



HAL
open science

L' élevage français : contexte actuel, enjeux et perspectives d'avenir

Élise Michel, Lilian Lambret

► **To cite this version:**

Élise Michel, Lilian Lambret. L' élevage français : contexte actuel, enjeux et perspectives d'avenir. Médecine vétérinaire et santé animale. 2024. dumas-04795454

HAL Id: dumas-04795454

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04795454v1>

Submitted on 21 Nov 2024

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

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

ANNEE 2024 THESE : 2024 – TOU 3 – 4088

L'ÉLEVAGE FRANÇAIS : CONTEXTE ACTUEL, ENJEUX ET PERSPECTIVES D'AVENIR

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

MICHEL Élise

Et

LAMBRET Lilian, Jean, Maurice

Directeur de thèse : M. Philippe MONGET

JURY

PRESIDENT :
M. Alain DUCOS

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Philippe MONGET
M. Fabien CORBIERE

Directeur de recherche à l'INRAE, Professeur (Polytechnique et ENS)
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie-Thérapeutique*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. BERGONIER Dominique, *Pathologie de la reproduction*
- Mme BIBBAL Delphine, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
- M. JAEG Jean-Philippe, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme LALLEMAND Elodie, *Chirurgie des équidés*
- M. LIENARD Emmanuel, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- M. LYAZRHI Faouzi, *Statistiques biologiques et mathématiques*
- Mme PALIERNE Sophie, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme PRIYMENKO Nathalie, *Alimentation*

MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. ASIMUS Erik, *Pathologie chirurgicale*
- Mme BRET Lydie, *Physique et chimie biologiques et médicales*
- Mme BOUHSIRA Emilie, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. CARTIAUX Benjamin, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. COMBARROS Daniel, *Dermatologie vétérinaire*
- M. CONCHOU Fabrice, *Imagerie médicale*
- Mme DANIELS Hélène, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
- Mme DAVID Laure, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. DIDIMO IMAZAKI Pedro, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme DOUET Jean-Yves, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
- M. FERCHIOU Ahmed, *Economie et gestion des entreprises vétérinaires agricoles*
- Mme FUSADE-BOYER, *Microbiologie et infectiologie*
- Mme GRANAT Faïny, *Biologie médicale animale*
- Mme JOURDAN Géraldine, *Anesthésie, analgésie comparée*
- Mme JOUSSERAND Nicolas, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme LAVOUE Rachel, *Médecine Interne*
- Mme LE GRAVERAND Quentin, *Alimentation animale*
- Mme LE LOC'H Guillaume, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
- Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia, *Pathologie chirurgicale*
- Mme MILA Hanna, *Elevage des carnivores domestiques*
- M. OTAVIANO DO REGO Renato, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme PIERRON Alix, *Pharmacie-Toxicologie*
- Mme VERGNE Timothée, *Santé publique vétérinaire, maladies animales réglementées*
- Mme WARET-SZKUTA Agnès, *Production et pathologie porcine*

INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. AUMANN Marcel, *Urgences, soins intensifs*
- M. AUVRAY Frédéric, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. CASSARD Hervé, *Pathologie des ruminants*
- M. CROVILLE Guillaume, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme DIDIER Caroline, *Anesthésie, analgésie*
- M. DELPONT Mattias, *Clinique Aviaire*
- Mme DUPOUY GUIRAUTE Véronique, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme GAILLARD Elodie, *Urgences, soins intensifs*
- Mme GEFFRE Anne, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme GRISEZ Christelle, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme JEUNESSE Elisabeth, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme LAYSSOL-LAMOUR Catherine, *Imagerie Médicale*
- Mme POUJADE Agnès, *Anatomie pathologique vétérinaire*
- Mme PRESSANTI Charline, *Dermatologie vétérinaire*
- M. RAMON PORTUGAL Felipe, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. REYNOLDS Brice, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme ROUCH BUCK Pétra, *Médecine préventive*
- Mme SAADA Chloé, *Gestion intégrée de la santé des ruminants*

Remerciements

Aux membres du jury de cette thèse :

A Monsieur le Professeur Philippe MONGET

Directeur de recherche à l'INRAE

Professeur à l'école Polytechnique et à l'ENS

Qui nous a fait l'honneur de nous proposer ce sujet, de nous avoir accompagné et aidé tout le long de ce projet,

Qu'il trouve ici notre l'expression de notre plus profonde gratitude et de nos plus chaleureux remerciements.

A Monsieur le Professeur Alain DUCOS,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Zootchnie,

Qui nous a fait l'honneur de présider cette thèse et de répondre à certaines de nos interrogations au long de sa rédaction,

Nos hommages les plus respectueux.

A Monsieur le Professeur Fabien CORBIERE,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Pathologie des ruminants,

Qui nous a fait l'honneur de faire partie de notre jury de thèse

Nos plus sincères remerciements.

Table des matières

Table des matières	6
Liste des figures	12
Liste des tableaux	15
Liste des abréviations	19
Introduction	21
Chapitre 1 : contextualisation mondiale, européenne et française de l'élevage	24
I. Les différentes filières de production	24
A. Elevages des ruminants	25
1. Elevages bovins laitiers	25
a. Historique de la filière	25
b. Importance de la PAC dans la filière	26
c. Modes de production	27
2. Elevages bovins allaitants	29
a. Historique de la filière	29
b. Modes de production	30
3. Elevages des petits ruminants (ovins, caprins)	31
a. Historique des filières	31
b. Elevages Ovins (laitiers et allaitants)	32
c. Elevages Caprins (laitiers et allaitants)	33
B. Elevage des monogastriques	34
1. Elevages porcins	34
a. Historique de la filière	34
b. Modes de production	35
2. Elevages avicoles (poulets de chair, poules pondeuses, canards, dindes...)	37
a. Historique de la filière	37
b. Modes de production	37
II. Contexte économicopolitique de l'élevage	40
A. Principaux accords commerciaux	40
1. Les accords commerciaux mondiaux inscrits au sein de l'OMC	40
2. Les accords entre l'Union européenne et les principales puissances commerciales du monde	44
3. Le marché unique de l'Union européenne	47
B. Tendances technico-économiques des filières d'élevage	48
1. Filière « bovin lait »	48

2.	Filière « bovin viande »	55
3.	Filière « ovin viande »	61
4.	Filière « ovin et caprin lait »	66
5.	Filière porcine.....	72
6.	Filière avicole	78
C.	Bilan du contexte économicopolitique de l'élevage.....	87
III.	Contexte social, sociétal et environnemental	87
A.	Le contexte environnemental lié à l'élevage	87
1.	L'élevage s'inscrit au sein d'une problématique planétaire : le changement climatique	87
a.	Les émissions de gaz à effet de serre (GES) génèrent un réchauffement global	88
b.	Les possibilités d'évolution du climat : projection jusqu'en 2100	90
2.	Les conséquences du dérèglement climatique	91
a.	Hausse de la température atmosphérique et sécheresse	91
b.	Augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes	94
c.	La notion de température humide.....	95
d.	Montée des eaux.....	97
e.	La notion de limites planétaires.....	98
3.	Actions de l'élevage sur son environnement : l'élevage participe à sa propre chute en accélérant certains phénomènes	100
a.	Contribution au réchauffement climatique et empreinte carbone.....	100
b.	Consommation et pollution de l'eau.....	105
c.	Des liens étroits entre la biodiversité et l'élevage	110
d.	Stockage et déstockage de carbone	114
4.	L'élevage n'a pas tout faux : la notion de services écosystémiques.....	118
B.	Contexte sociétal et social de l'élevage	121
1.	Le consommateur : un acteur clé de l'élevage	121
a.	Les attentes du consommateur sur l'élevage	122
b.	Les sphères d'influences agissant sur le consommateur.....	126
2.	Eleveur : un métier qui connaît plusieurs crises.....	129
IV.	Conclusion (chapitre 1).....	134
	Chapitre 2 : Les enjeux de l'élevage de demain	135
I.	Les enjeux « économique-politiques »	135
A.	Maintien d'une compétitivité française au niveau européen et mondial	135
B.	Permettre la sécurité et la souveraineté alimentaire notamment dans des contextes géopolitiques difficiles	137
II.	Faire face à la crise de l'énergie dans les années à venir	141

A.	Dépendances énergétiques de l'élevage.....	141
B.	Une ressource énergétique incertaine	142
C.	Conséquences d'un déficit énergétique sur le secteur agricole et l'alimentation des populations	144
D.	Quelques pistes pour limiter l'impact de la pénurie d'énergies fossiles sur l'élevage..	146
1.	Utilisation de machines agricoles électriques	146
2.	Utilisation de biocarburants	147
3.	La méthanisation : une ressource énergétique pouvant être utilisée comme carburant, électricité et fertilisant	148
4.	Alternatives au pétrole utilisé dans les engrais de synthèse.....	148
E.	Les autres sources énergétiques dont dépend l'élevage.....	149
III.	Enjeux sociaux et sociétaux	150
A.	Modifications des modes de consommation.....	150
1.	Tendances actuelles et impact sur la santé du consommateur.....	150
2.	Les alternatives à la viande	151
3.	Quel régime alimentaire adopter ?.....	154
4.	Les consommateurs sont-ils prêts à verdir leur assiette ?	155
5.	Mesures encourageant un changement dans notre consommation alimentaire	156
B.	Prise en compte des attentes sociétales de l'élevage : exemple du bien-être animal ..	157
C.	Renouer les liens entre les éleveurs et les consommateurs : la reconnexion avec le monde agricole.....	160
IV.	Les enjeux du métier d'éleveur : revaloriser le métier	162
A.	Pallier le manque d'attractivité du métier d'éleveur et l'amélioration de la qualité de travail	162
B.	Améliorer la qualité de travail des éleveurs	165
C.	Assurer une rémunération correcte	167
V.	Enjeux environnementaux : renforcer les liens entre l'élevage et son environnement, rendre les systèmes moins polluants et plus robustes	169
A.	Une piste pour limiter l'impact de l'élevage sur son environnement : améliorer l'efficacité globale ?	169
1.	L'exemple de l'efficacité protéique	170
2.	L'efficacité alimentaire : un levier considérable.....	173
3.	Réduire les sources de pollutions : impact sur l'efficacité globale.....	176
a.	Les différents modes de pâturages existants : avantages et inconvénients	176
b.	Une meilleure gestion des effluents.....	179
c.	Réduction des émissions de GES : le méthane dans le viséur	182
4.	Améliorer la génétique au service de l'efficacité.....	183

B.	Adapter les pratiques d'élevage et l'alimentation animale au réchauffement climatique	184
1.	Les pratiques d'élevage	184
2.	L'alimentation animale	187
3.	La sélection génétique	188
VI.	Enjeux sanitaires	190
A.	Les principaux risques sanitaires, zoonotiques et les » maladies émergentes en élevage	190
1.	La classification européenne des maladies animales.....	190
2.	La catégorie ADE : les principales menaces aux conséquences catastrophiques pour les élevages européens	191
3.	La catégorie BDE : des menaces permanentes pour la France de maladies déjà présentes en Europe	193
4.	Les catégories CDE ou DE : objectif d'éradication sur le territoire français	194
5.	La catégorie E et les maladies sans catégorie : ne pas négliger leur impact sur les élevages	196
B.	Enjeux des résistances aux antibiotiques, insecticides et anthelminthiques	198
1.	L'antibiorésistance et élevage : un enjeu de santé publique	198
2.	ii. Les résistances aux antiparasitaires : une inquiétude majeure	200
C.	Nécessité d'une gestion intégrée de la santé animale	202
VII.	Conclusion du chapitre 2	204
	Chapitre 3 : les différents scénarios d'évolution de l'élevage	205
I.	Présentation des scénarios	205
A.	Scénario 1 : intensification massive de l'élevage (IM)	205
1.	Définition de l'intensification massive de l'élevage	205
2.	Impact sur les différentes filières.....	206
3.	Une consommation encore élevée de produits d'élevage	209
4.	L'importance des technologies, des investissements dans la R&D et des politiques publiques	210
5.	Un scénario inscrit dans la mondialisation.....	211
6.	Au-delà d'une intensification : l'industrialisation et la privatisation dans le secteur de l'élevage	211
B.	Scénario 2 : l'agroécologie (AE)	212
1.	Définition de l'Agroécologie	212
2.	Les piliers 1, 2 et 3 : recyclage, santé du sol et réduction des intrants	216
3.	Piliers 5,6 et 7 : biodiversité, synergies et diversification économique	220
4.	Les derniers piliers restants	228
5.	Bilan de l'agroécologie.....	233

C.	Scénario 3 : Intensification durable de l'élevage (ID).....	234
1.	Définition de l'intensification durable	234
2.	Organisation des filières d'élevage : une volonté productiviste	235
3.	Consommation et regard de la société	236
D.	Scénario 4 : Ecologie intensive (EI).....	237
1.	Définition de l'écologie intensive	237
2.	Des filières alliant mesures environnementales et productivité	238
3.	L'économie circulaire au cœur du scénario	240
4.	L'alimentation et la génétique des animaux comme leviers	241
5.	Un scénario à l'écoute des citoyens et des consommateurs.....	241
6.	Contribution capitale des politiques publiques au verdissement de l'élevage	242
E.	Scénario 4 : Un monde végan où disparaît l'élevage	244
1.	Définition du scénario végan	244
2.	Un changement radical de notre consommation.....	244
3.	Que deviendraient le monde agricole, les cultures et l'élevage ?	245
4.	Les conséquences environnementales.....	247
5.	Plusieurs risques sanitaires et économiques demeurent.....	248
6.	Une acceptation sociétale difficile	249
II.	Confrontation des scénarios d'évolution de l'élevage face aux enjeux de demain et perspectives d'avenir réalistes	250
A.	Enjeux économicopolitiques (compétitivité mondiale, sécurité alimentaire, souveraineté alimentaire)	251
1.	Le maintien d'une compétitivité internationale	251
2.	Garantir la sécurité et la souveraineté alimentaire à différentes échelles géographiques	252
3.	Des scénarios qui impliquent d'importants investissements financiers et des mesures politico-économiques fortes	255
B.	Enjeux liés à la crise de l'énergie	257
C.	L'alimentation animale	259
D.	Enjeux sociaux et sociétaux	260
1.	Les modes de consommation	260
2.	Prise en compte du BEA	261
3.	Rétablir une connexion entre consommateurs et monde agricole.....	263
E.	Enjeux du métier d'éleveur	263
1.	Le métier d'éleveur : attractivité et maintien des emplois	263
2.	Importance des technologies	266
F.	Les enjeux sanitaires.....	267

1.	Lutter contre les maladies infectieuses et les zoonoses	267
2.	Intégration de la santé et concept de One Health	269
G.	Enjeux environnementaux	269
1.	Emissions de GES	270
2.	Pollution de l'eau, de l'air et des sols par l'azote et le phosphore	272
3.	Tous misent sur l'amélioration de l'efficience, mais à des fins différentes.....	272
4.	Impact sur la biodiversité	273
5.	Une hétérogénéité dans les services écosystémiques rendus par l'élevage	274
6.	S'adapter au réchauffement climatique.....	274
III.	Conclusion de la partie 3.....	277
	Discussion	289
	Conclusion	288
	Bibliographie.....	291
	Annexes	343
	Résumé	350

Liste des figures

Figure 1 : Les différentes mesures de soutien de l'Union Européenne, de 2000 à 2020	42
Figure 2 : Les différentes mesures de soutien de l'Inde, de 2000 à 2020.....	43
Figure 3 : les différents accords entre l'UE et les pays tiers en 2023	47
Figure 4 : Production de lait de vache entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98).....	50
Figure 5 : Production de lait de vache entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens(98)	51
Figure 6 : Exportations (en volume) de beurre, fromage et de lait en poudre (écrémé et entier) en 2020-2022 et estimée en 2032 par les principaux exportateurs mondiaux (32).....	52
Figure 7 : Evolution de l'IPAMPA des aliments pour animaux d'élevage, des engrais et du carburant en France de 2006 à 2023 (100).....	53
Figure 8 : Production de viande bovine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux(98).....	55
Figure 10 : Evolution du cheptel bovin français laitier et allaitant entre 2005 et 2021 (49)	56
Figure 9 : Production de viande bovine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens(98)	56
Figure 11 : Commerce de viandes bovines et animaux vivants par la France de 1980 à 2022 (28).....	58
Figure 12 : Les échanges intra-européens de viande bovine en 2021 2021 (104).....	59
Figure 13 : Evolution des prix carcasses des jeunes bovins R3 et vaches 03 entre 1999 et 2022 en France(28).....	59
Figure 14 : Production de viande ovine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98).....	62
Figure 15 : Production de viande ovine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98).....	62
Figure 16 : Consommation et production de viande ovine en France entre 1999 et 2022 (28)	63
Figure 17 : Importations de viande ovine en provenance de pays tiers par l'EU en 2020-2022 (110).....	64
Figure 18 : Les principaux échanges mondiaux de viande ovine en 2022 (110)	65
Figure 19 : Production de lait de brebis entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98).....	67
Figure 20 : Production de lait de brebis entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens(98)	67

Figure 21 : Production de lait de chèvre entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98).....	69
Figure 22 : Production de lait de chèvre entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98).....	69
Figure 23 : Evolution des principaux postes de l'IPAMPA lait de chèvre en France entre 2018 et 2022 (113)	70
Figure 24 : Production de viande porcine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98).....	73
Figure 25 : Production de viande porcine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98).....	73
Figure 26 : Evolution du cheptel porcin et du nombre de porcs abattus annuellement en France entre 2008 et 2022 (28).....	74
Figure 27 : Répartition des exportations françaises de porcs et produits carnés associés, en valeurs, en 2020-2022 (28)	76
Figure 28 : Répartition des importations françaises de porcs et produits carnés associés, en valeurs, en 2020-2022 (28)	76
Figure 29 : Prix de l'aliment pour les porcs en France, calculé selon l'IFIP, entre 2015 et 2022(28)	74
Figure 30 : Production d'œufs de poules entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98).....	80
Figure 31 : Production d'œufs de poules entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98).....	80
Figure 32 : Production de viande de poulet entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98).....	81
Figure 33 : Production de viande de poulet entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98)	81
Figure 34 : Production indigène brute de volailles en France de 1990 à 2022 (28)	82
Figure 35 : Part de la production nationale et des importations dans la consommation française de viande de volaille, entre 2000 et 2022 (28).....	83
Figure 36 : Commerce extérieur français de viande de volailles, de 1996 à 2022 (28)	84
Figure 37 : Importations françaises de viande de poulet en provenance de l'Union Européenne, entre 1996 et 2022 (28)	85
Figure 38 : Les 20 plus grands contributeurs aux émissions cumulées de CO2 entre 1850 et 2021 exprimées en milliards de tonnes (122)	89
Figure 39 : les 5 scénarios possible d'évolution du climat d'ici 2100 (124).....	90

Figure 40 : Prédiction de l'évolution de la fréquence et de l'intensité des événements de chaleur extrême selon les différents scénarios du GIEC (119).....	92
Figure 41 : Baisse du débit moyen des cours d'eau anticipé pour 2046-2065 en comparaison avec la période 1961-1990 avec une hypothèse de réchauffement d'environ +2°C (132).....	93
Figure 42 : Augmentation de l'occurrences de quelques facteurs climatiques par an dans le monde (données issues de (136))	94
Figure 43 : Les 6 limites planétaires dépassées en 2023 (163).....	99
Figure 44 : Emissions 2022 par secteur (à gauche) et comparaison avec les objectifs 2030 attendus (à droite) (173)	101
Figure 45 : Emissions de GES dans l'agriculture en Europe(176)	102
Figure 46 : Emissions de GES selon les types de production et de produits finaux obtenus (179).....	103
Figure 47 : Consommation moyenne d'eau bleue (L/kg) selon les types de production animales.....	106
Figure 48 : Proportion des différents aliments consommés selon les types de productions animales en France (212).....	113
Figure 49 : Évolutions du stock de carbone dans le sol associé aux pratiques provoquant des stockages ou déstockages de carbone (incertitude : +/- 40 %)	115
Figure 50 : Interactions simplifiées entre les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore	117
Figure 51 : liste des services écosystémiques rendus par l'élevage français.....	119
Figure 52 : Domaines et critères à considérer pour évaluer les impacts positifs et négatifs de l'élevage et des produits animaux.....	121
Figure 53 : Pyramide des âges des éleveurs (en bleu) et éleveuses (en rose) de ruminants en France comparé à la population française active en emploi (en noir), en 2020.....	130
Figure 54 : niveau de vie annuel médian des ménages agricoles français en 2018	133
Figure 55 : Répartition des communes françaises selon la production agricole prédominante au 1 ^{er} janvier 2019	133
Figure 56 : Modélisation mathématique d'un cycle de production d'une ressource épuisable	142
Figure 57 : Grands principes du régime alimentaire des 3V développé par Anthony Fardet.....	155
Figure 58 : Proportion d'alimentation comestible par l'Homme de trois types de production.....	170
Figure 59 : Efficiences nettes de différents types de productions selon différents modes d'alimentation	172
Figure 60 : Les différents types de gaspillage et leur répartition en Europe	175

Figure 61 : Exemples de méthodes de rafraîchissement des bovins (à gauche : sprinklers, à droite : ventilateurs)	185
Figure 62 : Schéma bilan reprenant succinctement les différents enjeux principaux de l'élevage de demain.....	204
Figure 63 : Les 13 principes de l'agroécologie vues par S.R. Gliessman et le HLPE (525).	214
Figure 64 : Cultures au cours de l'année 2017 du dispositif expérimental Inra Aster-Mirecourt (le vert foncé représente les 135 ha de prairies permanentes) (536)	217
Figure 65 : exemple de rotations de cultures	218
Figure 66 : Schéma très simplifié du "land-sharing" et du "land-sparing"	221
Figure 67 : Continuum entre le land-sparing et le land-sharing afin de pouvoir développer le plus grand nombre de services écosystémiques.....	222
Figure 68 : Quantités vendues de l'ensemble des produits issus du dispositif expérimental Teaser-lab (536).....	223
Figure 69 : Transition d'un système agricole conventionnel à un système agroécologique durable	231
Figure 70 : Pénibilité au travail entre les systèmes conventionnels (SDR) et systèmes diminuant leur utilisation de phytosanitaires (SBI)	265

Liste des tableaux

Tableau 1 : Bilan des tendances technico-économiques de la filière bovine française	54
Tableau 2 : Dynamiques technico-économiques de la production carnée bovine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale	61
Tableau 3 : Dynamiques technico-économiques de la production carnée ovine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale	66
Tableau 4 : Dynamiques technico-économiques de la production laitière ovine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale	71
Tableau 5 : Dynamiques technico-économiques de la production laitière caprine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale	72
Tableau 6 : Dynamiques technico-économiques de la production carnée porcine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale	78
Tableau 7 : Dynamiques technico-économiques de la production avicole française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale	86
Tableau 8 : Bilan des émissions et de leurs origines par type de production	105
Tableau 9 : Comparaison de la mise en place des cinq scénarios par rapport aux systèmes conventionnels actuels.....	279

Liste des abréviations

AAE : Acides Aminés Essentiels

AB : Agriculture Biologique

ACV : Analyse de Cycle de Vie

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AE : Agroécologie (scénario)

AELE : Association Européenne de Libre-Echange

AMAP : Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne

ANMV : Agence Nationale du Médicament Vétérinaire

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée

AOP : Appellation d'Origine Protégée

APE : Accords de Partenariats Economiques

BEA : Bien-Etre Animal

BRICS+ : Brésil, la Russie, l'Inde, la Chine, l'Afrique du Sud, l'Égypte, les Émirats arabes unis, l'Éthiopie et l'Iran

BTV : Blue Tong Virus

BVD : Bovine Viral Diarrhea

CEE : Communauté Economique Européenne

CETA : Accords de libre-échange entre l'Union européenne et le Canada

CH₄ : Méthane

CIPAN : Culture intermédiaire Piège à Nitrate

CIRC : Centre International de Recherche contre le Cancer

CIVAM : Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural

CIVE : Cultures Intermédiaires à Vocation Energétiques

CNE : Confédération Nationale de l'Elevage

CO₂ : Dioxyde de carbone

CR : Coordination Rurale

CRB : Centre de Ressources Biologiques de l'INRAE

CSGA : Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation

EARL : Exploitation Agricole à Responsabilité Limité

ECF : European Climate Foundation

EEE : Espace Economique Européen

EI : Ecologie Intensive (scénario)

EMA : Agence Européenne du Médicament

ETS : Emission Trade Shame

ECF : European Climate Foundation

ENS : Ecole Normale Supérieure

EP : Efficience Protéique

EPN : Efficience Protéique Nette

ESA : Epidémiosurveillance Santé Animale (plateforme)

ESB : Encéphalopathie Spongieuse Bovine

ESVAC : European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption

ETP : Equivalent Temps Plein

ETS : Emission Trade Shame

EUFIC : Conseil de l'Information sur l'Alimentation en Europe

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

FCO (4, 8, 3...) : Fièvre Catarrhale Ovine (sérotypage 4, 8, 3...)

FNSEA : Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles

GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun

GAO : Government Accountability Office

GATT : Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (1947 – 1995)

GES : Gaz à effets de serre

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

GLEAM : Global Livestock Assessment Model

GMQ : Gain Moyen Quotidien

GnRH : Gonadotropin Releasing Hormone

Ha : Hectare

HCC : Haut Conseil pour le Climat

HLPE - FSN : High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition

HVE : Haute Valeur Environnementale (label)

HVP : Huile Végétale Pure

IA : Insémination Artificielle

IAASTD : l'évaluation internationale des connaissances, sciences et technologies agricoles pour le développement

IAHP : Influenza Aviaire Hautement Pathogène

IBPES : Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques

IBR : Infectious Bovine Rhinotracheitis

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

ID : Intensification Durable (scénario)

Idèle : Institut de l'élevage des ruminants

IEA : Agence Internationale de l'Energie

IFIP : Institut Français du Porc

IFOP : Institut Français d'Opinion Publique

IGP : Indication Géographique Protégée

IM : Intensification Massive (scénario)

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IPI : Infectés Persistant Immunotolérants

ITH : Index de Température – Humidité

JEFTA : Accords de libre-échange entre l'Union européenne et le Japon, Vietnam et Singapour

Kg : Kilogramme

Kgec : Kilogramme Equivalent Carcasse

MASA : Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire

MDR : Multi Drug Resistance

MERCOSUR : Alliance économique entre le Brésil, Argentine, Uruguay et Paraguay

MHE : Maladie Hémorragique Enzootique

MtCO₂èq : Méga tonnes de dioxyde d'azote équivalent

N : azote

N₂O : protoxyde d'azote

NFU : Nationale Farmer's Union

NIMA : Non Issu du Milieu Agricole

OAC : Œufs À Couver

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique (OECD en anglais)

OMC : Organisation Mondiale du Commerce

ONG : Organisation Non Gouvernementale

ONU : Organisation des Nations Unies

OP : Organisation de Producteurs

OPEP : Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole

OSCAR : Observatoire et Suivi des Causes d'Avortement chez les Ruminants

P : Phosphore

PAC - Politique Agricole Commune

PAM : Programme Alimentaire Mondial

PAN : Programmes d'Actions National Nitrates

PEV : Politique Européenne de Voisinage

PIB : Produit Intérieur Brut

PME : Petites et Moyennes Entreprises

PNNS : Programme National Nutrition Santé

PPA : Peste Porcine Africaine

PRG : Pouvoir Réchauffant Global

PSE : Paiements pour Services Ecosystémiques

RCAI : Résultat Courant Avant Impôts

RSD : Règlement Sanitaire Départemental

R&D : Recherche et Développement

SAGIR : Réseau de surveillance de la santé de la faune sauvage terrestre vertébrée

SARM : Staphylococcus Aureus Résistants à la Méricilline

SAU : Surface Agricole Utile

SDNI : Stratégie nationale de lutte contre la Déforestation Importée

SE : Services Ecosystémiques

SFP : Surface Fourragère Principale

SIA : Salon International de l'Agriculture

SIQO : Signe Officiel de Qualité

SNBC : Stratégie Nationale Bas Carbone

SNDI : Stratégie Nationale de lutte contre la Déforestation Importée

Tec : Tonne Equivalent Carcasse

TèOC : Tonne Equivalent Œuf Coquille

TèqCO₂ : Tonne équivalent dioxyde de carbone

TH : taux d'humidité

TVP : Textured Vegetable Proteins

UE : Union Européenne

UTA : Unité de travail annuel

UTH : Unité de Travail Humain

Introduction

L'animal a toujours eu une place particulièrement importante dans les activités humaines. Plusieurs peintures rupestres datant du Paléolithique (soit de plus de 20 000 ans) en témoignent (1). Nous pouvons y retrouver des Hommes et des animaux représentés sur les mêmes peintures et dans des scènes les mettant en relation. Si à cette époque les animaux étant encore sauvages, c'est lors du Néolithique que plusieurs espèces vont être domestiquées par l'Homme à différents endroits de la planète. Cette période va connaître les premières ébauches de l'élevage.

Verrier et Ducos (2022) ainsi que Porcher (2001) définissent l'élevage comme une forme d'association entre l'espèce humaine et différentes espèces animales (1, 2). En effet, l'animal produit et fournit de la viande ou encore du lait à l'Homme. En échange, celui-ci lui procure soins, nourriture et protection. De plus, l'élevage est défini par le dictionnaire Larousse comme « la production et l'entretien des animaux domestiques, du bétail » ou « comme l'ensemble d'une espèce entretenue à des fins de production » (3). L'élevage appartient par ailleurs à un ensemble plus large : l'agriculture. Celle-ci peut être définie à son tour comme « l'ensemble des activités développées par l'Homme, dans un milieu biologique et socio-économique, pour obtenir des produits végétaux et animaux qui lui sont utiles, en particulier ceux qui sont destinés à son alimentation » (4). Il ne faut donc pas se méprendre : l'agriculture ne se limite pas aux seules cultures végétales. Elle inclut également l'élevage, qui en constitue une composante essentielle.

Lors de l'Antiquité, les populations humaines ont commencé à former des villes, concentrant les populations, non adaptées à l'agriculture, ainsi que des activités économiques non dédiées à l'approvisionnement alimentaire. De ce fait, la civilisation va voir apparaître une « économie alimentaire marchande » comprenant notamment des échanges de marchandises et des techniques agricoles entre les différentes civilisations (5). À l'époque médiévale, les systèmes agricoles redeviennent plus agro-pastoraux et les échanges de marchandises diminuent. Nous pouvons alors parler d'économie de subsistance, avec des productions végétales et animales locales. Au XVI^{ème} siècle, la découverte de nouveaux territoires avec la présence de nombreuses espèces végétales et animales va permettre le développement du commerce dont celui des produits agricoles. Par exemple, les européens vont ramener le maïs d'Amérique, une céréale

aujourd'hui majoritairement consommée par le bétail. Ils vont également exporter plusieurs espèces animales dédiées à l'élevage. A partir du XVIIIème siècle, le modèle de production et de consommation contemporain voit le jour avec une croissance exceptionnelle des productions agricoles. Nous pouvons parler d'âge agro-industriel. L'élevage ainsi que l'agriculture, vont s'intensifier et grandement participer à la mondialisation. Les systèmes conventionnels actuels résultent en partie de cette intensification de l'élevage. Celle-ci va également être encouragée dans les années après-guerre avec la reconstruction de l'économie mondiale. L'agriculture, au-delà de nourrir la population, devient aussi un secteur clé de l'économie. Cela est particulièrement vrai concernant la France. En effet, d'après l'INSEE, en 2020, la valeur ajoutée dégagée par l'ensemble des activités agricoles et des industries agroalimentaires représente 3.8% du PIB français (6). Le secteur assure l'emploi d'1.4 millions d'ETP (Equivalent Temps Plein). Cela représente 2.4% de tous les emplois en France en 2022. Le pays est également la première puissance agricole de l'UE, et la deuxième derrière l'Allemagne en ce qui concerne l'élevage. Par ailleurs, celui-ci occupe une place importante dans le secteur puisque, en 2020, 38% des exploitations agricoles françaises lui sont dédiées (7).

Cependant, depuis quelques années les filières d'élevage sont confrontées à de nombreux aléas, de nature très diverse. La première est sanitaire avec l'apparition de plusieurs maladies aux conséquences désastreuses sur l'élevage (pertes économiques, mortalité, etc.) et sur la santé publique (zoonoses). La seconde est sociale avec un manque de considération de l'élevage de la part de la société et des citoyens, mais également un vieillissement inquiétant du métier d'éleveur. La troisième est environnementale avec des conditions climatiques de plus en plus difficiles (sécheresses et canicules, diminution de la ressource en eau, pluies intenses et inondations, épisodes de gel tardifs...). Ces aléas environnementaux sont par ailleurs amplifiés par l'élevage et plus généralement l'agriculture car ils participent activement au réchauffement climatique et à la pollution des écosystèmes. La quatrième est énergétique avec l'inflation qui touche le secteur de l'énergie et une forte dépendance au pétrole, une ressource vouée à se raréfier. Enfin la dernière est de l'ordre politico-économique avec plusieurs crises qui ont affectées les filières et une forte emprise des marchés mondiaux sur l'élevage.

La détresse actuelle du monde agricole et les doutes émis concernant son futur sont dévoilés aux yeux de la société et de la sphère politique européenne depuis quelques

années, mais s'est amplifiée durant l'hiver 2023-2024. Lors de cette période, de nombreux éleveurs et agriculteurs ont manifestés et réalisés des blocages en France, en Allemagne, en Italie et dans plusieurs autres pays européens (8). Ils reprochent notamment des charges financières et l'application de mesures environnementales trop lourdes (9). Ils dénoncent également le manque de considération de la part de la société sur leur métier et leur situation.

Ainsi, dans ce contexte d'incertitude, l'objectif de ce travail consiste à se questionner sur l'avenir de l'élevage français et d'identifier les principaux enjeux auxquels il devra répondre. Nous nous limiterons à l'étude des principales espèces animales élevées en France, à savoir les bovins (63.6% du cheptel français), les volailles (15.4% du cheptel français), les porcins (14.2% du cheptel français) et les petits ruminants (5.7% du cheptel français) (10). Nous évoquerons également quelques points essentiels concernant les cultures céréalières, indispensables à l'alimentation animale, sans pour autant rentrer dans les détails, le sujet principal demeurant l'élevage.

Après avoir contextualisé la situation actuelle de l'élevage et de son environnement, nous examinerons les divers enjeux auxquels ce secteur sera confronté dans les années à venir. Nous construirons ensuite cinq scénarios distincts et tirés de données bibliographiques, nous discuterons de leur facilité ou non de mise en place depuis le système agricole conventionnel actuel et nous les confronterons les uns face aux autres vis-à-vis de ces enjeux.

Chapitre 1 : contextualisation mondiale, européenne et française de l'élevage

Afin de comprendre le fonctionnement de l'élevage français, il est important de souligner que ce dernier fait partie intégrante de l'élevage à l'échelle mondiale. Afin de comprendre les dynamiques de l'élevage de demain, il est important d'avoir en tête le contexte général de l'élevage, les tendances actuelles des filières, ainsi que sa situation écologique, sociale et sociétale. Nous donnons ainsi un cadre d'étude plus clair afin de mieux discerner les enjeux de l'élevage et les possibles évolutions de celui-ci dans les années à venir.

I. Les différentes filières de production

La diversité des systèmes d'élevage ne nous permet pas d'être exhaustifs sur le sujet. C'est pourquoi nous présenterons ici de manière globale les organisations les plus couramment rencontrées au sein des élevages actuels, qualifiées de « conventionnelles ».

Tout d'abord, présentons quelques termes qui seront utilisés par la suite dans cet écrit. Un élevage intensif peut être défini comme étant une combinaison de plusieurs définitions différentes mais pour autant complémentaires (11). La première considère un système comme intensif s'il possède un rapport cheptel/surface supérieur à 1,4 UGB/ha (12). La deuxième le définit tel un système « hors-sol » pour lequel l'alimentation provient en grande majorité de l'extérieur de l'élevage (intrants). Ce critère entre également dans la définition des élevages dits « industriels » qui représentent moins de 10% des volumes produits dans le monde. Enfin, la troisième définition le caractérise comme un élevage abritant des animaux à très haut niveau de production. Ainsi, l'élevage intensif peut être établi comme un système « high input - high output » (13). Cela signifie qu'il nécessite beaucoup d'intrants et a pour objectif un rendement global élevé. De fait, dans son livre « Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ? », Michel Griffon qualifie l'agriculture d' « intensive » lorsque cette dernière implique une utilisation massive

d'intrants, d'énergie et de capital (14). L'élevage extensif se définit, par opposition, comme tout élevage ne respectant pas les trois points évoqués précédemment. De manière générale, l'élevage extensif est un système plutôt « low input - low output » essayant donc de réduire ses intrants tout en ayant des objectifs de production modérés. Toutefois, comme nous pouvons le voir, ces définitions restent peu précises. Certaines publications pensent qu'il serait plus judicieux de tenter de définir les différents systèmes en fonction du rapport d'équilibre ou alors de déséquilibre qu'il existe entre les capacités d'un environnement d'élevage donné et le chargement animal par unité de surface (15).

Nous avons tendance à considérer les élevages au pâturage comme systématiquement extensifs mais comme nous venons de le voir, la notion de chargement est également importante et certains élevages faisant pâturer leurs bêtes sont pour autant des modèles d'intensivités. C'est par exemple le cas en Nouvelle-Zélande où la majorité des fermes laitières sont intensives, de par la taille de leur troupeau et la grande dépendance aux intrants en tous genres (15).

Toutes ces définitions sont donc valables principalement pour les élevages européens. En effet, les élevages intensifs de pays comme les Etats-Unis ou la Chine par exemple, possèdent généralement des tailles et des concentrations d'animaux plus conséquentes qu'au sein de l'UE. Ainsi, les systèmes intensifs et extensifs peuvent légèrement différer d'une région à une autre du globe (15).

