple, les élevages situés dans les territoires sous tension environnementale (Dourmad *et al* 2017) peuvent accroître leur durabilité par mobilisation des leviers de l'économie circulaire, par développement de la part de l'herbe et la recherche d'autonomie, ou bien encore par des changements plus radicaux basés sur les modes de commercialisation alternatifs, éventuellement sur la base de labels (bio...). Les élevages situés dans les territoires herbagers (Vollet *et al* 2017) peuvent renforcer leur autonomie en intrants par accroissement de la biodiversité (légumineuses, agroforesterie), mais ils peuvent aussi s'organiser pour produire sous signes de qualité afin de valoriser l'alimentation à l'herbe dans le cas des ruminants ou faire reconnaître un plus grand lien au sol pour les monogastriques. Les élevages situés dans les territoires de polyculture élevage (Ryschawy *et al* 2017) peuvent renforcer l'intégration entre les deux ateliers au sein de l'exploitation, ou bien *via* le développement d'échanges entre exploitations spécialisées au sein d'un territoire, soit dans le cadre d'économie circulaire, soit en accroissant la biodiversité cultivée ou bien encore au travers d'engagement dans des cahiers des charges mentionnant un plus fort ancrage territorial. Les productions animales sous signe de qualité (Benoit et Méda 2017) peuvent quant à elles valoriser et combiner des ancrages liés aux spécificités du milieu naturel, aux façons de produire par le lien au sol ou l'organisation sociale. Dans tous les cas, les critères d'évaluation considérés seront ceux identifiés dans la grange (§ 3.2.).

Conclusion

Nous avons proposé une représentation graphique simplifiée de l'élevage et de son ancrage territorial sur la base

d'une analyse de la littérature scientifique relative aux systèmes socio-écologiques, notamment la plus récente qui inclut les systèmes anthropisés et les activités économiques. La « grange » permet d'abord de visualiser les caractéristiques de l'élevage et les interactions associées dans un territoire et avec son environnement suivant cinq grands types d'interfaces qui recouvrent les différents piliers de la durabilité et permet de prendre en compte les effets locaux et les effets délocalisés de l'élevage. Du point de vue biophysique, elle met l'accent sur les interactions entre cultures (fourragères ou non, de vente ou autoconsommées), prairies et animaux (ruminants ou monogastriques) de l'échelle de l'exploitation à celle du territoire et sur le degré de circularité des matières et le niveau potentiel de fourniture de services écosystémiques, notamment par les prairies. Du point de vue socio-économique elle permet de prendre en compte explicitement la nature et les volumes de produits échangés sur les marchés, le travail et l'emploi, ainsi que les dimensions sociales et culturelles liées à l'élevage. Sur la base de l'analyse des relations entre les caractéristiques de ses cinq interfaces, la grange permet une analyse fonctionnelle de l'élevage dans un territoire afin d'en déterminer les atouts et les points de vigilance. Pour typer la diversité des formes d'élevages dans un territoire, nous avons retenu une classification basée sur la distinction (i) du poids relatif des intrants exogènes, chimiques ou biologiques, et des services écosystémiques dans le fonctionnement des systèmes d'élevage, et (ii) le niveau d'insertion de ces derniers dans les systèmes alimentaires mondialisés vs les dynamiques territorialisées. Cette grille d'analyse permet de positionner les différents cas d'études présentés dans les articles suivants de ce numéro spécial. Plus largement, elle permet d'aider à caractériser les types de transition de ces formes d'élevage afin d'augmenter la gamme de services qu'elles fournissent et de réduire leurs impacts négatifs sur l'environnement.

Références

ANSES, 2016. AVIS et RAPPORTS de l'Anses relatifs à l'Actualisation des repères du PNNS : Révision des repères de consommations alimentaires. 192p.

Benoit M., Méda B., 2017. Enjeux et atouts des productions animales sous signe officiel de qualité pour répondre aux attentes sociétales. In : Numéro spécial, L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. Dumont B. (Éd). INRA Prod. Anim., 30, 381-394.

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. Environ. Res. Letters, 10, 1-14.

Boerema A., Peeters A., Swolfs S., Vandevenne F., Jacobs S., Staes J., Meire P., 2016. Soybean trade: Balancing environmental and socio-economic impacts of an intercontinental market. PLoS ONE, 11, 1-13.

Bommarco R., Kleijn D., Otts S.G., 2012. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. Trends in Ecology &

Evolution, 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>

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. L'exemple d'Aussois en Savoie. Buclet N. (Éd). 157-178. CNRS Alpha. Paris, France. CNRS Éditions.

Caron P., Biénabe E., Hainzelin E., 2014. Making transition towards ecological intensifi-

