

# FUTURS DE L'ÉLEVAGE DANS LES SYSTÈMES AGRI-ALIMENTAIRES

Prospectives et évaluation  
multicritère de scénarios

Aurélie Wilfart et Jonathan Vayssières, coord.





# Futurs de l'élevage dans les systèmes agri-alimentaires

## Prospectives et évaluation multicritère de scénarios

Aurélie Wilfart et Jonathan Vayssières,  
coordinateurs

Éditions Quæ

## *Collection Update Sciences & Technologies*

*Le genre en recherche :  
évaluation et production des savoirs*  
L. Guyard, M. Lesueur-Jannoyer,  
A. Zeller, coord., 2024, 184 p.

*Méthodes d'investigation  
de l'alimentation et des mangeurs*  
O. Lepiller, T. Fournier, N. Bricas,  
M. Figuié, coord., 2021, 244 p.

*Télédétection et modélisation spatiale.  
Applications à la surveillance et au contrôle  
des maladies liées aux moustiques*  
A. Tran, É. Daudé, T. Catry, coord.,  
2022, 148 p.

### **Pour citer cet ouvrage**

Wilfart A., Vayssières J. (coord.), 2025. *Futurs de l'élevage dans les systèmes agri-alimentaires. Prospectives et évaluation multicritère de scénarios*, Versailles, éd. Quæ, 220 p., <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-4066-1>

Les éditions Quæ réalisent une évaluation scientifique des manuscrits avant publication (<https://www.quae.com/store/page/199/processus-d-evaluation>).

La procédure d'évaluation est décrite dans Prism (<https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/25780>).

Le processus éditorial s'appuie également sur un logiciel de détection des similitudes et des textes potentiellement générés par IA.

Les versions numériques de cet ouvrage sont diffusées sous licence CC-by-NC-ND 4.0.

La diffusion en accès ouvert de cet ouvrage a été soutenue par la direction générale de l'Enseignement et de la Recherche au titre du financement du réseau mixte technologique MACro-ÉLevages-Environnement (RMT MAELE).

Éditions Quæ  
RD 10, 78026 Versailles Cedex  
[www.quae.com](http://www.quae.com) – [www.quae-open.com](http://www.quae-open.com)

© Éditions Quæ, 2025

ISBN (imprimé) : 978-2-7592-4065-4  
ISBN (ePub) : 978-2-7592-4067-8

ISBN (pdf) : 978-2-7592-4066-1  
ISSN : 1773-7923

# Sommaire

---

<b>Préface.....</b>	<b>7</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>10</b>
<b>Introduction générale.....</b>	<b>11</b>
<i>Aurélie Wilfart, Sandrine Espagnol, Mathieu Vigne, Olivier Mora et Jonathan Vayssières</i>	

## PARTIE 1

### LES PROSPECTIVES ET L'ÉVOLUTION DE L'ÉLEVAGE DANS LES TERRITOIRES

<b>Chapitre 1. La prospective et les questionnements autour de l'élevage .....</b>	<b>19</b>
<i>Olivier Mora et Audrey Béthinger</i>	

Une introduction aux approches de prospective .....	19
Le rôle de la prospective et des scénarios dans le traitement de l'incertitude et de la complexité .....	23
L'enjeu de l'élevage dans les prospectives globales.....	29
Différentes manières d'appréhender les futurs de l'élevage.....	30

<b>Chapitre 2. Agricultures bretonnes 2040 : une étude prospective exploratoire à l'échelle de la région Bretagne .....</b>	<b>35</b>
<i>Maud Marguet</i>	

La genèse du projet.....	35
États des lieux préalables à la construction du système prospectif.....	39
La construction du système prospectif.....	43
Conclusion.....	46

<b>Chapitre 3. Vers une transhumance apaisée à la frontière entre le Togo et le Burkina Faso ? Approche territoriale et anticipatrice.....</b>	<b>48</b>
<i>Jean-Michel Sourisseau et Véronique Ancey</i>	

Contexte et objectifs de l'étude .....	48
Approche générale .....	49
Résultats et enseignements .....	54
Perspectives .....	61
Conclusions .....	63

<b>Chapitre 4. Transition(s) 2050, modélisation prospective des secteurs agricoles et alimentaires français .....</b>	<b>65</b>
<i>Antoine Pierart</i>	