A. Elevages des ruminants

1. Elevages bovins laitiers

a. Historique de la filière

Au commencement de la domestication des bovins, du lait était tiré et consommé par les Hommes. Cependant, le bovin a conservé un caractère mixte pendant plusieurs millénaires avec une faible production laitière dépendante de la présence d'un veau. Les bovins ont réellement commencé à se spécialiser dans la filière laitière lors de la révolution industrielle. En effet, en un siècle, une race spécialisée s'est détachée : la frisonne. Du XX^e siècle à aujourd'hui, la filière laitière s'est ensuite intensifiée et

industrialisée notamment grâce à l'hyperspécialisation de la frisonne devenue la vache laitière haute productrice Prim'Holstein (1, 16, 17).

b. Importance de la PAC dans la filière

L'élevage bovin laitier français s'aligne aujourd'hui dans un ensemble européen. En effet, depuis l'après-guerre, l'élevage de l'Union européenne suit les règles de la PAC (Politique Agricole Commune). Celle-ci entre en vigueur en 1962, créée par les pays membres de la CEE (Communauté Economique Européenne) sur la base de trois piliers fondateurs : un marché agricole unique (soit la libre circulation des produits au sein de la CEE), une préférence communautaire (les producteurs européens sont favorisés par rapport au reste du marché mondial) et une solidarité financière. Ses objectifs sont d'augmenter la productivité agricole, de stabiliser le marché, d'assurer la sécurité alimentaire des citoyens européens et de permettre un niveau de vie le plus équitable possible pour les agriculteurs (18). Cette politique va ainsi encourager la modernisation et l'accroissement de la production agricole européenne, ce qui va rapidement engendrer une surproduction, notamment dans la filière laitière, au regard de la consommation européenne. Les surplus de production vont être rachetés par l'UE afin d'être stockés ou revendus : c'est la politique d'intervention. Le budget de la PAC finit par exploser, et en 1984, une nouvelle politique est mise en place : les quotas laitiers. Ces quotas sont couplés à une réduction des prix de soutien et ont pour but de diminuer la surproduction laitière. En 1992 a lieu la réforme Mac Sharry : celle-ci réduit les prix garantis et propose plutôt un système d'aides directes au revenu. C'est ce qu'on appelle le premier pilier de la PAC. Dans les années 2000, l'Union européenne dévoile le 2^{ème} pilier basé sur un ensemble de mesures permettant d'améliorer la mise en valeur des territoires ruraux, notamment en encourageant la modernisation des exploitations agricoles et la dynamisation des zones rurales. La politique d'intervention va être achevée dans les années 2007-2010, à la suite des accords de Luxembourg. En 2014, une nouvelle réforme de la PAC a lieu, commence à prendre en compte l'enjeu climatique. Elle incite les éleveurs à adopter des pratiques de protection agro-environnementales (30% des paiements sont versés pour le respect de ces pratiques). On parle de « verdissement » de la PAC. Les quotas laitiers sont définitivement supprimés (18–21). En 2023, une nouvelle réforme de la PAC a lieu avec des objectifs de simplification, de subsidiarité et

d'incitation à la transition vers une agriculture plus durable (22, 23). Pour autant, à cause – entre-autres - des manifestations d'agriculteurs à travers l'Europe au cours de l'hiver 2023-2024, l'application de plusieurs de ces mesures est retardée (8, 24, 25).

Ainsi, avec plus de 60 ans d'existence, la PAC est la plus ancienne politique européenne encore en vigueur. Depuis sa création jusqu'à aujourd'hui, l'évolution de l'élevage laitier a suivi les logiques de cette dernière. Ainsi, après plusieurs années d'expansion et de développement au cours desquelles l'élevage bovin laitier français s'est intensifié, celui-ci a également connu des crises, plus ou moins en lien avec les réformes de la PAC (17). La crise de 2009 qui a fait suite à l'arrêt de la politique interventionniste, ou encore celle de 2015, en lien avec la fin des quotas laitiers et la mise en place de contractualisation avec des coopératives et organisations de producteurs (OP), en sont des exemples (26, 27)

c. Modes de production

L'élevage bovin laitier à l'échelle mondiale est très diversifié. Il y a d'une part des pays grands producteurs et exportateurs, avec des élevages majoritairement intensifs tels que la Nouvelle-Zélande, l'Australie, les Etats-Unis, l'Argentine ou encore l'Union européenne (28). Cependant le degré d'intensification n'est pas le même d'un territoire à un autre. Par exemple, en Nouvelle-Zélande la production laitière accorde une place importante au pâturage tandis que pour les Etats-Unis la majeure partie des exploitations laitières sont composées d'un grand nombre de vaches (plus de 1000 animaux par exploitation) qui n'ont pas accès à un parcours extérieur (29, 30). D'autre part, il existe des territoires majoritairement peuplés par de petites structures extensives, parfois avec des races mixtes élevées également pour la viande ou le travail, comme dans de nombreux pays d'Afrique (31, 32) ou en Asie du Sud-Est (33). L'Inde est également un des plus gros producteurs mondiaux de lait de vache. Sa singularité tient au fait que la production est largement dominée par de petites exploitations. Par exemple, en 2013, 76% des producteurs laitiers indiens avaient moins de 2 ha de terres mais ont pour autant contribué à hauteur de 73% à la production laitière du pays. Par ailleurs le marché du lait indien est scindé en deux entre le marché moderne formel et le marché traditionnel informel (34).

En termes de pratiques agricoles, un grand nombre d'élevages laitiers au niveau mondial sont dit « mixtes » car ils associent l'élevage aux cultures (céréales, oléagineux, légumineuses) destinées à l'alimentation animale ou humaine et peuvent valoriser le lisier ou le fumier en pratiquant l'épandage. Ces systèmes mixtes sont très répandus dans le monde, notamment en Europe et peuvent être considérés comme la norme mondiale puisqu'ils représentent 81% des élevages (15).

Les élevages européens possèdent une très grande diversité tant par leur taille, leur spécialisation ou encore leur degré d'intensification comme explicité précédemment (35). Chaque pays de l'UE fait des choix différents en terme de taille de troupeau ainsi la production laitière globale varie d'une nation à un autre. Par exemple, au Danemark, les troupeaux sont en moyenne d'une centaine de vaches alors qu'en Allemagne nous pouvons facilement retrouver des élevages qui dépassent le millier de bêtes (36). Une grande partie des élevages bovins laitiers européens (dont français) suivent des modèles intensifs avec un niveau de production élevé et l'utilisation de vaches hautes productrices tel que les Prim'holstein (28L/j en moyenne) (37). Les veaux qui naissent sont soit utilisés pour le renouvellement si ce sont des femelles, soit sont intégrés à la filière « veau de boucherie » si ce sont des mâles ou des veaux issus de croisement avec une race allaitante (38). Ils seront alors engraisés et abattus vers 5 ou 6 mois d'âge pour la consommation.

En France, il existe également d'autres systèmes de bovins laitiers qui sont moins intensifs voire fortement extensifs et qui utilisent plutôt des races moins spécialisées (Abondance...). On les retrouve principalement dans les territoires montagneux et sont souvent associés à la production de fromages AOP (Appellation d'Origine Protégée) et AOC (Appellation d'Origine Contrôlée). Ces appellations font parties des SIQO ou Signes Officiels de Qualité. Dès 1919, la société française reconnaît que la qualité d'un produit est fortement liée au terroir où il est produit : l'AOC est ainsi créée. En 1992, apparaissent également les AOP et IGP (Indication Géographique Protégée). Pour que l'une de ces appellations soit accordée à un produit, il y a une nécessité de prouver le lien entre le territoire géographique et ce dernier. Pour certains, un cahier des charges strict doit être respecté pour avoir droit aux appellations (comme pour les fromages français de montagne). D'autres SIQO existent tels que le « Label Rouge » ou encore « Agriculture

Biologique », valorisant cette fois-ci un mode de production ou un cahier des charges précis et non plus une zone géographique de production.

Enfin, il est important de préciser que malgré la production laitière, les vaches laitières participent activement à alimenter la filière viande bovine. En effet, environ 44% de la viande de bœuf consommée en France provient de vaches laitières de réformes (39). La viande issue de ces vaches est donc un « sous-produit » de la filière laitière tout comme le sont les veaux laitiers mâles. Il existe également des races mixtes. Ces dernières fournissent une qualité de viande supérieure aux races « seulement » laitières tout en assurant une production laitière satisfaisante.

2. Elevages bovins allaitants

a. Historique de la filière

Pendant plusieurs siècles, la viande était un produit de luxe. De plus, les bovins n'étaient pas élevés spécifiquement pour leur viande, leur aptitude bouchère n'était souvent pas valorisée et leur alimentation peu optimisée (surtout en période hivernale). La plupart du temps, la consommation était centrée sur les animaux de réforme. L'élevage bovin est arrivé aux Amériques (Brésil, Etats-Unis...) au XVIIème siècle lors de la colonisation. Il s'est ensuite développé et a aidé à coloniser les régions les plus reculées comme l'Amazonie (40). La consommation de viande bovine par tous et la spécialisation des élevages bovins allaitants sont arrivés avec l'industrialisation (16). La viande de veau a quant à elle commencé à être consommée autour de la période de la Révolution française (41, 42). Au XXème siècle, la production de viande bovine européenne s'est intensifiée avec un gain de 95% de productivité (en kg/ha SFP) entre 1938 et 2010 (17). En France, cette transition est motivée avec l'arrivée de la grande distribution alimentaire. Les élevages familiaux et hétérogènes évoluent vers des élevages plus spécialisés et industrialisés, mais à un rythme beaucoup plus lent que pour la filière laitière. Le réseau d'abattoirs en France connaît une tendance similaire. En effet durant les années 80, la France passe d'un réseau dense d'abattoirs publics à un réseau clairsemé d'abattoirs privés ayant des objectifs de tonnage élevés. Dans les années 2000, la filière va être confrontée aux crises de l'ESB (Encéphalopathie Spongiforme Bovine ou « maladie de la vache folle ») partout en Europe, ce qui va entraîner la

diminution de la consommation de viande bovine et affaiblir la filière (43). Cette dernière va également être impactée par la PAC. Lors de la mise en place des quotas laitiers, la filière bovine lait française a été fragilisée et de nombreux éleveurs ont arrêté la production laitière pour se tourner vers l'élevage allaitant (44).

b. Modes de production

Les 4 principaux producteurs de viande bovine dans le monde sont les Etats-Unis, le Brésil, l'Union européenne et la Chine. La taille de ces élevages est très variable. Par exemple, aux Etats-Unis, les élevages allaitants comptent en moyenne une quarantaine de mères mais 20% des exploitations détiennent plus de 100 vaches et représentent à elles-seules plus de la moitié du cheptel nord-américain. Les animaux sont élevés au pâturage jusqu'à la phase d'engraissement qui a lieu de manière intensive dans des *feedlots*. Les animaux y sont regroupés dans des enclos et nourris principalement avec des aliments concentrés, comme des céréales, pour accélérer leur croissance avant l'abattage (45).

En Europe, l'élevage bovin allaitant représente 30% du cheptel total bovin (46). Il y a donc moins de vaches allaitantes que de vaches laitières. Pour autant, la viande de bovins issus de ce mode d'élevage est une denrée faisant partie intégrante des modes de consommation européens et plus précisément français. 70% des vaches se trouvent dans 4 pays : la France, le Royaume-Uni, l'Espagne et l'Irlande (47). La production d'un pays à un autre varie selon le milieu naturel (climat, relief...) mais aussi selon les politiques mises en place dans ces différents pays ainsi que les demandes sociétales. De plus, on retrouve à travers l'Europe une grande diversité de races, certaines spécialisées (Blonde d'Aquitaine, Charolaise, Limousine...) et d'autres plus rustiques (Aubrac, Salers...).

On distingue trois organisations principales des élevages bovins allaitants (48, 49):

- Les naisseurs : l'éleveur élève des vaches dans un objectif de reproduction. Les veaux peuvent être vendus en tant que « veaux de lait » (3 à 6 mois) ou « veaux sous la mère » (3 à 4 mois). Les animaux de 6 à 9 mois sont quant à eux vendus plutôt à l'engraissement (et souvent exportés) en tant que « broutards » ou « génisses grasses ». C'est le système le plus commun en France et est plutôt extensif.

- Les engraisseurs : ces derniers rachètent des animaux (broutards, réformes) issus d'autres élevages et les engraisent jusqu'à abattage. Ce système plutôt intensif n'est pas majoritaire en France, contrairement à l'Italie.

- Les naisseurs – engraisseurs : Ils gèrent toutes les étapes citées précédemment

3. Elevages des petits ruminants (ovins, caprins)

a. Historique des filières

La domestication des chèvres et des moutons a débuté en Mésopotamie au cours du Néolithique et s'est ensuite étendue partout dans le monde. La popularité de leurs élevages est due à la diversité de leurs productions (lait, viande, cuir et laine) ainsi qu'à leur rusticité et leur bonne capacité d'adaptation à un nouvel environnement (50). En Europe, la viande ovine était préférée à la viande caprine. En effet, lors du Moyen-Âge, en France on retrouvait la triade bovin-ovin-porcine avec une proportion d'environ 30% de la consommation carnée pour chacune de ces viandes. Les élevages ovins se sont surtout développés dans les pays d'Europe du Sud, contrairement aux pays d'Europe du Nord où c'est l'élevage bovin qui a pris le dessus. En Europe de l'Ouest, la production est plus diversifiée. L'élevage ovin va se développer au même titre que l'élevage bovin ou porcine (41). En France, la filière ovine s'est développée à partir du XVIII^{ème} siècle avec l'industrie de la laine et l'importation des races lainières espagnoles et anglaises (42, 51). Au XX^{ème} siècle, les filières ovines et caprines vont suivre la tendance agricole de l'époque avec une intensification et une modernisation de la production.

b. Elevages Ovins (laitiers et allaitants)

L'élevage ovin pour la viande se concentre principalement dans 4 parties du monde : l'Océanie, la Chine, l'Amérique latine et l'Europe. L'élevage ovin en Australie ou en Nouvelle Zélande est arrivé avec les côlons et s'est développé pour le commerce de la laine (52). Au cours du XXème siècle, ces pays ont été confrontés à une « crise de la laine ». Les débouchés de la filière se sont effondrés et les élevages spécialisés dans cette production et composés majoritairement de race Mérinos ont ainsi dû rebondir et se sont alors tournés vers la filière viande. Ce choix a été encouragé par le développement des transports maritimes réfrigérés permettant d'exporter la viande. L'Amérique latine a quant à elle réussi à garder une large part de production lainière dans sa filière ovine, le reste étant dédié à la production de viande (53). Les élevages sont principalement extensifs et de tailles variables. Par exemple, en Nouvelle-Zélande, on trouve de grands troupeaux à forte prolificité dont la conduite d'élevage repose à 95% sur le pâturage que l'on peut qualifier de *low-input, low-output* (54).

L'élevage ovin laitier est quant à lui plutôt concentré dans les pays du pourtour méditerranéen, mais il se développe également en Chine. On trouve des élevages très extensifs à très intensifs, de quelques têtes à plusieurs centaines de brebis (55). Par exemple au Maghreb, nombre de ces élevages sont mixtes (couplage ovin/caprin ou avec des cultures céréalières), extensifs et de petite taille. Les agneaux issus des élevages sont souvent engraisés puis valorisés en viande (56–58).

En ce qui concerne la filière européenne de brebis laitières, c'est la Grèce qui détient le plus haut taux de spécialisation avec notamment la production de féta, un fromage caillé en saumure originaire de Grèce. En France, la majorité des systèmes sont semi-extensifs avec 85% des fermes localisées dans des zones montagneuses (59). La race prédominante est la Lacaune, surtout concentrée dans le sud-ouest. La majorité du lait est transformé en fromages (ex : Roquefort, Ossau-iraty...) (60).

Concernant la filière ovin viande, la France est le 7^{ème} producteur mondial et le 3^{ème} Européen derrière l'Espagne et le Royaume-Uni. Nous abattons 60% d'agneaux et 16% d'adultes, le reste étant composé d'ovins importés avant d'être abattus non comptés dans ces statistiques. En ce qui concerne les agneaux, la production est séparée en deux types : les agneaux de bergerie, pour lesquels nous recherchons une viande rose pâle, envoyés à l'abattoir à l'âge de 3-4 mois et les agneaux d'herbage qui ont alors une chair

rose foncée et qui sont abattus entre 3 et 10-12 mois (61). La particularité de cette filière réside notamment dans sa saisonnalité. En effet on retrouve un essor au moment de Pâques ou encore pour les fêtes de fin d'année, le Ramadan et l'Aïd. Les agneaux issus de la filière ovin lait, qui sont alors des co-produits, se retrouvent vendus à des ateliers d'engraissement spécialisés afin de rejoindre la filière ovin viande. Ce sont généralement des mâles, les femelles étant gardées pour le renouvellement du troupeau.

Une grande partie des élevages ovins (laitiers ou allaitants) sont amenés en estive dans les zones de montagnes. En effet, ils détiennent un rôle essentiel dans l'occupation et l'entretien de ces territoires et permettent ainsi d'éviter certains aléas environnementaux (érosion...) (62). Cependant, durant les estives les troupeaux sont de plus en plus victimes de prédation (loup, ours...).

Enfin, la reproduction, les agnelages et la lactation sont saisonnés. Cependant, des moyens chimiques (hormones) ou biologiques (effet bélier, traitement lumineux) peuvent être utilisés pour garantir une production laitière toute l'année (63).

c. Elevages Caprins (laitiers et allaitants)

L'élevage caprin mondial est réparti de façon hétérogène. En effet, plus de la moitié du cheptel mondial caprin se situe en Asie et plus d'un tiers en Afrique, avec comme principaux producteurs la Chine, l'Inde, le Nigéria, le Pakistan et le Bangladesh. De plus, on trouve de nombreux élevages sur le pourtour méditerranéen, qui a été traditionnellement le berceau de la filière. La plupart des modes d'élevages sont extensifs et de petites tailles (50). Les animaux sont élevés pour leur viande, leur lait et parfois pour leur laine (exemple de la chèvre de Cachemire) et constituent une ressource vitale pour de nombreux peuples, notamment ceux résidant dans des régions pauvres et à fortes contraintes climatiques. Les ovins et caprins laitiers ne représentent que 21 % de la population mondiale de ces animaux, et leur part dans la production mondiale de lait, toutes espèces confondues, se réduit à 3.5% (58).

L'Europe ne contient que 1.7% de l'élevage caprin mondial mais détient 17.5% de la production laitière et 42.5% de la production fromagère mondiales. Ces rendements élevés sont permis par l'intensification de l'élevage caprin, grâce à la sélection génétique de certaines races (Alpine, Saanen...) et la présence d'élevages intensifs hors-sol (50).

Les principaux pays producteurs européens sont la France, l'Espagne, la Grèce et la Roumanie (64). Le plus gros cheptel européen se trouve en Grèce et le lait est valorisé essentiellement en fromages avec une fabrication le plus souvent artisanale à la ferme. La France, quant à elle, est le plus grand producteur de lait de chèvre au monde. Une grande partie des systèmes sont intensifs et les animaux sont élevés dans des bâtiments hors-sols. Lorsqu'elles ont accès au pâturage (ce qui est rare dans les élevages occidentaux), elles permettent la valorisation des zones montagneuses ou encore méditerranéennes.

Tout comme les brebis, la chèvre a une reproduction saisonnée. Les méthodes utilisées pour désaisonner les ovins marchent également sur les caprins. De plus, certains élevages pratiquent des lactations longues (supérieures à 1 an).

Enfin, la filière viande caprine française comprenant les chevreaux et les chèvres de réformes possède certaines particularités. En effet, comme évoqué précédemment, les viandes caprines font peu partie du régime alimentaire français. Il n'existe donc pas vraiment de réel cheptel allaitant en France. Toutefois, à certaines occasions comme à Pâques, de la chèvre est parfois consommée dans certains foyers. Le reste des chevreaux et chèvres de réformes sont exportés en majeure partie vers l'Italie ou encore la Grèce (65). Le prix de vente des caprins est dérisoire et ne permet pas aux éleveurs d'en faire une source majeure de revenu. Tenant compte de cela, très souvent les chevreaux (produits chaque année par chaque chèvre en système traditionnel) sont perçus comme un poids à la charge de l'éleveur.

B. Elevage des monogastriques

1. Elevages porcins

a. Historique de la filière

Le porc a été domestiqué lors du Néolithique en Chine, en Anatolie et en Europe. Il descend du sanglier, animal très répandu de la mer de Chine jusqu'à l'Atlantique (66). Deux profils de porc distincts se sont développés : le profil asiatique et le profil européen. Ce dernier étant moins performant que son homologue asiatique, des croisements entre les deux ont été réalisés pour améliorer le porc typé européen courant XVIII et XIXème

siècle (67). Ces croisements vont contribuer au développement de races porcines très productives et à l'intensification de la production porcine dans le monde au cours du XXème siècle. Jusqu'en 1950, la majorité des élevages porcins français sont naisseurs-engraisseurs et contiennent moins de 5 truies. Quelques élevages vont se développer et augmenter leurs effectifs, en utilisant par exemple les restes alimentaires issues des cantines scolaires ou des hôpitaux pour nourrir leurs animaux à moindre coût. En effet, lors de l'après-guerre la filière porcine française est peu soutenue par la PAC, contrairement aux élevages de ruminants. Le prix du porc est très fluctuant et la mise en place de grilles de paiement à la carcasse prend du temps. Dans les années 70, les politiques agricoles françaises encouragent la modernisation et l'intensification des élevages porcins et incitent la filière à s'organiser sous forme de coopératives et de regroupements de producteurs. Deux modèles d'élevage se développent : le modèle naisseur-engraisseur et le modèle engraisseur, tous deux majoritairement en bâtiments hors-sol et dont la conduite est organisée en bande (68, 69). Ces évolutions ne sont pas propres à la France mais se répandent également dans toute l'Europe et en Asie. Par exemple en Chine, le porc était surtout un animal élevé pour la consommation familiale et locale, nous pouvons parler d'« élevage de basse-cour ». En 1985, le gouvernement libéralise les marchés et autorise le libre-échange. Dans les années 2000, l'élevage va s'intensifier et se spécialiser, des races étrangères vont être introduites pour former des hybrides plus performants et la Chine va rentrer dans le marché mondial du porc (70).

La filière porcine est confrontée à de nombreuses crises, comme dans les années 2010 en France où le prix de la viande de porc ne permettait pas de compenser les coûts de production, ce qui a entraîné la faillite de plusieurs élevages (71). Depuis les années 2020, c'est une crise sanitaire qui touche la filière à l'échelle mondiale : la Peste Porcine Africaine (PPA). Celle-ci a de graves conséquences notamment économiques pour les élevages des zones touchées (comme en Chine, cf. Chap 1.II.B.4. et Chap 2.VI.A.2.) car leur production est bloquée, les bêtes meurent et les marchés sont impactés (72).

b. Modes de production

L'UE est le 2^{ème} producteur mondial de porc derrière l'Asie et les premiers pays producteurs européens sont l'Allemagne et l'Espagne. L'élevage porcine en Europe est

assez hétérogène dans les tailles d'exploitations mais possède beaucoup moins de diversités dans ses modes de production. Dans la grande majorité des cas, celle-ci est intensive (« high input – high output »). Elle a lieu dans des bâtiments « hors-sol » et de grande taille. La conduite se fait « en bande », c'est-à-dire que les lots passent d'une case à une autre selon leur âge. Classiquement nous retrouvons 3 races de porcs dans la plupart des élevages : Landrace, Large White et Piétrain. Des croisements sont souvent réalisés chez les truies (Landrace x Large white) afin d'optimiser les performances (73). Les verrats, quant à eux, sont souvent de race Piétrain. Les rendements sont optimisés, les porcs calibrés et sélectionnés de manière que les périodes de reproduction, les durées de gestation ainsi que les différentes phases de croissance et d'engraissement soient de durées quasi identiques d'un porc à l'autre.

Au Danemark, un autre gros producteur européen, 97% des porcs se trouvent dans des exploitations de plusieurs milliers de bêtes (74). En Europe, de manière générale, seulement 3% des porcs appartiennent à de petits élevages de moins de 50 têtes.

La filière est organisée de 3 manières possibles au sein de l'UE (75):

- Les coopératives (système majoritaire en France) : elles impliquent une mutualisation des structures et une gestion collective des animaux. Historiquement, elles étaient composées d'une association d'agriculteurs. Aujourd'hui, elles appartiennent majoritairement à de grands groupes industriels. Cette organisation existe également en système bovin laitier et volaille.

- Le système intégré (ex : Espagne) : l'éleveur possède le foncier alors que le cheptel et la production sont détenus par une firme intégratrice. C'est-à-dire que c'est une entreprise qui contrôle et gère l'ensemble des étapes de la production, de l'élevage des porcs jusqu'à leur transformation en produits finis. Elle peut regrouper plusieurs éleveurs sous contrat et fournir les intrants (alimentation, médicaments, etc.), les directives de gestion, et parfois même les porcelets, en échange de la garantie d'acheter les animaux à un prix fixé. Cela permet à la firme de maîtriser la chaîne de production et d'assurer une certaine homogénéité et efficacité dans la production porcine.

- Le système libéral (ex : Allemagne) : les éleveurs sont autonomes.

De plus, tout comme en filière bovine allaitante, on distingue les élevages naisseurs, engraisseurs et mixtes naisseurs-engraisseurs.

2. Elevages avicoles (poulets de chair, poules pondeuses, canards, dindes...)

a. Historique de la filière

L'élevage des volailles pour la viande et les œufs a débuté au néolithique, en Asie, en Chine et en Europe. En Europe des poules pondeuses étaient élevées pendant l'Antiquité (76). Les poulets se sont exportés dans le Pacifique avant même l'An zéro, mais il aura fallu attendre la colonisation de l'Amérique pour qu'ils se propagent outre-Atlantique. L'élevage de volaille était marginal en France durant le Moyen-Age. Il se réduisait à quelques poulets et canards de basse-cours. Les oies et les dindes n'étaient présents que dans certains territoires (42). Au XIX^{ème} siècle, les filières vont se développer et chercher à améliorer leur productivité. Par exemple, des croisements génétiques vont être réalisés afin d'obtenir des poulets de chair à croissance rapide ou des poules pondeuses qui multiplient par 10 le nombre d'œufs pondus par individus (1). Au milieu du XX^{ème} siècle, la filière française va se structurer en système pyramidal. Depuis 2003, la filière est confrontée à des épidémies d'influenza aviaire hautement pathogènes (IAHP) qui déciment les élevages de volailles partout dans le monde. Plusieurs centaines de millions de poulets et de canard sont morts avec un coût lié aux pertes estimé à plusieurs milliards de dollars

b. Modes de production

En 20 ans, la volaille est la production qui a connu la plus forte croissance dans les pays du sud. On trouve des élevages partout dans le monde mais avec des structures et des fonctionnements différents. En effet, on peut distinguer les élevages de poules pondeuses des élevages de poulets de chair, de canards, de pintades, d'oies ou encore de dindons. On peut également différencier les élevages « de basse-cour » aux élevages intensifs et industriels. Dans le premier cas, les élevages sont composés de plusieurs espèces et races souvent locales, avec un mode de production extensif et à faible rendement. Dans le deuxième cas, on trouve des élevages composés de 100 000 à 1

million de têtes, à forte densité de volailles dans des bâtiments ou des cages, sans accès à l'extérieur. Cette fois-ci, le rendement productif est très élevé. On trouve également des systèmes intermédiaires en semi-extensif notamment dans les élevages bio et label rouge (76). Toutefois, comme en production porcine, et contrairement aux filières des ruminants, nous constatons une diversité plus faible des modes d'élevage.

Les principaux pays producteurs d'œufs et de poulets de chair se trouvent en Asie (Chine, Japon, Inde, Thaïlande), en Amérique (Etats-Unis, Canada, Brésil, Mexique) et en Europe. Dans ces pays, la majorité des productions commercialisées proviennent d'élevages intensifs ou parfois semi-extensifs (76, 77). On retrouve peu d'élevages de « basse-cour » participant au commerce mondial, ils sont dédiés surtout à la consommation personnelle ou locale. Concernant la production de palmipèdes, on ne trouve que deux pôles mondiaux : l'Union européenne (France, Hongrie) et la Chine (78). La production de pintades (œufs et viande) est pour sa part fortement développée en Afrique, en Amérique latine (Brésil) et en Asie, mais existe également à l'échelle intensive en Amérique du Nord et en Europe (79).

En ce qui concerne l'UE, la Pologne est le premier pays producteur de poulet, l'Allemagne le premier pays producteur de Dinde et enfin la France le premier pays producteur de canard (80). Les modèles d'élevage européens, ainsi que l'organisation de la filière, restent similaires à ceux pratiqués au niveau mondial à savoir une organisation pyramidale qui fonctionne de la manière suivante :

- Les sélectionneurs/multiplicateurs gèrent la partie génétique. Les volailles sont des espèces à reproduction saisonnée centrée autour du printemps. Il est nécessaire de stabiliser la reproduction sur l'année en utilisant des flashes lumineux sur les mâles comme les femelles. Ces dernières sont ensuite inséminées systématiquement afin d'optimiser les performances de reproduction.

- Les accoueurs reçoivent ainsi des OAC (œufs à couver). Ils sont alors placés dans un incubateur pour finaliser leur développement embryonnaire. Une fois éclos, un tri par sexe est réalisé. Seules les femelles sont conservées pour devenir des poules pondeuses ou des volailles de chair. Les poussins mâles étaient éliminés par broyage jusqu'à l'interdiction de cette pratique en janvier 2023. Depuis, l'ovo-sexage est utilisé dans 85% des cas. Cette technique consiste à déterminer le sexe du futur poussin avant l'éclosion à l'aide de méthodes spectrales (ex : spectroscopie RAMAN) ou non spectrales

(ex : hormones, odeur de l'œuf) (81). Les poussins mâles issus de races ne permettant pas un ovo-sexage performant sont aujourd'hui gazés.

- Les éleveurs, quant à eux, reçoivent les poussins à un jour de vie. Il s'en suit des phases de démarrage, croissance puis ponte ou finition selon le type de production. En ce qui concerne les palmipèdes gras, la majorité est destinée à la production de foie gras, ils sont élevés pendant environ 11 à 14 semaines puis ils sont gavés pendant environ quinze jours avant d'être abattus quand le foie a emmagasiné assez de graisses (82).

L'organisation de la filière avicole est similaire à la filière porcine. En effet, certains élevages, surtout ceux de petites tailles, sont souvent libéraux mais la plupart possèdent des contrats avec des coopératives. La contractualisation permet aux éleveurs de sécuriser leurs revenus même si ceux-ci ne sont pas de la gestion de l'élevage.

Les types d'élevage en Europe sont similaires au reste du monde. Ils sont essentiellement intensifs car majoritairement industriels. Le modèle standard domine et les productions tendent à se concentrer de plus en plus dans des structures de grandes tailles. Toutefois, la conduite d'élevage varie d'un pays à un autre. Par exemple, au Portugal, environ 95% des poules sont élevées en cages aménagées contre seulement quelques pourcents en Autriche (83).

Les différentes espèces de volailles peuvent être élevées dans des bâtiments similaires en réalisant quelques ajustements sur les modes de distribution alimentaire et d'eau. L'élevage est possible en cages aménagées (avec un nid, des perchoirs et une aire de picotage et grattage), au sol, en semi plein-air voire en plein air intégral. Ces différents modes de production varient selon la labellisation ou non de la volaille afin de répondre aux différents cahiers des charges. Pour les élevages de poules pondeuses, les œufs peuvent être récoltés à l'aide de tapis roulants lorsqu'il y a des cages aménagées sinon le ramassage est manuel. La filière œuf, plus particulièrement, essaie de remplacer les systèmes traditionnels en cages par des systèmes plus alternatifs intégrant un accès à l'extérieur.

Enfin, les élevages de volailles, tout comme ceux de porcs, sont assez sensibles à des maladies contagieuses voire zoonotiques (ex : influenza aviaire, Newcastle, cf. Chap 2.VI.A.). Pour prévenir des infections, disséminations et mortalités liées à ces types de pathogènes, l'élevage doit respecter scrupuleusement des principes

de biosécurité. L'ensemble des mesures sont très similaires en filière porcine. Des règles bien définies dans l'agencement des bâtiments d'élevages permettent également de limiter les contacts avec la faune sauvage, réservoir de certains pathogènes. Les éleveurs de volaille ont tout intérêt à appliquer ces mesures afin de pouvoir assurer au maximum la pérennité de leur élevage et de limiter les risques de contamination du cheptel pouvant conduire à son abattage total (84). En effet, c'est le cas lors de contamination au virus Influenza aviaire.

II. Contexte économicopolitique de l'élevage

Maintenant que nous venons d'énoncer les principales caractéristiques et organisations des filières d'élevage, nous allons contextualiser l'environnement économique dans lequel ils se situent et les différentes tendances économicopolitiques qu'ils ont connu ces dernières années.

A. Principaux accords commerciaux

1. Les accords commerciaux mondiaux inscrits au sein de l'OMC

Le commerce international des produits agricoles est régi par des accords et des partenariats entre les différents pays. Aujourd'hui, le marché international est organisé autour de l'OMC (Organisation Mondiale du Commerce). Cet organisme a pour but de libéraliser le commerce en agissant sur trois piliers : être le cadre de négociations entre les différentes puissances commerciales, aider à régler les différends et gérer un ensemble de règles et accords signés entre les différents états membres. Les premiers accords commerciaux datent de 1947 où 23 états signent le GATT (Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce) (85). L'objectif de ce dernier est de limiter les mesures protectionnistes, d'imposer des avantages équivalents pour tous les pays partenaires et de réduire les tarifs douaniers. Cependant, cet accord permettait à certains pays d'appliquer des mesures avantageuses tel que des contingents d'importation - c'est-à-dire la limitation quantitative d'importation d'un produit - ou des subventions à l'exportation (86). Ainsi, à partir de 1986, plusieurs années de négociations vont se

dérouler et s'achever par la création de l'OMC en 1995 et l'entrée en vigueur de nouveaux accords ayant pour objectif de rendre le marché mondial plus équitable et compétitif, comme les « accords sur l'agriculture ».

Les accords sur l'agriculture ont plusieurs mesures phares (87, 88). Tout d'abord, les subventions à l'exportation ont été proscrites depuis 2015. De plus, les mesures non tarifaires à la frontière (appelées « contingents non tarifaires », c'est-à-dire les mesures publiques autres que les taxes à l'importation, influençant plus ou moins directement les échanges mondiaux) sont remplacées par des droits de douane (taxe à payer lors de l'importation de produits). Ces droits de douane sont réduits de 36% pour les pays développés et de 24% pour les pays en développement. Les pays moins avancés n'ont aucune obligation de réduire les droits de douanes. Cependant, un système de « contingents tarifaires » (c'est-à-dire la suppression partielle ou totale d'un droit de douane) peut encore être mis en place pour les produits dont l'accès courant est inférieur à 3% de la consommation intérieure (89). Les droits de douane sont alors moins élevés et fixés pour des quantités spécifiées. Ainsi, des tarifs plus importants vont être appliqués sur les quantités importées en plus de celles spécifiées au sein du contingent. Par exemple, l'Union européenne autorise l'importation de produits indisponibles sur son territoire en exemption totale ou partielle de droits de douane, pour une quantité illimitée de produits (90).

Enfin, les subventions et soutiens en interne à chaque pays du monde sont classés selon les possibles distorsions (perturbations) des échanges et de la production qu'ils génèrent. Les soutiens générant peu ou pas de distorsions sont classés « verts » tandis que ceux provoquant des distorsions importantes sont classés « orange ». L'objectif est d'encourager les pays à n'avoir que des mesures « classées vertes ». Ainsi, 32 pays se sont déjà engagés à réduire les soutiens internes catégorisés « orange », tout en leur laissant l'opportunité d'en conserver un certain nombre (on parle de « minimis », ils varient entre 5 et 10% selon le développement du pays). D'après l'article 6.2 de l'accord sur l'agriculture, les pays en voie de développement sont autorisés à appliquer des soutiens internes « orange » tant que ces financements participent au développement agricole et rural. Dans certaines situations, des soutiens internes catégorisés « orange » mais ayant pour but de réduire une distorsion peuvent être autorisés et ils sont dans ce cas-là classés « bleu ». Par exemple, les prix de soutien de la politique interventionniste de la PAC étaient classés orange selon l'OMC car ils avaient un impact fort sur la

production européenne et les marchés mondiaux, créant une concurrence déloyale face aux autres producteurs non européens. Avec la réforme de la PAC de 1992, ces mesures ont été remplacées par des aides directes. Celles versées aux agriculteurs qui sont découplées de la production sont classées « vertes » car elles sont jugées compatibles avec le cadre défini par l'OMC. En revanche, celles en lien direct avec la production, comme celles basées sur le nombre de têtes de bétail, des rendements ou le nombre d'hectares, sont classées bleues. Ces mesures sont exemptées d'obligation de réduction mais ne doivent pas dépasser une certaine limite fixée en accord avec l'OMC. Ainsi, l'UE a fortement diminué ses mesures de soutien interne classées « orange » (« Amber Box ») au profit de celles classées vertes (« Green Box ») et respecte ainsi ses engagements (figure 1). A contrario, l'Inde, considérée comme un pays en développement, est autorisé à appliquer de nombreuses mesures classées « orange » afin de développer son commerce et sa production d'après à l'article 6.2. des Accords sur l'agriculture (figure 2)(88).