- cation of agriculture a reality: the gaps in and the role of scientific knowledge. *Curr. Opin. Environ. Sustainability*, 8, 44-52.
- Chardigny J., Walrand S., 2016. A How might oil seeds help meet the protein challenge ? – Oleagineux Corps Gras Lipides.
- Chaudhary A., Kastner T., 2016. Land use biodiversity impacts embodied in international food trade. *Global Environ. Change*, 38, 195-204.
- Daily G., 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Edition Island Press, 412p.
- d'Alexis S., Sauvant D., Boval M., 2014. Mixed grazing systems of sheep and cattle to improve live weight gain: a quantitative review. *J. Agricult. Sci.*, 152, 655-666.
- de Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemsen L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complexity*, 7, 260-272.
- Delaby L., Chatellier V., Dumont B., Horan B., 2017. L'Irlande, un territoire porté par l'élevage laitier dans des conditions de milieu favorable et de marchés incertains. In : Numéro spécial, L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. Dumont B. (Éd). INRA Prod. Anim., 30, 321-332.
- Delfosse C., Dumont B., Hostiou N., 2017. Des services contrastés rendus par l'élevage dans les espaces urbains et périurbains européens. In : Numéro spécial, L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. Dumont B. (Éd). INRA Prod. Anim., 30, 395-406.
- Dourmad J.Y., Delaby L., Boixadera J., Ortis C., Méda B., Gaigné C., Dumont B., 2017. Diversité des services rendus par les territoires à forte densité d'élevages, trois cas d'étude en Europe. In : Numéro spécial, L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. Dumont B. (Éd). INRA Prod. Anim., 30, 303-320.
- Dumont B., Dupraz P., Sabatier R., Hercule J., Donnars C. 2017a. Pour toute recherche dans la base de données Une expertise scientifique collective analyse les rôles, impacts et services issus des élevages en Europe, *Fourrages*, 229, 63-76.
- Dumont B., Ryschawy J., Duru M., Benoit M., Delaby L., Dourmad J.Y., Méda B., Vollet D., Sabatier R., 2017b. Les bouquets de services, un concept clé pour raisonner l'avenir des territoires d'élevage. In : Numéro spécial, Dumont B. (Éd). L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. INRA Prod. Anim., 30, 407-422.
- Duru M., Therond O., 2015. Livestock system sustainability and resilience in intensive production zones: which form of ecological modernization? *Regional Environmental Change*, 15, 1651-1665.
- Duru M., Therond O., Martin G., Martin-Clouaire R., Magne M., Justes E., Sarthou J.P., 2015a. How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services. *Agron. Sustain. Dev.*, 35, 1259. <http://doi.org/10.1007/s13593-015-0306-1>
- Duru M., Moraine M., Therond O., 2015b. An analytical framework for structuring analysis and design of sustainable ruminant livestock systems. *Anim., Frontiers*, 5, 6-13.
- FAO, Steinfeld H., Gerber P.J., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C., 2006. Livestock long shadow. Environmental issues and options. FAO, Rome, Italy, 390p.
- Feng C., Ding S., Zhang T., Li Z., Wang D., Wang L., Peng F., 2016. High plant diversity stimulates foraging motivation in grazing herbivores. *Basic Appl. Ecol.*, 17, 43-51. <http://doi.org/10.1016/j.baae.2015.09.004>
- 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, 337-342.
- Folke C., Carpenter S.R., Walker B., Scheffer M., Chapin T., Rockström J., 2010. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecol. Society*, 15.
- Foran T., Butler J.R., Williams L.J. Wanjura W.J., Hall A., Carter L., Carberry P.S., 2014. Taking Complexity in Food Systems Seriously: An Interdisciplinary Analysis. *World Dev.*, 61, 85-101.
- 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, Italy, 116p.
- Gómez-Baggethun E., De Groot R., 2010. Natural capital and ecosystem services: the ecological foundation of human society. *Ecosys. services*, 105-121.
- Haines-Young R., Potschin M., Kienast F., 2012. Indicators of ecosystem service potential at European scales: Mapping marginal changes and trade-offs. *Ecol. Indicators*, 21, 39-53.
- Janzen H.H., 2011. What place for livestock on a re-greening earth? *Anim. Feed Sci. Technol.*, 783-796.
- Kremen C., Iles A., Bacon C., 2012. Diversified farming systems: an agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecol. Soc.*, 17, 44.
- Lemauiel-Lavenant S., Sabatier R., 2017. Quand l'élevage est garant de la conservation de milieux patrimoniaux. In : Numéro spécial, L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. Dumont B. (Éd). INRA Prod. Anim., 30, 351-362.
- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., Roger-Estrade J., Sarthou J.P., Trommetter M., 2008. Agriculture et Biodiversité. Valoriser les synergies. Final report (Anglais).
- Lescourret F., Magda D., Richard G., Adam-Blondin A.F., Bardy M., Baudry J., Doussan I., Dumont B., Lefevre 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 Environ. Sustainability*, 14, 68-75.
- Levidow L., Pimbert M., Vanloqueren G., 2014. Agroecological research: conforming-or transforming the dominant Agro-Food Regime? *Agroecol. Sustainable Food Syst.*, 38, 1127-1155.
- Lindemann-Matthies P., Junge X., Matthies D., 2010. The influence of plant diversity on people's perception and aesthetic appreciation of grassland vegetation. *Biological Conservation*, 143, 195-202. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.10.003>
- Marshall G.R., 2015. A social-ecological systems framework for food systems research: accommodating transformation systems and their products. *Int. J. Commons*, 9, 881-908.
- McGinnis M.D., Ostrom E., 2014. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecol. Society*, 19.
- MEA – Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Multiscale Assessments: Findings of the Sub-Global Assessments Working Group. Island Press, 416p.
- Moraine M., Duru M., Nicholas P., Leterme P., Therond O., 2014. Farming system design for innovative crop-livestock integration in Europe. *Animal*, 8, 1204-1217.
- Moraine M., Duru M., Therond O., 2016. A social-ecological framework for analyzing and designing integrated crop-livestock systems from farm to territory levels. *Renewable Agricult. Food Syst.*, FirstView, 1-14.
- Ollion E., Ingrand S., Delaby L., Trommenschlager J.M., Colette-Leurent S., Blanc F., 2016. Assessing the diversity of trade-offs between life functions in early lactation dairy cows. *Livest. Sci.*, 183, 98-107.
- Penker M., 2006. Mapping and measuring the ecological embeddedness of food supply chains. *Geoforum*.37, 368-379. doi: 10.1016/j.geoforum.2005.09.001
- Peyraud J.L., 2017. L'élevage contribue à la production durable de protéines. In: Le Demeter, Club Demeter, Paris, France, 363-388.
- Pighin D., Pazos A., Chamorro V., Paschetta F., Cunzolo S., Godoy F., Messina V., Pordomingo A., Grigioni G., 2016. A Contribution of beef to human health : A Review of the role of the animal production systems. *Scientif. World J.*, Article ID 8681491, 10p.
- Pimentel D., 2003. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *Am. J. Clinical Nutr.*, 78, 660S-663S.
- Rockstrom J., Steffen W., Noone K., Persson A., Chapin F.S., Lambin E., Lenton T.M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H.J., Nykvist B., de Wit C.A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sorlin 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., 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecol. Society*, 14, 32.
- Ryschawy J., Tichit M., Bertrand S., Allaire G., Plantureux S., Aznar O., Perrot C., Guinot C., Josien E., Lasseur J., Aubert C., Tchakerian E., Disenhaus C., 2015. Comment évaluer les services rendus par l'élevage ? Une approche méthodologique sur le cas de la France. *INRA Prod. Anim.*, 28, 23-37.
- Ryschawy J., Benoit M., Hostiou N., Delfosse C., 2017. Quelles concurrences et synergies entre cultures et élevage dans les territoires de polyculture-élevage ? In : Numéro spécial,