Introduction .....	65
Méthodologie .....	66

Limites et perspectives.....	73
Couplages « prospective et évaluation » .....	74
Conclusion.....	76
<b>Chapitre 5. La place de l'élevage et des produits animaux dans la prospective Agrimonde-Terra sur l'usage des terres et la sécurité alimentaire mondiale en 2050 .....</b>	<b>78</b>
<i>Olivier Mora et Chantal Le Mouél</i>	
La méthode Agrimonde-Terra : le couplage d'une méthode de scénarios et d'une démarche de simulation numérique .....	79
Les scénarios d'usage des terres et de sécurité alimentaire mondiale et leurs impacts quantifiés.....	83
Les enjeux futurs des productions animales pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle .....	87
Les limites de la quantification de l'élevage dans les scénarios d'Agrimonde-Terra.....	87
Conclusion.....	89
 <b>PARTIE 2</b>	
<b>INSCRIRE LES TRAVAUX DE MODÉLISATION ET D'ÉVALUATION DE SCÉNARIOS DANS LES DÉMARCHES DE PROSPECTIVE</b>	
<b>Chapitre 6. Introduction à la modélisation et à l'évaluation de scénarios .....</b>	<b>93</b>
<i>Jonathan Vayssières, Mathieu Vigne et Aurélie Wilfart</i>	
Nécessité de modéliser et d'évaluer les scénarios issus de prospectives .....	93
Une introduction aux approches de modélisation et d'évaluation .....	94
Quatre travaux illustrant la diversité des méthodes de modélisation-évaluation et leur utilisation dans le cadre de prospectives.....	100
<b>Chapitre 7. Modélisation et évaluation intégrées des systèmes et territoires agricoles avec la plateforme Maelia pour outiller des démarches de prospective.....</b>	<b>104</b>
<i>Olivier Therond</i>	
Des enjeux de durabilité aux approches intégrées.....	104
Intégration, oui mais de quoi ? .....	105
Modélisation intégrée des territoires.....	106
Maelia, plateforme de modélisation et évaluation intégrées des systèmes et territoire agricoles .....	107
Maelia, support d'une dynamique aux nombreux domaines d'application .....	111
Maelia, fédérer la recherche et accompagner les acteurs de l'agriculture et de la bioéconomie.....	115
Spécificités de la plateforme Maelia.....	115
Maelia pour accompagner des démarches de prospective territoriale.....	116
<b>Chapitre 8. Évaluer la multifonctionnalité des élevages au pâturage au sein des territoires : exemples du Sahel et de l'Asie du Sud-Est.....</b>	<b>117</b>
<i>Alexandre Ickowicz, Mélanie Blanchard, Vincent Blanfort, Jean-Daniel Cesaro, Christian Corniaux, Arona Diaw, Bernard Hubert, Jacques Lasseur, Huyen Le Thi Thanh, Jean-Pierre Müller, Liz Wedderburn</i>	
Introduction .....	117
Pourquoi appliquer le concept de multifonctionnalité aux systèmes d'élevage pâturents ? .....	118

Construction d'un modèle conceptuel de multifonctionnalité pour soutenir la dynamique des systèmes d'élevage pâturants locaux .....	119
Illustration de l'application de l'approche multifonctionnalité de l'élevage à deux études de cas au Vietnam et au Sénégal.....	121
Analyse transversale de la multifonctionnalité .....	125
Conclusion.....	127
<b>Chapitre 9. Afterres 2050 : de la fabrique de scénarios à leur évaluation .....</b>	<b>130</b>
<i>Christian Couturier</i>	
Historique et objectifs du scénario Afterres 2050 .....	130
Fondements de l'approche.....	131
Exploration du scénario Afterres 2050.....	133
Cibles .....	140
<b>Chapitre 10. Une Europe agroécologique en 2050, scénario « Ten Years For Agroecology » (Tyfa).....</b>	<b>141</b>
<i>Pierre-Marie Aubert et Xavier Poux</i>	
Introduction .....	141
Hypothèses du scénario Tyfa .....	143
Résultats .....	145
Discussion.....	149
Conclusion : révision du rôle des prairies permanentes et des ruminants dans l'agenda de la durabilité .....	156
 <b>PARTIE 3</b>	
<b>ANALYSE TRANSVERSALE DES TRAVAUX DE PROSPECTIVE ET DE MODÉLISATION-ÉVALUATION DE SCÉNARIOS</b>	
<b>Chapitre 11. Une grille d'analyse des approches de couplage pour mieux associer prospective et évaluation .....</b>	<b>161</b>
<i>Mathieu Vigne et Jonathan Vayssières</i>	
Pourquoi une grille d'aide au choix de types de couplage ? .....	161
Diverses places de l'évaluation dans la démarche de couplage .....	164
La disponibilité des données au cœur du choix du type de couplage.....	165
D'une grille d'analyse à une typologie des cadres de couplage .....	166
Conclusion et perspectives.....	168
<b>Chapitre 12. Composantes des systèmes agri-alimentaires et variables des scénarios prospectifs .....</b>	<b>170</b>
<i>Aurélie Wilfart, Olivier Mora et Sandrine Espagnol</i>	
Hypothèses et données d'arrière-plan des scénarios prospectifs .....	171
Méthodes d'évaluation des scénarios prospectifs .....	183
<b>Chapitre 13. Devenirs possibles de l'élevage et appropriation par les décideurs politiques.....</b>	<b>187</b>
<i>Aurélie Wilfart, Olivier Mora et Sandrine Espagnol</i>	
Introduction : place des prospectives dans le cycle des politiques publiques .....	187
L'élevage au cœur d'une pluralité des services de l'État français.....	188