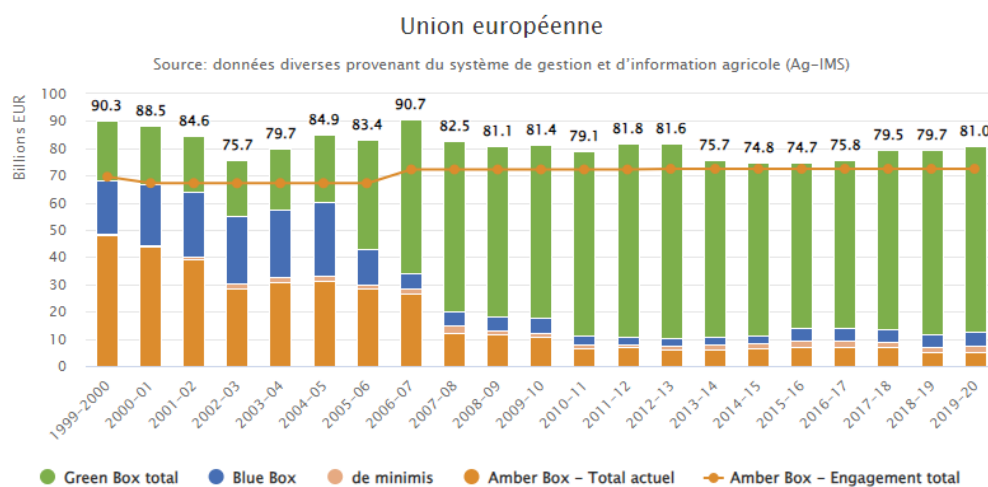


Figure 1 : Les différentes mesures de soutien de l'Union Européenne, de 2000 à 2020

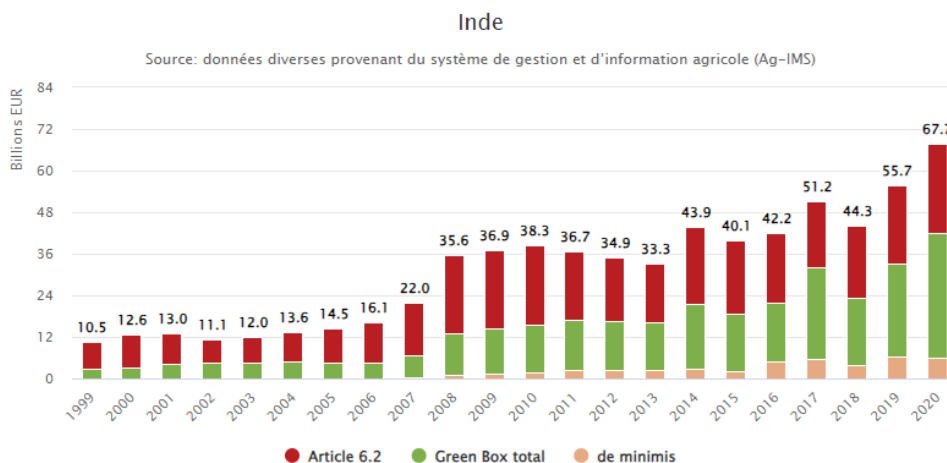


Figure 2 : Les différentes mesures de soutien de l'Inde, de 2000 à 2020

Ces accords sur l'agriculture sont utilisés dans les négociations dans le cadre de la mise en place d'accords commerciaux ou en cas de différends. Ainsi un pays développé respectant ses engagements concernant les soutiens internes aura plus de poids dans une négociation avec un pays ne les respectant pas. Par exemple, en 2004, les États-Unis ont engagé un contentieux à l'encontre de l'UE en raison des mesures accordées à Airbus®, jugées compromettantes pour le commerce aéronautique (91). En effet, il ne faut pas oublier que le commerce agro-alimentaire s'inscrit dans le cadre du commerce global, et donc que l'achat de produits d'origine animale peut être négocié en échange de produits manufacturés, industriels ou de services. Ainsi, le pays a imposé de lourdes taxes sur les importations de certains produits en provenance de l'UE, notamment les produits agro-alimentaires.

Des négociations ont lieu en permanence entre les états membres, dont les sujets actuels portent sur la sécurité alimentaire dans le monde ou encore l'environnement. La mise en œuvre des Accords sur l'agriculture est pilotée et surveillée par le comité de l'agriculture (92).

2. Les accords entre l'Union européenne et les principales puissances commerciales du monde

L'Union européenne est la 3^{ème} puissance commerciale derrière la Chine et les USA. Elle a convenu différents accords de partenariats économiques (APE) avec de nombreuses régions du monde axés autour des échanges bilatéraux mondiaux (92–94). Une grande partie de ces accords sont des « accords de libre-échange », c'est-à-dire qu'ils permettent la libéralisation du commerce de marchandises notamment en diminuant ou supprimant les droits de douanes. Ces accords ont été conclus entre l'UE et le Vietnam, Singapour, le Japon (JEFTA) ou encore le Canada (CETA). Ils permettent une forte diminution des droits de douanes pour de nombreux produits en provenance des pays signataires. Ces accords tentent également de diminuer les obstacles pouvant entraver le marché et affichent une volonté d'harmonisation des normes. Concernant le CETA, accord conclu avec le Canada en 2017, cette dernière mesure fait débat auprès de l'opinion publique et au sein des états membres de l'UE. Ils reprochent la mise en danger des productions européennes locales, aux coûts de production plus élevés et aux cahiers des charges beaucoup plus exigeants d'un point de vue sanitaire que pour les productions transatlantiques. Par exemple, le principal lobby de l'élevage français, la FNSEA, remet en question l'utilisation de farines animales dans l'alimentation des bovins canadiens, alors que cette pratique est interdite en Europe (95).

Certains accords ont été signés mais n'ont toujours pas été mis en application. C'est le cas de l'accord de libre-échange de nouvelle génération entre le Mercosur (alliance économique de pays d'Amérique latine réunissant Brésil, Argentine, Uruguay et Paraguay) et l'UE, signé depuis 2019. Il permettrait de fournir aux européens des tourteaux et grains de soja sud-américains, utilisés dans l'alimentation animale, ainsi que de la viande bovine (Argentine) et de la viande de volailles (Brésil) en échange de produits européens (vins, huiles...). Cependant ces produits importés sont pointés du doigt par la société européenne à cause, entre autres, de leur lien avec la déforestation de la forêt amazonienne (cf. Chap 1.III.A.3.c.) ou d'une possible concurrence déloyale avec les produits européens. Ces accords sont toujours en cours de négociation, comme c'est le cas également entre l'UE et l'Inde ou encore l'Australie. Dans le premier cas, en 2022, les deux territoires ont entamé un cycle de négociations envers 3 accords : un accord sur le libre-échange, un accord sur les indications géographiques et un accord de protection

des investissements. Ces négociations sont importantes car, par exemple, la majorité du riz basmati importé en Europe provient de l'Inde en échange de nombreux produits européens exportés tel que les produits laitiers. Concernant l'Australie, un accord sur le libre-échange est en cours de négociation, dont la question des produits phytosanitaires et de la protection des indices géographiques qui est mise sur la table.

Depuis 2022, l'UE souhaite tenir compte de l'aspect écologique et sanitaire de ses imports dans les négociations de ses accords commerciaux avec les pays tiers. Ainsi, elle exige des produits importés un respect des normes sanitaires et environnementales européennes et affiche une volonté de prendre en compte le respect des Accords de Paris sur le climat de la part des pays exportateurs. Par exemple, un accord de libre-échange a été signé en 2022 avec la Nouvelle Zélande, grande puissance exportatrice de produits agricoles, imposant des engagements sur des normes environnementales et sociales (respect de l'Accord de Paris sur le climat, respect des droits fondamentaux du travail...).

De manière générale, la volonté de l'Union européenne de faire respecter ses normes sanitaires aux produits importés n'est pas nouvelle. Si nous prenons l'exemple des accords avec les Etats-Unis, un différend s'est régulièrement posé entre les deux puissances concernant les bœufs américains poussés aux hormones car cette pratique courante en Amérique est interdite en Europe. Un accord a été trouvé et l'Europe a ouvert un contingent « panel hormones » à droits de douanes nuls pour la viande de bœuf étatsunienne et canadienne à condition que les animaux n'aient en aucun cas reçu des hormones anabolisantes dans les 100j précédant leur abattage (45). Un nouvel accord a été signé en 2019, accordant aux Etats-Unis une part du contingent tarifaire pour sa viande bovine issue de troupeaux non traités aux hormones.

L'Europe souhaite également protéger la qualité et l'origine de ses productions. Pour ça elle signe des accords pour protéger les indications géographiques des produits et ainsi lutter contre les usurpations et imitations, comme cela a été le cas en 2020 avec l'un de ses plus gros partenaires commerciaux : la Chine.

Enfin, l'Union européenne possède de nombreux accords avec les pays européens non-membres et les pays du pourtour méditerranéen. Le principal concerne l'EEE (Espace Economique Européen) qui est un accord permettant d'étendre certaines parties du marché unique de l'UE aux pays membres de l'AELE (Association Européenne de

Libre-échange, réunissant la Norvège, l'Islande, la Suisse et le Liechtenstein). D'après l'article 19 de cet accord, l'objectif est de libéraliser les échanges commerciaux de produits agricoles provenant de l'Union européenne et de l'AELE. La Politique Européenne de Voisinage (PEV) permet de garantir des relations commerciales entre l'Union européenne et 16 de ses pays voisins situés en Europe de l'Est, au Maghreb, au Moyen-Orient et dans le Caucase. La Russie participe à des actions de coopérations au sein de la PEV sans en faire partie. Certains de ces pays ont établi des accords d'association avec l'Union européenne. C'est le cas par exemple de l'Ukraine. Ces accords tendent à un rapprochement de ces pays vers les normes de l'UE comme une partie de la législation de la PAC ou des normes phytosanitaires. D'autres accords ont été signés comme des accords de partenariat et coopération entre l'UE et l'Arménie ou l'Azerbaïdjan. Les pays du Maghreb et certaines nations du Moyen-Orient (Israël, Palestine, Liban, Syrie et Jordanie) étaient liés à l'Union européenne via des « accords d'association euro-méditerranéens » qui en 2011 se sont transformés en « accords de libre-échange approfondis et complets » pour les pays concernés par le Printemps Arabe. Les pays ayant une potentielle perspective ou volonté d'adhésion à l'UE tels que les Balkans et la Turquie entretiennent avec elle une relation commerciale étroite et ont conclu des accords abolissant à une grande partie des droits de douanes et restrictions non tarifaires sur les échanges commerciaux (dans les deux sens). Concernant la Russie, le partenariat commercial avec l'UE s'est affaibli à cause des sanctions économiques imposées par cette dernière vis-à-vis du conflit russo-ukrainien, qui consistent notamment à une nette diminution des échanges de marchandises. De plus, depuis le début de ce conflit, le blé ukrainien est exempté des droits de douane européens, ce qui a provoqué des différends avec certains pays de l'UE comme la Pologne qui a alors dénoncé une concurrence déloyale. Le différend s'est réglé, notamment avec l'arrivée au pouvoir polonais d'un candidat pro-européen courant octobre 2023.

Concernant le Royaume-Uni, le pays ne participe plus au marché unique de l'UE depuis le Brexit. Il reste néanmoins un de ses principaux partenaires puisqu'un accord de commerce et de coopération a été établi en 2021 entre les deux protagonistes. La figure 3 résume ainsi les principaux accords commerciaux entre l'UE et les pays tiers en 2023 (93, 94).



Figure 3 : les différents accords entre l'UE et les pays tiers en 2023

Ainsi l'Union européenne est l'une des principales puissances commerciales mondiales. Si elle essaye d'améliorer la qualité de ses produits importés et de tenir compte de plus en plus de l'environnement et du respect social lors de leur production, de nombreux accords et importations restent cependant largement critiquables et nécessitent une révision. C'est le cas de tous les produits importés dont la fabrication et la production emploient des mineurs ou des travailleurs surexploités et sous-payés ou encore ceux présentant un danger pour notre santé ou l'environnement (utilisation d'engrais et pesticides dangereux...).

3. Le marché unique de l'Union européenne

L'Union européenne garantit la libre circulation des biens, des services, des capitaux et des personnes au sein de son territoire via un marché intérieur unique (93, 94). Créé en 1993, le marché unique facilite le commerce entre les différents pays de l'UE en empêchant les obstacles physiques, administratifs et juridiques d'entraver les échanges. Un mécanisme d'alerte et d'intervention est mis en place par l'UE pour s'affranchir au

maximum de ces obstacles. Par exemple, un pays qui va connaître des manifestations susceptibles d'impacter la libre circulation des marchandises doit impérativement avertir la Commission européenne en amont afin de prendre des mesures protectionnistes avant que le commerce européen ne soit impacté. Les objectifs du marché unique sont également de garantir la sécurité alimentaire pour tous les citoyens européens, d'élaborer des normes européennes efficaces, d'assurer la protection des consommateurs et de soutenir les PME présentes sur le marché. La création d'une monnaie unique, l'euro, aide également l'alliance à être compétitive sur le marché mondial et de concurrencer la Chine ou les Etats-Unis.

Les échanges sont également harmonisés dans toute l'UE. Le bétail et les produits d'origine animale sont soumis à des exigences de police sanitaire afin d'assurer la sécurité des consommateurs et d'empêcher les propagations de maladies. En cas de foyer d'une maladie, des mesures spécifiques sont imposées pour éviter sa propagation. Nous pouvons citer par exemple l'obligation de vacciner contre la FCO 4 et 8 les broutards destinés à l'export vers l'Italie, mais également de réaliser une PCR recherchant la MHE quand ils proviennent d'une zone réglementaire où la maladie circule. Les produits d'origine animale doivent provenir d'établissements agréés et peuvent subir des contrôles lors de leur arrivée dans le pays destinataire. Ainsi, grâce au marché unique, concernant l'élevage et ses produits, les principaux partenaires commerciaux des pays membres de l'UE sont eux-mêmes. La majorité des échanges commerciaux de la France se font donc avec les pays de l'UE.

B. Tendances technico-économiques des filières d'élevage

1. Filière « bovin lait »

La France est le deuxième plus gros producteur de lait de vache d'Europe, derrière l'Allemagne mais devant le Royaume-Unis et les Pays-Bas. En 2022, 23,3 milliards de litres de lait de vache ont été collectés en France (28). Cela correspond à 0,8% de lait en moins qu'en 2021, mais les volumes issus de productions AOP ont été particulièrement plus touchés par ce repli que les volumes conventionnels. Le cheptel laitier français est lui aussi en baisse et ce depuis plusieurs années. Toutefois la

production laitière à l'échelle nationale ne semble être que modérément impactée, avec une production en légère décroissance depuis 2016 mais dont la diminution est bien moindre en comparaison avec celle du nombre de vaches laitières. Cela traduit donc une augmentation des rendements laitiers par vache en France. On assiste par ailleurs à des disparités régionales (par exemple la Bretagne a été particulièrement confrontée à ces baisses de volume tandis que la Bourgogne-Franche-Comté à l'inverse, a vu sa collecte de lait à la hausse).

De plus, par rapport à 2021, en 2022 la fromageabilité du lait était amoindrie, avec un taux protéique (TP) diminué 0,19 g/l et un taux butyreux (TB) diminué de 0,27 g/l. Le TP et le TB sont des marqueurs de la qualité du lait et de la santé métabolique des animaux. Ils ont un impact sur la valeur du lait et sur sa possible valorisation. Ces indicateurs varient d'une race à l'autre. En moyenne, le TB est compris entre 39,9 et 44,1 g/kg tandis que le TP est compris entre 32,7 et 35,2 g/kg (96). Ainsi, les diminutions du TP et TB observées en 2022 ont impacté toute la filière avec une baisse de la fabrication de produits laitiers (laits transformés, yaourts, lait en poudre, matières grasses et fromages). Une explication à cette tendance pourrait être la sécheresse qui a sévi en France et en Europe durant l'été 2022 et qui a pu affecter la qualité de l'alimentation.

Cette tendance baissière de la production laitière et du cheptel laitier est également observée chez les principaux producteurs européens depuis plusieurs années, mais avec une diminution encore plus marquée en 2022. A contrario, certains autres pays européens ont vu leur collecte de lait à la hausse par rapport à 2021 (Irlande, Pologne, Autriche...) (figure 5). La production mondiale a elle aussi diminué en 2022, avec cependant un léger rebond au second semestre. En effet, les principaux pays producteurs laitiers ont été impactés par des aléas climatiques (*El Niña* qui a provoqué de grandes sécheresses en Océanie et en Amérique latine), sanitaires (la covid-19 a contrarié les échanges mondiaux comme par exemple lors de la fermeture des ports chinois ou encore a causé une pénurie de main d'œuvre en Australie avec les fermetures de frontières) et économiques (hausse des prix des aliments et des coûts de production) (28). La collecte de lait mondiale est dominée par l'Union européenne devant les Etats-Unis et l'Inde. La production au Pakistan, en Inde et en Chine est en forte croissance depuis le début du XXIème siècle, associé à une augmentation du cheptel de vaches laitières (32). En Océanie (Australie et Nouvelle-Zélande) et en Amérique latine, la production est moindre mais elle est tournée vers l'exportation ce

qui permet à ces pays de devenir des acteurs-clés du commerce mondial de lait et produits laitiers (figure 4).

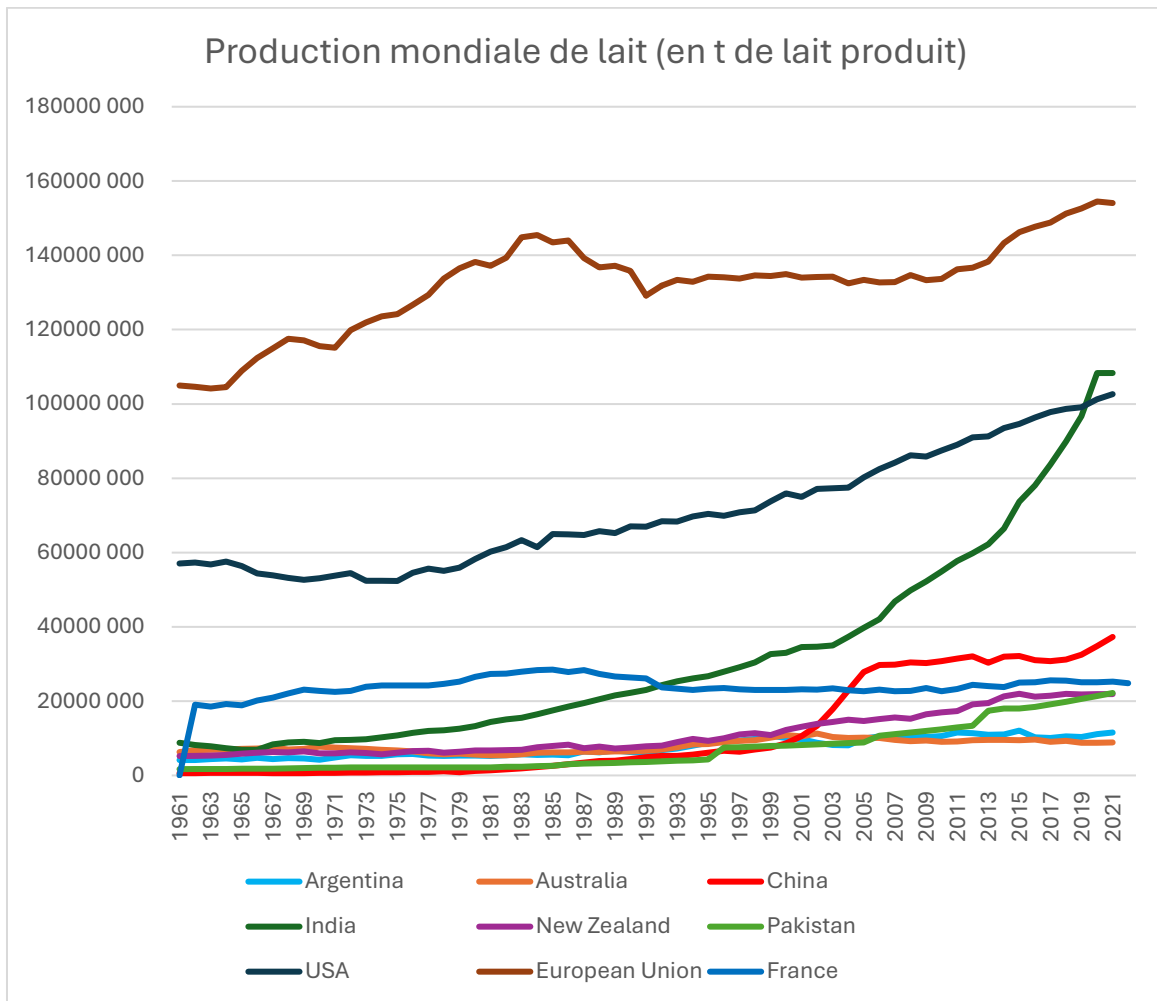


Figure 4 : Production de lait de vache entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (97)

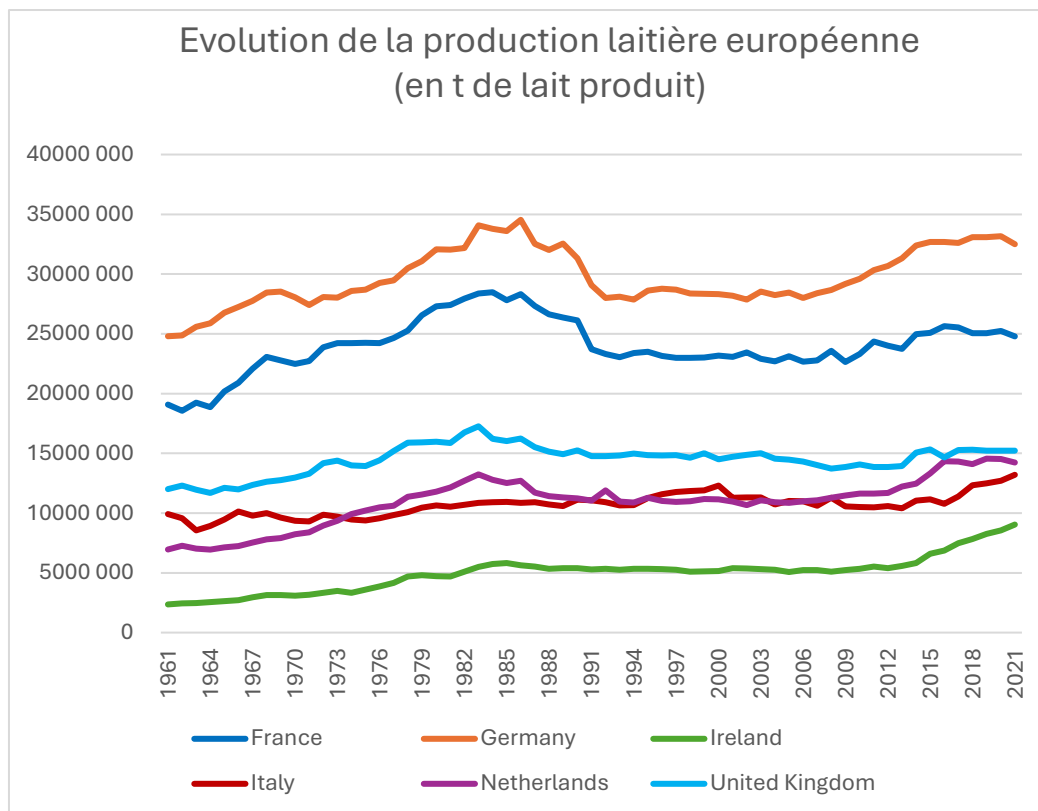


Figure 5 : Production de lait de vache entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens(98)

Une grande partie du lait est transformée en produits laitiers. Par exemple, en France, on retrouve en premier lieu du lait conditionné, puis des yaourts et autres desserts lactés, devant le fromage et les poudres de lait. En Europe, l'Allemagne et la France sont les principaux producteurs de produits laitiers, tous produits confondus. A l'échelle mondiale, la Nouvelle-Zélande et les Etats-Unis sont de grands exportateurs de beurres et de poudres de lait. Concernant les fromages, l'Union européenne arrive en tête, autant en production qu'en exportation, avec une forte production française, italienne ou encore hollandaise (figure 6) (28).

La France est le plus grand consommateur européen de produits laitiers. Seulement cette consommation est en diminution depuis plusieurs années. Par exemple, la consommation de lait conditionné a baissé d'environ 25% entre 2010 et 2020. Seule la consommation de beurre est à la hausse.

A l'échelle mondiale, l'Inde et le Pakistan sont les plus gros consommateurs de produits laitiers, devant l'Union européenne et les Etats-Unis. Malgré une consommation faible par habitant et la présence d'élevages très intensifs à rendements élevés, la Chine

est actuellement le principal importateur de produits laitiers, devant le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord (30, 98). La plupart des pays producteurs, dont l'Union européenne et la France, ont été touchés par une baisse des exports en 2022. Globalement, les exportations mondiales de poudres de laits (grasses et maigres) et des fromages ont connu un repli, en revanche celles des matières grasses ont augmenté. La Nouvelle-Zélande par exemple a été particulièrement touchée par la baisse des exports de poudres de laits causée notamment par un repli de la demande chinoise. A l'échelle de la France, les exportations de poudres lactées ont diminué en volume (tonnage exporté) mais augmenté en valeur (coût des exports), contrairement aux fromages (hausse du volume mais baisse de la valeur). La France exporte toutefois majoritairement des fromages, du lait non transformé et des poudres de lait entier et de lactosérum. Elle importe également des fromages (en provenance d'Italie ou des Pays-Bas) et du beurre.

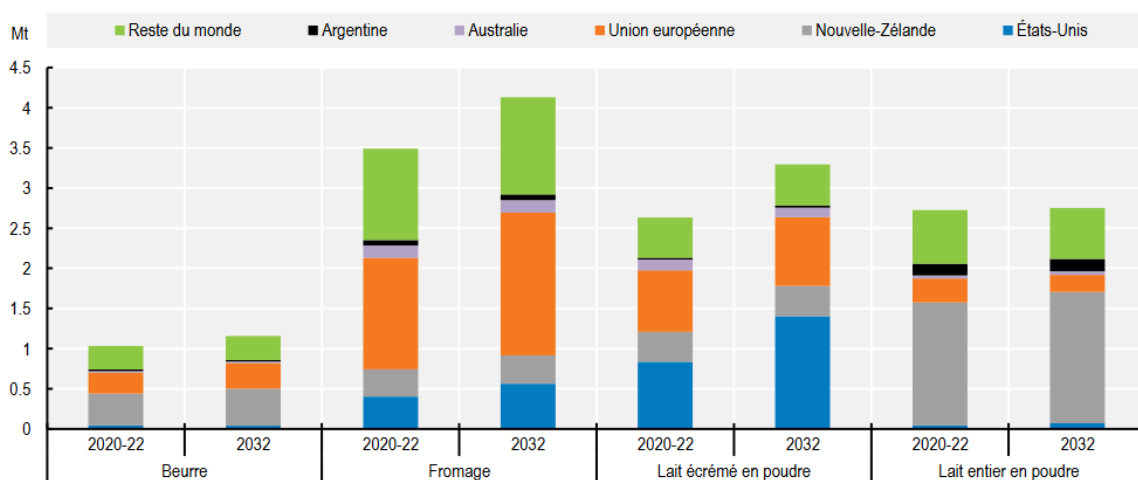
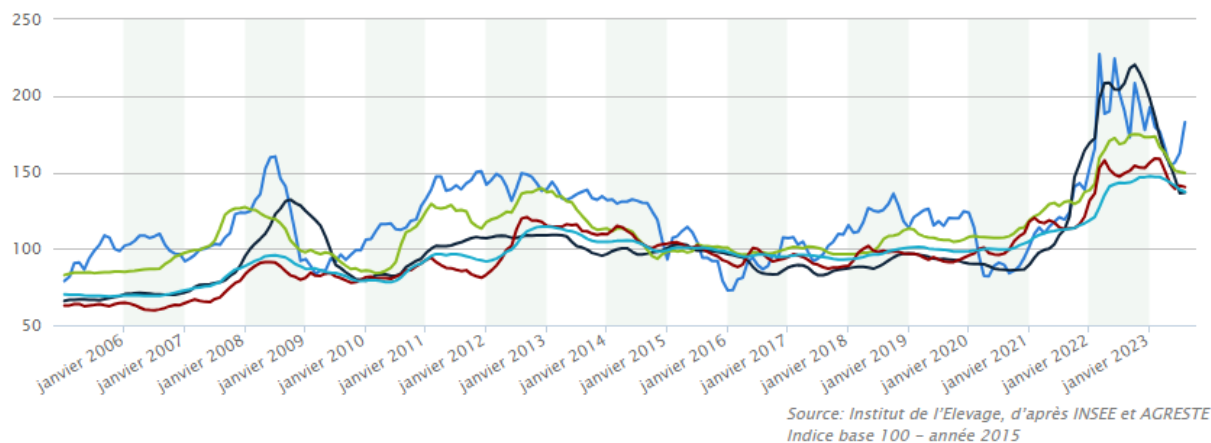


Figure 6 : Exportations (en volume) de beurre, fromage et de lait en poudre (écrémé et entier) en 2020-2022 et estimée en 2032 par les principaux exportateurs mondiaux (32)

Le prix du lait a augmenté partout dans le monde pour atteindre des records mondiaux en 2022, grâce à une bonne valorisation du lait industriel. Par exemple, le prix moyen du lait français conventionnel était de 445,7€ la tonne en 2022 contre 354€ en 2020. Le repli du marché chinois en fin d'année a stabilisé cette hausse. En France, le prix du beurre et des poudres grasses avait dès lors quasiment doublé. En revanche les coûts de

production ont suivi la même tendance avec l'augmentation du coût de l'énergie et des aliments en 2022 avant de rechuter modérément courant 2023 (figure 7).



IPAMPA = Indice Prix Achat Moyen
Produits Agricoles

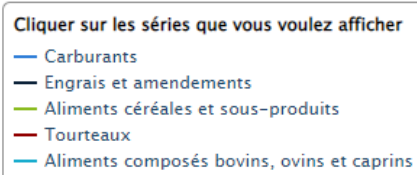


Figure 7 : Evolution de l'IPAMPA des aliments pour animaux d'élevage, des engrais et du carburant en France de 2006 à 2023 (99)

Concernant la production de lait bio, celle-ci est en expansion dans le monde, plus particulièrement au sein de l'Union européenne. En effet, elle représente 10% de la production européenne, majoritairement concentrée dans les pays du nord (Scandinavie...). En France, la production de lait et de produits laitiers bio a outrepassé la demande, et son prix n'a pas suivi la même tendance haussière que pour le lait conventionnel.

Le tableau 1 résume les tendances technico-économiques de la filière bovine laitière française et rappelle l'importance de celle-ci dans la mondialisation.

		France	Europe (UE + Royaume-Unis)	Monde
	Cheptel	3,9 millions de têtes → En baisse	Leaders : Allemagne, France, Royaume-Unis, Pologne → En baisse	
	Production laitière	23,3 millions de tonne de lait → En légère diminution	144 millions de tonne* Leaders : Allemagne, France, Royaume-Unis, Pays-Bas → Stable	Leaders : UE, Inde, Etats-Unis, Chine → En baisse
	Exportations	Lait en vrac, fromages → Stable Autre → En baisse	Tous produits → En baisse	Leaders : UE, tats-Unis, Nouvelle Zélande, Australie
	Importations	Fromages → En baisse Beurres → En hausse	Fromages → En baisse Autre → En hausse	Leaders : Chine, Moyen-Orient, Afrique du Nord
Solde commercial	Volume	Beurres → Négatif Autre → Positif	Tous produits □ Positif	
	Valeur	Beurres, crèmes → Négatif Autre, total → Positifs		
	Consommation	En baisse	Leaders : France	Leaders : Inde, akistan, UE, Etats-Unis
	Prix	En hausse	En hausse	En hausse

Tableau 1 : Bilan des tendances technico-économiques de la filière bovine française

2. Filière « bovin viande »

La France est le leader européen de la production de viande bovine, même si celle-ci est en net recul depuis les années 2015. Près des 2/3 de cette viande provient du cheptel allaitant, le reste provenant du cheptel laitier (vaches de réformes, veaux de lait...) (49). Entre 2016 et 2021, le cheptel allaitant français a perdu 388 000 têtes et 263 000 pour le cheptel laitier (figure 10). Cette tendance à la baisse concerne également les principaux pays producteurs européens tel que l'Allemagne ou les Pays-Bas, en lien avec la diminution du cheptel laitier (figure 9 L'Espagne, l'Irlande et l'Italie quant à eux arrivent à maintenir voire à augmenter leur production. A l'échelle mondiale en revanche, la production de viande bovine est en croissance et devrait le rester dans les années à venir, notamment avec la montée en puissance de la Chine ou du Brésil dont la production ne cesse d'augmenter depuis les années 1990 (figure 8) (28, 100). En effet, d'après les estimations de l'OCDE, on peut s'attendre à une augmentation de la production mondiale de viande bovine de 0.9% d'ici 2032 (32).

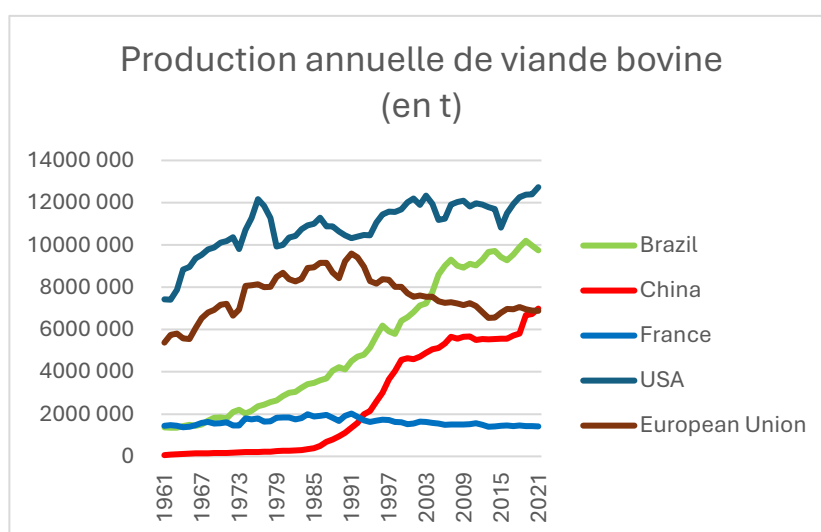


Figure 8 : Production de viande bovine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux(98)

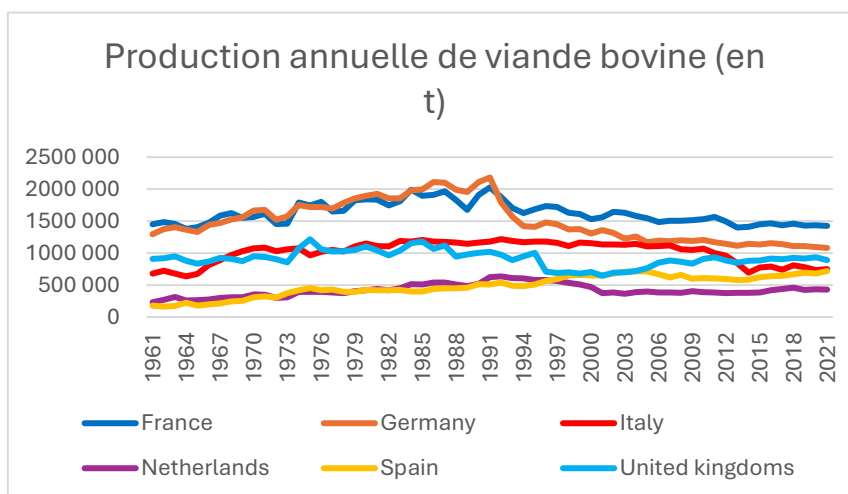


Figure 10 : Production de viande bovine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens(98)

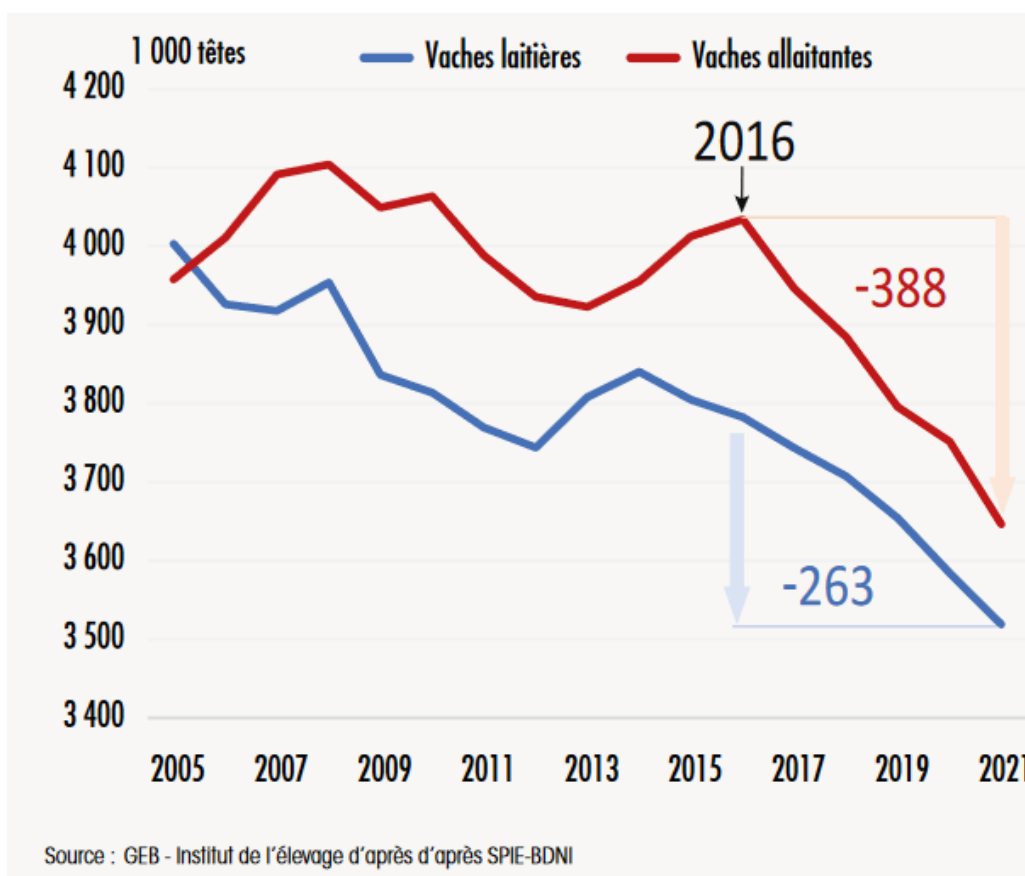


Figure 9 : Evolution du cheptel bovin français laitier et allaitant entre 2005 et 2021 (49)

D'un point de vue théorique, la quantité de viande bovine produite en France est similaire à la quantité consommée. Seulement en pratique, la France produit plus de jeunes bovins qu'elle n'en consomme, et c'est le contraire pour la viande de bovins adultes. Ainsi le marché des jeunes bovins (broutards) est tourné vers l'exportation contrairement à la viande bovine adulte qui est en partie importée pour répondre à la demande (101).