L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. Dumont B. (Éd). INRA Prod. Anim., 30, 363-380.

Sabate J., Harwatt H., Soret S., 2016. Environmental Nutrition: A New Frontier for Public Health. *Am. J. Public Health*, 106, 815-821.

Therond O., Duru M., Roger-Estrade J., Richard G., 2017. A new analytical framework of farming system diversity to identify knowledge gaps in agronomy research. *Agron. Sustain. Dev.*, 37, 21. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0429-7>

Tilman D., Clark M., 2014. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515, 518-522.

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 Env. Change*, First online, 1-15.

van der Linden A., Oosting S. J., van de Ven G.W.J., de Boer I. J. M., van Ittersum, M. K., 2015. A framework for quantitative analysis of livestock systems using theoretical concepts of production ecology. *Agricult. Systems*, 139, 100-109. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.06.007>

van Zanten H.H.E., Meerburg B.G., Bikker P., Herrero M., de Boer I.J.M., 2016. Opinion paper: The role of livestock in a sustainable diet: a land-use perspective. *Animal*, 10, 547-549.

Vollet D., Huguenin-Elie O., Martin B., Dumont B., 2017. La diversité des services rendus par les territoires d'élevage herbagers fournissant des produits de qualité dans des environnements préservés. In : Numéro spécial, L'élevage en Europe : une diversité de services

et d'impacts. Dumont B. (Éd). INRA Prod. Anim., 30, 333-350.

Westhoek H., Lesschen J.P., Leip A., Rood T., Wagner S., De Marco A., Murphy-Bokern D., Pallière C., Howard C.M., Oenema O., 2015. Nitrogen on the table: the influence of food choices on nitrogen emissions and the European environment. NERC/Centre for Ecology & Hydrol., Edinburgh, 66p.

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, e107522.

Zhang W., Ricketts T. H., Kremen C., Carney K., Swinton S. M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecol. Econom.*, 64, 253-260. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>

Résumé

L'élevage et les produits animaux sont souvent examinés par domaine (environnement, économie) ou par niveau d'organisation (exploitation agricole, filière, territoire, pays) si bien qu'il est difficile d'évaluer simultanément la diversité des services et impacts issus de l'élevage dans les territoires. En cohérence avec la littérature scientifique sur les systèmes socio-écologiques, nous avons représenté l'élevage et ses produits à l'interaction de trois systèmes (écologique, technique et social). Ceci permet d'identifier la diversité des facteurs (interactions biotiques, pratiques, modes d'organisation) à l'origine des impacts et des services rendus par l'élevage. Nous en avons ensuite dérivé une représentation simplifiée, « la grange » qui permet de visualiser l'élevage (l'usage des terres, les animaux...) et ses impacts ou services sur cinq interfaces (les intrants, l'environnement et le climat, les marchés, le travail et l'emploi, et les enjeux sociaux et culturels), et les synergies/antagonismes entre services au sein d'un territoire. Nous définissons ensuite différentes formes d'élevage afin de représenter la diversité de l'élevage entre territoires, et d'identifier différentes voies d'innovation pour augmenter ses services et réduire ses impacts. Celles-ci se distinguent par l'insertion des élevages dans les systèmes alimentaires (mondialisés vs territorialisés), ainsi que par l'autonomie en intrants pour l'alimentation des animaux. Cette classification est mobilisée pour introduire les différents cas d'études analysés dans ce numéro spécial.

Abstract

The "barn": a conceptual framework for understanding the services provided by livestock in a territory

Livestock and livestock products are often examined by discipline (environment, economy) or by organizational level (farm, sector, territory, country), making it difficult to simultaneously assess the diversity of services and impacts generated by livestock farming systems. Based on the scientific literature, we consider livestock farming systems at the interaction between the ecological, technical and social systems. Doing this, we can identify factors (biotic interactions, system management, collective organization) at the origin of their impacts and services. We then propose a simplified representation, the "barn", which visualizes how livestock systems (described by land use, animal density...) interact with their environment along five interfaces (inputs, environment and climate, markets, labor and employment, social and cultural factors). Two key characteristics of livestock farming systems, their integration into food systems (globalized vs. territorialized) and the extent to which they rely on exogenous vs. endogenous inputs, allow proposing a grid to analyze sustainability pathways for each type of territory; we use this grid to position the case studies analyzed in this special issue.