## **Futurs de l'élevage dans les systèmes agri-alimentaires**

Les principales actions politiques concernant l'élevage en France.....	189
Quelle(s) utilisation(s) des prospectives par les politiques publiques françaises ?.....	191
Qu'en est-il dans d'autres contextes ailleurs dans le monde ? .....	194
<b>Conclusion générale. Points clés à retenir.....</b>	<b>197</b>
<i>Jonathan Vayssières et Aurélie Wilfart</i>	
Synthèse thématique .....	197
Synthèse méthodologique .....	198
Synthèse opérationnelle.....	199
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>200</b>
<b>Abréviations et unités.....</b>	<b>216</b>
<b>Liste des auteurs.....</b>	<b>218</b>

# Préface

---

« Que voulons-nous manger ? » Une question essentielle qui pourrait bien devenir « Que pouvons-nous manger ? ». À moins que nous ayons les moyens de rendre ces deux questions compatibles, sachant que le verbe « pouvoir » se réfère à différents enjeux que sont le climat, la biodiversité, les sols, l'eau, l'atmosphère, le pouvoir d'achat, sans oublier la santé et même la paix dans le monde.

Par son empreinte territoriale souvent marquée, l'élevage est un élément clé des choix à opérer pour les systèmes alimentaires de demain. Sans que cela fasse l'unanimité, il est communément admis dans la sphère scientifique qu'il constitue un levier majeur pour réussir les nécessaires transitions qui s'imposent à nous. Globalement, aucun scénario ni aucune prospective ne permettent d'envisager une agriculture durable (favorisant le bouclage des cycles) sans élevage. La première qualité de cet ouvrage est ainsi de rappeler au lecteur l'importance de ce secteur, par des données synoptiques et récentes, illustrées par des études de cas diverses et très bien documentées.

Parmi ses atouts principaux, l'élevage constitue une source majeure de revenus, de sécurité alimentaire et de stabilité sociale pour des millions d'agriculteurs et d'éleveurs dans le monde. L'élevage contribue au maintien de la fertilité des sols, grâce à la production de fumure organique, qui a vocation à se substituer davantage à la fumure minérale (engrais de synthèse). Il permet de bénéficier de la traction animale pour les travaux au champ, ainsi que pour le transport ; il permet de renforcer la productivité agricole dans les systèmes qui associent l'élevage aux cultures (transferts de biomasse). Au-delà des enjeux de production et d'emplois, il est également à l'origine de différents services, dont les services écosystémiques qui sont décrits dans l'ouvrage, avec l'intérêt majeur de couvrir différentes zones géographiques dans le monde. L'ouvrage rappelle aussi bien sûr que, malgré ses nombreux atouts, l'élevage demeure confronté à de grands défis qui entravent sa contribution à la transition agroécologique des systèmes alimentaires et qui ne lui permettent pas toujours d'exprimer son plein potentiel en tant que levier de développement territorial.

L'élevage est ainsi souvent à la fois le problème et la solution, en quelque sorte le coupable et la victime, dans la mesure où il constitue un acteur incontournable des solutions à déployer pour remédier aux changements climatiques et une source fréquente de dégradations environnementales : il contribue ainsi aux émissions de gaz à effet de serre par les animaux, mais permet en même temps la fixation du carbone dans les prairies et les sols pastoraux ; il peut être à l'origine de la dégradation des sols à cause du surpâturage et de la déforestation, mais il permet dans d'autres situations une gestion durable des mêmes parcours et pâturages selon les pratiques associées (degré d'intensification) ; il est un utilisateur important des ressources en eau, mais peut contribuer en même temps à leur protection quand il est à caractère herbager et d'autant plus lorsqu'il s'agit de systèmes à base de prairies permanentes.

Une autre menace qui nous inquiète de plus en plus concerne la santé, celle des animaux, des humains et des écosystèmes. Dans ce cadre, des approches globales sont requises, qualifiées d'approches «One Health» («une seule santé») et l'élevage en constitue une composante essentielle, au regard de l'émergence inquiétante d'épidémies zoonotiques. Ainsi, d'après l'Organisation mondiale de la santé animale, 60 % des maladies infectieuses humaines sont zoonotiques (*FAO et al., 2023*).

L'objectif central de l'ouvrage est de dépasser ce constat général et d'embrasser cet ensemble de facteurs comme autant d'entrées possibles pour envisager les questions suivantes : quelles pistes futures pour un développement de l'élevage qui permettent d'accroître ses contributions au développement durable en général et à la transition des systèmes alimentaires en particulier ? Quels sont les niveaux d'échelle les plus pertinents pour traiter ce sujet ? Quels développements méthodologiques la recherche peut-elle et doit-elle mettre en œuvre pour proposer des solutions en concertation avec les porteurs d'enjeux ?