Depuis plusieurs années, la consommation de viande bovine a tendance à stagner dans les pays développés et à augmenter dans les pays en voie de développement. La crise sanitaire de la covid-19 a eu un impact sur cette consommation en Europe. Par exemple, en 2022 la consommation moyenne de viande bovine par habitant en France était de 22.3 kgec (kg équivalent carcasse) par habitant, soit 2.9% de moins par rapport à 2019. Toutefois, d'après le rapport annuel de l'OCDE de 2023, la consommation mondiale de viande bovine devrait augmenter de 10% d'ici 2032, encouragé d'une forte croissance de la consommation en Asie (Chine, Inde...) (28, 32).

Depuis 2015, les exports de viandes françaises étaient plutôt stables tandis que les importations avaient tendance à diminuer, jusqu'à l'arrivée de la crise sanitaire de la covid-19 (figure 11). De plus, avec la baisse du cheptel et de la production française depuis les années 2020, la France connaît en 2022 un manque de disponibilité de viande bovine qui a impacté son commerce via une baisse des exports de viande française de 3.6% par rapport à 2021 et une augmentation marquée des imports de viande bovine (+ 22.2% par rapport à 2021). Cela a entraîné un solde commercial négatif pour la première fois après plusieurs années de positivité. Plus des trois-quarts de la viande bovine est exportée sous forme de viande fraîche ou réfrigérée, le reste étant congelé ou transformé. La majeure partie de la viande bovine française s'exporte au sein de l'Union européenne, principalement vers l'Italie, mais également vers l'Allemagne ou la Grèce (figure 12). La viande bovine importée en France est également issue de l'Union européenne (Irlande, Pologne, Pays-Bas, Allemagne...) mais aussi du Royaume-Uni et du Brésil. A l'échelle mondiale, les principaux exportateurs de viande bovine sont le Royaume-Uni, les pays d'Amérique latine (Brésil, Argentine, Uruguay...), l'Amérique du Nord (Etats-Unis, Canada), l'Europe (Union européenne, Royaume-Uni) et les pays d'Océanie (Australie, Nouvelle-Zélande). Ces viandes sont majoritairement importées en Asie (Chine, Japon...), en Amérique (Etats-Unis), en Europe, ainsi qu'en Afrique et au Moyen-Orient.

Avec les récents accords entre l'Europe et l'Amérique du Nord, la part de viande bovine américaine importée en Europe est en nette augmentation.

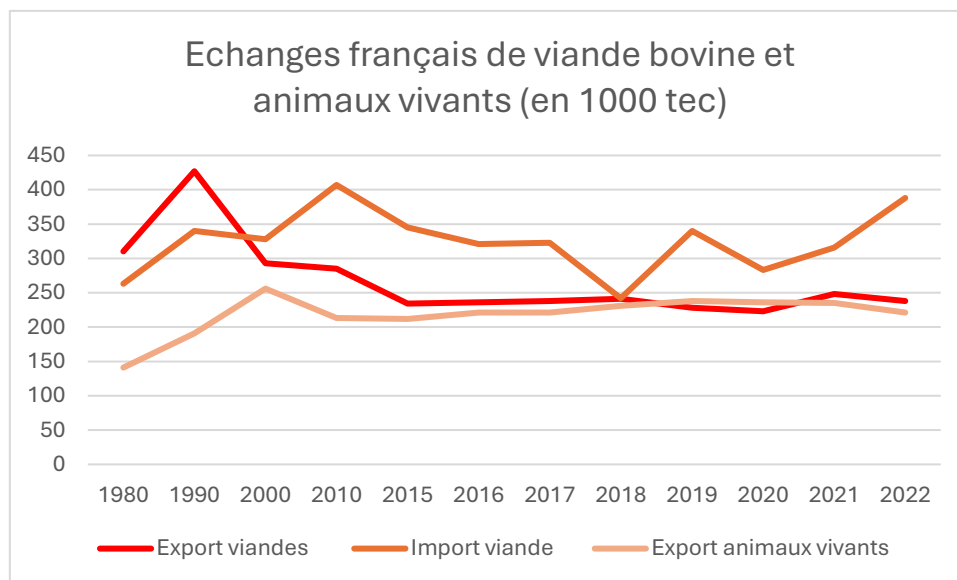


Figure 11 : Commerce de viandes bovines et animaux vivants par la France de 1980 à 2022 (28)

Le commerce de jeunes bovins vivants français a également été impacté par la diminution des cheptels, avec une baisse des exportations en 2022 (- 45.2% d'exports vers les pays tiers et - 13.7% vers les pays de l'Union européenne) (figure 11). Les exports se font principalement à destination du pourtour méditerranéen. En effet, le marché du broutard français est basé sur l'exportation majoritairement vers l'Italie, mais également vers l'Espagne ou encore l'Algérie. Face à la pénurie de broutards, en 2022 les exports vers ces deux premiers pays ont baissé par rapport à 2021. Pour autant ils ont doublé à destination de l'Algérie pour atteindre un niveau record, la demande du Maghreb étant forte ces dernières années surtout au moment des fêtes du Ramadan (28, 48, 101–103).

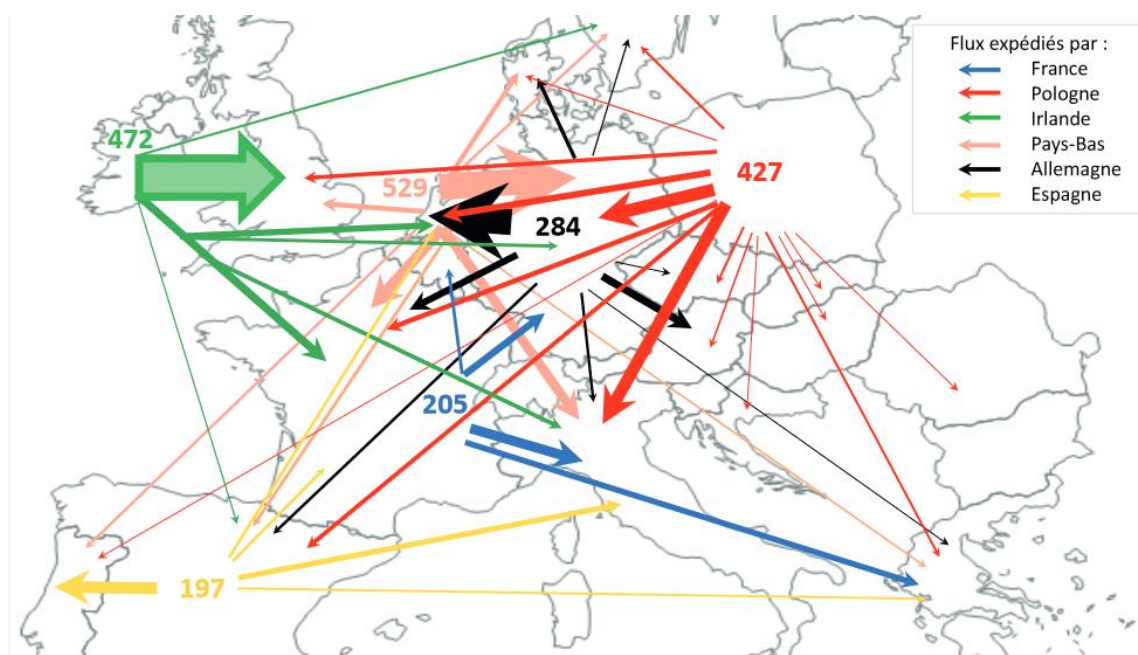
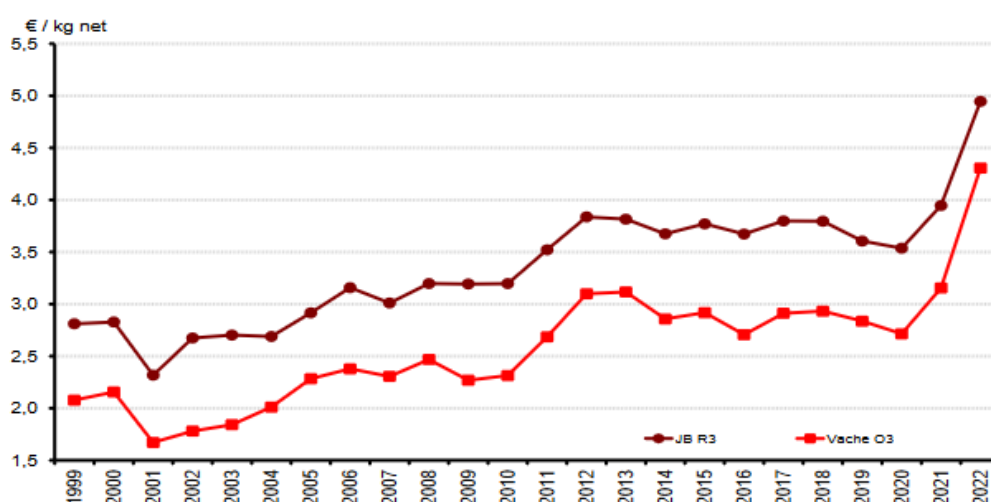


Figure 12 : Les échanges intra-européens de viande bovine en 2021
2021 (103)

Le prix de la viande bovine française a connu une forte augmentation entre 2010 et 2012 avant d'entamer une stagnation puis une tendance à la baisse. Depuis 2020, le prix de la viande a entamé une nette hausse et a atteint des valeurs records en 2022, en France comme en Europe. Par exemple, le prix moyen d'une vache O3 en Europe a connu une progression de 39% par rapport à 2021 (figure 13). Ces cotations à la hausse peuvent s'expliquer par une augmentation des coûts de production (aliments, énergie...) et par une moindre disponibilité par rapport à la demande (28).



* Moyenne calculée sur les prix de l'UE à 28 en janvier et sur ceux de l'UE à 27 (hors Royaume-Uni) à partir de février
Source : FranceAgriMer d'après Commission européenne

Figure 13 : Evolution des prix carcasses des jeunes bovins R3 et vaches O3 entre 1999 et 2022 en France(28)

Les classements des carcasses en « vache O3 » ou « Jeunes Bovins R3 » dépend de la conformation et de l'état d'engraissement de la carcasse. Concernant la conformation, la note globale de la carcasse est une moyenne de la note de conformation E, U, R, O ou P de la cuisse, du dos et de l'épaule (E étant la conformation la plus convexe, P la plus concave). Concernant l'état d'engraissement, la carcasse est classée de 1 à 5 ; 1 correspondant à un état d'engraissement très faible. Ainsi O3 pour les vaches et R3 pour les jeunes bovins correspondent aux carcasses standards retrouvées sur le marché (104).

Le tableau 2 résume les tendances technico-économiques de la filière viande bovine française et rappelle l'importance de celle-ci à l'international.

		France	Europe (UE +/- Royaume-Uni)	Monde
Cheptel		17,4 millions de bovins dont 3,9 millions de vaches allaitantes et 3,3 millions de vaches laitières → En baisse	Leaders : Bovins allaitants : France, Espagne, Royaume-Uni	
Production carnée		Abattage : 3.2 millions de têtes → En baisse	Leaders : France, Allemagne, Royaume-Uni, Italie → En baisse	Leaders : Etats Unis, Brésil, Chine, UE → En hausse
Exportations		Viande → En baisse Destination : Italie, UE Jeunes bovins : → En baisse Destination : Italie, UE, Maghreb	Viande □ En baisse Destination : Intra-UE, Royaume-Uni, pays européens hors UE	Leaders : Brésil, Australie, Etats-Unis, Inde
Importations		Viande → En hausse Provenance : Pays-Bas, Royaume-Uni, Irlande	Viande → En hausse Provenance : Intra-UE, Royaume-Uni, Brésil, Argentine	Leaders : Chine, Etats-Unis, Japon, Corée du Sud
Solde commercial	Volum e	Viande : → Négatif Animaux vivants : → Positif	Viande → Positif	
	Valeur	Total : → Positif		

Consommation	Plutôt stable (après plusieurs années de baisse)	Leaders : France, Allemagne, Royaume-Uni, Italie → Plutôt stable	En hausse
Prix	En hausse	En hausse	En hausse

Tableau 2 : Dynamiques technico-économiques de la production carnée bovine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale

3. Filière « ovin viande »

La France est le 3^{ème} producteur européen de viande ovine derrière le Royaume-Uni et l'Espagne. Cette production a une tendance à la baisse depuis plusieurs dizaines d'années. En 2022, on assiste à un recul des naissances en France associé à une diminution des effectifs d'agneaux abattus, mais également une hausse d'abattage des brebis de réforme, probablement consécutive à la sécheresse estivale qui a poussé les éleveurs à réduire leur troupeau. On retrouve la même tendance chez la plupart des producteurs européens, excepté en Irlande et en Roumanie (figure 15). L'Océanie quant à elle voit son cheptel ovin à la baisse mais sa production de viande ne semble pas impactée. Par exemple, en Nouvelle-Zélande, on observe depuis plusieurs années une réduction constante du cheptel, concurrencé par le développement de l'élevage bovin laitier dans le pays et encouragé par plusieurs séries d'aléas climatiques (sécheresses), mais on constate également une stagnation voire une légère augmentation de la production grâce à une hausse de la productivité numérique et du poids de carcasse des agneaux par brebis (53, 105). En Chine, on assiste à une forte expansion depuis les années 80, ce qui en fait le premier producteur mondial de viande ovine (figure 14). Elle devrait le rester et continuer d'accroître sa production dans les années à venir (28, 53, 98).

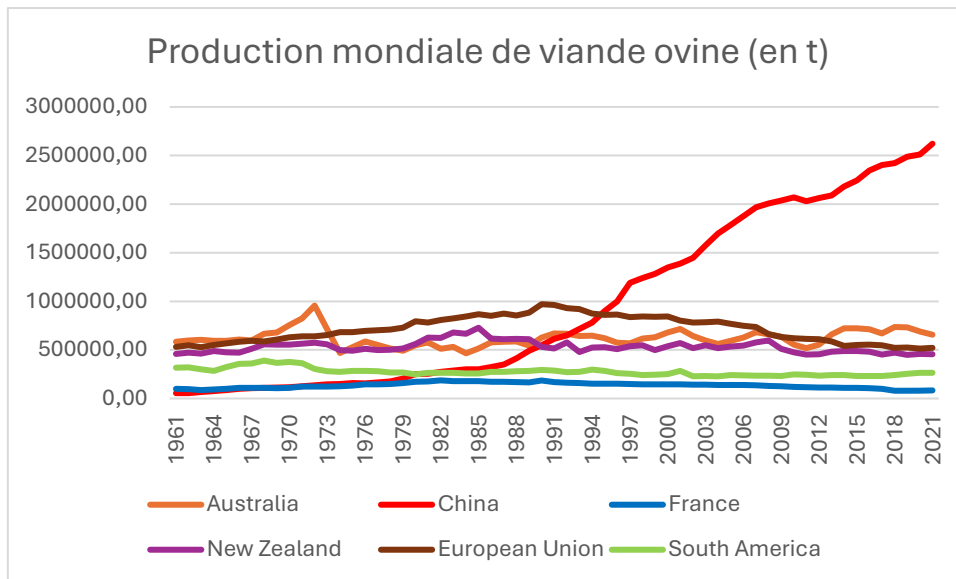


Figure 15 : Production de viande ovine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98)

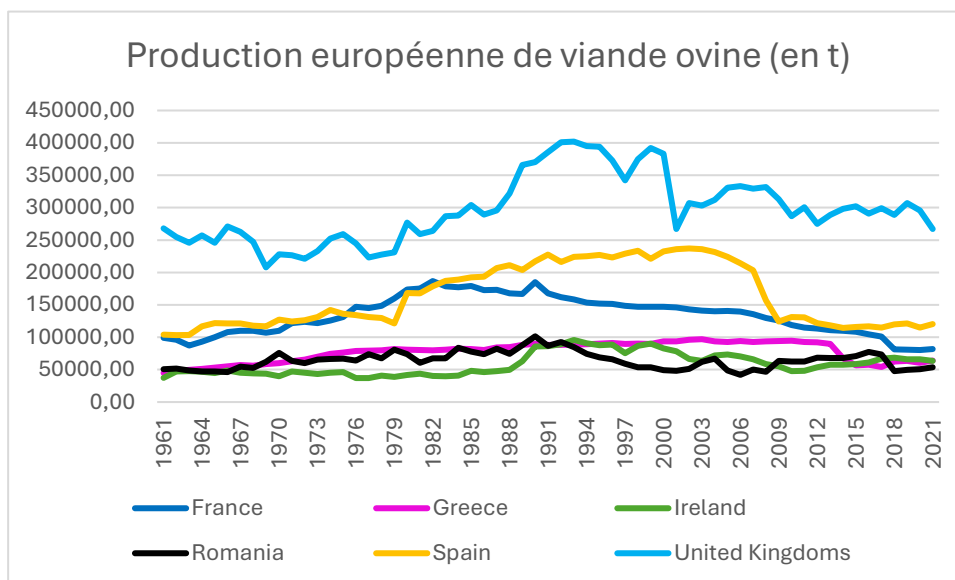


Figure 14 : Production de viande ovine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98)

Concernant la consommation de viande ovine en France, elle est en repli depuis plus de 10 ans, excepté en 2022 où elle a connu une hausse de 2.5% par rapport à 2021. Dans l'Union européenne, on a observé un engouement similaire pour la viande ovine en 2022 après plusieurs années de diminution. En France comme en Europe, la production est inférieure à la consommation (Figure 16). On a donc un déficit et une nécessité d'importer de la viande depuis des pays tiers. Ainsi, 9.2% de la viande consommée dans

l'UE provient de pays tiers. De plus, on assiste à une consommation irrégulière de viande d'agneau au cours de l'année. Par exemple, on constate des pics de consommation à Pâques, lors des fêtes de l'Aïd ou encore lors des fêtes de fin d'année, avec une demande qui est très forte sur ces périodes.

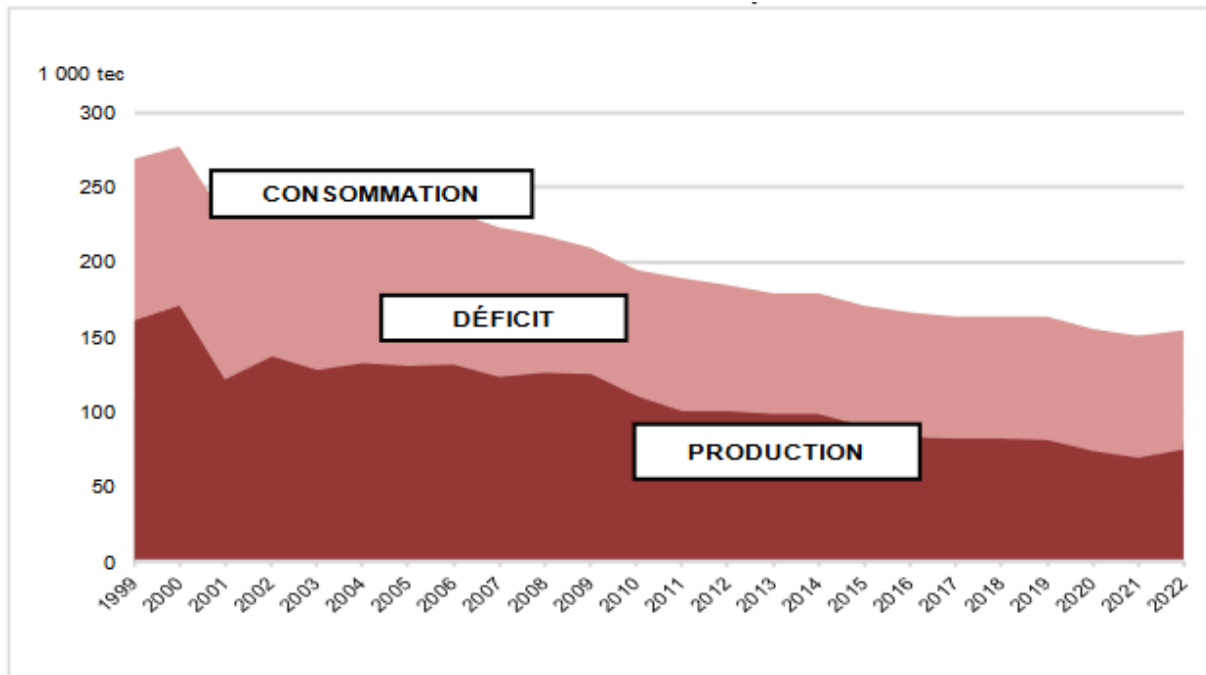


Figure 16 : Consommation et production de viande ovine en France entre 1999 et 2022 (28)

La France importe en premier lieu de la viande d'agneau en provenance du Royaume-Uni, d'Irlande et de Nouvelle-Zélande. Depuis l'après-guerre, la France a toujours eu besoin d'importer de la viande ovine pour pallier son manque de production. Depuis les années 2020, les importations sont en hausse. Par exemple, entre 2021 et 2022, les importations françaises de viande ovine néo-zélandaise ont connu une augmentation de 27.7%.

Les principaux partenaires de l'UE sont la Nouvelle-Zélande et le Royaume-Uni, représentant respectivement 40 et 50% des importations européennes (figure 17).

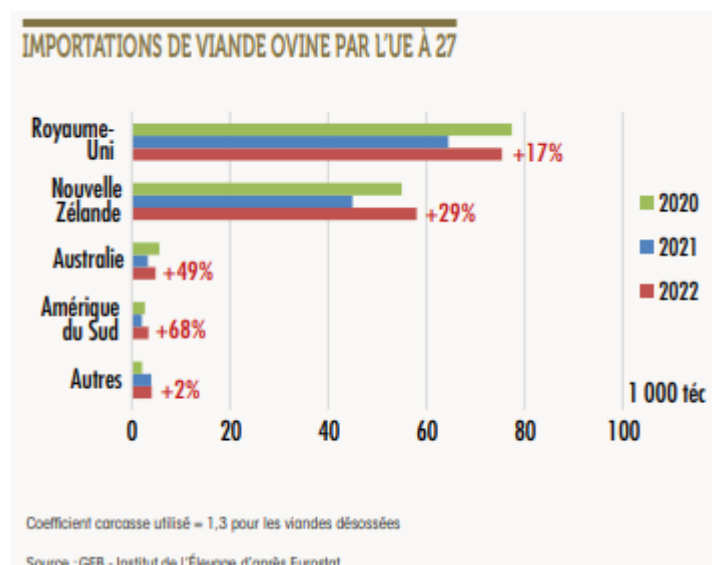


Figure 17 : Importations de viande ovine en provenance de pays tiers par l'EU en 2020-2022 (110)

A l'échelle mondiale, la Nouvelle-Zélande et l'Australie sont les deux plus gros exportateurs de viande ovine, avec une production tournée quasiment uniquement vers l'exportation (plus de 60% de leur production est exportée). Cependant, ils possèdent des stratégies différentes. Concernant la Nouvelle-Zélande, elle privilégie l'exportation uniquement vers quelques destinations partenaires telles que les Etats-Unis, la Chine ou encore l'Europe qui a été historiquement et reste encore un de ses principaux partenaires, permettant au pays de profiter de 4/5^{ème} du contingent d'importation européen de viande ovine. Concernant la Chine, 1^{er} importateur mondial de viande ovine, la baisse de la demande chinoise en 2022 a fortement impacté les exportations néo-zélandaises (- 17% par rapport à 2021). L'Australie quant-à-elle a choisi d'exporter sa viande vers une multitude de destinations, comme en Asie du Sud-Est, en Chine, en Amérique du Nord ainsi qu'au Proche et Moyen Orient. Les cheptels ovins australiens et néo-zélandais sont également utilisés pour la production de laine. L'Amérique latine et l'Europe viennent compléter le marché des exportations mondiales, mais dans une moindre mesure (Figure 18). Au sein des échanges mondiaux, la viande est en majorité de l'agneau et en grande partie congelée.

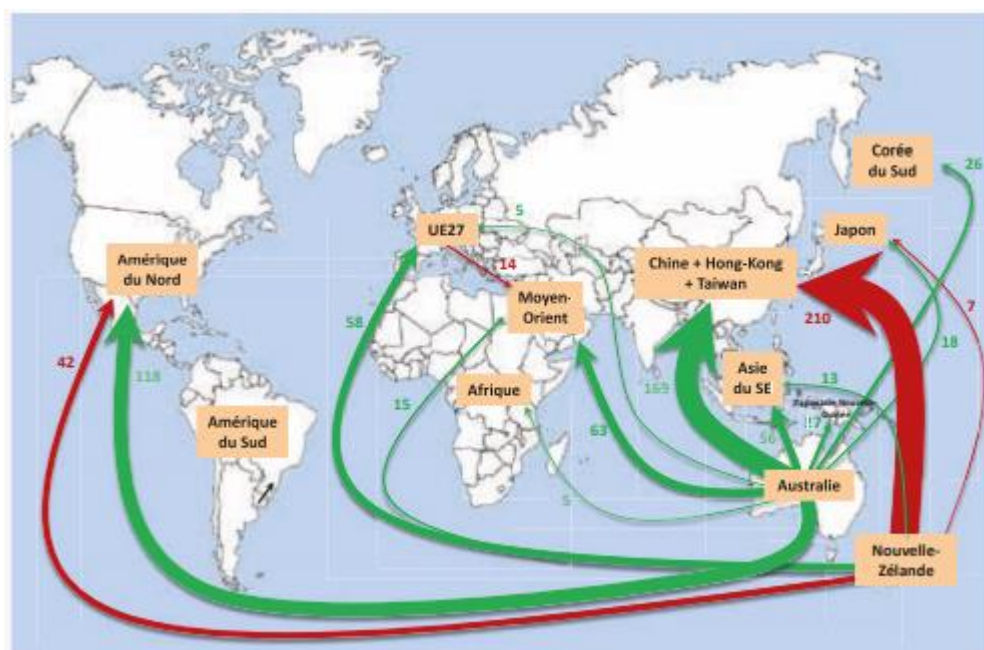


Figure 18 : Les principaux échanges mondiaux de viande ovine en 2022 (110)

Des ovins vivants sont également exportés et importés par certains pays. Par exemple, la France participe à ce marché en partenariat avec l'Espagne (importations comme exportations). Ces importations d'agneaux espagnols ont diminué en 2022 à cause d'une épidémie de variole ovine qui a touché le pays.

Déjà en croissance depuis 2020, les prix de l'agneau ont augmenté dans toute l'Union européenne durant 2022, dans un contexte d'inflation. Par exemple, en France, nous sommes témoins d'une hausse de 8.3% en moyenne par rapport à 2021. Les prix de l'agneau australien et néo-zélandais ont eux aussi suivi la même tendance, mais ils demeurent encore moins élevés que pour l'agneau européen, et donc sont plus compétitifs sur les marchés mondiaux (28, 53, 98, 105, 106).

Le tableau 3 résume les tendances technico-économiques de la filière viande ovine française et rappelle sa position au sein de la mondialisation.

		France	Europe (UE +/- Royaume-Uni)	Monde
Cheptel		7 millions d'ovins → Plutôt stable	Leaders : Royaume-Uni, Espagne, Grèce, France	
Production carnée		Abattage : 80 000 tec soit environ 4 millions d'ovins → En baisse	Leaders : Royaume-Uni, Espagne, France, Roumanie → En baisse	Leaders : Chine, Australie, UE, NZ → En hausse
Exportations		→ En hausse	→ En baisse Destination : Intra-UE	Leaders : NZ, Australie
Importations		→ En hausse Provenance : Royaume-Uni, Irlande, Nouvelle-Zélande	→ En hausse Provenance : Royaume-Uni, Nouvelle-Zélande	Leaders : Chine
Solde commercial	Volume	→ Négatif	→ Négatif	
	Valeur	→ Négatif		
Consommation		En hausse après 10 ans de diminution	→ En hausse près des années de diminution	En hausse
Prix		En hausse	En hausse	En hausse

Tableau 3 : Dynamiques technico-économiques de la production carnée ovine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale

4. Filière « ovin et caprin lait »

L'Union européenne est le premier producteur de lait de brebis devant l'Afrique, la Chine et la Turquie (figure 19). Au sein de l'UE, la production se concentre principalement au niveau des pays du pourtour méditerranéen (Grèce, Espagne, Italie, France...). Dans la plupart des pays, excepté l'Italie et l'Espagne, la production a une dynamique haussière depuis plusieurs années (figure 20). En France, cette dynamique s'est arrêtée lors de la campagne 2021-2022 avec une baisse de la production laitière (- 2.6% par rapport à la campagne 2020-2021) et ce malgré une hausse du cheptel. Comme pour le

lait de vache, une grande partie du lait de brebis est transformé en produits laitiers (fromages, produits ultra-frais).

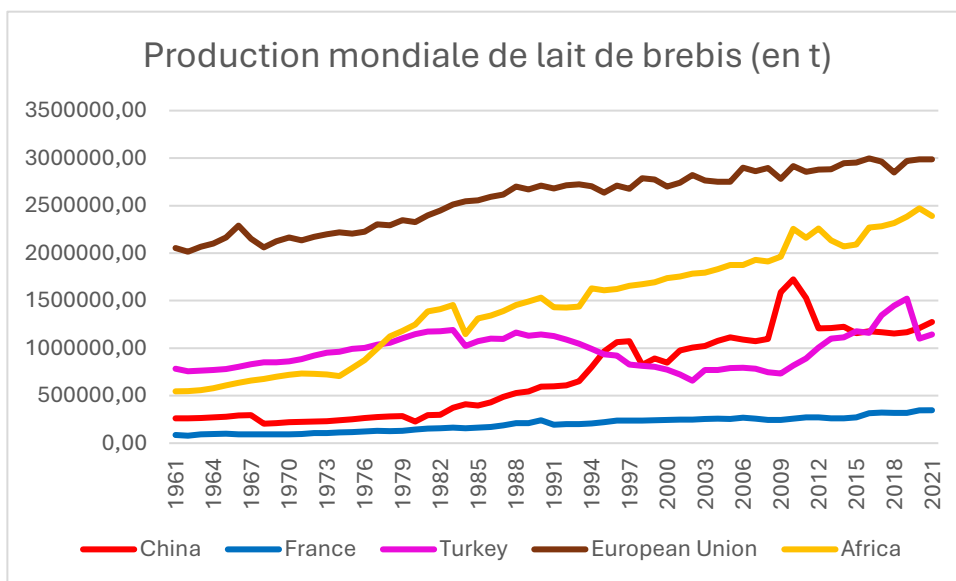


Figure 19 : Production de lait de brebis entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98)

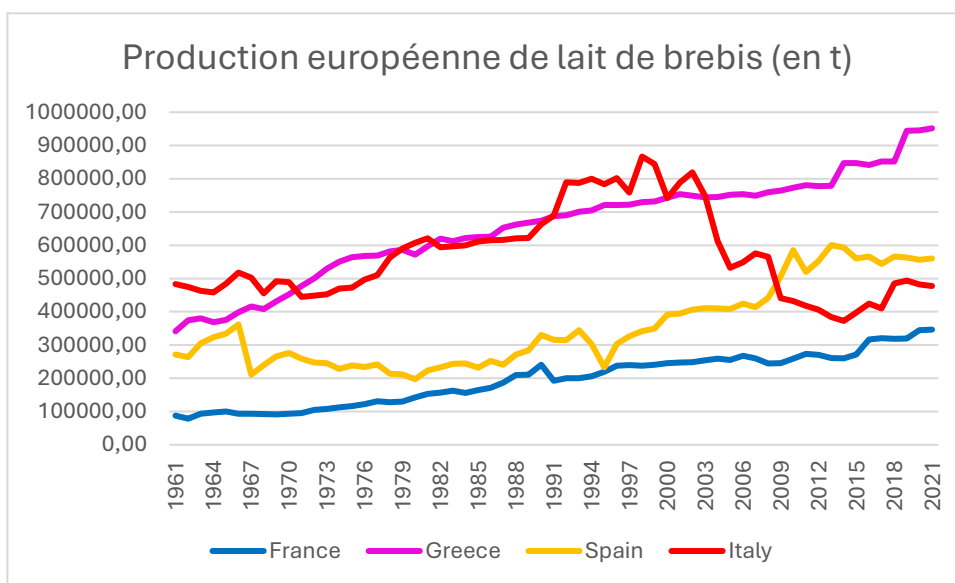


Figure 20 : Production de lait de brebis entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens(98)

La consommation de fromages de brebis est en baisse en France en 2022, dans un contexte inflationniste. S'ajoutant à ça des coûts de productions en hausse et une collecte de lait moindre, la fabrication de fromages de brebis a diminué lors de la campagne 2021-2022.

Les échanges commerciaux concernent principalement les produits laitiers et notamment le fromage. Par exemple, en France nous importons du fromage grec (feta...) et exportons nos fromages comme le roquefort. Les exports de roquefort ont baissé en 2022, mais restent encore majoritairement à destination de l'Union européenne (Allemagne, Italie, Espagne, Belgique...), du Royaume-Uni et des Etats-Unis.

Comme pour la plupart des productions animales, les prix du lait de brebis en Europe sont à la hausse depuis 2021. Contrairement à la filière bovine laitière, le prix du lait certifié bio a suivi la même tendance et demeure bien supérieur au prix du lait conventionnel (28, 106).

En ce qui concerne la filière caprin lait, la production de lait de chèvre est concentrée principalement en Asie et en Afrique. L'Inde est de loin le premier producteur mondial, devant l'Afrique, le Bangladesh et l'Union européenne (figure 21). En Europe, la France détrône l'Espagne, la Grèce et les Pays-Bas en termes de production (figure 22). Le lait est principalement transformé en produits laitiers comme du fromage. En France, la collecte du lait de chèvre est en hausse depuis une dizaine d'années. En 2022, le nombre de reproductrices est resté stable mais la collecte a malgré tout continué d'augmenter de 2.1% par rapport à 2021. Pour la plupart des autres pays producteurs, la collecte de lait se voit à la baisse depuis quelques années, après de grandes périodes haussières pour une partie d'entre eux comme l'Inde, l'Espagne ou encore les Pays-Bas. Certains de ces pays sont confrontés à une baisse de leur cheptel et la filière ayant été fragilisée par la crise sanitaire de la covid-19, la hausse des coûts de production et les aléas climatiques.

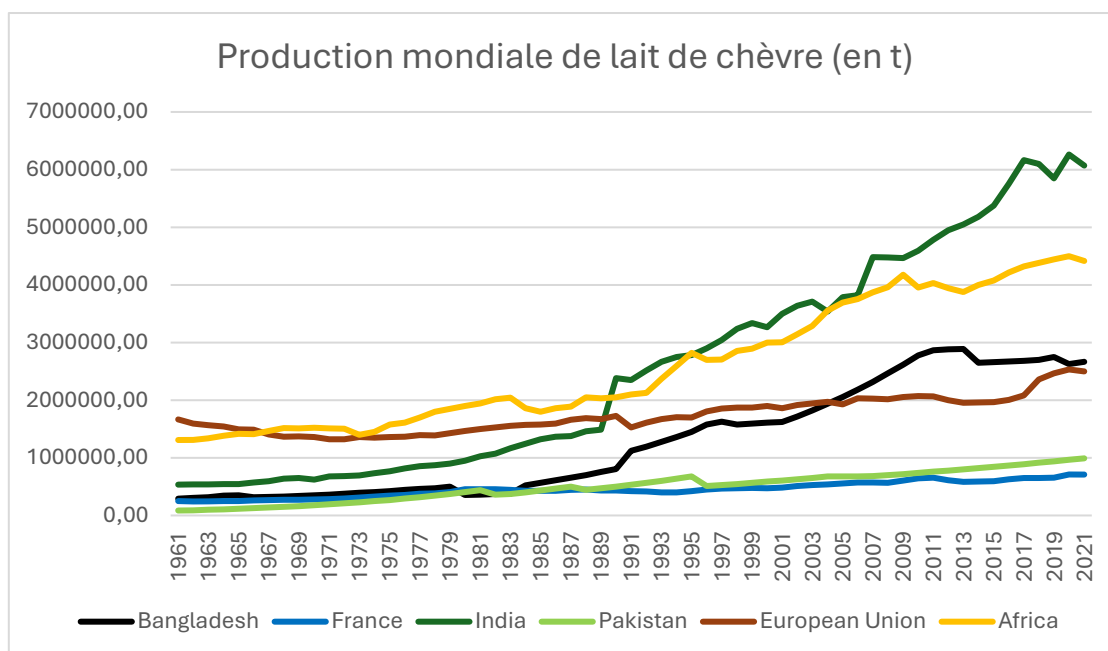


Figure 21 : Production de lait de chèvre entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98)

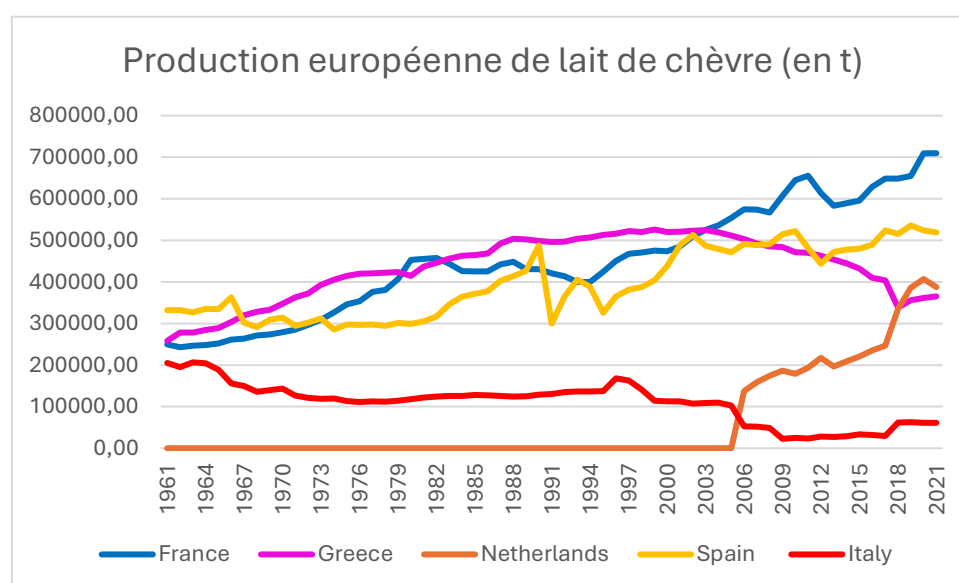


Figure 22 : Production de lait de chèvre entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98)

En 2022, en comparaison à 2021, la consommation de produits laitiers caprins en France a diminué, l'inflation affectant les modes de consommation. Pour autant, la vente de buchettes au lait de chèvre a été en hausse. Les importations françaises ont également augmenté sur cette période, mais restant à un niveau inférieur à celui des

années avant covid. Cependant les importations de produits espagnols ont chuté en lien avec une augmentation des prix les rendant moins compétitifs. Les exportations des produits laitiers français ont également augmenté entre 2021 et 2022.