DURU M., DONNARS C., RYCHAWY J., THEROND O., DUMONT B., 2017. La « grange » : un cadre conceptuel pour appréhender les bouquets de services rendus par l'élevage dans les territoires. In : Numéro spécial, L'élevage en Europe : une diversité de services et d'impacts. Dumont B. (Éd). INRA Prod. Anim., 30, 273-284.

Une typologie pour représenter la diversité des territoires d'élevage en Europe

J. HERCULE¹, V. CHATELLIER², L. PIET³, B. DUMONT⁴, M. BENOIT⁴, L. DELABY⁵,
C. DONNARS¹, I. SAVINI¹, P. DUPRAZ³

¹ UAR 1241 DEPE, INRA, 75338, Paris, France

² UMR 1302 SMART-LERECO, Agrocampus Ouest, INRA, 44000, Nantes, France

³ UMR 1302 SMART-LERECO, Agrocampus Ouest, INRA, 35000, Rennes, France

⁴ Université Clermont Auvergne, INRA, Vetagro Sup, UMR Herbivores, 63122, Saint-Genès-Champanelle, France

⁵ PEGASE, AgroCampus Ouest, INRA, 35590, Saint Gilles, France

Courriel : vincent.chatellier@inra.fr

Les élevages européens fournissent des bouquets de services contrastés qui découlent de combinaisons de productions ancrées dans des territoires très différents. Comment représenter cette diversité territoriale à l'échelle européenne ? Quels sont les principaux liens entre les types de territoires et la structure des exploitations d'élevage ?

L'agriculture européenne se développe sur des territoires aux caractéristiques pédoclimatiques contrastées et produit des denrées alimentaires extrêmement diversifiées (Commission européenne 2013, Giannakis et Bruggeman 2015). Des étendues de blé tendre du Bassin Parisien aux élevages intensifs de porcs du Danemark, des élevages de brebis laitières de l'Aveyron aux oliveraies de l'Andalousie, des troupeaux de moutons du nord de l'Écosse aux canards gras du Périgord, des vaches laitières irlandaises aux vignobles du Chianti, des troupeaux de caprins de la Grèce aux nouveaux élevages industriels polonnais de poulets, chacun a bien en tête la diversité des territoires et du paysage agricole européen (Van der Zanden *et al* 2016). Quels que soient les efforts déployés par les statisticiens ou les analystes, il est ainsi impossible de faire état en profondeur, et dans un même document, de toute cette diversité, et ce d'autant que chaque région a son histoire propre, ses systèmes productifs particuliers, ses modes d'organisation entre acteurs spécifiques, etc. Il convient donc d'emblée de faire preuve d'humilité face à l'ambition de décrire et de discuter de la diversité des territoires d'élevage européens. L'objectif de cet article est donc, modestement, de représenter de manière agrégée (le niveau départemental pour les données les plus fines) la diversité des territoires d'élevage.

Les productions animales tiennent une place importante dans la valorisation du

territoire de l'Union Européenne (UE). En effet, les exploitations d'élevage occupent près de la moitié de la Surface Agricole Utilisée (SAU) de l'UE (environ 175 millions d'hectares). En valorisant de vastes surfaces fourragères non cultivables dans des régions de montagne ou dans des zones naturelles extensives, les activités d'élevage contribuent à l'aménagement de territoires où les substitutions productives alimentaires sont limitées. Dans les plaines à fort potentiel agronomique, une concurrence exacerbée existe entre les activités d'élevage et d'autres productions agricoles. Ceci a pour effet d'augmenter le prix des terres et d'inciter les agriculteurs à rechercher une forte valeur ajoutée par hectare par le recours à l'intensification (y compris via la mise en œuvre d'élevages hors-sol) ou à des productions agricoles génératrices de chiffres d'affaires élevés par unité de surface (exemple : le maraîchage, l'horticulture, les vignes...). Les productions animales contribuent à l'emploi local, à la fois dans les exploitations agricoles, où les besoins en main-d'œuvre sont plus importants par hectare que dans les exploitations de grandes cultures, et au niveau de l'agrofourmiture et des industries agroalimentaires d'aval. Au plan économique, les productions animales représentent 40% de la production agricole finale (en valeur) à l'échelle de l'UE (Commission Européenne 2014). L'UE occupe la première place mondiale en matière de production laitière (160 milliards de litres de lait par

an), devant l'Inde et les États-Unis ; la deuxième place en matière de production porcine (23 millions de tonnes équivalant carcasse -tec-), loin derrière la Chine ; la troisième place en matière de production de viande bovine (7,7 millions de tec), derrière les États-Unis et le Brésil ; la troisième place également en matière de viande de volailles (13,8 millions de tonnes), derrière les États-Unis et la Chine. Dans un contexte caractérisé par la saturation progressive du marché alimentaire européen (en volume), mais le développement de la demande dans d'autres pays à forte croissance démographique, dont la Chine (Chaumet et Pouch 2017), les exportations européennes se développent, essentiellement dans les secteurs du lait (Chatellier 2016) et de la viande porcine. L'excédent de la balance commerciale de l'UE dans le domaine des productions animales est passé de 10,2 milliards d'euros en 2000 (montant avec actualisation à 2016) à 26,1 milliards d'euros en 2016.