Les auteurs s'attachent dès lors à montrer que la recherche et ses outils méthodologiques peuvent jouer un rôle clé en éclairant les trajectoires possibles pour l'élevage et son intégration dans les territoires. Le lecteur pourra ainsi mieux comprendre comment l'association de la prospective territoriale, de la modélisation et la simulation de scénarios et de l'évaluation multicritère permet d'analyser l'évolution des systèmes d'élevage en prenant en compte simultanément les facteurs économiques, sociaux et environnementaux.

Certains chapitres, parmi les plus originaux, sont constitués d'études de cas très diverses par les thématiques, par les méthodes et par les échelles considérées, depuis des territoires jusqu'à des espaces nationaux et supranationaux. Différentes approches qualitatives et quantitatives sont présentées afin d'être en mesure d'anticiper les impacts du changement climatique, de transitions agroécologiques ou de recompositions territoriales ; des méthodes sont également décrites pour identifier des solutions aux conflits liés à la mobilité des troupeaux, sur le rôle des filières dans les transitions sectorielles et territoriales, sur l'usage durable des ressources, sur les dynamiques de marché et des politiques publiques. Sans constituer des guides méthodologiques exhaustifs ou détaillés, chaque étude de cas offre toutefois au lecteur non spécialiste de précieuses illustrations et orientations relatives aux approches mobilisées, en particulier sur la manière d'articuler les démarches de conception de solutions et d'évaluation de leurs impacts.

L'ouvrage s'empare finalement de la question essentielle du destin sociétal des futurs dessinés par les approches de prospective et de modélisation, en particulier de leur appropriation par les sphères politiques et décisionnelles. Au vu du panorama des enjeux, il apparaît évident que l'élevage, en tant que levier de développement territorial et de durabilité, doit faire l'objet de politiques publiques ambitieuses. Le défi que la recherche doit relever sur ce sujet consiste à proposer des outils capables de mobiliser les décideurs politiques au service de politiques publiques qui permettent à l'élevage d'assurer pleinement son rôle dans l'amélioration des conditions de vie des populations, dans la transition vers des systèmes alimentaires plus durables et dans la préservation des ressources naturelles.

Cet ouvrage, s'appuyant sur des approches scientifiques et participatives, associant chercheurs, décideurs et acteurs locaux, apporte un éclairage précieux sur les méthodes et les outils qui permettront d'illustrer les futurs et d'accompagner dès aujourd'hui les nécessaires transitions.

*Sylvain Perret,  
Cirad, ancien chef du département Environnement et Société,  
directeur exécutif d'Agrinatura.*

*Stéphane Ingrand,  
INRAE, chef adjoint du département Physiologie animale et systèmes d'élevage.*

# Remerciements

---

La publication de cet ouvrage a bénéficié du soutien financier de la direction générale de l'Enseignement et de la Recherche au titre du financement du réseau mixte technologique MAcro-ÉLevages-Environnement (RMT MAELE).

Les coordinateurs et le comité éditorial tiennent à remercier très chaleureusement les intervenants et les participants de l'école chercheurs intitulée « Associer prospective territoriale et évaluation multicritère pour renseigner l'évolution des élevages dans les territoires » qui s'est déroulée à Rennes du 10 au 12 mai 2022. Cet ouvrage en présente les principaux acquis. L'école a été organisée dans le cadre des activités de l'axe méthodologique du RMT MAELE et a reçu le soutien financier du département Physiologie animale et systèmes d'élevage (Phase) et du service de la formation tout au long de la vie de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) et du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad).

# Introduction générale

---

*Aurélie Wilfart, Sandrine Espagnol, Mathieu Vigne,  
Olivier Mora et Jonathan Vayssières*

Le système alimentaire mondial doit relever trois principaux défis relatifs à l'environnement, à la sécurité alimentaire et à la santé humaine (Mottet *et al.*, 2020). Les élevages y jouent un rôle clé et sont, de fait, interrogés sur différents aspects pouvant varier selon les régions du monde.