Le prix du lait a également augmenté entre 2021 et 2022, accompagné d'une hausse des coûts de production principalement liée à l'envolée des coûts de l'énergie et de l'alimentation tout comme pour les autres filières (figure 23) (28, 64, 107, 108).

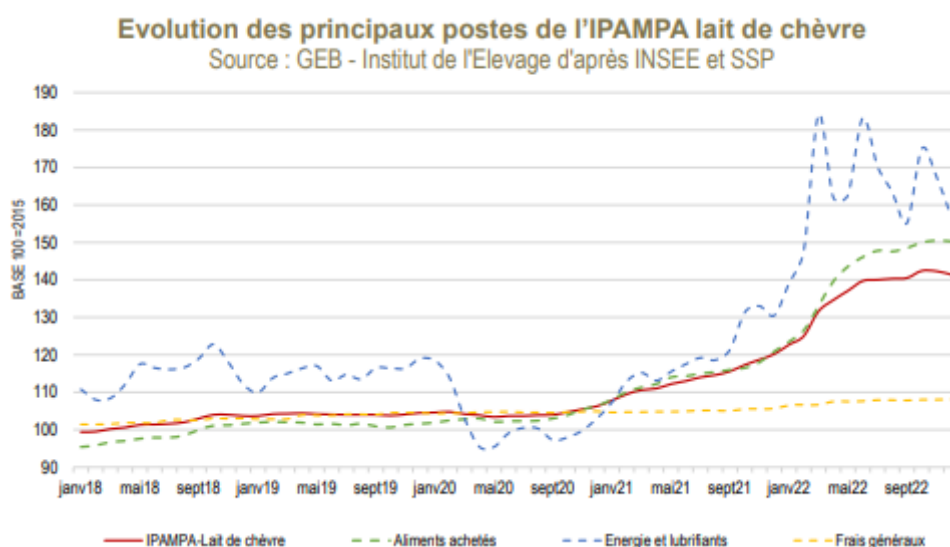


Figure 23 : Evolution des principaux postes de l'IPAMPA lait de chèvre en France entre 2018 et 2022 (113)

En France, la production de viande caprine repose uniquement sur l'abattage des chèvres laitières de réforme et des chevreaux non conservés pour la production. Ces dernières années, on assiste à une réduction du nombre de chevreaux abattus et une augmentation des effectifs de chèvres de réforme. Cette tendance va de pair avec la diminution du cheptel de chèvre laitière. Dans le monde, l'Asie et l'Afrique produisent la grande majorité de viande caprine. Cette production est en hausse pour les deux continents. En Europe, la tendance est plutôt à la baisse. La Chine est particulièrement spécialisée en viande caprine, qui est une filière plus développée que la filière laitière.

La consommation de viande caprine est hétérogène sur le territoire français et reste marginale comparée aux autres viandes. Cependant, elle est en hausse depuis 2018. Les échanges commerciaux restent majoritairement intra-européens. La viande caprine française est exportée principalement vers le Portugal et l'Italie, mais connaît une

tendance baissière en lien avec la réduction du cheptel caprin. Les importations françaises sont faibles, en baisse et surtout en provenance d'Espagne.

Les prix de la viande caprine suivent les mêmes tendances que pour les autres types de viandes, le coût de production et de l'alimentation des chèvres étant en forte hausse.

Les tableaux 4 et 5 résument les tendances technico-économiques des filières caprines et ovines laitières françaises et les mettent en relation avec les autres pays du monde.

	France	Europe (UE +/- Royaume-Uni)	Monde
Cheptel	1,5 millions de brebis laitières → Plutôt stable	Leaders : Grèce, Espagne, Italie, France	
Production laitière	→ En baisse après plusieurs années de hausse	Leaders : Grèce, Espagne, Italie, France Plutôt stable	Leaders : UE, Afrique, Chine, Turquie
Exportations	Fromages → En hausse Destination : UE, Royaume-Uni, Etats-Unis	Fromages → En hausse Destination : Intra-UE, Royaume-Uni, Etats-Unis	
Importations	Fromages → En hausse Provenance : Grèce, Espagne	Fromages Provenance : intra-UE	
Consommation	En baisse (fromages)		
Prix	En hausse	En hausse	

Tableau 4 : Dynamiques technico-économiques de la production laitière ovine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale

	France	Europe (UE +/- Royaume-Uni)	Monde
Cheptel	1,2 millions de caprins → Plutôt stable	Leaders : France, Espagne, Pays-Bas, Grèce → En baisse	
Production laitière	→ En hausse	Leaders : France, Espagne, Pays-Bas, Grèce → Plutôt stable	Leaders : Inde, Afrique, Bangladesh, UE
Exportations			
Importations	→ En hausse Provenance : Espagne		
Consommation	En baisse		
Prix	En hausse	En hausse	

Tableau 5 : Dynamiques technico-économiques de la production laitière caprine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale

5. Filière porcine

La production porcine est détenue par 3 grandes régions dans le monde : la Chine, l'Union européenne et les Etats-Unis. D'autres pays participent à cette production mondiale mais dans une moindre mesure (Canada, Brésil, Vietnam, Japon...) (figure 24). La production chinoise a été florissante et en forte croissance des années 1970 à 2018. Celle-ci s'est ensuite effondrée avec l'arrivée de la Peste Porcine Africaine (PPA) sur le territoire. En 2021 et en 2022, le pays commence à se débarrasser de la maladie et arrive à relancer drastiquement sa production (+ 15.8% entre 2021 et 2022). Ainsi, en 2022, la production mondiale réaugmente pour atteindre le niveau de 2018, grâce à la relance de la production chinoise et à une hausse de la production russe. Les productions européennes et américaines (USA, Brésil, Canada) sont quant-à-elle à la baisse en 2022. En effet, en Europe seule l'Espagne connaît une production à la hausse en 2022 et poursuit sa dynamique des années précédentes pour devenir en 2021 le premier producteur européen devant l'Allemagne. Les autres pays européens, eux, ont tous vu

leur cheptel et leur production porcine en baisse (figure 25), certains à cause de l'augmentation des coûts de production, d'autres à cause des contraintes environnementales (législation, aléas climatiques...). Toutefois l'arrivée de la PPA dans l'Est et le centre de l'Europe (Pologne...) et très récemment en Allemagne (premier cas en 2020) et en Italie (en 2022) a également chamboulé la production européenne. Ainsi ces dernières années, les productions allemandes, polonaises et italiennes ont reculé. De même pour celles du Danemark et des Pays-Bas dont les systèmes sont basés sur l'engraissement des porcs à destination de l'Allemagne. En France, le secteur continue de perdre des élevages de porcs depuis 2019, impactant le nombre d'abattages annuels et la production de viande porcine (figure 26).

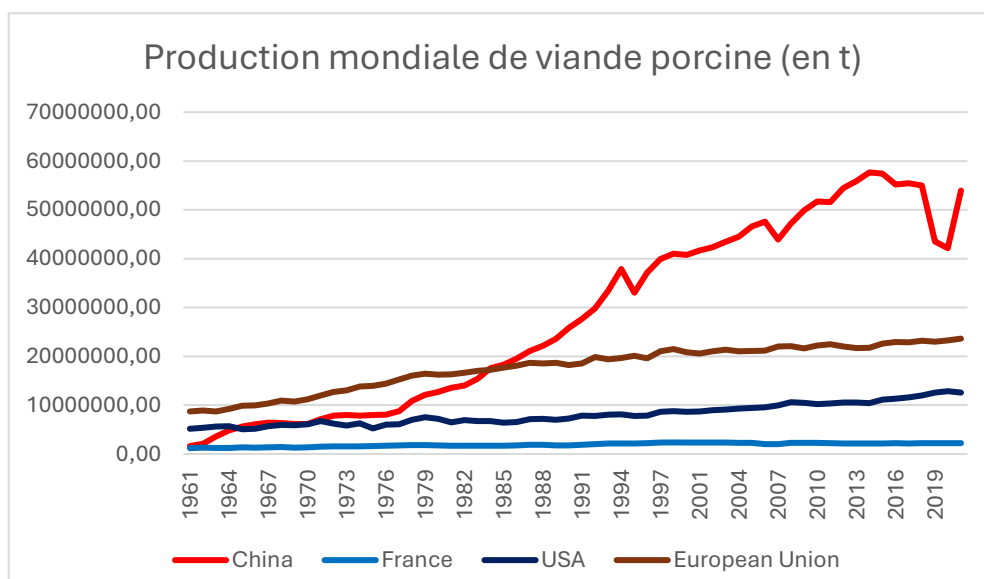


Figure 25 : Production de viande porcine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98)

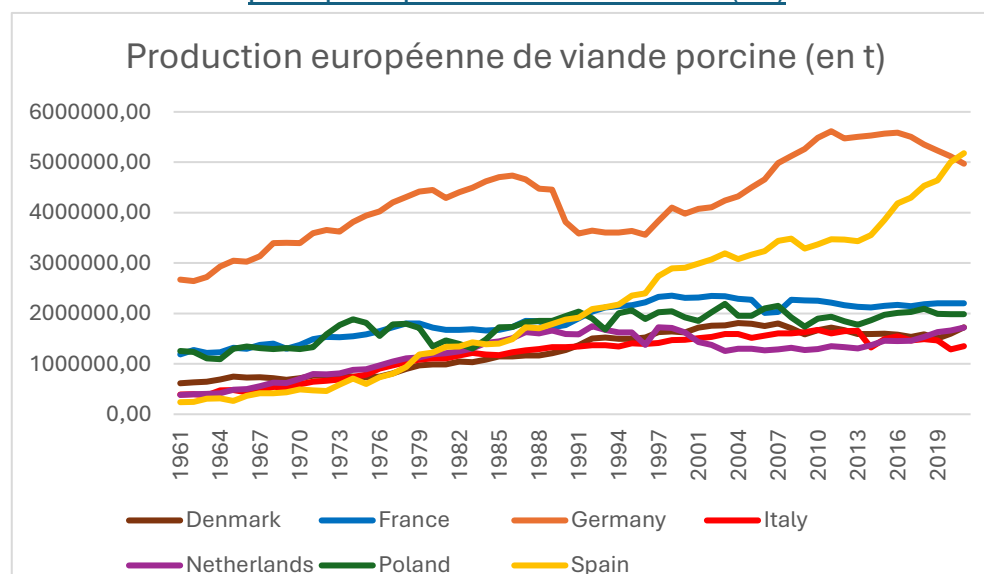


Figure 24 : Production de viande porcine entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98)

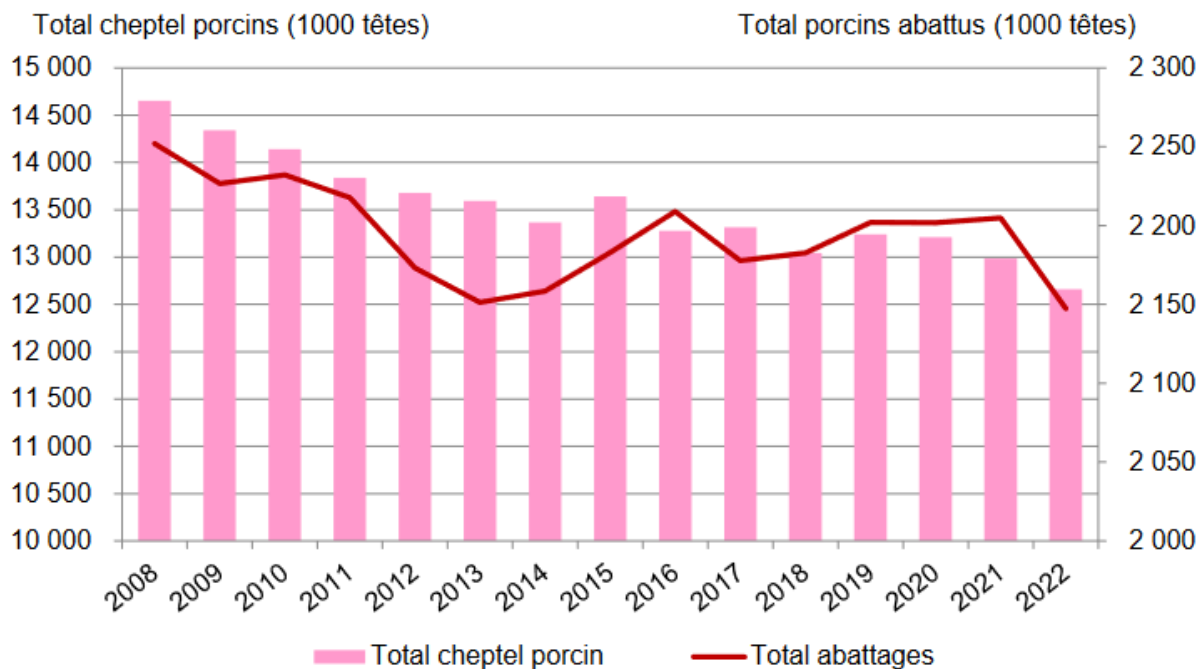


Figure 26 : Evolution du cheptel porcin et du nombre de porcs abattus annuellement en France entre 2008 et 2022 (28)

La viande porcine est le type de viande le plus consommé en Europe. Celle-ci fluctue aux alentours de 40 kgec/habitant depuis une quinzaine d'année, en légère baisse depuis 2020. En France, depuis 2021, la tendance est inversée avec une légère hausse (+ 1.8% entre 2021 et 2022) dont une augmentation de la part de viande importée dans la consommation de viande porcine. Avec le Brésil, l'Union européenne est l'un des rares territoires mondiaux à connaître cette diminution de la consommation. En effet, depuis 2021 la consommation mondiale est en augmentation pour atteindre un niveau de consommation record, encouragé notamment par une hausse de la consommation américaine mais surtout de la consommation chinoise de plus de 10% entre 2021 et 2022.

Le marché mondial de la viande porcine a été fortement impacté par les épizooties de PPA en Asie et en Europe. En effet, en 2019 et 2020, du fait de la décapitalisation massive des porcs chinois, la demande a explosé et l'Union européenne a connu un niveau d'exportation record, tant en volume qu'en valeur. Depuis 2021 et la

relance de la production chinoise, les exportations européennes de viande porcine sont en baisse. Toutefois la diminution de la production européenne étant en phase avec cette décroissance des exportations, ainsi qu'une demande asiatique de viande porcine (autre que la Chine) restant forte, l'Europe parvient à sécuriser tous ses volumes destinés à l'export en 2022. L'Union européenne reste tout de même le premier partenaire chinois et japonais en termes d'exportation. En effet, près de 50% de la viande et des abats de porc importés en Chine proviennent de l'Europe, devant les Etats-Unis ou le Brésil. Les importations de produits porcins représentent une part négligeable de la consommation européenne de ces produits, et proviennent majoritairement des autres pays européens non-membres de l'Union européenne (Royaume-Unis, Norvège...). Les échanges intra-européens de 2022 sont restés proches de leur niveau de 2020, avec cependant une forte progression en 2021 causée par le transfert sur le marché européen des produits ne trouvant pas preneur sur le marché asiatique (en lien avec la reprise de production chinoise et de la baisse des exports vers celle-ci). L'Allemagne est resté le principal exportateur intra-européen. Concernant la France, la capacité d'exportation est de plus en plus faible avec la baisse de production et la demande qui a tendance à se stabiliser. Ainsi les exportations françaises sont en net recul en 2022 en termes de volume (- 26.6% à destination des pays tiers par rapport à 2021) et notamment les exportations vers la Chine qui se sont divisés par deux en termes de volume entre 2021 et 2022. Cependant elles sont en hausse en termes de valeur. Les exportations françaises au sein de l'UE sont également en baisse, sauf pour les charcuteries qui ont vu une progression de leurs exportations et notamment à destination de l'Espagne (figure 27). Pour pallier la baisse de production, la France a également augmenté ses volumes importés de produits porcins. Les importations, majoritairement de la charcuterie et de la viande porcine fraîche ou congelée, proviennent pour la plupart des pays voisins comme l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie ou le Royaume-Uni (figure 28). La majorité des volumes importés en France sont des produits à haute valeur ajoutée ou des produits transformés prêts à la consommation (28).

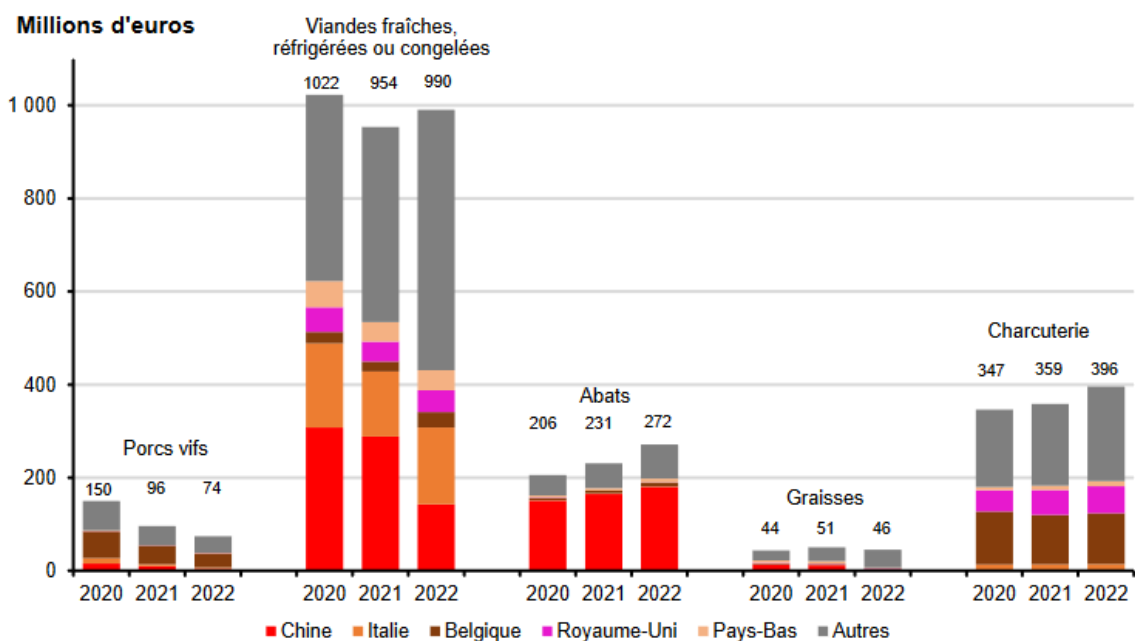
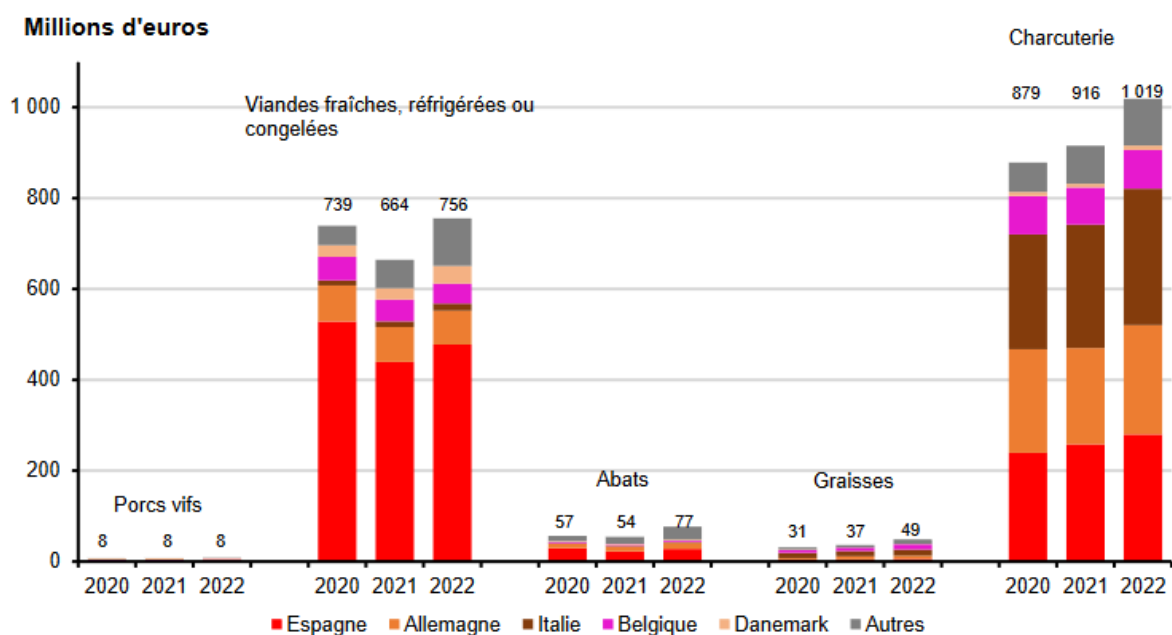


Figure 27 : Répartition des exportations françaises de porcs et produits carnés associés, en valeurs, en 2020-2022 (28)

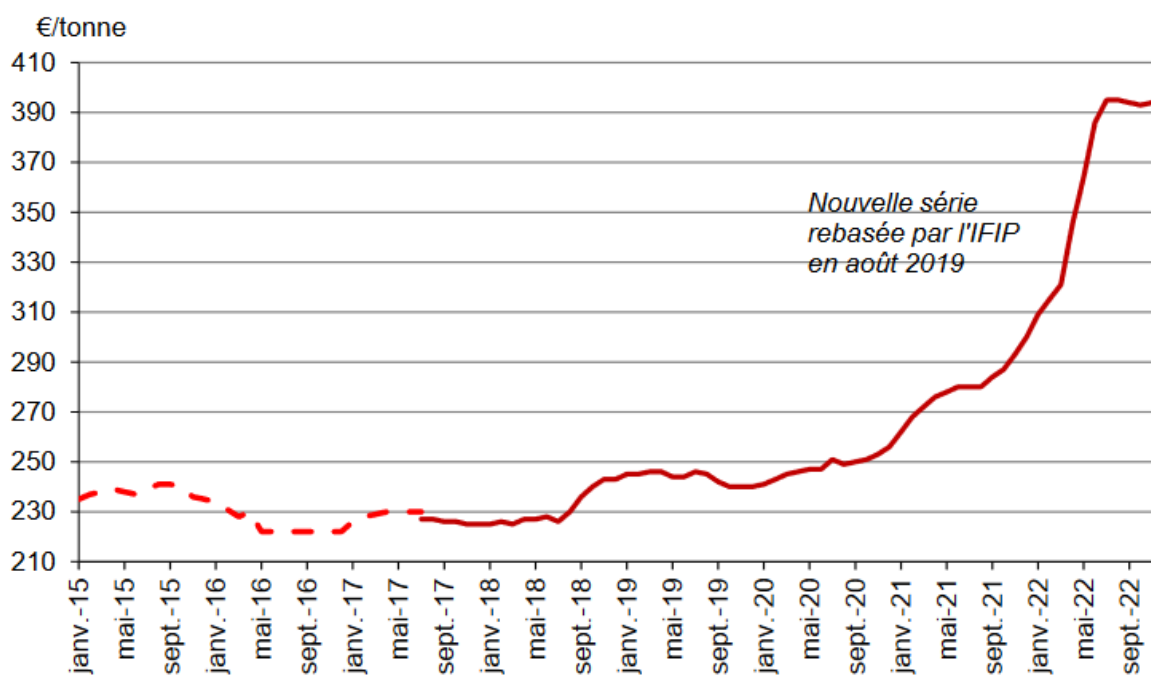


*Estimations

Source : FranceAgriMer d'après douane française

Figure 28 : Répartition des importations françaises de porcs et produits carnés associés, en valeurs, en 2020-2022 (28)

Au cours de 2022, le prix du porc charcutier en France comme en Europe a augmenté. Toutefois si on compare avec les autres viandes (ruminants, volailles), cette augmentation reste modérée. En revanche, le coût de production a connu une nette hausse, provoquée notamment par le coût de l'aliment qui s'est emballé depuis 2021 (figure 29). En effet, le conflit russo-ukrainien et la reprise de la production porcine chinoise ont déstabilisé le marché des céréales. La demande était en nette augmentation alors même que la disponibilité était restreinte. Lors de la fin de l'année 2022, la filière volaille touchée par l'Influenza aviaire en Europe et en compétition avec la filière porcine sur le marché des aliments a permis une détente au niveau de la demande en aliments.



Source : FranceAgriMer d'après Institut du Porc Ifip

Figure 29 : Prix de l'aliment pour les porcs en France, calculé selon l'IFIP, entre 2015 et 2022 (28)

Le tableau 6 résume les tendances technico-économiques de la filière porcine française et rappelle également son poids à l'international.

	France	Europe (UE +/- Royaume-Uni)	Monde
Cheptel	12,7 millions de porcs dont 900 000 truies → En baisse	Leaders : Espagne, Allemagne, France → En baisse	
Production carnée	Abattage : 2,15 millions de porcs → En baisse	Leaders : Espagne, Allemagne, France → En baisse	Leaders : Chine, UE, Etats-Unis → En hausse après une période de baisse en lien avec la PPA en Chine
Exportations	→ En baisse Destination : Chine, Espagne, intra-UE, Japon	→ En baisse Destination : Chine, intra-UE, RU, Japon	Leaders : UE, Etats-Unis, Canada, Brésil
Importations	→ En hausse Provenance : Espagne, RU Allemagne, Italie, intra-UE	→ En baisse Provenance : RU, intra-UE	Leaders : Chine, Japon, Mexique, Corée du sud
Solde commercial	Volume	→ Positif Dont : Viande : → Positif Charcuterie : → Négatif	
	Valeur	→ Négatif (après 2 ans de positivité)	
Consommation	En légère hausse	En baisse	En hausse
Prix	En hausse	En hausse	En hausse

[Tableau 6 : Dynamiques technico-économiques de la production carnée porcine française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale](#)

6. Filière avicole

La production de volaille est en croissance à l'échelle mondiale et devrait le rester durant les prochaines années (le rapport de l'OCDE et de la FAO de 2023 estime une augmentation de 1.3% de production de viande de volaille dans les 10 prochaines

année) (32). La plus grosse production de volaille dans le monde tout comme dans l'Union européenne est le poulet de chair. En France, elle représente 65% de la production de volaille en 2016 (109). Celle-ci a connu une tendance à la hausse entre 1990 et 2020 pour de nombreux pays (Brésil, Chine, USA, Espagne, Royaume-Unis, Pologne...) avant d'être confrontée à un ralentissement, notamment dans les régions touchées par la Grippe Aviaire (figures 32 et 33). Concernant la France, la production de poulet de chair était en expansion jusque dans les années 2000, puis elle a connu un repli jusqu'en 2006 où elle est remontée et stagne aux alentours de 1 150 000 tonnes de viande. Depuis les années 2000, la production de volailles françaises est en nette diminution, avec un fort recul de la production de dindes et de canards (figure 34). La production de palmipèdes est à la baisse chez les principaux producteurs européens (France, Hongrie) mais en croissance en Chine et en Espagne. La production de viande de dinde quant à elle est en net recul chez la plupart des pays producteurs (excepté le Brésil) depuis plusieurs années, suivant la tendance à la baisse de la consommation mondiale.

La production « d'ovoproduits » et d'œufs coquillés a connu une augmentation chez la plupart des producteurs mondiaux (Chine, USA, Inde...) (figure 30). Au sein de l'Union européenne, cette production varie fortement d'un pays à l'autre (tendance à la baisse en Allemagne, à la hausse en Pologne) et d'une période à l'autre (augmentation en France entre 1980 et 1995, avant d'atteindre un plateau et d'entamer un repli à partir des années 2000) (figure 31). La production mondiale de volailles et « d'ovoproduits » a été fortement impactée par les crises d'Influenza Aviaire Hautement Pathogène (IAHP) de ces dernières années et plus particulièrement entre 2021 et 2022, période pendant laquelle le monde a été confronté à des épidémies particulièrement violentes. En Europe, la production de canard est la filière la plus impactée, avec une chute de production de 22.6% en 2022, devant les productions de dindes et de poulets. La Pologne qui a fortement été touché en 2021, mais peu en 2022, a réussi à relancer sa production de poulets de chair et a permis de compenser les chutes de productions chez les autres producteurs européens, assurant une production européenne stable entre 2021 et 2022

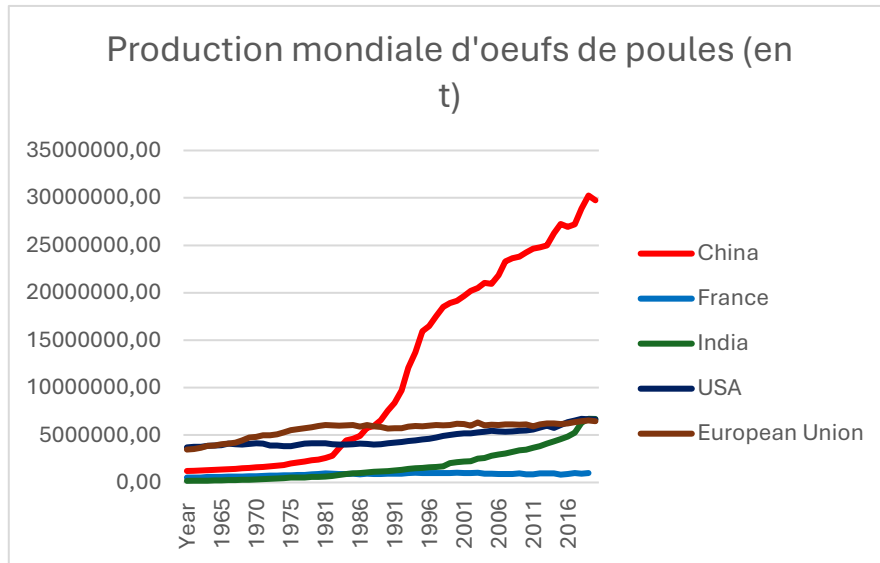


Figure 31 : Production d'œufs de poules entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98)

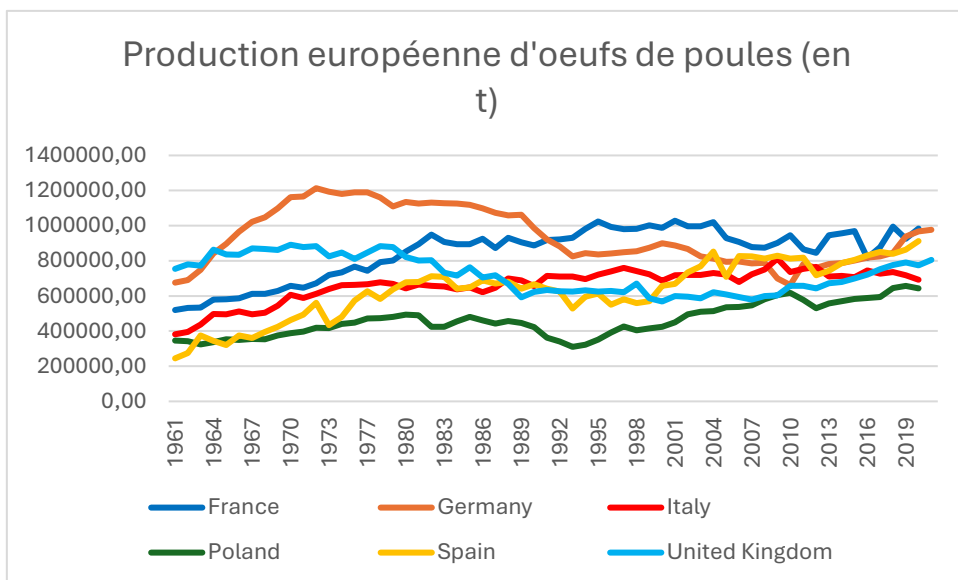


Figure 30 : Production d'œufs de poules entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98)

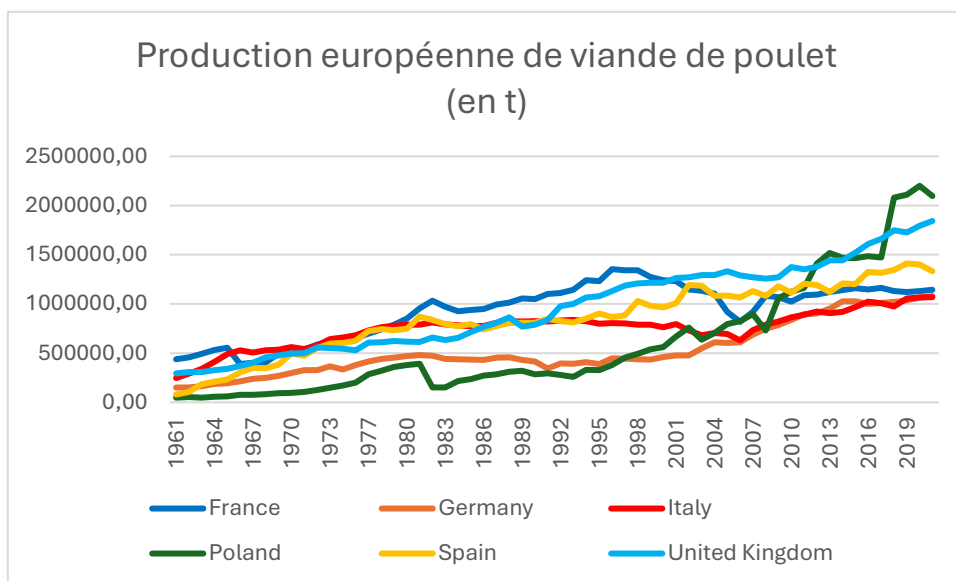


Figure 32 : Production de viande de poulet entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs européens (98)

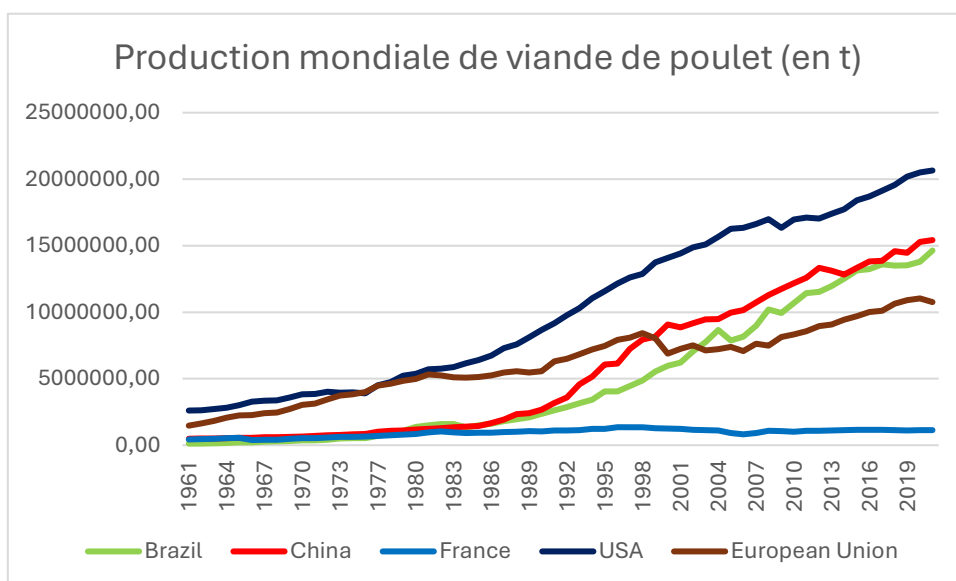


Figure 33 : Production de viande de poulet entre 1961 et 2022 chez les principaux producteurs mondiaux (98)

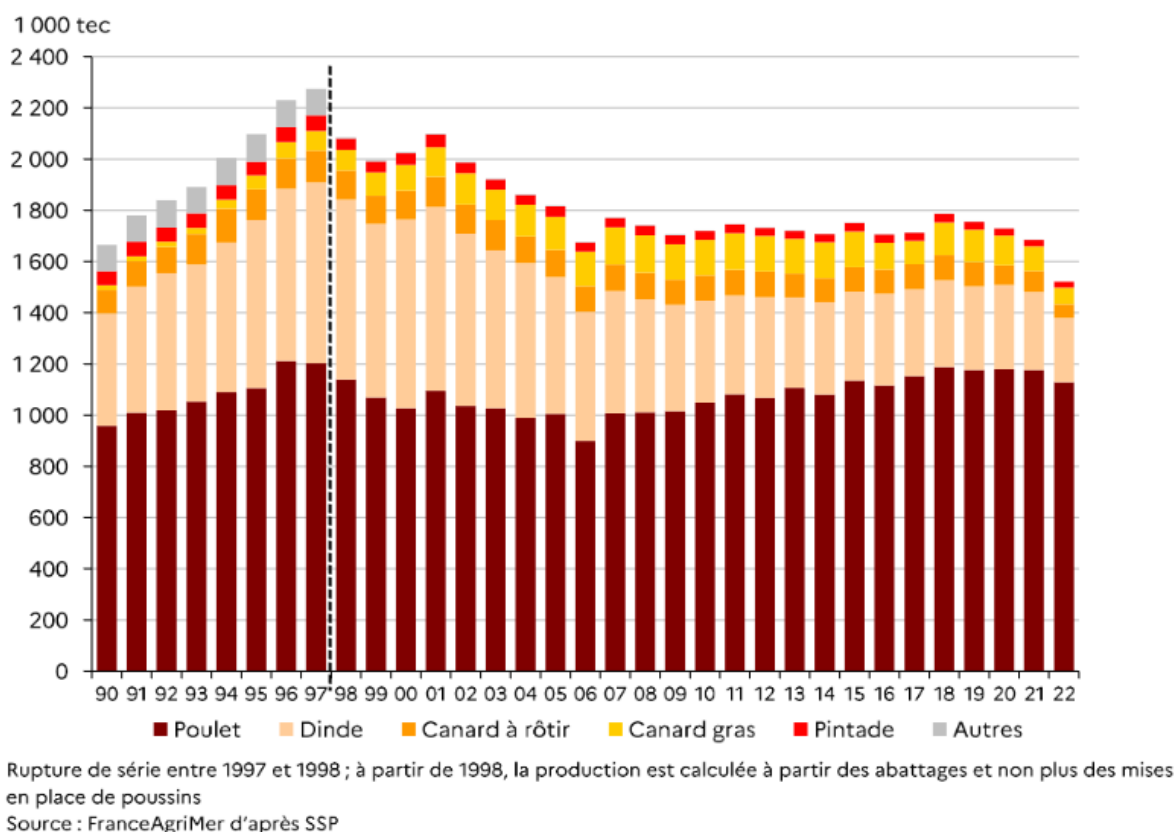


Figure 34 : Production indigène brute de volailles en France de 1990 à 2022 (28)

La viande de volaille est la première viande consommée dans le monde. Cette consommation a connu une forte augmentation au cours des 10 dernières années, notamment grâce à une demande asiatique en pleine expansion. Cette viande a un prix d'achat inférieur aux autres produits carnés ainsi qu'une forte teneur en protéines couplée à une faible teneur en matières grasses, ce qui en fait un produit attractif pour les consommateurs. En France, la consommation de viande de volaille est plutôt stable depuis quelques années, mais avec des disparités selon les espèces consommées. En effet, les viandes de canard et de dindes subissent une tendance baissière tandis que la consommation de viande de poulet est plutôt sur la pente ascendante. La consommation d'œufs et « d'ovoproduits » est en hausse dans plusieurs pays (Chine, Inde...) et varie d'une année à l'autre en France. Par exemple, en 2022, la consommation française d'œufs de poule a observé une baisse de 0.9% après 2 années d'augmentation.