La concentration géographique des productions animales, déjà forte, tend à se renforcer au fil des décennies (Roguet *et al* 2015). Les politiques agricoles successives ont contribué à harmoniser les conditions du marché intracommunautaire (Chatellier et Dupraz 2011, Kirsch *et al* 2017), ce qui a pour effet d'inciter les territoires à se spécialiser dans les productions où ils sont les plus compétitifs en raison d'avantages naturels (climat, sol, relief), structurels (dotation

de facteurs), organisationnels (structuration des filières) et financiers (modalités d'accès au crédit et couverture du risque financier). Près de 85% de la valeur des productions animales résultent de seulement dix États membres (présentés dans les tableaux ci-après). Les cinq premiers, par ordre décroissant la France, l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie et l'Espagne, cumulent 60% du total. Si la place de l'élevage dans la production agricole finale est forte en Irlande (74%), au Danemark (66%) et au Royaume-Uni (60%), elle est plus modeste en Italie (38%) et en Espagne (39%). La Pologne devient, quant à elle, un acteur important en volailles (premier rang européen) et en production laitière (quatrième rang).

Dans ce contexte, cet article a pour ambition d'apporter un éclairage sur la diversité des territoires d'élevage européens. Tout en s'inscrivant dans la continuité de nombreux travaux déjà publiés sur ce thème (Chatellier *et al* 2000, Pfmilin *et al* 2005, Institut de l'Élevage 2013, Roguet *et al* 2015, Andersen 2017), il s'inspire aussi, pour partie, des résultats issus de recherches menées sur les services rendus par l'élevage (Ryschawy *et al* 2015). Cet article a été construit pour être lu de manière indépendante des autres articles publiés dans ce numéro spécial de la revue INRA Productions animales¹. Il permet de positionner un territoire donné, et ses productions animales associées, dans un ensemble plus large pour mieux en souligner les éventuelles originalités. Cet article est structuré en trois parties :

i) Partant des données européennes de l'Enquête sur la Structure des Exploitations Agricoles (ESEA), nous proposons une méthode volontairement simple (car basée sur seulement deux indicateurs et trois seuils) permettant de répartir les territoires européens d'élevage en six types, en correspondance avec ceux développés dans les autres articles de ce numéro spécial. Préalablement à une présentation de la carte européenne de ces territoires, nous discutons le choix des deux indicateurs retenus, en lien avec des réflexions conduites par ailleurs sur les « bouquets de services », et les principales limites de notre approche.

ii) Partant des données européennes du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA), nous analysons la diversité des exploitations d'élevage au

sein et entre les différents types de territoires d'élevage. Pour ce faire, un croisement est opéré entre plusieurs zones géographiques (dix pays et douze régions, dont celles analysées dans ce numéro de la revue). Nous rendons ainsi compte de la diversité des exploitations d'élevage (six orientations de production sont sélectionnées) et de la spécialisation productive des territoires. En nous appuyant sur plusieurs indicateurs portant sur la structure des exploitations ou leurs résultats économiques, nous mettons en évidence la diversité des situations et discutons des services potentiellement rendus par ces exploitations (contribution à l'occupation du territoire et à l'emploi, plus ou moins forte utilisation d'intrants...).

iii) Partant des données françaises du RICA, nous avons appliqué aux données des exploitations d'élevage les mêmes critères de segmentation que ceux utilisés pour construire la typologie des territoires (cf. § 1). Cette approche illustre que les territoires ne sont pas toujours homogènes en termes de systèmes de production, d'assolement ou d'intensification des productions.

1 / Une typologie des territoires d'élevage en Europe

1.1 / Deux critères clés pour appréhender les bouquets de services fournis par les territoires d'élevage européens

En s'appuyant sur une vaste littérature, Dumont *et al* (2016) mettent l'accent sur deux facteurs clés associés à la variabilité des effets de l'élevage sur un territoire donné, à savoir le régime alimentaire du bétail et la densité animale. Ces deux facteurs interviennent de façon transversale sur plusieurs dimensions d'impacts évalués dans le cadre de l'expertise scientifique collective de l'INRA placée au cœur de ce numéro spécial : les intrants ; le travail et l'emploi ; les marchés des produits ; les enjeux socio-culturels ; l'environnement et le climat.

a) Le type d'alimentation des animaux est un déterminant majeur des effets environnementaux

Pour évaluer les effets de l'élevage sur l'environnement, Dumont *et al* (2016) se sont appuyés sur plusieurs évaluations

environnementales et en particulier sur les Analyses du Cycle de Vie (ACV) des produits animaux. Les productions de cultures annuelles destinées à l'alimentation du bétail sont généralement un facteur contribuant fortement aux impacts environnementaux locaux, mais aussi délocalisés en fonction des destinations d'usage (Bellarby *et al* 2013, Leip *et al* 2015). Cet effet a par exemple été quantifié dans le cas de l'azote en Europe et en France (Peyraud *et al* 2012a, Lassaleta *et al* 2014).

Les modalités d'alimentation du bétail en protéines sont diverses : les exploitations peuvent les produire sur place et afficher ainsi une autonomie élevée dans l'approvisionnement alimentaire des animaux ou avoir un recours important à l'achat de céréales et matières riches en protéines. Ces modalités conduisent à une sécurisation plus ou moins forte de l'alimentation du cheptel et entraînent des effets différenciés sur l'environnement (Dumont *et al* 2016).