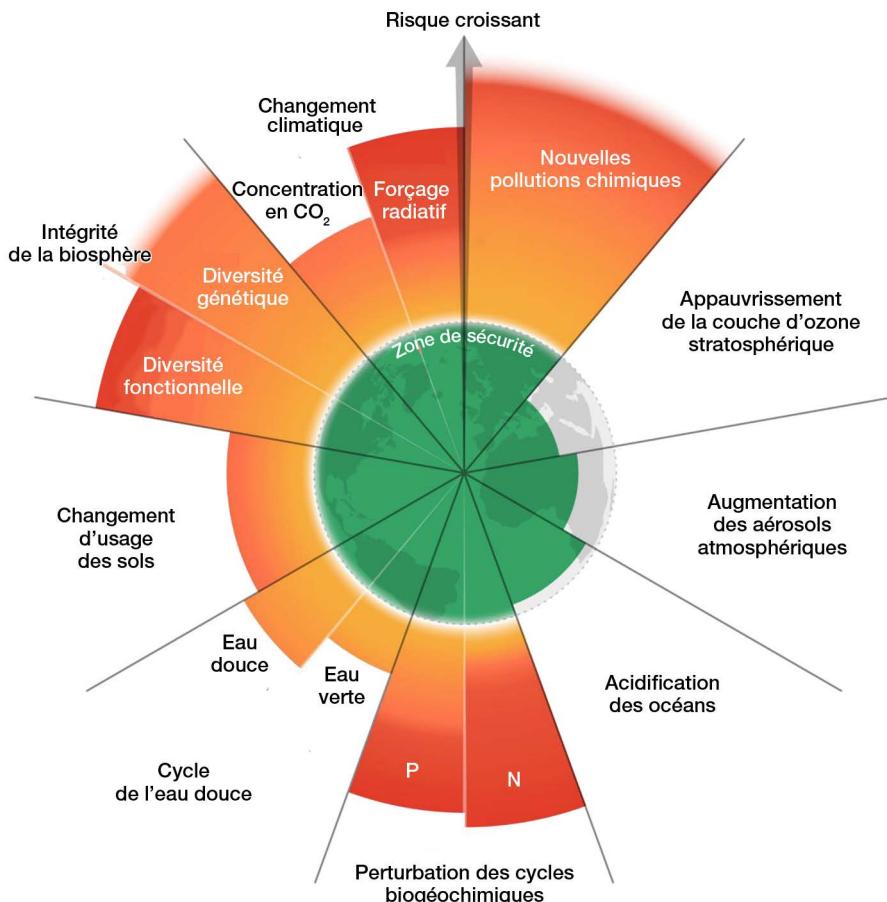
La question des impacts environnementaux des activités d'élevage, soulignée dès 2006 par le rapport « Livestock's long shadow » (Steinfeld *et al.*, 2006), est un élément central du débat actuel autour du secteur. Sa contribution aux impacts environnementaux à l'échelle mondiale est diverse, depuis la consommation de ressources non renouvelables jusqu'à la compétition pour l'usage des sols, sans oublier les émissions de gaz à effet de serre (GES). En effet, les différents rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) soulignent l'urgence climatique et mettent en évidence la nécessité de réduire au niveau mondial les émissions de GES d'origine anthropique. Le système alimentaire mondial y contribue à hauteur de 71 % (Crippa *et al.*, 2021). Les productions animales, qui génèrent 60 % des protéines ingérées dans le monde (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture FAO, 2022), représenteraient 12 % des GES des activités humaines selon les dernières estimations (FAO, 2023).

Au-delà de la question climatique, les activités anthropiques conduisent au dépassement de cinq autres limites planétaires : l'érosion de la biodiversité, la perturbation des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore, le changement d'usage des sols, l'utilisation de l'eau douce et l'introduction d'entités nouvelles dans la biosphère telles que le plastique (figure i.1).

L'utilisation d'azote et de phosphore par les systèmes d'élevage est à l'origine d'importants échanges internationaux qui perturbent les cycles biogéochimiques. Ainsi, Dourmad *et al.* (2019) rapportent que 70 % des matières azotées des cultures agricoles mondiales sont destinées à l'alimentation animale (ce pourcentage atteint 80 % en Europe).

De plus, le cheptel mondial utilise directement ou indirectement 75 % des terres agricoles, principalement pour l'alimentation des animaux (Foley *et al.*, 2011) ; une utilisation équivalente est estimée pour l'échelle européenne. Toutefois, une large partie des biomasses issues de ces surfaces n'entre pas en compétition avec l'alimentation humaine. Selon Mottet *et al.* (2017) et Sandström *et al.* (2022) par exemple, l'élevage à travers le monde consommerait près de 6 milliards de tonnes de matière sèche (MS) d'aliments dont 86 % n'entreraient pas en compétition avec l'alimentation humaine. Une large part de ces aliments (60 %) est représentée par de l'herbe et des ressources arbustives valorisées par