La France consomme plus de viande de volaille qu'elle n'en produit pour son marché intérieur. Ainsi elle doit importer de la viande pour combler ce déficit. De plus, la part de produits carnés importés parmi ceux consommés ne cesse d'augmenter depuis les années 2000 pour dépasser les 40% en 2022 (figure 35).

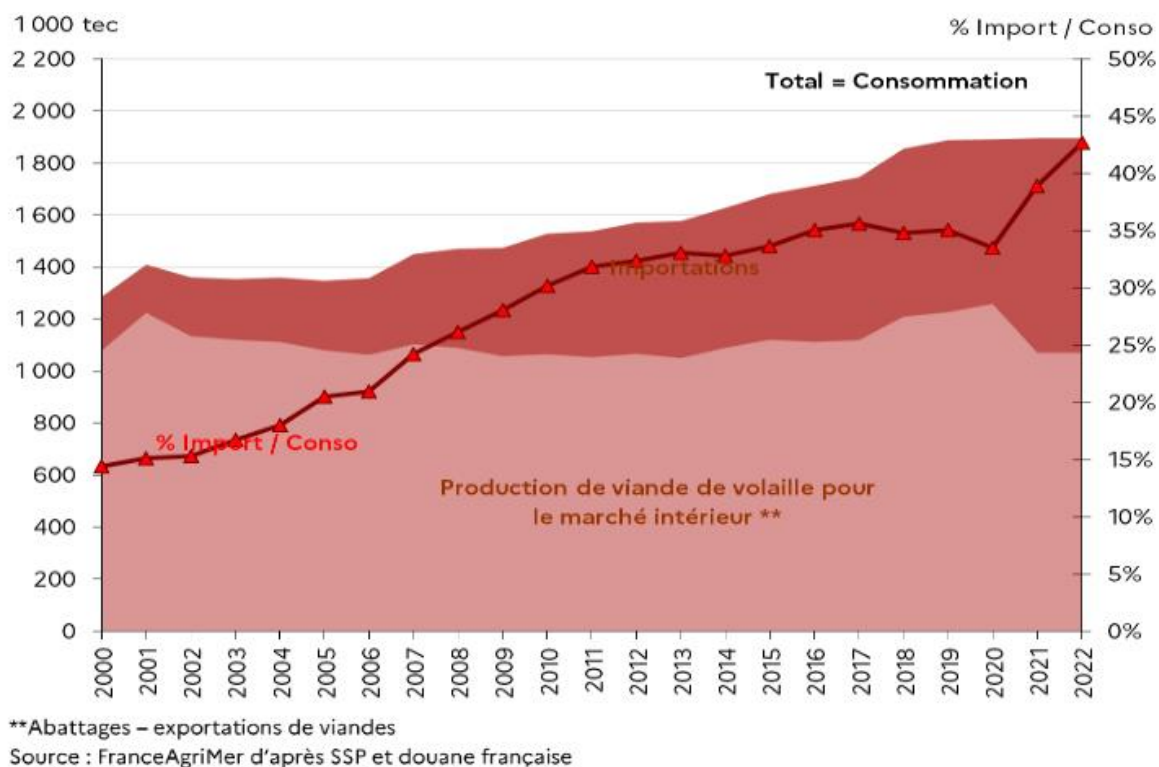
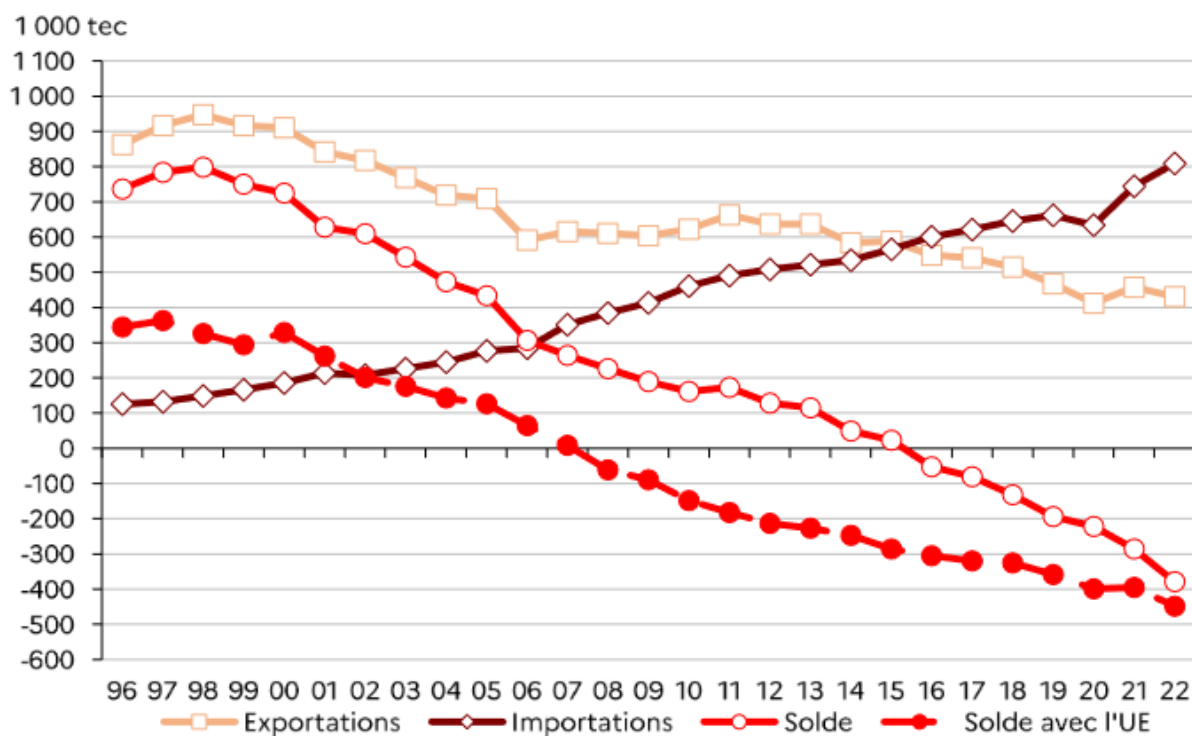


Figure 35 : Part de la production nationale et des importations dans la consommation française de viande de volaille, entre 2000 et 2022
(28)

Les exportations françaises ne cessent de diminuer depuis le début du XXIème siècle tandis qu'à contrario les importations sont en perpétuelle augmentation. Après un ralentissement des échanges en 2019, lié à la crise sanitaire de la covid-19, le commerce de viande de volaille est reparti de plus belle avec par exemple en 2022, des importations françaises qui ont augmenté de 8.8% en volume et de 44.2% en valeur. 90% de ces importations sont de la viande de poulet. Facilité par son marché unique, près de 9 importations sur 10 proviennent de l'Union européenne. Celles-ci sont en hausse grâce à un niveau d'importation marqué de produits belges et polonais (figure 36). Les importations en provenance des pays tiers ont également augmenté grâce à une hausse des imports en provenance du Royaume-Uni, du Brésil et d'Ukraine. Concernant les exportations, 80% d'entre-elles sont composées de viande de poulet. L'Union

européenne reste le principal partenaire de la France avec des flux relativement stables allant vers l'Allemagne, la Belgique et les Pays-Bas. Les exportations vers des pays tiers se sont fortement dégradées en 2022, le Proche et Moyen Orient (Arabie Saoudite, Emirats Arabes Unis...) restant les principaux importateurs de volaille française. Le solde commercial des échanges de viande de volaille française est désormais négatif en volume depuis 2015, et ne cesse de décroître (figure 37).



Source : FranceAgriMer d'après douane française

Figure 36 : Commerce extérieur français de viande de volailles, de 1996 à 2022 (28)

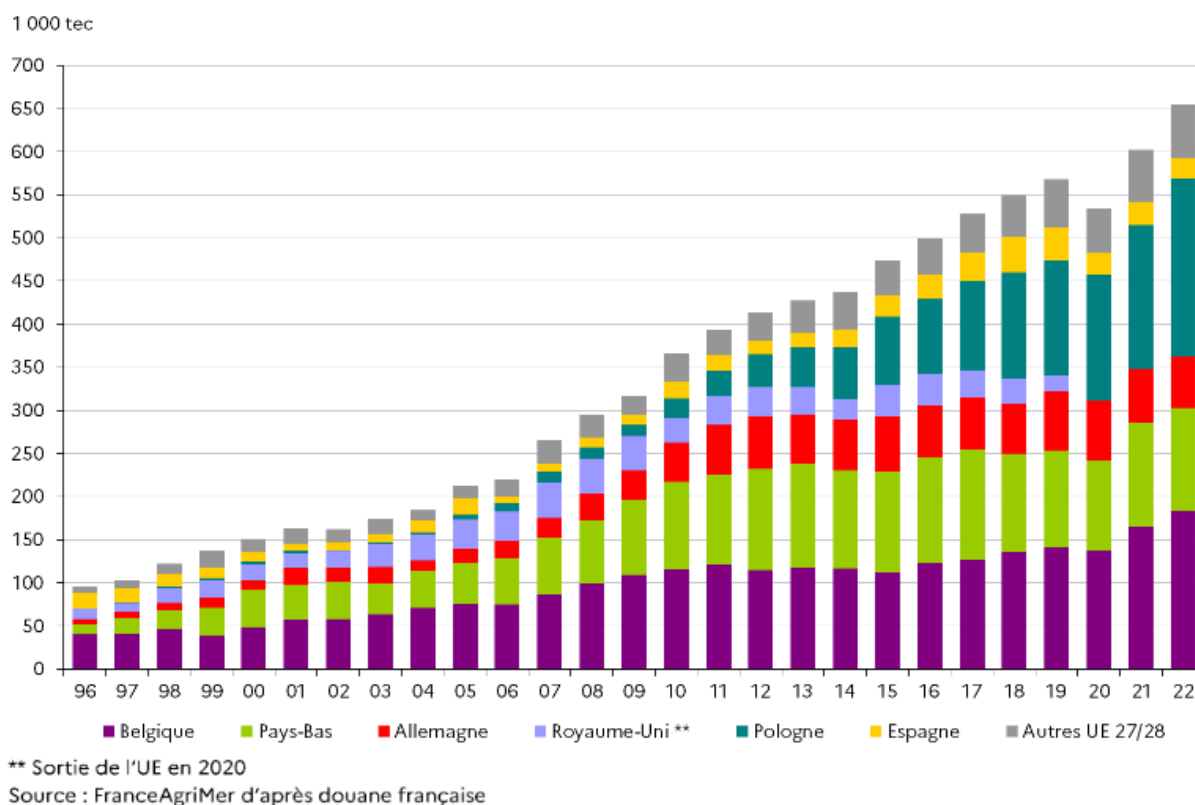


Figure 37 : Importations françaises de viande de poulet en provenance de l'Union Européenne, entre 1996 et 2022 (28)

Après de nombreuses années de croissance, les exports de viande de volaille européenne depuis 2020 (en volume) connaissent une forte chute. Les importations de l'Union européenne gardent la tendance haussière qu'elles ont depuis le début du XXIème siècle. Elles sont majoritairement issues du Brésil, de la Thaïlande ou d'Ukraine, et concernent principalement des découpes congelées et préparations à base de poulet. Les exportations sont quant à elles orientées vers l'Afrique ainsi que le Proche et Moyen-Orient et sont en grande partie composées de poulet congelé.

Concernant les œufs et « ovoproduits », la France est autosuffisante et même excédentaire, la poussant à exporter en participant quasiment exclusivement au marché intra-européen.

Les coûts de productions sont en nette augmentation depuis 2021, notamment à cause du coût de l'aliment en forte hausse. Ainsi les prix de la viande de volaille et des œufs de poules se sont envolés en 2022.

Le tableau 7 résume les tendances technico-économiques de la filière avicole française et rappelle l'importance de celle-ci à l'international.

		France	Europe (UE +/- Royaume-Uni)	Monde
Cheptel		Canards, dindes, poulets de chair, poules pondeuses...		
Production carnée (poulets de chair)		Production : 1,5 millions de tonne de viande → Plutôt stable	Leaders : Pologne, Royaume-Uni, Espagne, France □ En baisse	Leaders : Etats-Unis, Chine, Brésil, EU
Production d'œufs coquilles et d'ovoproduits		990 mille tœc → En baisse	Leaders : France, Allemagne, Espagne, Royaume-Uni	Leaders : Chine, Etats-Unis, UE, Inde
Exportations de viande de volaille		→ En baisse Destination : Intra-UE	→ En hausse Destination : Afrique, Proche et Moyen Orient, Asie de l'Est	
Importations de viande de volaille		→ En hausse Provenance : Pologne, Belgique, Pays-Bas	→ En hausse Provenance : Brésil, Ukraine, Thaïlande	
Solde commercial	Volume	→ Négatif	→ Positif	
	Valeur	→ Négatif		
Consommation		Viande de volaille : → Plutôt stable Viande de poulet : → En hausse Viande de canard et de dinde : → En baisse Œufs et ovoproduits : → Variable	Viande de volaille : → En hausse	Viande de volaille : → En hausse
Prix		En hausse	En hausse	En hausse

Tableau 7 : Dynamiques technico-économiques de la production avicole française en 2022, et son lien avec la production européenne et mondiale

C. Bilan du contexte économicopolitique de l'élevage

L'élevage français représente un secteur économique important pour l'hexagone. Il est en effet ancré dans la mondialisation et participe activement aux échanges mondiaux. La France fait partie des leaders européens dans toutes les filières, ce qui la classe en tête des pays de l'Union Européenne concernant l'élevage et les productions animales. L'UE est également un des leaders mondiaux de production concernant toutes les filières. Elle participe également grandement aux échanges mondiaux. Ceux-ci sont régi par les règles de l'OMC et sont encadrés au travers de multiples accords commerciaux entre différentes puissances commerciales.

Cette économie reste cependant fragile et demeure sensible face aux différents aléas auxquels sont confrontés l'élevage. Nous pouvons par exemple observer les impacts d'aléas sanitaires comme la grippe aviaire ou encore la peste porcine africaine, mais également d'aléas politiques (conflit russo-ukrainien), environnementaux (périodes de sécheresse) ou encore économiques (inflation) sur les performances technico-économiques des secteurs d'élevage. Les liens entre les différentes puissances mondiales sont tels qu'un aléa impactant un pays à l'autre bout de la planète a des conséquences sur de nombreux autres dont l'UE et la France. Nous pouvons citer comme exemple la réorganisation du marché mondial de la viande de porc et des filières de production européennes face à l'épidémie de PPA qui a touché la Chine.

III. Contexte social, sociétal et environnemental

A. Le contexte environnemental lié à l'élevage

1. L'élevage s'inscrit au sein d'une problématique planétaire : le changement climatique

En 2023, environ 14 millions d'hectares ont brûlé au Canada (110), le plus grand incendie jamais enregistré à l'échelle de l'Union européenne s'est produit en Grèce), les eaux de surfaces méditerranéennes sont montées jusqu'à 28,7°C (111), des pluies

diluviennes se sont abattues sur Pékin ou encore des températures terrestres du mois de Juillet ont été les plus hautes enregistrées depuis 1940 (112) Selon Antonio Guterres, secrétaire général de l'ONU, nous rentrons alors dans « l'ère de l'ébullition mondiale » (113). Le changement climatique est avéré et nous en assumons déjà les premières conséquences. L'élevage mondial évolue donc dans un monde changeant et va devoir s'adapter à de nouvelles conditions. Il nous semble donc primordial de détailler les évolutions possibles du climat sur les prochaines décennies afin de pouvoir mieux appréhender les enjeux que cela implique pour l'élevage de demain et la viabilité des scénarios d'évolution proposés ultérieurement.

a. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) génèrent un réchauffement global

Le groupe intergouvernemental pour le climat (GIEC) a rendu public son 6^{ème} rapport d'évaluation complet début 2023 et ce dernier nous expose la situation climatique actuelle (114). Il nous confirme ainsi que l'influence de l'Homme sur le réchauffement climatique est sans équivoque et que celle-ci est intensément liée à nos émissions de GES comprenant en majorité le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et enfin le protoxyde d'azote (N₂O). En effet, ces différents gaz ont la capacité de réchauffer notre atmosphère en augmentant l'effet de serre. C'est ce qu'on désigne comme le Pouvoir Réchauffant Global (115). Afin d'établir des bilans sur les émissions des différents pays, le GIEC se base sur des années de références situées entre 1850-1900. Cette période correspond à l'ère préindustrielle, considérée comme climatiquement stable par la communauté scientifique (114).

Il existe de multiples façons de représenter les émissions de dioxyde de carbone par pays. Nous avons fait le choix d'exposer les émissions cumulées de CO₂ afin de mettre en évidence les pays qui impactent le plus le réchauffement climatique. En effet, le CO₂ produit s'accumule dans la biosphère et entraîne des conséquences climatiques des années après son émission (116). D'après la figure 38, les pays les plus émetteurs sont les Etats-Unis, la Chine, la Russie et enfin le Brésil (117).

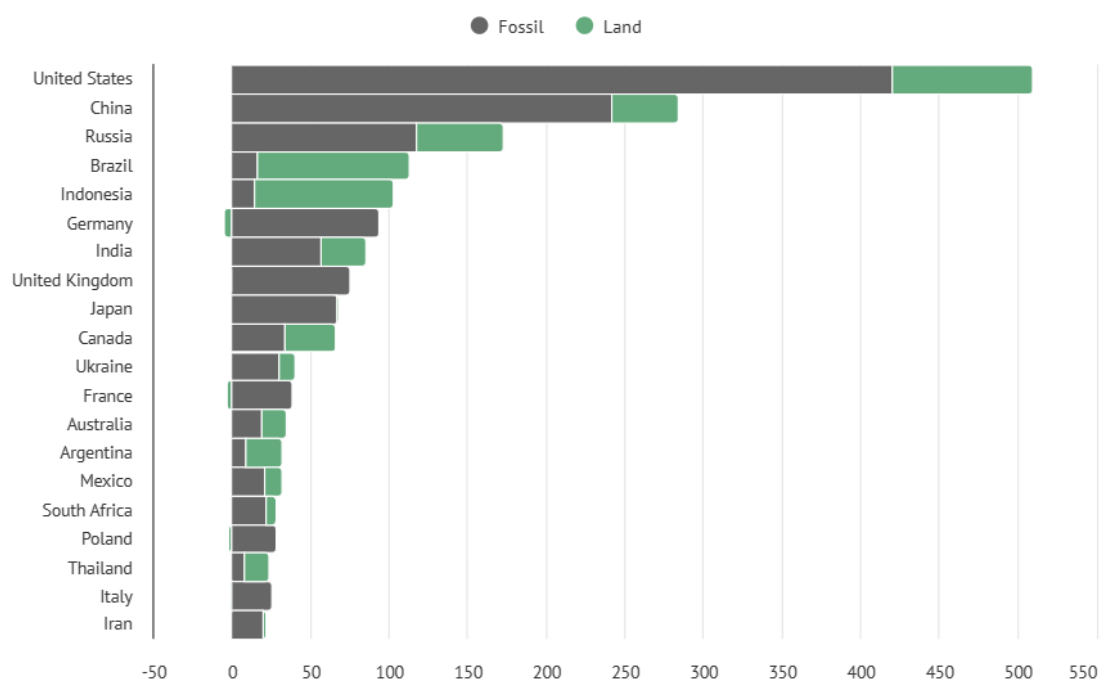


Figure 38 : Les 20 plus grands contributeurs aux émissions cumulées de CO2 entre 1850 et 2021 exprimées en milliards de tonnes (122)

En ce qui concerne les trois premiers pays, leurs émissions sont essentiellement dues à l'utilisation des énergies fossiles tous domaines confondus alors que les émissions brésiliennes sont quant à elles majoritairement dues à la gestion des terres. En effet, la consommation d'énergies fossiles du Brésil reste bien en dessous de celle de nombreux pays mais ce dernier pratique activement la déforestation depuis plusieurs dizaines d'années. Ainsi, les émissions liées à cette activité le propulsent vers la tête du classement.

En ce qui concerne l'Allemagne et la France, leur solde en termes d'émissions liées à l'utilisation des terres et des forêts est positif. Concrètement, en comparaison avec les autres pays, ces derniers possèdent plus de terres qui passent du stade cultivé à des zones forestières ou des prairies permanentes que l'inverse. Cet indicateur traduit un changement d'usage des terres entre 1850 et 2021 et non pas un état des lieux actuel des émissions nettes. Ces deux pays restent pour autant dans la liste des pays les plus émetteurs de CO₂ cumulé.

Ces données nous donnent une approche rétrospective afin de mieux visualiser les pays historiquement impliqués dans le réchauffement climatique. Il est important de

préciser que ce graphique ne tient pas compte des flux de CO₂ entre les pays mais seulement de leur production interne (117).

b. Les possibilités d'évolution du climat : projection jusqu'en 2100

Afin de pouvoir comprendre les enjeux de l'élevage de demain, nous devons nous attarder quelque peu sur les prédictions climatiques des décennies à venir. Dans le sixième rapport du GIEC, 5 scénarios possibles d'évolution du climat d'ici 2040 à 2100 sont établis (114). Les différentes propositions suggérées dépendent des politiques de gestion implémentées ou non pour faire face au réchauffement climatique à l'échelle mondiale (118).

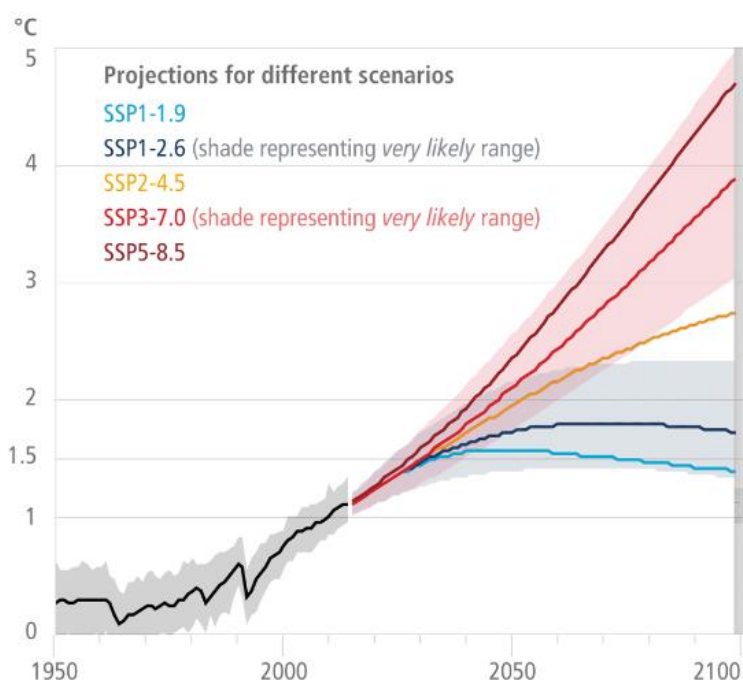


Figure 39 : les 5 scénarios possible d'évolution du climat d'ici 2100 (124)

Comme nous pouvons le constater sur la figure n°39, les scénarios diffèrent selon la variation modélisée de température relative à l'ère préindustrielle (119). Ces variations peuvent alors être faibles (2 premiers scénarios en bleu) à très importantes (2 derniers scénarios en rouge). Nous nous trouvons dès aujourd'hui à +1,1°C par rapport à l'ère

préindustrielle. Selon le GIEC, cette hausse de température va se poursuivre inévitablement jusqu'au milieu du siècle pour atteindre le seuil de +1,5°C. Le tout est donc de parvenir à rediminuer ou tout du moins à stabiliser cette augmentation. Le choix du scénario emprunté dépendra alors des politiques climatiques implémentées à l'échelle mondiale, de leur intensité et surtout de la rapidité de leur mise en place (114). En outre, les objectifs climatiques fixés par les Accords de Paris étaient de ne pas dépasser les +1,5°C d'ici la fin du siècle (120).

Chaque fraction de degré supplémentaire est importante puisque l'adaptation des êtres vivants devra y être proportionnelle. Les conséquences de ces différents scénarios sont explicitées (montée des eaux, augmentation de la température atmosphérique ...) et sont considérées par l'ensemble des auteurs comme étant inéluctables et irréversibles pour certaines d'entre elles. Toutefois, il est également envisagé que ces conséquences pourraient être atténuées en réduisant rapidement et de manière significative nos émissions de GES (114).

Le GIEC donne également des clés afin de réduire ces dernières. Par exemple, deux d'entre-elles en lien avec notre sujet seraient de réduire la conversion des écosystèmes naturels en des terres cultivées ou bétonnées et d'augmenter les pratiques amenant à un stockage plus important de carbone au sein du monde agricole. Ces deux leviers font partie de ceux qui auraient le plus d'impact parmi le panel de propositions (114).

2. Les conséquences du dérèglement climatique

Les conséquences du réchauffement climatique sont multiples. Nous en présenterons ici une liste non exhaustive en mettant en avant celles qui atteindront de manière directe l'élevage.

a. Hausse de la température atmosphérique et sécheresse

Nous venons de voir que les émissions de GES sont intimement liées à une augmentation de la température atmosphérique qui s'avère inévitable. Or, cette dernière peut engendrer voire aggraver certains phénomènes. Prenons l'exemple de la sécheresse. Celle-ci peut être définie de plusieurs manières selon le référentiel employé

(sécheresse météorologique, hydrologique ...). Pour autant, elle peut également être résumée comme étant « un déficit anormal, sur une période prolongée, d'une (au moins) des composantes du cycle hydrologique terrestre » (121). Elle correspond également à un déficit de ressource en eaux empêchant de répondre aux besoins des êtres vivants et de l'environnement (122). Ainsi, une période caractérisée par une hausse de la température atmosphérique augmente le taux d'évaporation de l'eau des sols, des cours d'eau, et des réservoirs. Cela réduit alors la disponibilité de l'eau et a pour conséquence une période de sécheresse (123). A l'inverse, la sécheresse elle-même peut aggraver l'augmentation de température. En effet, celle-ci génère une réduction de la transpiration des couverts végétaux afin de limiter leurs pertes en eau ce qui a pour conséquence une augmentation de la température atmosphérique (121). Les deux phénomènes sont donc capables de s'auto-entretenir.

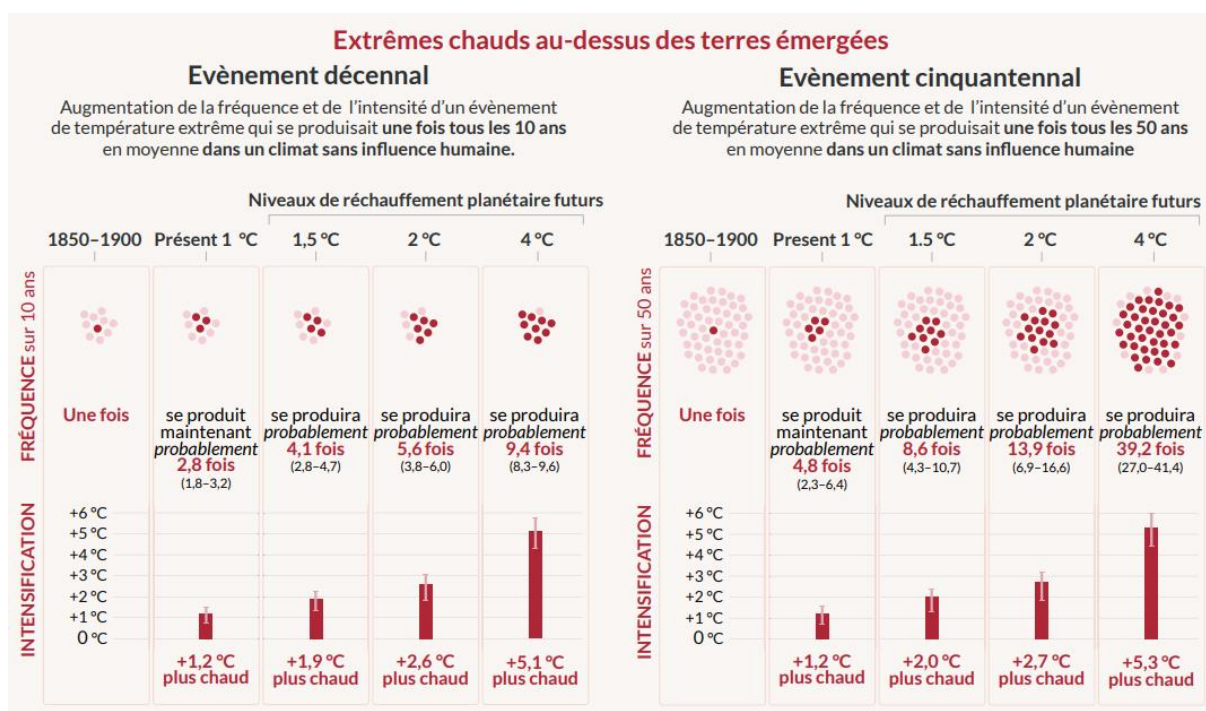


Figure 40 : Prédiction de l'évolution de la fréquence et de l'intensité des évènements de chaleur extrême selon les différents scénarios du GIEC (119)

Or, la fréquence et l'intensité des épisodes de chaleur extrême ont été modélisées selon différents scénarios (figure 40) (114). Ainsi, nous pouvons constater que ces évènements seront de moins en moins exceptionnels (environ 10 périodes d'extrêmes chaleurs sur 10 ans pour le scénario le plus alarmiste). Ils seront également d'intensité croissante. De ce fait, les épisodes de sécheresse le seront également (114).

Nous sommes d'ores et déjà témoins de plusieurs phénomènes de sécheresse. En 2022, nous avons pu assister à l'assèchement du fleuve du Verdon en France ou encore du Colorado aux Etats-Unis (124, 125). La Somalie a connu sa plus longue sécheresse responsable de famines et en Chine, dans le Jiangxi, le plus grand lac d'eau douce du pays (le lac Poyang) a perdu les $\frac{3}{4}$ de sa superficie (4 400 km²) (126). En France, des études ont révélé que les débits de nos fleuves sont voués à diminuer d'ici à la fin du siècle jusqu'à presque 50% dans le Sud-Ouest ou en région parisienne comme nous le montre la figure 41 (127).

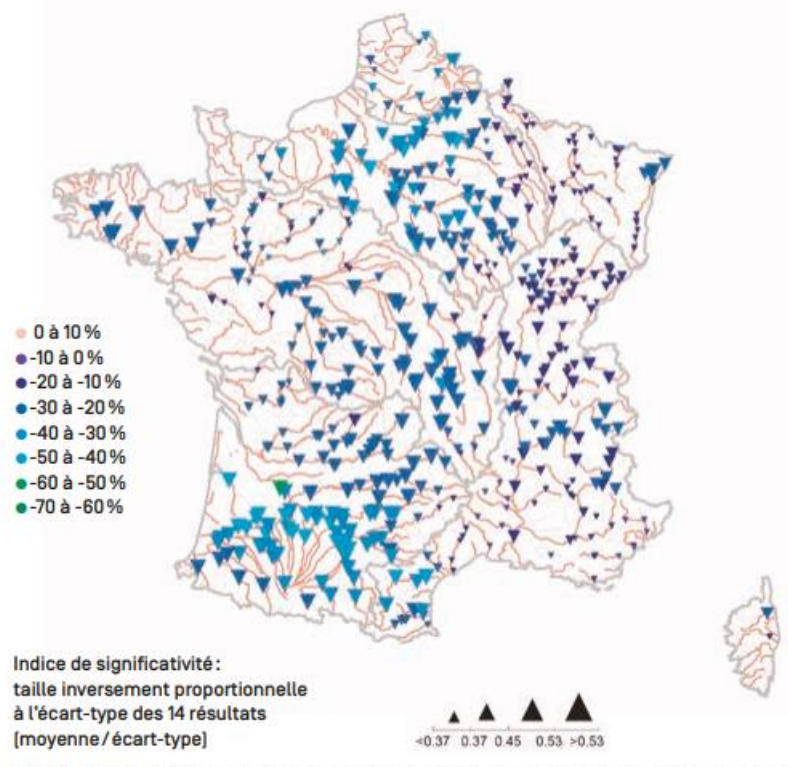


Figure 41 : Baisse du débit moyen des cours d'eau anticipé pour 2046-2065 en comparaison avec la période 1961-1990 avec une hypothèse de réchauffement d'environ +2°C (132)

Les sécheresses entraînent par ailleurs la diminution des rendements de certaines cultures (ex : colza) notamment celles à destination du bétail (128). Leur raréfaction induit une augmentation de leur prix à l'achat. De nombreux agriculteurs rencontrent déjà des difficultés à irriguer leurs cultures en été notamment celles qui sont très demandeuses en eau comme le maïs (129). En ce qui concerne les qualités nutritives des céréales, tout dépend du degré de sécheresse auquel on s'intéresse, de la hausse de température possiblement associée ou encore de l'espèce cultivée. Le stress hydrique chez les

végétaux n'est pas obligatoirement néfaste puisqu'il peut par exemple parfois mener à un meilleur taux en protéines. Toutefois, les chutes de rendements sont avérées et sont estimées à l'ordre de 10 à 15% (130).

b. Augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes

La sécheresse n'est pas la seule conséquence du réchauffement climatique à voir son intensité et sa fréquence augmenter. En effet, à titre d'exemple, pour un réchauffement à +1,5°C, les précipitations extrêmes (ex : moussons) et les inondations associées dans des régions d'Afrique ou encore d'Asie vont s'intensifier et être de plus en plus fréquentes (114). Ces régions du monde abritent de grandes zones d'élevage notamment de bovins, de porcs et de volailles en Asie de l'Est mais également de plus petites productions en Afrique équatoriale et de l'Est. Des catastrophes naturelles, comme des inondations, seraient alors dévastatrices et auraient un impact à la fois sur le marché international et sur les populations pour lesquelles l'élevage est la seule source de revenu.

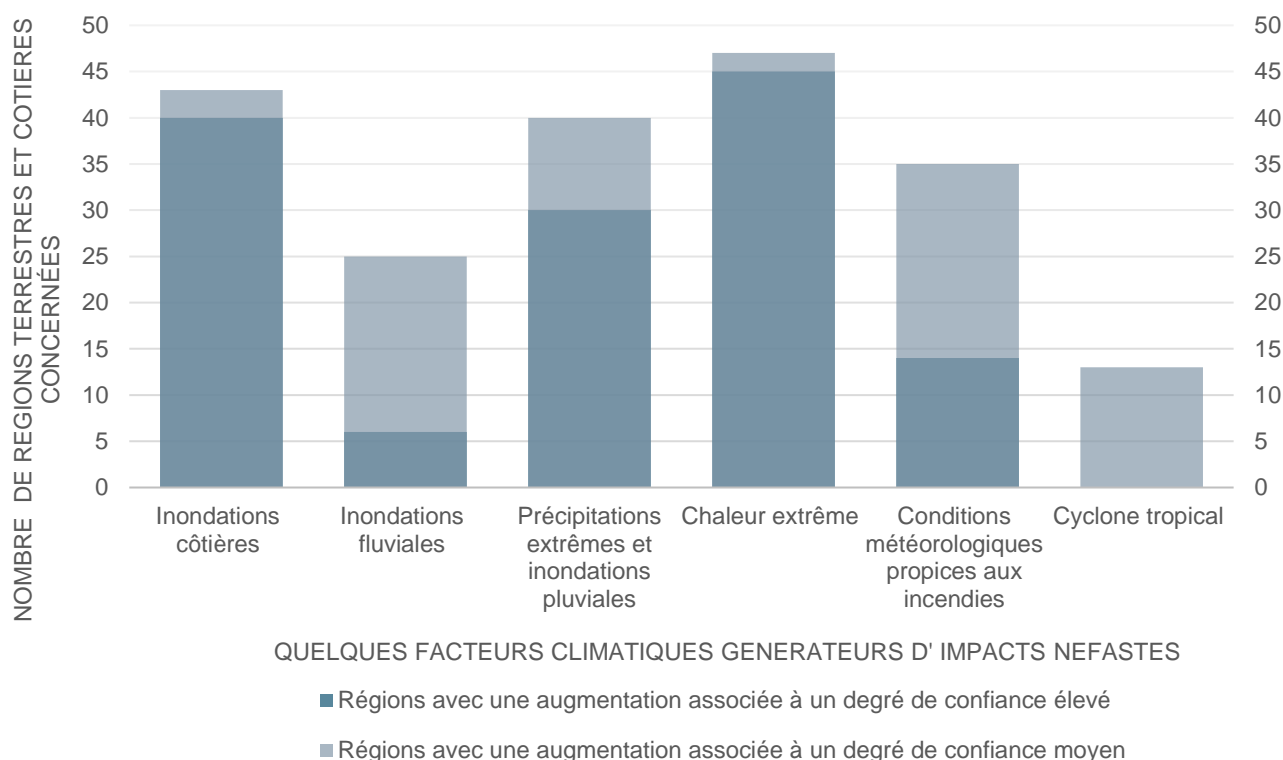


Figure 42 : Augmentation de l'occurrence de quelques facteurs climatiques par an dans le monde (données issues de (136))

Afin d'illustrer ces propos, le GIEC nous fournit alors une liste de phénomènes extrêmes appelés « facteurs climatiques générateurs d'impacts » ainsi que leurs variations prévues sur une période de 20 à 30 ans avec un réchauffement planétaire de +2°C par rapport à l'ère préindustrielle (114). Comme nous pouvons le constater dans la figure 42, tous ces phénomènes vont devenir plus nombreux au cours des prochaines années alors que nous connaissons dès à présent les conséquences possibles sur nos terres et nos élevages. En été 2023, la Grèce a connu une période de sécheresse intense facilitant les départs de feu. Cela a conduit à plusieurs mégafeux qui ont ravagé des milliers d'hectares, dévastant les écosystèmes et touchant durement les populations locales. A l'automne, des inondations causées par la tempête « Elias » ont également fait rage sur les mêmes terres déjà affaiblies par les précédents événements. Plus de 100 000 animaux de ferme ont été noyés et environ 450 000 hectares dont 97% étaient des terres cultivées, ont été décimés (131).