De nombreuses études mettent en question l'usage de terres arables destinées à l'alimentation animale plutôt qu'à l'alimentation humaine (Donnars *et al* 2016, van Zanten *et al* 2016), l'élevage utilisant les trois quarts des surfaces agricoles mondiales (Foley *et al* 2011) dont un tiers des surfaces en cultures (Steinfeld *et al* 2006, Manceron *et al* 2014) pour fournir un tiers des protéines consommées par l'homme (Herrero *et al* 2009). Une analyse critique des méthodes d'évaluation tend cependant à montrer que le choix des unités fonctionnelles peut avoir des conséquences sur l'interprétation des résultats et même être la source d'importantes controverses au sein de la communauté scientifique (Aubin *et al* 2016). Typiquement, même si les relations sont rarement linéaires, lorsque la densité animale augmente, les niveaux d'impacts diminuent s'ils sont exprimés relativement aux quantités produites tandis que ceux exprimés par hectare augmentent (Peyraud 2017). À l'occasion d'une revue de littérature sur l'usage des terres par l'élevage, Flachowsky *et al* (2017) rappellent que l'utilisation de simples coefficients de conversion alimentaire ou d'indicateurs uniques est une approche normative qui s'avère insuffisante pour traiter de la complexité et de la diversité des systèmes de production de protéines animales pour l'alimentation humaine.

¹ Dans ce numéro spécial, les « bouquets de services » fournis par les élevages sont décrits pour plusieurs territoires contrastés, en s'appuyant sur des cas-types surtout français mais aussi issus d'autres pays européens (Allemagne, Espagne, Irlande et Suisse). Ce travail mobilise la littérature scientifique disponible sur l'élevage afin d'apprécier les impacts et services en fonction des cinq dimensions du cadre conceptuel présenté par Duru *et al* (2017). Ces cas-types ont une relative correspondance avec la typologie proposée ci-après : Dourmad *et al* (2017) pour les territoires denses peu herbagers ; Delaby *et al* (2017) pour les territoires herbagers à haute densité animale ; Vollet *et al* (2017) pour les territoires herbagers de moyenne densité animale ; Lemauiel-Lavenant et Sabatier (2017) pour les territoires herbagers de faible densité animale ; Ryschawy *et al* (2017) pour les territoires de polyculture-élevage.

Le recours à la prairie et plus largement des surfaces toujours en herbe, des landes ou des parcours est un élément central du débat sur l'efficacité d'utilisation des surfaces pour la production de protéines animales. Les prairies permanentes, qui couvrent 35% de la surface agricole utile de l'UE (soit 8% de la surface totale), occupent des terres parfois non mobilisables pour les cultures. La prairie, *via* sa valorisation par les ruminants, constitue alors une source nette de protéines pour l'alimentation humaine (van Zanten *et al* 2016, Peyraud 2017). En outre, ces surfaces en herbe fournissent de nombreuses aménités, notamment en matière de biodiversité, de préservation du stock de carbone dans les sols, de limitation des fuites de nutriments vers les eaux mais aussi en termes de paysage et d'identité culturelle (Reid *et al* 2005, Hopkins *et al* 2006, Dumont *et al* 2016, Vollet *et al* 2017, Huguenin *et al* 2018). Ces analyses mettent ainsi souvent en exergue le fait que la variabilité des effets environnementaux des élevages tient pour partie à la place des systèmes d'élevage de ruminants et à leur capacité à valoriser de l'herbe.

Toutes les prairies (permanentes ou temporaires) fournissent des services écosystémiques, par exemple en termes de stabilisation des sols (érosion hydrique et éolienne), de régulation des flux d'eau et de polluants, de régulation des cycles de l'azote et de phosphore ou encore en préservant les insectes pollinisateurs. De manière générale, bien que cela dépende des pratiques, les prairies temporaires n'interviennent pas avec la même intensité que les prairies permanentes et parcours dans la fourniture de services de régulations et environnementaux (Reheul *et al* 2007, Peyraud *et al* 2012b, Hönigová *et al* 2012). Intégrées aux rotations culturales, le retournement des prairies temporaires induit un déstockage du carbone séquestré et une forte minéralisation de l'azote organique. Cette dernière peut conduire à un lessivage des nutriments plus ou moins important selon les milieux et les pratiques (Vertès *et al* 2010). L'activité d'élevage associée à ces prairies permanentes permet de valoriser des territoires à forts enjeux environnementaux tels que les zones de montagne ou les zones humides (Lemauiel-Lavenant et Sabatier 2017), et leur diversité floristique entre dans la caractérisation de terroirs pour des produits de haute qualité gastronomique, comme les fromages AOP des Alpes et du Massif central (Vollet *et al* 2017).

Compte tenu de ces éléments, l'un des deux critères retenus pour construire la typologie des territoires européens d'élevage est le pourcentage de prairies permanentes dans la surface agricole utile.

b) La densité animale au centre des enjeux économiques et environnementaux de l'élevage

Au fil des décennies, les relations entre l'élevage et les territoires ont fortement évolué. Non seulement l'artificialisation des milieux prive l'agriculture de foncier dans certaines zones à forte densité de population (surtout en périphérie des communautés urbaines ; Delfosse *et al* 2017, ce numéro), mais l'organisation spatiale des exploitations a elle aussi beaucoup changé ; on peut ici évoquer l'effet de leur agrandissement (en lien avec les gains de productivité du travail permis par la mécanisation et l'amélioration des techniques), de leur concentration et de leur plus forte spécialisation productive (qui se traduit par exemple par un recul des exploitations de polyculture-élevage dans de nombreux territoires ; Ryschawy *et al* 2017). L'augmentation spectaculaire des niveaux de performances zootechniques des animaux (production de lait par vache, indice de consommation des monogastriques...) a aussi contribué à réduire le cheptel nécessaire pour produire une même quantité de biens. Ainsi, la France produit-elle actuellement autant de lait qu'au début des années quatre-vingt, mais avec deux fois moins de vaches laitières, ce qui a contribué à limiter la densité animale dans de nombreuses zones.