les ruminants sur des surfaces marginales non appropriées aux cultures en protéines digestibles par les êtres humains (Van Zanten *et al.*, 2015). En France par exemple, Dourmad *et al.* (2019) estiment que si le cheptel utilise directement (pâturages et fourrages récoltés) ou indirectement (concentrés) plus de la moitié de la surface agricole utile (SAU), celle-ci est principalement représentée par des prairies (3,2 millions d'hectares – Mha – de prairies temporaires et 9,3 Mha de prairies permanentes) et dans des proportions plus faibles par des fourrages cultivés (1,5 Mha) et des céréales (1,5 Mha). Enfin, ces dernières années, la question de la ressource en eau devient un enjeu d'importance. En effet, l'agriculture représente environ 90 % de l'utilisation mondiale d'eau douce et est à l'origine de près de 70 % des prélevements d'eau dans le monde (Govoni *et al.*, 2024). Ainsi, 30 à 40 % de la production alimentaire mondiale se fait sur des sols irrigués (Boulay *et al.*, 2021). L'élevage, quant à lui, représenterait environ 30 à 40 % de ces besoins globaux en eau (Mekonnen, Hoekstra, 2012; Govoni *et al.*, 2024). La production des matières premières destinées à l'alimentation du bétail représenterait 98 % de l'empreinte eau du secteur de l'élevage (Mekonnen, Hoekstra, 2012). Quatre-vingt-quatorze pour cent de cette empreinte correspondent à de l'eau de pluie.



**Figure i.1.** Limites planétaires (source : Richardson *et al.*, 2023 d'après Steffen *et al.*, 2015).

Or, l'urgence environnementale se renforce dans un contexte d'accroissement de la population et d'augmentation de la demande alimentaire à l'échelle mondiale. Selon Miller *et al.* (2022), entre 1990 et 2018, la consommation de lait a doublé au niveau mondial (+ 99 %), celle de fromage a augmenté de 56 %, alors que la consommation de yaourt n'a pas évolué. Sur la même période, à titre indicatif, la consommation moyenne de viande rouge non transformée par personne a presque doublé (+ 88 %) au niveau mondial. Cette tendance mondiale est toutefois due à une augmentation de la consommation dans seulement trois régions : l'Asie du Sud-Est et de l'Est (+ 266 %), l'Amérique latine et les Caraïbes (+ 58 %) et l'Afrique subsaharienne (+ 26 %). Dans les pays à revenu élevé, cette consommation est en forte chute mais est substituée par de la viande utilisée dans des produits transformés. Au-delà d'une prise de conscience environnementale, la baisse de la consommation de viande dans les pays à revenu élevé, notamment en Europe, est également motivée par d'autres questions relatives au bien-être animal (Delanoue, Roguet, 2015), aux modèles de production (modèles hors-sol et industriels fortement critiqués) et plus récemment à la place des élevages dans les territoires et les systèmes alimentaires.

En Europe, il en découle des politiques publiques avec des objectifs à atteindre et des échéances, qui nécessitent notamment des évolutions et changements de systèmes agricoles dont les élevages font partie. Sur le plan climatique, la loi européenne sur le climat et son paquet neutralité carbone par exemple visent la neutralité pour l'Europe en 2050. En France, les stratégies nationales bas carbone (SNBC) imposent des objectifs de réduction des émissions de GES d'ici 2050 et des objectifs intermédiaires à court (- 18 % en 2030) et à moyen terme (- 46 % en 2050 en prenant 2015 comme référence). Ces objectifs s'ajoutent à ceux de la loi fixant les orientations de la politique énergétique (Pope, 13 juillet 2005), visant une division par quatre des émissions de GES entre 1990 et 2050 (Martin *et al.*, 2015).

Les dynamiques dans les pays en développement, en Afrique sub-saharienne notamment, sont tout autres. La forte croissance démographique s'accompagne d'une transition nutritionnelle en faveur des produits animaux (Popkin, 2006). Cette transition alimentaire s'explique par l'urbanisation des populations et par l'augmentation des niveaux de revenu (Delgado, 2003). Dans ce contexte, les politiques publiques visent avant tout l'augmentation de la productivité des élevages et de la production aux échelles nationales avec des interventions à tous les niveaux : amélioration de la génétique animale, organisation de filières de collecte et de transformation, introduction de nouvelles espèces fourragères et plus largement évolution des systèmes fourragers (Pica-Ciamarra *et al.*, 2013).

Ce contexte questionne le devenir de l'agriculture et particulièrement des élevages dans le monde. Une évolution est nécessaire ; les leviers sont nombreux et se situent à plusieurs échelles depuis le niveau des exploitations et des ménages agricoles (choix de pratiques et de systèmes d'élevage) jusqu'au niveau des territoires (choix de la répartition spatiale des élevages, choix des sources d'approvisionnement en ressources alimentaires locales ou importées, etc.). Au niveau des systèmes agricoles, le développement de pratiques et de systèmes agroécologiques permet de répondre en partie à ces enjeux. À l'échelle des filières, la réduction des pertes et gaspillages tout au long des chaînes de valeur de produits animaux est un levier important. Un tiers de la production agricole serait ainsi perdu à l'échelle mondiale (FAO, 2011). Néanmoins, ces pertes ne se font pas au même niveau de la chaîne alimentaire entre régions du monde. Dans les pays du