En outre, les inégalités économiques et sociales entre les différentes régions du monde génèrent des iniquités dans les moyens de prévention et de gestion de ces événements. Ce sont donc les pays en développement qui souffriront en premier des conséquences du dérèglement climatique. Ils sont en effet les moins aptes à endurer cette crise climatique et dépendent d'une certaine coopération internationale. De plus, ces derniers sont tout particulièrement vulnérables puisqu'ils sont fortement tributaires des ressources naturelles (132).

c. La notion de température humide

Comme nous venons de le voir, la température atmosphérique est un élément essentiel du biotope à prendre en considération afin de caractériser l'environnement dans lequel nous vivons. Toutefois, la viabilité des êtres vivants dépend également du taux d'humidité de l'air. Au-delà d'un certain seuil, la capacité des animaux à réguler leur température pourrait devenir insuffisante, entraînant un stress thermique suivi d'une possible défaillance multi-organique, pouvant, dans certains cas, mener à la mort (133).

En effet, il est aujourd'hui prouvé qu'une hausse de la température associée à un taux d'humidité donné génère un stress thermique chez les animaux (134). Les études utilisent alors la « température humide », caractérisée comme la température ressentie par un individu en raison de l'effet combiné de la température de l'air et de l'humidité relative.

Contrairement à la température sèche, qui mesure simplement la température de l'air, la température humide prend en compte la sensation de chaleur ou de froid ressentie par le corps en fonction de la quantité de sueur que la peau est capable d'évaporer (133). Cette dernière peut être appréciée de diverses manières dont via l'Index de Température-Humidité (ITH) (135). Ainsi, pour une température fixée (Annexe n°1), si le taux d'humidité (TH) augmente, l'ITH augmente également. Or, il a été montré qu'une augmentation de l'ITH génère une plus grande souffrance, humaine comme animale, vis-à-vis de la chaleur (136, 137). Cela est également valable pour des températures froides.

Comme mentionné précédemment, des seuils d'ITH ont été fixés par espèce au-delà desquels les animaux seront considérés en stress thermique (valeurs hautes et basses). Il n'existe pas de consensus déterminant un ITH unique mais le seuil de stress thermique semble se trouver entre 68 et 74 pour une vache laitière ou encore entre 68 et 84 pour la truie reproductrice (138, 139). Les intervalles de températures correspondantes à ces ITH sont respectivement [22°C-27°C] et [20°C-23°C] (cf. Annexe n°2). Ainsi, selon les conjonctures climatiques actuelles, une étude estime qu'un milliard de vaches pourraient être touchées par un stress thermique d'ici 2100 (136).

Les conséquences du stress thermique sont multiples et globalement communes à toutes les espèces. Les signes cliniques observés sont une tachycardie, une tachypnée ainsi qu'une hyperthermie associée à une sudation importante (pour les espèces capables de sudation) (133, 138, 140). Le porc ou encore la volaille sont des espèces qui ne sont pas capables de transpirer pour se thermoréguler. D'autres méthodes (conduction, rayonnement thermal, convection et évaporation) leur permettront alors de gérer leur température corporelle. Pour la volaille : la sélection génétique des souches de « chair » pour les poulets à viande n'arrange pas cette situation puisque les animaux possèdent une croissance rapide de leur musculature qui se fait au détriment d'organes vitaux (appareil cardiovasculaire) les rendant encore plus vulnérables à la chaleur (141).

Sur le plan alimentaire, nous pouvons constater une baisse d'ingestion chez toutes les espèces confondues (-0.85 kg de matière sèche ingérée par vache par exemple) ayant pour conséquence une diminution de la production ainsi qu'une baisse d'activité (142). Chez la vache laitière, la chute de production de lait est majorée par une réduction de la perfusion périphérique mammaire. La qualité du lait et du colostrum est également

altérée. Il y a généralement une baisse du taux protéique et une augmentation du nombre de mammites (associées à des taux cellulaires élevés) qui seraient alors favorisées par une baisse de l'immunité locale due à la chaleur (137, 143). Les veaux sont donc nourris avec un lait de moins bonne qualité et auront donc un gain moyen quotidien (GMQ) plus faible (144, 145).

Les hausses de températures affectent également les performances de reproduction. Plus l'ITH augmente, moins il y a de chances de réussite à l'insémination. La sécrétion des hormones reproductrices comme la GnRH ou encore la prolactine sont perturbées, la semence des mâles est de moins bonne qualité et les avortements sont plus fréquents (surtout durant les 42 premiers jours de gestation chez la vache laitière) (142).

Sur le plan bien-être, cela peut également participer au développement de comportements de compétition entre vaches lorsqu'il y a des zones d'ombres et des points d'eau à disposition (146). De plus, ces dernières restent beaucoup moins couchées, possiblement pour augmenter leurs capacités d'échanges thermiques, ce qui génère une augmentation des lésions podales (147).

Enfin, des températures trop élevées augmentent les taux de mortalités (148). Par exemple, chez les truies en lactation, ce taux est 5 à 6 fois plus élevé si la maternité avoisine les 30°C.

La notion de température humide dans un contexte de réchauffement global est donc essentielle.

d. Montée des eaux

L'augmentation des températures atmosphériques génère une dilatation thermique responsable à 50% de l'élévation du niveau de la mer entre 1971 et 2018. En effet, l'eau se réchauffe et devient donc de moins en moins dense. La fonte des glaces et notamment des calottes glaciaires participent également activement à ce phénomène. Cette fonte des glaces a été 4 fois plus rapide entre la période 2010-2019 qu'entre 1992-1999 (149). Ces phénomènes sont irréversibles à notre échelle temporelle. Cette hausse du niveau de la mer va poursuivre son augmentation pendant des millénaires car l'inertie climatique liée au réchauffement atmosphérique ne permet pas de stopper le phénomène (150). Pour autant, il est possible de le ralentir. Le niveau augmente à ce jour de 3,3 mm par an

et a gagné 23 cm entre 1980 et 2022 (151) (152). Ce rythme a presque doublé ces 30 dernières années et le niveau devrait encore s'élever de 26 à 77 cm d'ici 2100 (114).

L'inquiétude ne réside pas dans la vitesse de montée des eaux en elle-même puisque d'autres périodes géologiques ont connu des chiffres bien plus élevés. Toutefois, elles correspondaient à des phases transitoires d'une ère glaciaire à interglaciaire. La montée des eaux était alors attribuée en grande majorité à la fonte des glaces due au dégel. Aujourd'hui, une hausse est observée alors que la dernière ère glaciaire est loin derrière nous et que la prochaine ne devrait se produire que dans environ 50 000 ans (153).

Plusieurs problèmes se posent alors, notamment en lien avec l'agriculture. Cette montée des eaux menace d'inonder certaines zones à altitude faible. Les premiers à en subir les conséquences seront donc les petites îles ainsi que les terres et les villes côtières de basse altitude comme les Pays-Bas ou Venise. En ce qui concerne l'élevage, certaines zones, sans pour autant être submergées, risquent de subir de graves inondations comme en Bretagne par exemple (154). De plus, outre ces inondations, la montée des eaux marines menace les réserves en eau douce. En effet, l'eau salée au contact des terres s'infiltré jusqu'à atteindre les nappes phréatiques. L'eau douce devient alors saumâtre et les réserves en eaux se retrouvent inexploitable pour arroser les cultures ou encore abreuver le bétail. Cela peut alors devenir une vraie problématique pour les régions souffrant déjà d'aridité et de sécheresses intenses, et comptant sur les réserves souterraines pour combler ce déficit (155).

e. La notion de limites planétaires

Les limites planétaires ont été conceptualisées par un scientifique suédois aujourd'hui connu dans le monde entier nommé Johan Rockström. En 2009, accompagné d'une vingtaine de scientifiques internationaux, il détermine les différents facteurs essentiels à une vie pérenne sur Terre, qui participent à la résilience de notre planète et à sa stabilité (156). La résilience peut se définir comme l'aptitude d'un animal ou d'un système à répondre face à des perturbations ou des aléas, parfois soudains et imprévisibles (157). Par la suite, les scientifiques ont quantifié les seuils de ces différents facteurs au-delà desquels nous entrons dans l'inconnu et ne pouvons plus garantir le développement et la prospérité de l'humanité. Ce concept a été critiqué et ajusté au fil des années par différents groupements scientifiques, politiques et également sociétaux. Des chercheurs du « Stockholm Resilience Center » conseillent de prendre la partie basse des

incertitudes afin de définir des frontières minimales plutôt que des valeurs de basculement dans l'inconnu puisque ces dernières sont très variables et beaucoup plus aléatoires (158) .

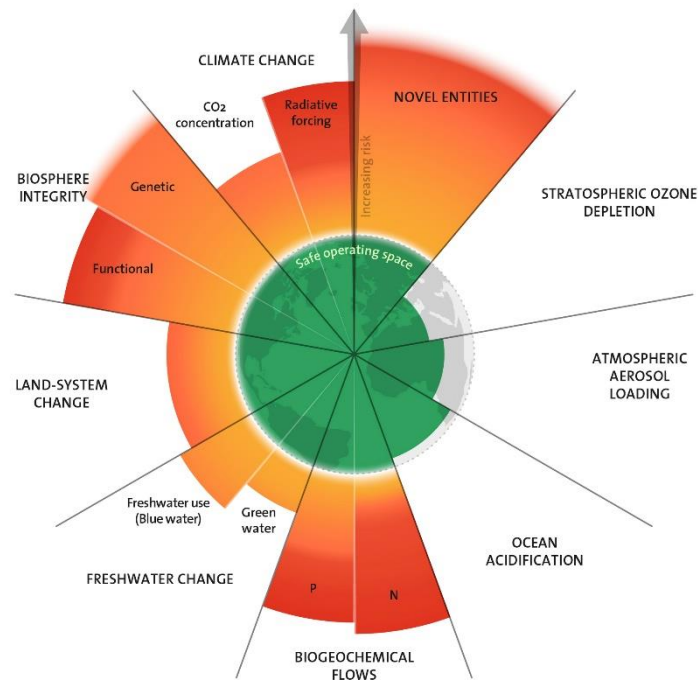


Figure 43 : Les 6 limites planétaires dépassées en 2023 (163)

De nos jours, 6 limites planétaires sont déjà dépassées en 2023 sur les 9 existantes (figure 43). Prenons l'exemple de l'eau douce. Une vache consomme 50 à 100L d'eau par jour. De plus, une irrigation importante des cultures à l'origine de leur alimentation est nécessaire à la bonne croissance végétale (159). Ainsi, l'eau douce est une ressource essentielle à l'élevage. Or, avec le réchauffement climatique, cette eau pourrait venir à manquer alors qu'elle constitue d'ores et déjà une denrée rare à l'échelle de la planète. En effet, celle-ci concerne 3% de l'eau terrestre dont seulement 1% est disponible, le reste étant stocké dans les glaciers ou dans le sol (160).

Le dépassement de la limite de l'eau douce est associé à une fréquence d'apparition plus importante de sécheresses, une inégalité de répartition des ressources en eau entre les régions du monde, une augmentation de la température de l'eau et une baisse de sa qualité (161). Les zones humides sont donc menacées et les écosystèmes qu'elles abritent également. De plus, la diminution des quantités d'eau disponible s'accompagne d'une baisse en qualité. En effet, les sécheresses ainsi que d'autres facteurs comme la hausse des températures de l'eau et des inondations plus récurrentes participent à sa

pollution par des apports importants de sédiments, d'agents pathogènes ou encore de pesticides (121).

L'ensemble des limites planétaires sont bien évidemment interconnectées les unes avec les autres. Par exemple, le changement climatique joue grandement dans les processus d'érosion de la biodiversité et de la même manière, influence les quantités d'eau douce comme nous venons de le voir (156).

3. Actions de l'élevage sur son environnement : l'élevage participe à sa propre chute en accélérant certains phénomènes

Au-delà de subir les effets du dérèglement climatique, l'élevage contribue à accentuer ce phénomène de plusieurs manières. Nous allons en détailler quelques-unes afin de mieux comprendre en quoi l'élevage participe à sa propre chute.

a. Contribution au réchauffement climatique et empreinte carbone

Nous avons étudié les différents secteurs émetteurs de GES pour tenter de situer la place de l'élevage dans tous ces phénomènes. L'agriculture est le deuxième secteur le plus émetteur de GES mondial et représente ainsi 23% des émissions globales nettes. Cela correspond alors à 13% du CO₂, 44% du CH₄ et 81% du N₂O émis via des activités humaines (162). Les deux GES émis majoritairement par le secteur agricole sont donc le méthane et le protoxyde d'azote. En ce qui concerne l'élevage, il contribue à hauteur de 12% aux émissions globales. Le secteur des transports, premier secteur émetteur de GES devant l'agriculture, en représente quant à lui 32% (163). En France, en 2022, le secteur agricole est à l'origine de 19% des émissions du pays et 20% de l'empreinte carbone (en teqCO₂) des Français via leurs modes de consommation (164). L'empreinte carbone est une donnée qui mesure la quantité totale de gaz à effet de serre émis, directement ou indirectement, par une activité, une personne ou un produit, exprimée en équivalent CO₂. Son unité est la tonne équivalent dioxyde de carbone ou « teqCO₂ » qui convertit les quantités de gaz émis en une quantité équivalente de dioxyde de carbone, offrant ainsi une base commune pour évaluer leur impact sur le réchauffement atmosphérique. Pour se faire, les émissions d'un gaz donné sont multipliées par leur Pouvoir Réchauffant Global (PRG), un coefficient issu de l'évaluation de la capacité d'un

gaz à effet de serre à piéger la chaleur dans l'atmosphère sur une période donnée, par rapport au dioxyde de carbone (CO₂).

Les émissions globales en France, exprimées en équivalent CO₂ (CO₂ eq), tous systèmes confondus, sont en régression depuis les années 90 mais pour autant cela reste insuffisant face aux objectifs fixés lors des Accords de Paris de 2015, visant la neutralité carbone pour 2050 (120). Par exemple, en ce qui concerne le secteur agricole européen, une baisse des émissions de 12% a été constatée entre 1990 et 2020, pouvant être attribuée à une diminution du cheptel, une meilleure gestion des effluents et une diminution d'utilisation des intrants azotés (165). Toutefois, au niveau mondial, une augmentation des émissions de 12% entre 1990 et 2010 nous montre bien que les objectifs sont loin d'être atteints (166). La figure 44 illustre ce propos en comparant les émissions par secteurs en France en 2022 avec les objectifs fixés pour 2030

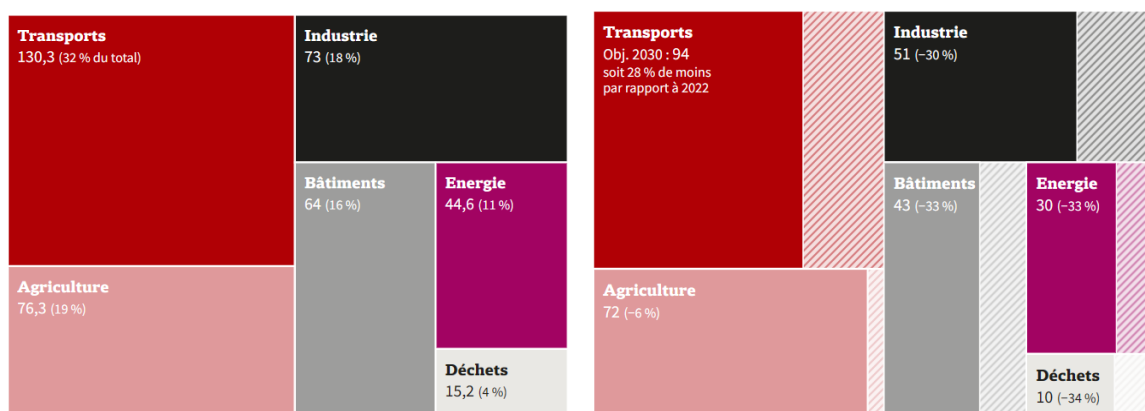


Figure 44 : Emissions 2022 par secteur (à gauche) et comparaison avec les objectifs 2030 attendus (à droite) (173)

En France, c'est la Stratégie National Bas Carbone (SNBC) qui fixe les objectifs climatiques du pays. Pour une période donnée, les émissions de GES ne doivent pas dépasser un certain « budget carbone ». La première édition sur la période 2015-2018 n'avait pas été couronnée de succès puisque ce dernier avait été dépassé. Toutefois, le SNBC 2 concernant la période 2019-2023 dont le budget carbone s'élève à 422 MtCO₂eq/an (contre 442 MtCO₂eq/an pour le SNBC 1) semble pouvoir être un objectif accessible, les émissions de 2021 et 2022 étant inférieures à cette valeur (167).

En ce qui concerne les origines des émissions, ces dernières sont variées. Le CO₂ agricole provient essentiellement de la déforestation pour libérer des terres cultivables ainsi que pour y élever du bétail tandis que le CO₂ émis par l'élevage provient

majoritairement de l'énergie utile à la ferme, à la fabrication et au transport des intrants (168). Le CH₄ est quant à lui issu principalement de la fermentation entérique des ruminants et de la fermentation de leurs déjections (fumier et lisier). Enfin le N₂O résulte essentiellement du stockage des effluents et de leur épandage générant des émissions directes mais également indirectes par le biais du processus de nitrification-dénitrification (formation de nitrates à partir d'ammoniac (nitrification), ou d'azote atmosphérique à partir des nitrates (dénitrification) dans le sol) (165).

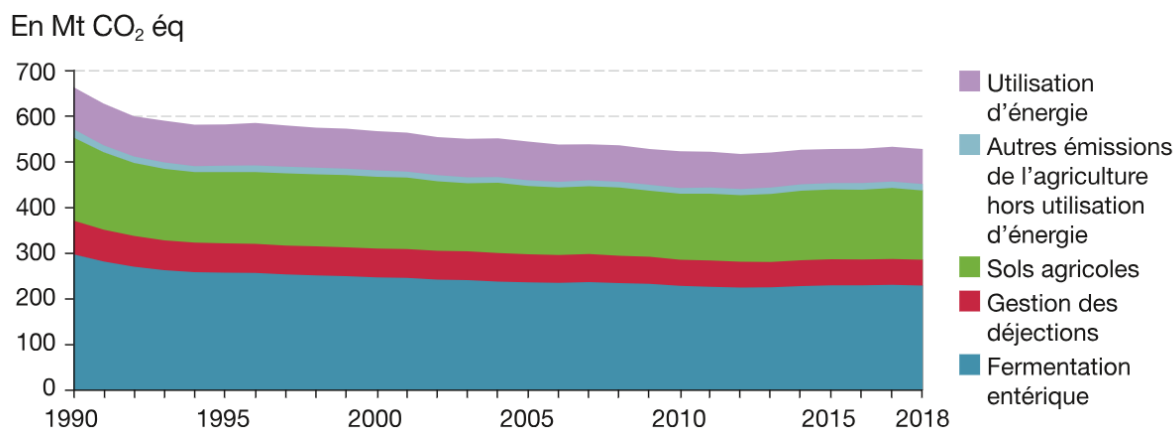


Figure 45 : Emissions de GES dans l'agriculture en Europe(176)

D'après la figure 45, nous pouvons garder en tête qu'en Europe, la majorité des émissions liées à l'agriculture sont issues de la gestion des sols agricoles (amendement, pesticides) et de la fermentation entérique des ruminants (169).

Selon un rapport de la FAO datant de décembre 2023, l'élevage des bovins est la principale source d'émissions de GES (62%) devant les porcs (14%), les poulets (9%) et enfin les petits ruminants (7%) (170). Ces chiffres découlent notamment du fait que le méthane (principal GES émis par les ruminants) a un pouvoir réchauffant global (PRG) 28 fois supérieur à celui du CO₂. La filière d'élevage des ruminants est donc la première source d'émission de GES (cf. figure n°46) (171). En termes de denrées consommables, la viande émet des GES à hauteur de 67% suivie du lait (30%) puis des œufs (3%) (170). Il est important de préciser que les chiffres présentés ci-dessus ne tiennent pas compte de la variabilité qui existe entre les émissions issues d'élevages de monogastriques et celles des élevages polygastriques.

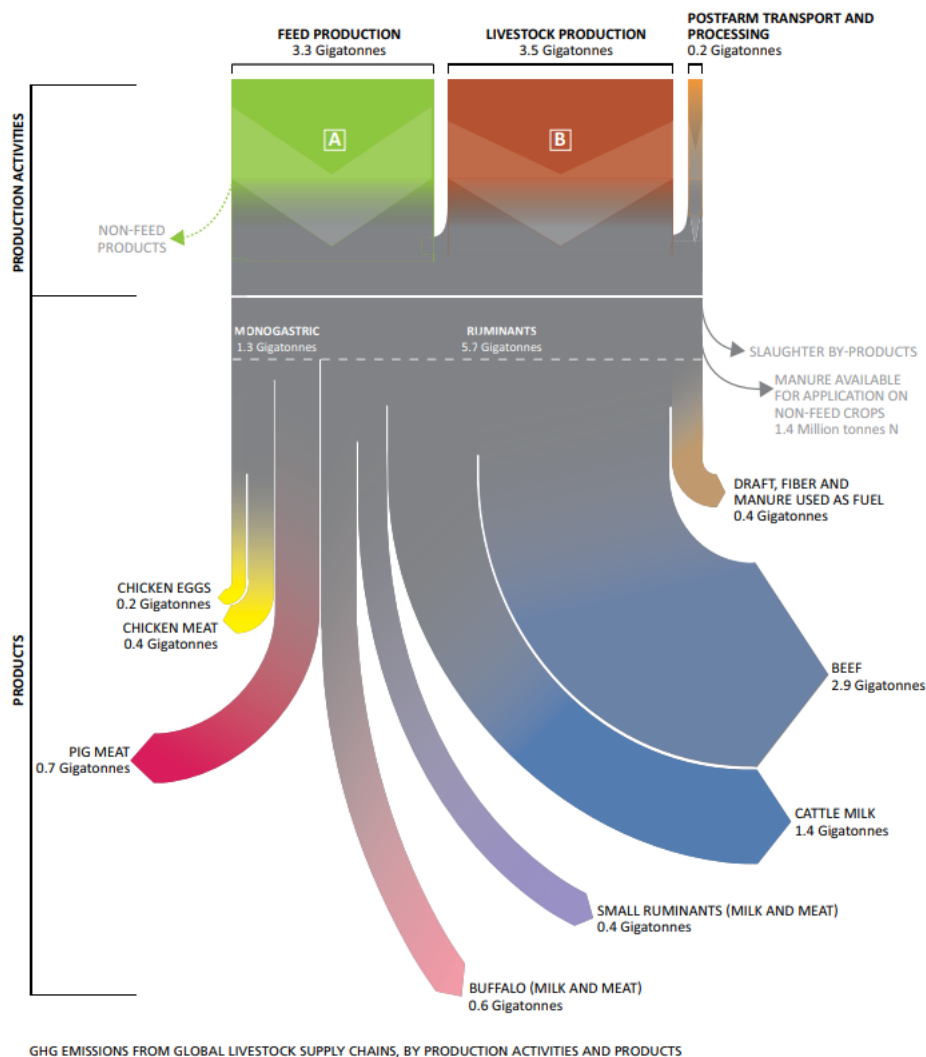


Figure 46 : Emissions de GES selon les types de production et de produits finaux obtenus (179)

Il serait cependant réducteur de nous en tenir uniquement aux émissions de GES strictes pour comparer l'impact environnemental de systèmes d'élevages étant donné les nombreux autres effets possibles (biodiversité, qualité des sols ...) Ainsi, afin de quantifier l'empreinte carbone de l'élevage, les études actuelles se basent sur des calculs par analyse de cycle de vie (ACV) (165). Ces dernières permettent d'intégrer les émissions réalisées tout au long de la chaîne de production notamment celles provenant des industries des engrais, des pesticides ou des tourteaux importés, et non plus uniquement à l'échelle de l'élevage et également de les pondérer. Plusieurs organismes ont mis au point leurs propres modèles d'ACV et notamment la FAO via le GLEAM (Global Livestock

Assessment Model) en 2013. Cette nouvelle approche a été développée dans le but de connaître les principaux postes d'émissions au sein des différentes filières mais également de pouvoir comparer l'efficacité de certaines techniques de réduction de ces dites émissions. A ce jour, cette méthode de calcul prend uniquement en compte les émissions de GES mais souhaite à terme inclure aussi d'autres conséquences environnementales comme la pollution aux nitrates (172).

Les résultats du GLEAM mettent alors plusieurs choses en évidence. Entre autres, ils permettent de mettre en exergue les postes d'émissions de GES les plus importants pour chaque filière. Ainsi, nous savons que ce sont l'alimentation ($\approx 36\%$) qui génèrent le plus de GES dans toutes les filières. Celle-ci représente même jusqu'à 77,6% des postes de dépense en ce qui concerne les volailles de chair comme le poulet. A cela, s'ajoute la fermentation entérique ([42,6- 56]%) chez les ruminants et la gestion des effluents ([20-27,4]%) chez les porcs et les poules pondeuses (voir tableau n°8). De ce fait, les leviers pour une meilleure gestion environnementale de l'élevage dépendront du type de production (172).

Des différences sont également notables entre des modèles plutôt extensifs et intensifs avec des émissions qui semblent plus faibles pour ce dernier (166). Les études montrent que le bœuf élevé de manière industrielle (ex : *feedlot*) tend à avoir une empreinte carbone par kilogramme de viande plus faible en raison de l'efficacité de la production. Cependant, cette réduction d'empreinte carbone est souvent compensée par d'autres impacts environnementaux négatifs, tels que la déforestation pour les cultures de soja et de maïs, la perte de biodiversité et la pollution de l'eau. En revanche, le bœuf élevé en plein air peut avoir une empreinte carbone par kilogramme de viande plus élevée, mais avec des bénéfices potentiels pour le bien-être animal, la biodiversité et la séquestration du carbone dans les pâturages. Il est également important de préciser que les empreintes carbones calculées varient parfois beaucoup d'un pays à un autre (170).

Grâce aux données présentées ci-dessus, nous pouvons constater que l'élevage possède une part de responsabilité importante dans les émissions mondiales de GES. Des modifications dans la façon d'élever nos animaux et de gérer les externalités négatives liées à l'élevage (ex : méthane, effluents) pourraient avoir un réel impact sur le

réchauffement climatique. Nous illustrerons ces propos un peu plus loin dans cet écrit par des exemples de projets visant à réduire les émissions de méthane par les ruminants.

	Viande de bœuf	Viande/lait de petits ruminants	Viande de porc	Viande de poulet	Lait de vache	Œufs
<i>Pourcentage des émissions globales de l'élevage</i>	44%	6%	11%	6%	21%	3%
<i>Principales sources d'émissions</i>	Alimentation (36,2%) Fermentation entérique (42,6%)	Alimentation (~36,4%) Fermentation entérique (~56%)	Alimentation (60,2%) Stockage des effluents (27,4%)	Alimentation (77,6%)	Alimentation (36%) Fermentation entérique (46,5%)	Alimentation (69,4%) Stockage des effluents (20%)
<i>Empreinte carbone Moyenne</i>	67,6 kg éq. CO ₂ /kg (18,2 kg éq. CO ₂ /kg pour la viande issue du cheptel laitier)	Lait: 6,5 kg éq. CO ₂ /kg Viande: 23,8 kg éq. CO ₂ /kg	6,1 kg éq. CO ₂ /kg	5,4 kg éq. CO ₂ /kg	2,6 kg éq. CO ₂ /kg	3,7 kg éq. CO ₂ /kg

Tableau 8 : Bilan des émissions et de leurs origines par type de production

b. Consommation et pollution de l'eau

Les médias soulignent régulièrement le fait que l'élevage est un grand consommateur d'eau. Le nombre de 15 000L d'eau nécessaire pour produire 1kg de viande bovine est régulièrement avancé (173). Le calcul à l'origine de cette donnée a pour but d'évaluer « l'empreinte eau » que possède l'élevage et prend pour cela en considération « l'eau verte », « l'eau grise » et « l'eau bleue » (174) . L'« eau verte » correspond à l'eau de pluie nécessaire à la pousse de l'herbe des pâtures et représente 93% du total de l'eau utilisée. L'« eau grise » est représentative de la quantité d'eau hypothétique qu'il faudrait ajouter à l'eau issue des élevages pour la dépolluer. Elle prend uniquement en compte les pollutions par les nitrates. Quant à l'« eau bleue », cette dernière représente l'eau de surface ou souterraine réellement consommée par les élevages.

L'« eau verte » et l'« eau grise » sont donc des données estimées et conduisent à des résultats controversés (175). Par exemple, en tenant compte de l'eau verte dans notre calcul, plus un élevage est extensif, plus sa surface en herbe est importante donc plus ses besoins en eau de pluie sont élevés. Un élevage extensif aura donc une empreinte eau plus élevée qu'un élevage intensif en intérieur strict et serait donc le plus néfaste pour

l'environnement. Ce raisonnement est hasardeux sachant que les besoins en eau de cette prairie sont identiques avec ou sans bétail. A l'inverse, cette dernière serait possiblement inexploitable sans une activité d'élevage due à des contraintes topographiques (par exemple, un terrain trop pentu pour y permettre le passage de machines agricoles). Nous choisissons donc d'être précautionneux quant à l'usage de ces données. Si nous effectuons maintenant un calcul basé uniquement sur l'« eau bleue » donc l'eau réellement utilisée par les élevages, les résultats montrent des consommations beaucoup plus faibles. Les chiffres varient entre 550L/kg à 700L/kg viande en moyenne, en tenant compte de divers modes de production et dans divers pays (176). La figure n°47 permet d'avoir un ordre d'idée de la consommation moyenne d'eau par type de production. Nous pouvons alors constater que la production de viande de chèvre, de viande de poulet, d'œufs et de lait sont celles qui demandent le moins de ressources en eau (177).

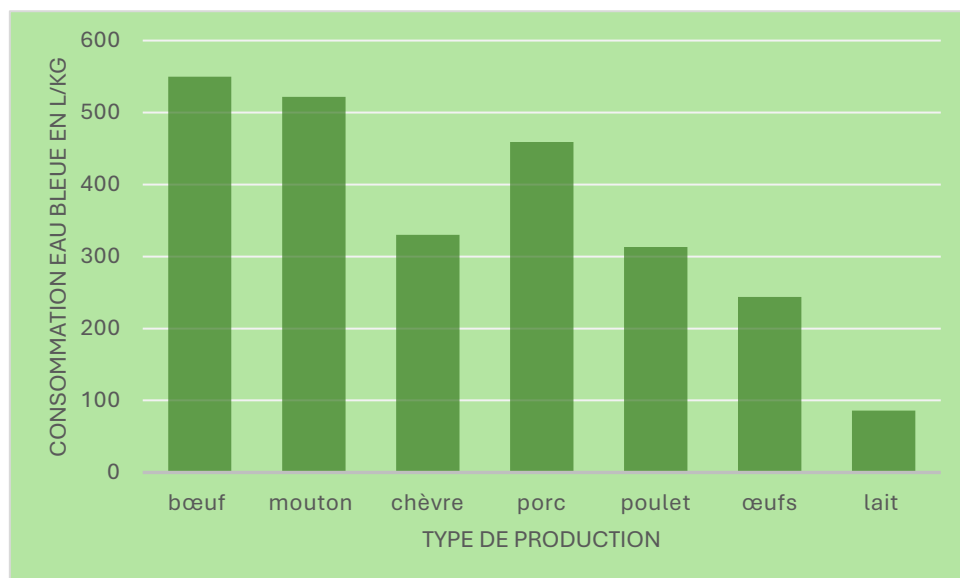


Figure 47 : Consommation moyenne d'eau bleue (L/kg) selon les types de production animales (117) Moyenne réalisée entre 7 pays (Australie, Brésil, Chine, Inde, Pays-Bas, Russie, USA). Pour chaque type de production, le chiffre obtenu est lui-même la moyenne de ceux obtenus selon si les bêtes sont élevées en système extensif ou intensif.

De ce fait, le référentiel d'étude pris afin d'estimer la consommation d'eau par l'élevage est crucial (176). Par ailleurs, en France, 92,5% de l'eau agricole est utilisée à des fins d'irrigation des cultures notamment à destination du bétail et 6% pour l'abreuvement direct des bêtes (178).

Une autre problématique intrinsèque à l'élevage est son impact sur la qualité des eaux environnantes (cours d'eaux, eaux côtières et eaux souterraines) notamment via la pollution aux dérivés azotés et phosphorés. Nous avons vu dans une partie précédente que les limites planétaires concernant le cycle de l'azote et du phosphore étaient atteintes, or l'élevage est une source importante de rejets azotés et phosphorés dans l'environnement par le biais de plusieurs mécanismes.

L'azote est un composé chimique aux formes très variées, dont certaines peuvent générer un gaz à effet de serre bien plus impactant sur l'environnement que le CO₂, comme le protoxyde d'azote (N₂O) mais également des gaz toxiques pour nos poumons (dioxyde d'azote NO₂ et ammoniac NH₃) capables de se redéposer dans l'environnement sous forme de nitrites (NO₂⁻) et nitrates (NO₃⁻). Cela peut alors entraîner des conséquences néfastes sur la faune et la flore locales (179). L'azote retrouvé dans l'environnement a globalement deux origines possibles en lien avec l'agriculture : les plantes légumineuses qui sont capables de fixer l'azote de l'air, des fertilisants pour les cultures (procédé industriel de fixation de l'azote atmosphérique) (180). En ce qui concerne le phosphore, ce dernier résulte de l'extraction minière de roches phosphatées donc est une ressource non-renouvelable (181).

Les problématiques liées à l'azote (N) et au phosphore (P) en élevage se trouvent à plusieurs niveaux de la chaîne de production. En amont, nous retrouvons une grande quantité de dérivés azotés dans les fertilisants utilisés pour les cultures dont celles indispensables à l'alimentation du bétail. Rappelons de ce fait que 33% de la production céréalière mondiale est destinée à l'alimentation animale dont 74% de la production de maïs (182), soit ¼ de l'ensemble des végétaux produits sur des terres arables (183). Les terres cultivées (tant pour l'alimentation animale qu'humaine) se retrouvent pour certaines régions saturées en N et P. On estime que la France possède un surplus d'azote de 902 000 tonnes, ce qui représente une moyenne nationale d'environ 32 kg/ha de SAU. En 2010, cet excédent représentait 28 % de la fertilisation azotée totale nette (167). Contrairement aux monogastriques, les ruminants ont la capacité de convertir l'azote de fourrages non consommables par l'Homme en produits animaux riches en protéines de qualité comme la viande ou le lait. L'élevage des monogastriques est donc la filière pour laquelle on retrouve le plus d'excédents azotés et phosphorés (184). En aval, les pertes de N et P se font majoritairement par le biais des urines et des déjections. Celles-ci se retrouvent en plus ou moins grande quantité dans les sols et dans l'air selon la gestion des effluents. Entre autres,

ces pertes sont d'autant plus importantes lorsque le fumier ou le lisier n'est pas stocké dans un endroit couvert ou encore quand la ventilation du bâtiment n'est pas optimisée. Il a été montré que les pertes d'azote peuvent varier de 20% à 80% selon le mode de stockage (185). Les pertes se font alors sous forme de protoxyde d'azote (participe au réchauffement climatique) mais également sous forme d'ammoniac (pollution atmosphérique). Des règles concernant cette gestion ont été fixées selon les pays. En France, dans les années 1990, on commence à suggérer que les effluents doivent être correctement stockés et épandus en quantité raisonnable à des moments précis dans l'année, en suivant des calendriers d'épandage (179). Toutefois, une quantité trop importante de N et P se retrouve lixiviée et pollue les eaux ou alors se volatilise et participe à la pollution de l'air. En effet, la majorité de l'azote (et du phosphore) ingéré par l'animal est excrétée : 55 à 95% pour l'azote et 58 à 80% pour le phosphore selon le type d'alimentation et de production (186). Cela représente donc des concentrations élevées dans les effluents d'autant plus qu'il est difficile de connaître précisément le pouvoir de fixation de l'azote de chaque parcelle afin d'optimiser parfaitement l'épandage. Il y a donc de grandes chances pour que le sol se retrouve saturé en N et P.