L'évolution des modes de consommation humaine a, dans une perspective de long terme, une influence déterminante sur la recomposition des types d'élevage et, par là, sur le niveau d'intensification. Ainsi, l'augmentation de la demande alimentaire européenne et mondiale est depuis de nombreuses années déjà nettement plus favorable aux viandes de volailles, et plus modestement de porc, qu'à la viande bovine. La consommation de viande de volailles est passée, à l'échelle mondiale, de 3 kg à 17 kg par habitant et par an entre 1965 et 2016 alors qu'elle a augmenté de 9 à 15 kg par habitant et par an en viande porcine et qu'elle est restée relativement stable en viande bovine (10 kg par habitant et par an). Le comportement des consommateurs a donc un impact sur la structuration territoriale de l'élevage dans la mesure où les productions dites de « granivores » sont moins utilisatrices directes de foncier de proximité. Plus exactement, ces productions utilisent du foncier agricole pour la production des aliments et l'épandage des déjections, mais ce foncier peut être plus ou moins distant du site où les animaux sont élevés. C'est globalement nettement moins le cas pour les productions d'herbivores, même si certaines formes d'élevages bovins ont un mode de fonctionnement proche de celui développé pour les granivores (les ateliers spécialisés de bovins

mâles ou de veaux de boucherie, les « feedlot »...).

Les territoires européens ne sont pas identiques face aux mouvements à l'œuvre en termes de spécialisation productive ou de diversification des activités agricoles (Gaigné et Letort 2017). Dans certaines régions, notamment celles contraintes par le milieu naturel (climat, relief), les productions agricoles en place actuellement étaient déjà présentes cinquante années plus tôt. À titre d'exemple, la Franche-Comté, l'Auvergne ou l'Irlande sont, et depuis longtemps, des zones spécialisées en production bovine à base d'herbe. Dans d'autres territoires, comme les zones de polyculture-élevage du sud-ouest de la France, la concurrence entre les céréales et les productions animales a entraîné un recul des activités d'élevage (Chatellier et Gaigné 2012). Dans d'autres territoires, un mouvement de spécialisation a été engagé dans une production en particulier (par exemple la production porcine en Catalogne) ou dans plusieurs (par exemple les productions laitière et porcine en Bretagne). Les situations étant variées, il convient de rester prudent face à toute tentative de généralisation des interprétations sur les relations complexes entre les élevages et le territoire européen.

La concentration spatiale des animaux dans les bassins de production les plus compétitifs, mise en évidence par exemple par Roguet *et al* (2015), tient à plusieurs facteurs, dont les économies d'agglomération et d'échelle réalisées au sein des filières d'élevage (exploitations, transformation, industrie...). Dans les zones les plus concentrées, telles que le Danemark, les Pays-Bas, la Catalogne et la Bretagne, des formes de *clusters agro-industriels* se sont progressivement formés. Ils regroupent l'ensemble des maillons de la chaîne de valeur (recherche agronomique, conseil et formation, production et distribution d'intrants, production agricole, transformation, services bancaires et assurantiels...). Ce mode d'organisation est certes souvent efficace, mais il s'accompagne toutefois d'un accroissement des importations d'aliments, ainsi que d'une augmentation de la consommation d'intrants par hectare (Dupraz 2016). Dans ces zones, la dépendance aux exportations et aux marchés internationaux est souvent plus importante, ce qui expose davantage les élevages à la question de la volatilité accrue des cours mondiaux.

Le mouvement de concentration et de spécialisation des élevages dans certains lieux a été identifié dans plusieurs expertises scientifiques comme un élément important du risque de pollutions locales, en raison de rejets en excès de nutriments ou d'éléments traces métalliques

vers l'air, les sols et l'eau *via* les déjections animales (Peyraud *et al* 2012a, Houot *et al* 2014). Une concentration territoriale excessive de l'élevage est souvent préjudiciable à l'environnement. Pour autant, l'absence d'élevage peut aussi être préjudiciable. En effet, les systèmes d'élevage de ruminants jouent un rôle central dans la régulation du cycle des nutriments ou le maintien du stock de carbone des prairies permanentes (Soussana et Lemaire 2014). Ils ont aussi un rôle crucial dans des zones à fort enjeu environnemental au travers du maintien de la biodiversité floristique et faunistique en prairies humides ou encore de la conservation de milieux semi-arides (Huyghe *et al* 2014, Lemauiel-Lavenant et Sabatier 2017), avec des densités animales alors très faibles.

Sur la base de ces réflexions et compte tenu des données statistiques disponibles, le deuxième critère retenu pour construire la typologie des territoires est la densité animale exprimée en UGB (Unité Gros Bétail) totaux par hectare de SAU (cf. § 1.2 pour une définition précise). Le choix de ces deux critères conduit *de facto* à opérer une segmentation franche entre les productions de ruminants et celles de granivores, ces dernières n'ayant pas recours aux productions fourragères (dont les prairies permanentes) et ayant, par construction, une densité animale souvent élevée. L'analyse au niveau des territoires peut cependant masquer une partie de ces effets, en raison de la coexistence de différents systèmes d'élevage au sein d'un territoire.