Sud, les pertes ont lieu principalement en amont du fait de problèmes de collecte et de conservation des produits. Dans les pays du Nord, le gaspillage alimentaire se situe plus en aval lors des étapes de transformation et en raison du comportement des ménages. Au niveau des consommateurs, au-delà de la réduction du gaspillage alimentaire, un autre levier se situe au niveau du régime alimentaire lui-même (choix des modes de production en privilégiant les filières locales, saines, équitables et durables d'un point de vue environnemental, par exemple). La réduction de la part des protéines animales dans l'alimentation humaine est également un enjeu autant de santé publique qu'environnemental pour les pays à revenu élevé (les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques – OCDE – notamment). Les recommandations concernant l'apport protéique alimentaire sont de 0,6 à 2,2g/kg de poids corporel par jour avec un consensus moyen autour de 0,83g/kg de poids corporel par jour pour une personne adulte en bonne santé (Agence française de sécurité sanitaire des aliments – Afssa –, 2007 ; World Health Organisation [WHO], 2007). En France, la consommation moyenne de protéines est de 1,4g protéines/kg de poids corporel par jour, ce qui est supérieur à la moyenne préconisée. La répartition actuelle entre protéines d'origine animale et protéines d'origine végétale est de 60/40 à l'échelle mondiale (FAO, 2022) et de 65/35 pour la France. Selon les estimations, les systèmes agri-alimentaires<sup>1</sup> actuels (figure i.2) représenteraient entre un quart (Barbier *et al.*, 2019) et plus d'un tiers (Crippa *et al.*, 2021) des émissions de GES d'origine anthropique, respectivement en France et dans le monde. L'impact carbone au kilogramme de produits animaux étant plus élevé que pour les produits végétaux. Toutefois, ces transformations doivent être soutenues à des échelles supérieures par les politiques publiques, en adéquation avec les attentes sociétales vis-à-vis de la reterritorialisation des activités agricoles et plus largement de la place de l'élevage dans le système agricole global.

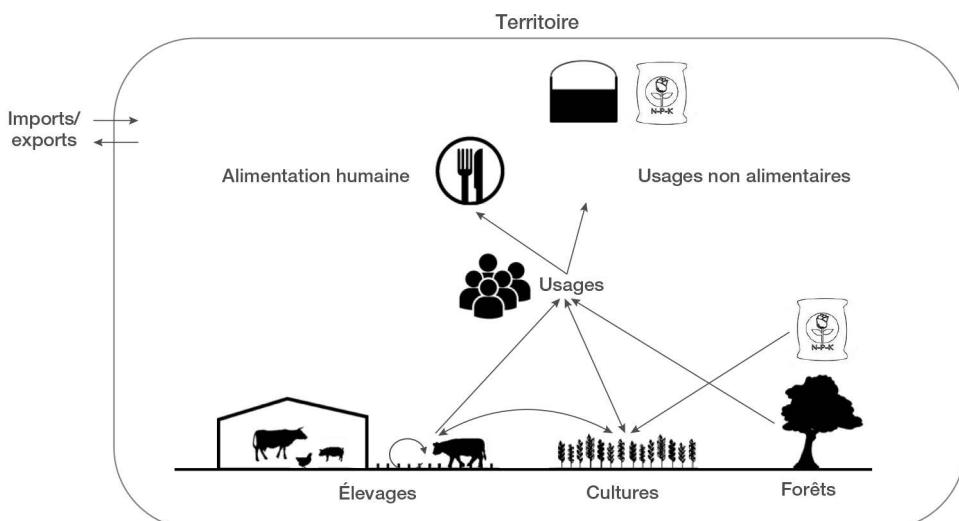


Figure i.2. Représentation simplifiée du système agri-alimentaire.

1. On entend par « système agri-alimentaire » la façon dont les êtres humains s'organisent socialement dans l'espace et dans le temps, pour obtenir et consommer leur nourriture (Lamine, 2012) en considérant les ressources locales et importées, la valorisation et le traitement des co-produits et des déchets, ainsi que la consommation et l'éventuelle production locale d'énergie nécessaire au bon fonctionnement de ce système.

Par sa production de savoirs d'anticipation pour la recherche et l'action, la prospective vise à fournir des éléments de réflexion pour éclairer le débat public et les décideurs sans aboutir à des recommandations précises et opérationnelles. Elle éclaire le débat en explicitant les conséquences possibles des actions actuelles et futures. Ainsi, plusieurs études prospectives ont vu le jour pour éclairer des options d'évolution des systèmes agri-alimentaires. Chacune d'entre elles s'appuie sur tout ou partie des enjeux préalablement cités, soit pour qualifier des scénarios qui explorent des futurs possibles (scénarios exploratoires construits sur la base d'éléments tendanciels ou de ruptures), soit pour construire des scénarios qui cherchent à atteindre des futurs souhaitables répondant à des objectifs prédéfinis comme la neutralité carbone (scénarios normatifs). Les prospectives ont une relation complexe avec les politiques publiques et peuvent participer aux différents stades du cycle de la politique publique (Jacquot, 2019). Ainsi, des scénarios normatifs se développent en amont des politiques de transition afin d'explorer les conditions de réalisation. Les principaux objectifs relevés sont d'apporter des réponses à l'urgence climatique et à la demande alimentaire (avec de plus en plus un objectif de souveraineté alimentaire des territoires), et plus spécifiquement en Europe, d'aller vers une agriculture agro-écologique, de proximité et qui répond aux attentes sociétales. Dans plusieurs États européens (France, Danemark, Pays-Bas, etc.), l'enjeu des nitrates et des effluents d'élevage est aussi fortement considéré. À l'avenir, la prise en compte d'autres enjeux pourrait être ajoutée comme ceux relatifs aux questions énergétiques ou sanitaires. Ces multiples objectifs peuvent s'avérer difficilement conciliables. De ce fait, leur prise en compte, et leur priorisation, lorsque les objectifs sont multiples, conditionnent fortement la construction des scénarios.

Cet ouvrage s'appuie sur les acquis d'une école chercheurs organisée dans le cadre du RMT MAELE<sup>2</sup>. Il traite de la prospective et de l'évaluation de scénarios d'évolution des élevages à l'échelle de systèmes agri-alimentaires (figure i.2) dans diverses régions du monde. La grande diversité des enjeux, des contextes, des systèmes agri-alimentaires en place et des dynamiques d'élevage en cours demandent la réalisation de prospectives, de modélisation et d'évaluations spécifiques dans les différentes régions du monde. Dans ce sens, cet ouvrage pose les bases méthodologiques de la définition et de l'évaluation de scénarios d'évolution des élevages à l'échelle de systèmes agri-alimentaires, avec une visée générique, c'est-à-dire en prenant autant que possible en compte les enjeux et les caractéristiques des systèmes agri-alimentaires des pays industrialisés et des pays en développement.

Une première partie introduit la démarche de prospective et l'illustre avec quatre cas d'étude en Bretagne, en Afrique de l'Ouest, en France et à l'échelle mondiale. Les différentes étapes suivies y sont présentées, de la définition du système, de ses composantes et des variables, jusqu'à la construction d'un ou de plusieurs scénarios. Une deuxième partie aborde la question de la modélisation et de l'évaluation des scénarios à l'échelle territoriale, le territoire étant défini comme un espace géographique donné où sont considérées une partie ou l'ensemble des activités s'y déroulant et les diverses parties

---

2. Le RMT MAELE a pour objectif d'évaluer les incidences environnementales de systèmes d'élevage, en lien avec leur territoire et connecté à des systèmes alimentaires. Sa finalité est de produire des bases scientifiques et techniques génériques et robustes pour alimenter la réflexion sur la place des élevages dans le système agri-alimentaire de demain. Il vise à connecter les systèmes d'élevage, les territoires et les systèmes alimentaires autour de la question environnementale.

prenantes y évoluant (voir encadré 6.1). Les flux à prendre en compte sont présentés, ainsi que la construction de grilles d'évaluation multicritère. Cette partie montre également tout l'intérêt du couplage des travaux de prospective et d'évaluation de scénarios avec l'illustration de deux cas d'étude, un en France et un en Europe. La troisième et dernière partie capitalise de façon transversale sur les enseignements tirés du partage d'expériences. D'un point de vue méthodologique, elle formalise un cadre de couplage entre construction de scénarios et évaluation, définit la matrice de données d'arrière-plan nécessaires à la réalisation des prospectives et à la modélisation et l'évaluation des scénarios qui en découlent. D'un point de vue thématique, cette dernière partie dresse les pistes d'évolution sur le devenir des élevages dans les territoires et les systèmes agri-alimentaires telles qu'abordées par les décideurs politiques, et mène une première réflexion sur l'appropriation des prospectives par les décideurs politiques.

Ainsi, dans cet ouvrage, seront traitées des questions méthodologiques relatives à la construction de scénarios et à leur modélisation-évaluation :

- Quels sont les objectifs poursuivis ?
- Quels acteurs sont associés et à quelle(s) étape(s) ?
- Quelles sont les échelles considérées ?
- Quelles sont les données nécessaires à la fois pour la réalisation des prospectives et pour la modélisation et l'évaluation des scénarios ?
- Quelles sont les outils mobilisés aussi bien concernant les modèles de simulation et les méthodes d'évaluation ?
- Comment mieux articuler les travaux de prospectives, permettant notamment la co-construction de scénarios, et la modélisation et l'évaluation de ces scénarios ?

## Partie 1

---

# Les prospectives et l'évolution de l'élevage dans les territoires