1.2 / Matériel et méthode pour construire une typologie des territoires d'élevage

Les données statistiques utilisées sont issues de l'Enquête sur la Structure des Exploitations Agricoles (ESEA). Celle-ci est menée de manière cohérente dans tous les États membres de l'UE tous les trois ou quatre ans par sondage et une fois tous les dix ans par recensement (Eurostat 2017) ; le dernier recensement disponible, réalisé en 2010, est ici pris comme référence. Les informations recueillies concernent principalement les modes d'utilisation des sols, le nombre de têtes de bétail et le type de main-d'œuvre (familiale ou salariée). Elles peuvent être agrégées à différents niveaux géographiques (pays, régions, districts) et analysées selon le type de zone, le statut juridique de l'exploitation, son orientation de production, sa taille, etc.

Dans cet article, le périmètre géographique analysé comprend tous les États membres de l'UE-28, mais également 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 » (Journal Officiel de l'UE 2003), c'est-à-dire celui correspondant au niveau 3 de la Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques (NUTS). En France, le niveau NUTS 3 correspond à celui des départements. Dans le cas de l'Allemagne, nous avons retenu le niveau NUTS 2 qui correspond à un grain voisin du niveau NUTS 3 pour les autres pays. Nous considérons ainsi un espace terrestre généralement continu (certains NUTS comportant toutefois des îles) et segmenté par des frontières administratives.

Chaque territoire européen ainsi identifié a été classé en fonction de la part de sa SAU dédiée à la surface toujours en herbe (STH) et de sa densité animale, exprimée en Unité de Gros Bétail (UGB) par hectare de SAU.

a) La définition des territoires dits « herbagers »

Selon Eurostat, les prairies permanentes sont définies comme : « *les surfaces consacrées de façon permanente (pour une période généralement supérieure à cinq années consécutives) à la culture de plantes fourragères herbacées, qu'elles soient cultivées (semis) ou naturelles (auto-ensemencement), et qui n'entrent pas dans le système d'assolement de l'exploitation* » (Commission Européenne 2004). Les prairies permanentes peuvent être pâturées ou fauchées pour une récolte sous forme d'ensilage ou de foin. La STH est calculée ici comme la somme des prairies permanentes et des surfaces de parcours et d'alpages, même si les règles d'appartenance à l'une ou l'autre des catégories sont parfois floues dans Eurostat et variables d'un pays à l'autre (Huyghe *et al* 2014).

L'indicateur STH/SAU permet d'identifier des systèmes d'élevage herbivore bien définis, en distinguant des zones où le labour n'est pas pratiqué. De manière cohérente avec les travaux de Pflimlin *et al* (2005), les territoires sont dits ici « herbagers » dès lors que la STH représente plus de 40% de la SAU totale. Le vocable retenu (« herbager ») est bien entendu discutable dans la mesure où certains systèmes d'élevage valorisant des prairies temporaires (et non des prairies permanentes) pourraient égale-

ment se prévaloir d'être « herbagers ». Les prairies temporaires, qui n'occupent que 7% de la SAU européenne (Eurostat 2015), sont particulièrement développées dans certaines régions comme la Bretagne (26% de la SAU) ou la Lombardie (73%) qui n'apparaissent pas ici comme herbagères.

b) La distinction des territoires en fonction d'un gradient de densité animale

La densité animale est obtenue en divisant le cheptel, exprimé en UGB totaux (en affectant un coefficient d'équivalence à chaque type d'animal), par la SAU exprimée en hectares. Mesurer le cheptel en UGB permet d'agréger les animaux d'espèces et d'âges différents en utilisant des coefficients de pondération spécifiques établis sur la base des besoins nutritionnels ou alimentaires standards de chaque type d'animal². Si l'application de tels coefficients a le mérite de la standardisation, elle peut faire l'objet de débats puisque les animaux peuvent être conduits de manière très différente d'un territoire à l'autre ou d'un modèle productif à l'autre (cf. par exemple la part relative des productions hors-sol).

Dans notre typologie, tous 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 et 1,2 UGB par hectare de SAU) est dite « à densité moyenne ». Ces seuils ont été déterminés à dire d'experts sur la base des travaux du GIS *Élevage demain* et de la typologie française des bouquets de services proposée par Ryschawy *et al* (2015). Il n'a pas été jugé pertinent de procéder à la modification de ces seuils en fonction des types de production considérés.

c) La définition des six types de territoire

En croisant les deux classes de STH/SAU aux trois classes d'UGB/SAU, nous distinguons les six types de territoires suivants :

i) Herbager (STH/SAU \geq 40%) à haute densité animale ($>$ 1,2 UGB/ha de SAU) ;

ii) Herbager (STH/SAU \geq 40%) à densité animale moyenne (entre 0,4 et 1,2 UGB/ha de SAU) ;

iii) Herbager (STH/SAU \geq 40%) à faible densité animale ($<$ 0,4 UGB/ha de SAU) ;

² Le coefficient en UGB est : vache laitière (1) ; autre vache (0,8) ; bovin mâle de plus de 2 ans (1) ; génisse de plus de 2 ans (0,8) ; bovin entre 1 et 2 ans (0,7) ; bovin de moins d'un an (0,4) ; ovins-caprins (0,1) ; équidés (0,8) ; truies reproductrices de plus de 50 kg (0,5) ; porcelets de moins de 20 kg (0,027) ; autre porc (0,3) ; poule pondeuse (0,014) ; autruche (0,35) ; poulet de chair (0,007) ; autres volailles (0,03) ; lapine mère (0,02).