Afin de comparer les différents types de production, deux indicateurs peuvent être utilisés : l'efficacité et le bilan azotés (respectivement phosphorés). L'efficacité azotée est définie comme le rapport entre la quantité d'azote présente dans les produits obtenus en bout de chaîne (viande, œufs, lait etc.) et la quantité d'azote initialement ingérée par le bétail (187). Quant au bilan, ce dernier désigne le surplus d'azote non valorisé et augmente donc proportionnellement avec la quantité d'intrants. Il peut s'exprimer de différentes manières rendant difficile l'interprétation des résultats obtenus par les diverses études sur le sujet (188). Ces deux indicateurs sont régulièrement repris dans les différentes publications sur l'élevage puisqu'ils sont loin d'être optimisés. Que cela concerne l'efficacité ou le bilan azoté, ces deux paramètres varient fortement selon les espèces (189). En effet, l'efficacité azotée serait d'environ 40% pour ce qui est de l'élevage de bovins laitiers, 5% seulement pour les bovins allaitants, 20% pour l'élevage porcin et enfin 34% pour la volaille selon une étude datant de 2006 (189).

Le type de production influence également les résultats. Les productions industrielles possèdent un cycle de l'azote particulièrement ouvert (beaucoup de pertes donc un bilan élevé) car elles consomment beaucoup d'intrants qui ne sont pas complètement valorisés

alors que des productions plus extensives ou alors qui couplent la production animale et végétale utilisent moins d'intrants donc possèdent un bilan plus faible (189). Ces résultats sont parlants en termes de bilan azoté, cependant les tendances s'inversent si on parle en termes d'efficience. A ce moment-là, le modèle industriel possède de meilleurs résultats, avec une efficience davantage proche de 1. La technicité de ces élevages leur permet en effet de limiter l'azote perdu tout au long de la chaîne de production. Toutefois, l'efficience occulte la quantité d'intrants utilisée en amont et les quantités perdues en aval. Certes, le rapport entre les deux est peut-être meilleur que pour un élevage extensif, pour autant la quantité perdue peut tout de même rester très élevée. De ce fait, il est important de confronter le bilan et l'efficience lorsqu'il s'agit de comparer différents types d'élevages en gardant en tête qu'il a été montré que les pertes augmentent avec l'intensification (190).

La pollution de l'eau issue de l'excédent d'azote et de phosphore dans le milieu génère ainsi un phénomène aux conséquences néfastes tant pour le biotope que la biocénose : l'eutrophisation. L'eutrophisation est définie par l'INRAE comme étant « le syndrome d'un écosystème aquatique associé à la surproduction de matières organiques induit par des apports anthropiques en phosphore et en azote » (191). Cette dernière se traduit par un développement excessif d'algues vertes accompagné d'un appauvrissement en oxygène dans l'eau générant une mortalité accrue de certains organismes aquatiques, la production de gaz toxiques lorsque ces algues entrent en décomposition (hydrogène sulfuré) et une altération du patrimoine paysager. L'origine de ces pollutions peut être située à plusieurs centaines de kilomètres des zones concernées. Les ruisseaux et des nappes phréatiques contaminés qui les desservent suffisent à acheminer les surplus de matière organique suffisants. Dans le monde et notamment en France, sur les côtes Bretonnes, l'eutrophisation génère des « marées vertes » par accumulation d'algues depuis 1971 (186). La journaliste Ines Leraud a investigué sur ce phénomène en enquêtant sur la mort par infarctus d'un chauffeur de camion transportant des algues vertes ramassées quotidiennement sur les plages bretonnes. Son but était alors d'alerter les populations sur les éventuels risques liés aux algues vertes. À la suite de ce décès, des mesures de protections pour les personnes manipulant ces algues en décomposition ont été prises. Par ailleurs, le tribunal rejette toujours le lien de causalité entre l'hydrogène sulfuré issu de ces algues et ce décès, malgré la reconnaissance d'un accident du travail (192).

Le phénomène des marées vertes représenterait donc à la fois une problématique de santé publique et de dégradation des écosystèmes. Le phénomène d'eutrophisation va de

pair avec une forte spécialisation des régions agricoles générant une déconnexion entre les activités d'élevages et de cultures. C'est la raison pour laquelle la Bretagne, riche en élevages hors-sol, est la région la plus concernée par ce phénomène en France car le découplage élevage-culture y est très fort. De plus, la concentration en élevage y est importante puisque la région regroupe 20% des vaches laitières, 56% des porcs et 26% des volailles du pays (184).

c. Des liens étroits entre la biodiversité et l'élevage

L'élevage et le monde agricole au sens large sont parfois critiqués pour leur implication dans la chute de biodiversité à laquelle nous devons faire face à l'heure actuelle. En effet, nous parlons aujourd'hui « d'effondrement » de la biodiversité. L'IBPES (plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques) parle alors d'une sixième extinction de masse qui touche tous les types d'espèces (193). Depuis 200 ans, le rythme d'extinction est 10 à 1000 fois plus rapide que celui de ces 10 derniers millions d'années. La proportion d'espèces menacées d'extinction est d'environ 25% comprenant les vertébrés, invertébrés, des végétaux terrestres et aquatiques, sachant que ce chiffre est largement sous-estimé à cause de la méconnaissance d'un grand nombre d'espèces (193). Ce phénomène entraîne avec lui une chute de la diversité génétique, indéniablement impactée par le déclin du nombre d'espèces (194). Par ailleurs, 34% de la perte totale de la biodiversité est imputable à l'agriculture dont les $\frac{3}{4}$ seraient attribuables à l'élevage en tenant compte de l'impact des cultures nécessaires à l'alimentation animale (195).

En outre, la diversité génétique au sein des espèces domestiques est également menacée puisqu'une quête de la « race parfaite » pour chaque espèce a été menée depuis le XIX^{ème} siècle (196). De nos jours, quelques races spécialisées, en grands effectifs et possédant une vaste aire de diffusion, prédominent. Cependant, leurs bases génétiques très limitées restreignent leur potentiel d'adaptation. La large prédominance de la race Prim'Holstein en filière bovin laitiers en est le parfait exemple. Une étude a révélé qu'en 1932, 80% du cheptel bovin français était constitué de 10 races, contre seulement 4 en 2014 (196). Ainsi, en France en 2023, 168 races domestiques locales, toutes espèces d'élevage confondues, sur les 200 recensées, sont menacées d'abandon (197). Des travaux comme ceux du CRB (Centre de Ressources Biologiques) de l'INRAE assurent la conservation d'une grande collection de matériels génétique et reproductif.

Le lien entre l'agriculture, l'élevage et la biodiversité dépend de nombreux paramètres. Entre autres, la conversion des habitats naturels en zones d'élevage est un des phénomènes impliqués dans la dégradation de la biodiversité (198). Plusieurs études montrent en effet que le pâturage sur une parcelle peut avoir des effets variables à délétères sur cette dernière (199). Un chargement trop important a par exemple pour conséquence une diminution de la diversité des arthropodes telluriques : le couvert végétal tend à s'homogénéiser n'offrant pas l'environnement propice à la pérennité de certaines espèces (199). En outre, le piétinement par les animaux de rente affecte quant à lui l'abondance de ces arthropodes (200). Une méta-analyse de 2020 ayant regroupé le travail de 109 études indépendantes, au sein de 20 pays, sur tous les continents exceptée l'Antarctique, nous annonce que l'exclusion du bétail d'une pâture augmente généralement l'abondance et la diversité des animaux surtout pour les niveaux trophiques dépendant directement des plantes comme les pollinisateurs et les herbivores. Ce sont les espèces les plus impactées par le pâturage car une compétition se met en place pour les ressources végétales à disposition. A l'inverse, les populations de détritivores sont les seules à avoir tendance à diminuer à la suite du retrait du bétail. De plus, lors de l'exclusion des animaux d'élevage de la parcelle, les conséquences du pâturage restent visibles pendant 10 à 20 ans et les écosystèmes ne retrouveraient pas leur composition et leur qualité à terme. Ainsi, seulement 4 études sur les 109 déclarent des effets positifs du pâturage sur la biodiversité entre autres en maintenant les espaces ouverts (201). De nos jours, les cas de figure pour lesquels le pâturage participe à la conservation de la biodiversité sont donc très restreints et ne peuvent être considérés comme une généralité. Des études ont également démontré que les prairies de systèmes intensifs peuvent présenter une biodiversité moins élevée qu'une zone de grandes cultures (202). Pour autant, l'implication de l'élevage dans la chute de biodiversité fait l'objet de controverses : ses conséquences sont souvent négatives, mais il est difficile de déterminer dans quelle mesure ce phénomène est contrebalancé par les effets positifs qu'il exerce sur le système prairial. Nous y reviendrons un peu plus tard. Ainsi, les études réalisées sur le sujet supposées orienter le débat font l'objet de contre-analyses afin de mettre en évidence des biais d'échantillonnage ou encore statistiques (203). Par ailleurs, ce raisonnement est valable seulement pour les modèles d'élevages extensifs (ex : bovins, ovins et caprins). Pour les élevages de porcs, de volailles ou encore de bovins laitiers, dont la majorité suivent des modèles intensifs hors-sols, ceux-ci participent à la fragmentation des écosystèmes et à l'artificialisation des milieux. En effet, la construction des structures

d'élevages sur des zones naturelles est un facteur de chute de biodiversité au sein de ces dernières (204).

Nous avons jusqu'alors parlé uniquement du lien direct qui existe entre l'élevage et la biodiversité. Toutefois, la production de l'alimentation animale en amont de la chaîne est l'une des problématiques majeures. En effet, les animaux sont nourris à partir de cultures diverses et variées et entre autres de tourteaux de soja. Ces tourteaux sont réalisés à partir de parties de la plante non valorisables pour l'alimentation humaine. Les graines de soja sont quant à elles consommables par l'Homme et sont destinées à la production d'huile (205). Les cultures de soja sont au cœur du débat médiatique puisque ces dernières entretiennent un lien étroit avec la déforestation. Pour rappel, la déforestation implique la coupe, le défrichage ou l'incendie de vastes zones de forêt, généralement pour faire place à l'agriculture, à l'élevage ou à d'autres activités humaines (206). Ainsi, les cultures de soja se sont largement développées ces dernières années en Amérique du Sud, tout particulièrement au Brésil, entraînant une déforestation massive de la forêt Amazonienne. Par ce biais, le Brésil est aujourd'hui le premier producteur mondial de soja (207).

L'espace libéré est également utilisé afin d'y développer des structures d'élevage intensives sous forme de *feedlot*. En 2023, au Brésil, 2,8 millions d'hectares ont été déforestés et entre autres 1,1 millions de forêts primaires. Depuis le début de son exploitation, 17% de la forêt originelle a déjà été rasée et 14% a été remplacé par des terres agricoles (208). Cela représente environ un million de km² de forêt entre 1970 et 2018 soit une superficie capable d'accueillir 100 millions de bovins (209). La déforestation de forêt primaire a pourtant diminué de 36% entre 2022 et 2023 grâce à la défaite de Jair Bolsonaro face Lula Da Silva à la présidence du Brésil mais les chiffres restent malgré tout très préoccupants. La déforestation ne concerne cependant pas uniquement les cultures de soja mais aussi d'autres productions comme le cacao, le caoutchouc ou encore l'huile de palme et ce à travers le monde (Afrique subsaharienne, Asie du Sud-est et Océanie par exemple) (210). En effet, les terres rendues disponibles sont propices aux cultures, surtout sur brûlis. Le brûlis est une technique agricole qui consiste à brûler la végétation d'une parcelle pour la préparer à la culture (211). Ce changement d'usage des terres affecte bien évidemment la biodiversité régionale. Pour autant, il existe un réel fossé entre la communauté internationale, préoccupée par les impacts environnementaux, et les acteurs locaux qui sont à la recherche de meilleures conditions de vie. En effet, le système utilisant la déforestation est très efficace et assure à l'éleveur une place sur le marché international pour y vendre

ses bêtes d'autant plus que le cheptel en Amérique latine représente une réelle valeur sociale. Historiquement, si un problème familial venait à survenir, la vente des bêtes incarnait une certaine sécurité financière. Pour autant, il n'est pas absurde aujourd'hui de remettre tout ce mode de fonctionnement en question puisque les conditions de vies et l'accès à la santé comme à l'éducation dans ces pays se sont améliorés (211).

En ce qui concerne la France, 65% des importations de tourteaux de soja proviennent du Brésil. On parle alors de « déforestation importée » définie par la SNDI (Stratégie Nationale de lutte contre la Déforestation Importée) comme étant « l'importation de matières premières ou de produits transformés dont la production a contribué, directement ou indirectement, à la déforestation, à la dégradation des forêts ou à la conversion d'écosystèmes naturels en dehors du territoire national » (167). De ce fait, 70% à 90% de la production du soja mondial est utilisée afin de nourrir les animaux d'élevage (212). Comme nous pouvons le constater sur la figure n°48, la filière qui consomme le plus de tourteau de soja est la volaille suivie de près par l'élevage porcin (213). La ration des ruminants est quant à elle largement prédominée par la consommation d'herbe, surtout en ce qui concerne les productions bouchères

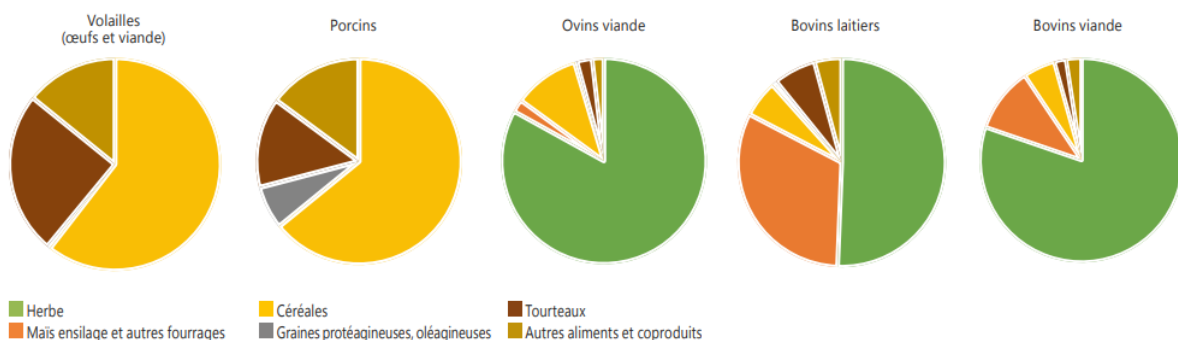


Figure 48 : Proportion des différents aliments consommés selon les types de productions animales en France (213)

Toutefois, le soja n'est pas le seul aliment pouvant apporter des protéines à la ration. En effet, des tourteaux de colza ou encore de tournesol peuvent être également utilisés. En Europe, les herbivores sont les plus grands consommateurs de tourteaux et le soja représente 31% de la totalité utilisée pour l'alimentation animale. Finalement, ce sont de moins grands consommateurs de soja que les monogastriques. Au sein des herbivores, les bovins, notamment en filière laitière, restent les plus grands consommateurs de soja. En

effet, la productivité des races laitières a été largement augmentée ces dernières décennies demandant des apports protéiques plus importants (213). Bien que le cheptel laitier ait diminué en Europe, les terres occupées par ces élevages restent similaires, notamment parce que de plus en plus d'élevages adoptent un modèle hors-sol (28, 214). Par conséquent, du fait d'un accès réduit à l'herbe, du maïs ensilé est souvent ajouté dans la ration. Afin de conserver un équilibre protéique, une augmentation de la proportion de tourteaux (ex : soja) est également nécessaire (215). Bien que l'utilisation de tourteaux de colza – produit en Europe et remplaçant le soja – ait augmenté ces dernières années, cela ne suffit pas à réduire significativement le phénomène de déforestation importée. Cependant, c'est chez les herbivores que les économies de tourteaux peuvent être réalisées le plus facilement, tout en gardant le même niveau de performances (216).

Les chiffres cités sont tout de même à nuancer. En réalité le tourteau de soja pour le bétail et l'huile de soja pour la consommation humaine proviennent de la même plante. Ce ne sont pas des productions distinctes. Ainsi, annoncer que l'élevage est la première source de déforestation revient à ne tenir compte que d'un aspect de la culture de soja. Le rendement en huile d'un pied de soja étant de 20%, il est normal que 80% de la production issu du soja soit du tourteau (217). Pour autant, les deux sont indissociables. Le problème n'est donc pas tant de savoir laquelle de l'alimentation humaine ou animale est « la plus » responsable de la déforestation mais plus de questionner nos modes d'élevages industriels. En effet, ces derniers demandent toujours plus d'intrants, comme le tourteau notamment. De même, il est crucial de remettre en question nos habitudes de consommation, qui utilisent des quantités importantes d'huile de soja.

d. Stockage et déstockage de carbone

Le changement d'usage de nos sols pour l'agriculture et plus particulièrement pour l'élevage, notamment par le biais de la déforestation comme nous venons de le voir, affecte considérablement le cycle du carbone. En effet, le sol possède une capacité de stockage de carbone correspondante à celle de l'atmosphère et de la végétation terrestre combinées (218). Dans un contexte d'émissions croissantes de GES, il est donc indispensable de préserver ce potentiel de stockage. Le dernier rapport du GIEC nous annonce distinctement que les stocks de carbone des prairies et des forêts sont un atout contre le réchauffement climatique et qu'il nous faut les préserver. Or, cette transformation d'utilisation des terres notamment utiles à l'élevage endommage ce réservoir et génère un déstockage du carbone

(219). Le graphique ci-dessous (figure n°49) illustre bien ce propos en mettant en évidence que la conversion d'une forêt ou d'une prairie (permanente) en culture génère un déstockage de carbone (courbes vertes). Durant les 20 premières années, la quantité de carbone déstockée est deux fois plus importante que le stockage issu de la conversion inverse. Par ce mécanisme, l'Amazonie est aujourd'hui devenue émettrice nette de carbone alors qu'elle en était originellement un des principaux puits (208).

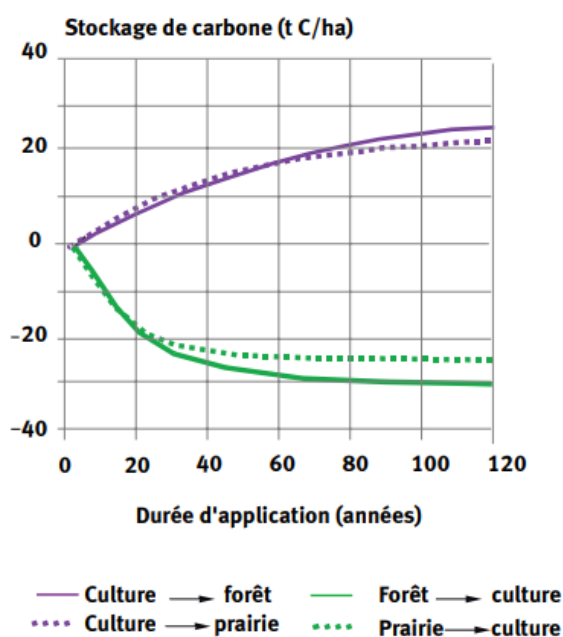


Figure 49 : Évolutions du stock de carbone dans le sol associé aux pratiques provoquant des stockages ou déstockages de carbone (incertitude : +/- 40 %) (219)

Afin de nuancer ces propos, il est important de souligner que l'élevage, dans certaines conditions, participe activement au stockage de carbone dans les sols. Nous ne développerons pas ici l'élevage des monogastriques étant donné que la large majorité de ces derniers suivent des modèles hors-sols. Dans ces conditions, le stockage du carbone est donc indirect via l'épandage des lisiers, contrairement aux ruminants qui peuvent être élevés directement au pâturage. Les prairies permanentes sur lesquelles les bovins, ovins et caprins pâturent sont quant à elles des éléments clés de lutte contre le réchauffement climatique en constituant des puits de carbone (220). La présence des ruminants sur ces terres permet d'accroître ce potentiel de stockage selon les pratiques d'élevage. En effet, le

pâturage favorise un stockage du carbone plus efficace que pour une prairie de fauche en fournissant directement de la matière organique par les déjections, tout en réduisant le déstockage grâce à une quantité d'herbe résiduelle plus importante (221). Cet apport en matière organique doit pour autant rester modéré (apport en azote notamment) afin d'augmenter la séquestration de carbone (222). Les niveaux de stockage sont également influencés par l'intensité de pâturage et la quantité d'herbe résiduelle (223). Nous avons vu dans la partie concernant la biodiversité qu'à titre d'exemple, le surpâturage (dépassement du seuil de 1,2 UGB/ha) entraîne une diminution de la quantités d'arthropodes au niveau du sol ainsi qu'une diminution du couvert végétal (224). Il y a donc de moindres quantités de litière déposées puisque la quantité de végétaux sénescents diminue. Cela représente ainsi une perte de carbone à l'échelle de la prairie (225). Le même phénomène se produit pour des élevages extensifs de porcs étant donné que ces derniers fouissent le sol (224). Pour autant, certaines études mentionnent le fait qu'à l'avenir des prairies pourraient stocker plus de carbone que des forêts. En effet, ces dernières possèdent initialement des capacités de stockages bien plus importantes mais qui seraient affaiblies par les importants changements climatiques à venir (226).

En outre, les parcelles utiles à l'élevage sont parfois associées à la présence de haies et de bosquets qui peuvent représenter jusqu'à 10 à 15% de la SAU de l'exploitation et participer eux aussi à la séquestration de carbone jusqu'à 125 kg de C/ha/an (220). Le sylvopastoralisme ainsi que les paysages bocagers que nous pouvons retrouver dans certaines zones d'élevage agissent donc comme des puits de carbone (224). De ce fait, selon certaines études, la quantité de méthane exprimée en équivalent carbone émise par les ruminants pâturant sur une prairie serait compensée par la quantité de carbone que ces derniers permettent de stocker (227).

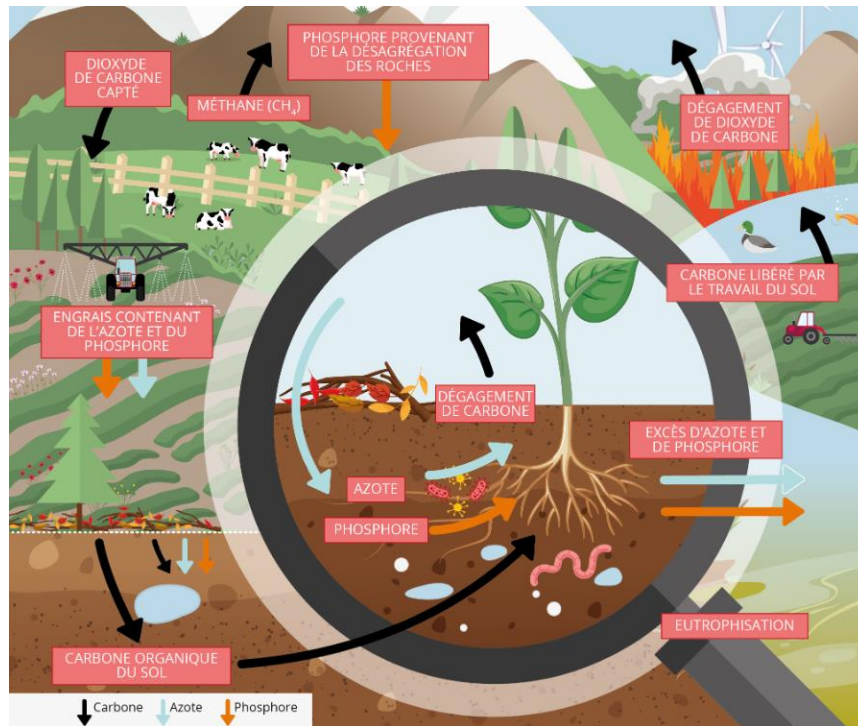


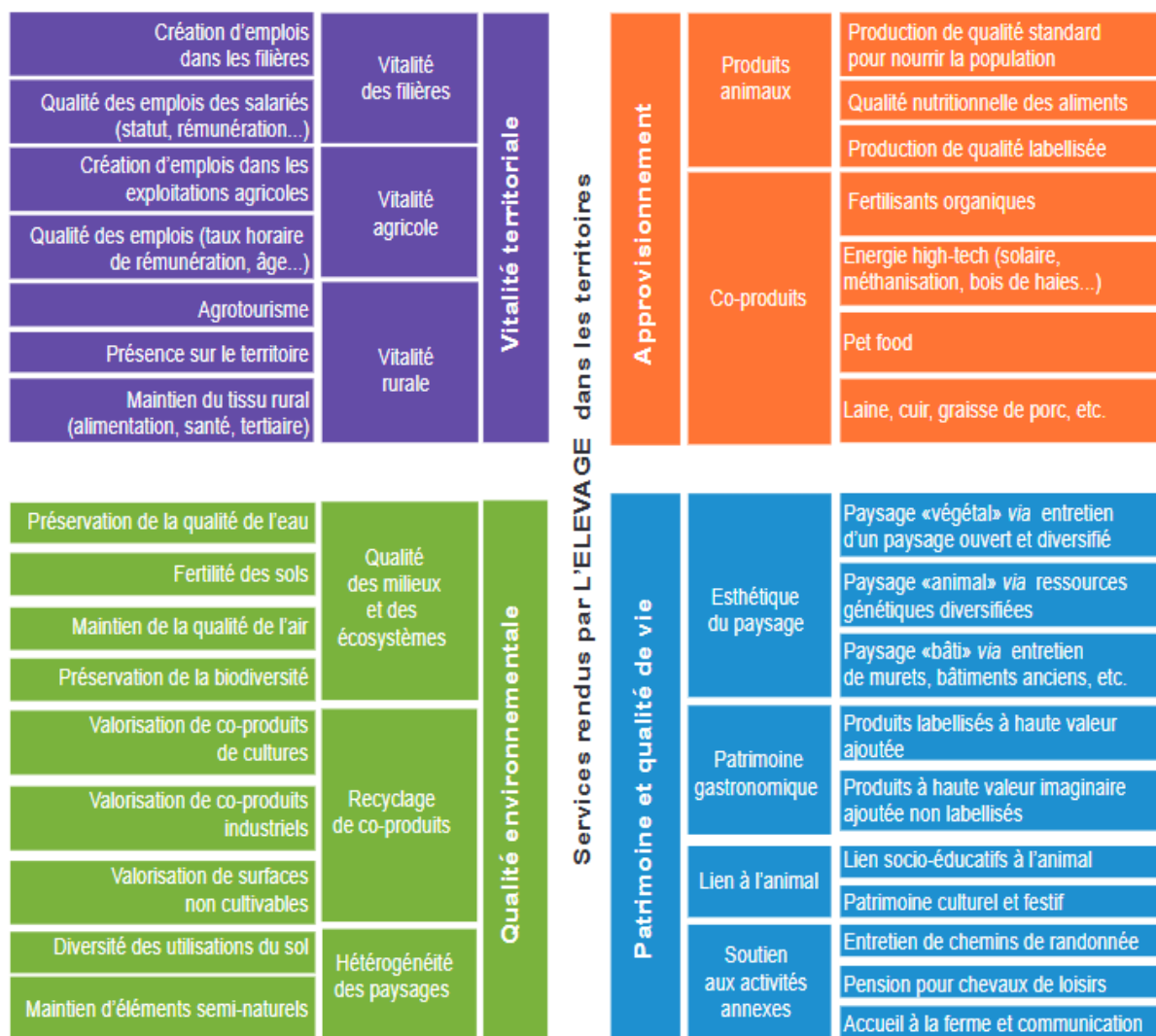
Figure 50 : Interactions simplifiées entre les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore (228)

De plus, le cycle du carbone est directement corrélé à celui de l'azote et du phosphore comme nous pouvons le voir sur la figure 50 (228). Ces interactions nous montrent bien l'importance de mieux réguler nos flux d'N et de P. Un dérèglement d'un de ces éléments entraîne des conséquences néfastes sur tous les autres composants de la biosphère. L'élevage s'inscrit donc réellement dans une dynamique globale ce qui complexifie davantage le débat qui ne doit pas se contenter de mettre en lumière les problématiques intrinsèques mais de s'ouvrir à toutes les interconnexions qui existent afin de proposer un bilan le plus objectif possible. Le fait que les ruminants participent activement au cycle du carbone font d'eux un possible atout face au changement climatique ce qui montre en quoi l'élevage est au cœur d'un paradoxe. Il fait partie à la fois du problème et de l'éventail des solutions.

4. L'élevage n'a pas tout faux : la notion de services écosystémiques

Les services écosystémiques (SE) peuvent être définis « comme étant les biens et services que les Hommes peuvent tirer des écosystèmes, directement ou indirectement, pour assurer leur bien-être (nourriture, qualité de l'eau, paysages etc.)» (229). Ces services ne sont donc sollicités par aucune personne en particulier, rendant difficile l'établissement de la liste des bénéficiaires. Ce concept est largement repris dans de nombreuses publications sur l'élevage afin de mettre en lumière tous les avantages que celui-ci présente pour notre société (229). Cette vision des choses est néanmoins critiquée par certains car elle promeut une approche utilitariste de la nature laissant penser que nous pouvons, en tant qu'êtres humains, exploiter les ressources qu'elle nous offre sans en éprouver la moindre conséquence (202).

Ces services peuvent être segmentés en quatre catégories distinctes : les services d'approvisionnement, de vitalité territoriale, de qualité environnementale et enfin les services culturels. Ces derniers sont résumés dans la figure 51 dans laquelle nous pouvons constater la multitude de services rendus comme la création d'emplois, le maintien d'un dynamisme rural ou encore l'entretien d'un paysage diversifié et ouvert (230). Il est évident que l'établissement de tous ces critères est complexe. Il est donc difficile d'être complètement exhaustif.



Services rendus par L'ELEVAGE dans les territoires

Figure 51 : liste des services écosystémiques rendus par l'élevage français (230)

Les services écosystémiques sont néanmoins différents selon les régions du monde et parfois même au sein d'un pays. En effet, tous les critères ne s'appliquent pas uniformément à tous les types de productions animales et n'ont pas la même importance. Par exemple, en France, de grandes variations sont constatées entre les territoires de montagne, de plaines spécialisées d'élevage ou de plaines céréalières. Dans le premier cas, l'élevage est le deuxième socle de l'économie et de la vie sociale après le tourisme. Dans le second cas, il représente une source de nourriture pour l'ensemble du pays. Enfin, dans le troisième cas, il permet la valorisation des déchets des cultures comme les drêches de maïs (202, 231). De plus, afin de nuancer notamment les impacts négatifs de l'élevage sur les réserves en eaux, certaines études ont montré que dans des régions à zones humides comme dans le

Limousin, une disparition des activités d'élevage entraînerait une augmentation de la pousse de saules. Or, ces derniers auraient tendance à assécher les sols et les rivières. Ainsi, des aides de l'état ont été mises en place afin de favoriser la réintroduction de bétail dans ces territoires (112).

Les services écosystémiques rendus par l'élevage sont donc nombreux et indispensables. Cela appuie le fait que certaines études citées depuis le début de cet écrit sont parfois à remettre en perspective car les conclusions tirées peuvent varier considérablement selon les publications. Il est également vrai que la notion de services écosystémiques valorise particulièrement les élevages pastoraux, tandis que l'intensification des élevages réduit considérablement ces bénéfices (230, 232). Poussé à l'extrême, ce raisonnement amène certaines études à considérer que de laisser les terres à la faune sauvage (cervidés par exemple) suffirait à maintenir des milieux ouverts tout en apportant le même panel de services que l'élevage (233). Pour autant, laisser les prairies sans aucune valorisation humaine n'est pas une option réaliste notamment sur le plan économique. Les services écosystémiques représentent les aspects positifs de l'élevage, utilisés pour valoriser la filière. Ces effets positifs de l'élevage s'opposent aux impacts négatifs, comme la pollution de l'eau et de l'air ou la baisse de la biodiversité. Il est donc crucial de les considérer dans leur globalité pour dresser un tableau réaliste de l'élevage. En outre, nous devons donc apprendre à jongler avec ces différentes externalités, positives comme négatives, afin de trouver le meilleur compromis. Une des problématiques liées aux SE est la difficulté de leur quantification. De ce fait, il est compliqué de les intégrer dans les différentes politiques ou encore de fixer des objectifs précis. Finalement, nous pouvons résumer dans les grandes lignes les différents impacts de l'élevage par le tableau suivant (figure 52).

Domaines		Critères	Indicateurs d'impacts *	
			Impacts positifs	Impacts négatifs
Environnement	Flux de matières et d'énergie	Nutriments (matière et énergie)	Valorisation des surfaces toujours en herbe et des coproduits ; production de biogaz	Consommation d'intrants, pressions locales et exportées sur les milieux
		Cycles biogéochimiques	Fertilité des sols, qualité de l'eau	Gaspiillage de ressources et transferts de pollution
	Changement climatique		Stockage du carbone	Emissions de GES ; déstockage du carbone
	Usage des terres	Biodiversité	Richesse spécifique dans les prairies, parcours et haies	Faible biodiversité domestique ; perte et sélection de la biodiversité sauvage
Habitats et milieux		Maintien des prairies et du bocage ; alpages et parcours méditerranéens	Intensification ; conflits avec la flore et la faune sauvage	
Socio-économique		Production et emplois	Création de richesse et d'emplois , compétences professionnelles notamment bouchères, charcutières et fromagères	Chute du nombre d'éleveurs, conditions difficiles de travail et niveaux de rémunération dans la filière
		Valeurs, patrimoine	Gastronomie, savoir-faire, paysages, tourisme...	Mise en cause des systèmes intensifs, souffrance animale
Santé humaine et animale		Composition nutritionnelle et consommation	Protéines animales de qualité (acides aminés essentiels), vitamine A, oligoéléments, oméga-3 Denrées diversifiées	Teneurs excessives en acides gras saturés et en oméga-6 Excès de consommation de viande Antibiorésistance, contamination médicamenteuse et biocides du fait de la présence de résidus dans le sol et les produits animaux
		Santé animale	Favorisée par la robustesse des animaux et le bien-être animal	Zoonoses, coût en santé humaine et animale Pertes en production

* les impacts positifs et négatifs ne sont pas génériques ; ils dépendent beaucoup des formes d'élevage, c'est-à-dire de la manière dont les animaux sont élevés, nourris, soignés et abattus.

Figure 52 : Domaines et critères à considérer pour évaluer les impacts positifs et négatifs de l'élevage et des produits animaux (239)

B. Contexte sociétal et social de l'élevage

1. Le consommateur : un acteur clé de l'élevage

Notre tolérance à certains aliments est en partie déterminée par des facteurs génétiques, comme c'est le cas pour le lactose. Il a été démontré que l'enzyme lactase (qui permet à l'humain de digérer le lactose) ne persiste avec l'âge que chez une minorité de personnes, principalement issues de populations Nord-européennes, ainsi que de certaines régions d'Asie et d'Afrique (234). Ainsi, l'expression de notre génome influence notre capacité à consommer certains produits d'origine animale. Cependant, d'autres facteurs jouent un rôle important dans le choix de ce que nous mangeons, et les attentes des consommateurs sont multiples.

a. Les attentes du consommateur sur l'élevage

Le consommateur est un acteur essentiel de l'élevage français et mondial. En effet c'est lui qui achète et consomme les produits d'origine animale. Il a ainsi des exigences et des attentes auxquelles les systèmes agro-alimentaires et les modes de productions doivent répondre. Les modes de consommations et les attentes ne sont pas les mêmes d'un pays à un autre et différent également au sein d'un même territoire selon les traditions, les religions, le niveau de vie et le cadre social du consommateur. L'Europe ainsi que l'Australie et les Etats-Unis mangent par exemple 2 fois plus de viande que le reste du monde et cette tendance est en hausse depuis les années 90 (235).

Le consommateur veut manger des aliments « uniformes » avec une texture, une odeur et un goût définis et harmonisés au sein d'une même catégorie d'aliments. Par exemple, seule la viande provenant de porcs mâles castrés est tolérée en Europe, celle issue de verrats étant assez peu appréciée. En effet, elle contient du scatole et de l'androstérone lui donnant une odeur et une saveur « de fumier » et « d'urine » (236). Une étude a révélé que l'appréciation de cette viande varie selon la nationalité des consommateurs. En effet les Anglais ne semblent pas dérangés en comparaison aux Néerlandais et Danois, gênés surtout par l'odeur, ou encore aux Français, Espagnols ou Suédois, pour qui le goût pose également un problème(167)

Le consommateur veut manger des aliments « uniformes » avec une texture, une odeur et un goût définis et harmonisés au sein d'une même catégorie d'aliments. Par exemple, seule la viande provenant de porcs mâles castrés est tolérée en Europe, celle issue de verrats étant assez peu appréciée. En effet, elle contient du scatole et de l'androstérone lui donnant une odeur et une saveur « de fumier » et « d'urine » (237). L'appréciation de cette viande varie selon la nationalité des consommateurs. En effet les Anglais ne semblent pas dérangés en comparaison aux Néerlandais et Danois gênés par l'odeur ou encore aux Français, Espagnols ou Suédois, pour qui le goût pose également un problème.

Les habitudes alimentaires des consommateurs évoluent avec le temps. Cette notion de consommation apparaît au XVIIIème avec le désir de nouveauté et la disponibilité de biens nouveaux et variés dont des produits tropicaux ramenés des pays exotiques (238). Cette « consommation » était réservée aux bourgeois et aux catégories aisées de la

société, les catégories les plus pauvres n'ayant pas accès à cette diversité et cette nouveauté. L'historienne Marie-Emmanuelle Chessel parle ainsi d'une « culture de consommation » (239, 240). Elle la distingue de la « consommation de masse » qui s'est développée progressivement au cours du XX^{ème} siècle, encouragée par la lente démocratisation de l'accès une grande quantité de produits pour les populations européennes de toutes catégories sociales. Plusieurs facteurs vont jouer un rôle dans cette transition vers une « société de consommation » comme l'augmentation des salaires et du niveau de vie ou encore le développement des hypermarchés et centres commerciaux proposant une multitude de produits à prix modérés et faciles d'accès. Deux logiques vont venir s'opposer dans la consommation moderne : « la consommation éthique » et le « consumérisme ». La consommation éthique est une consommation raisonnée et qui vise à respecter les valeurs morales de la société, c'est-à-dire un ensemble de principes et conduites jugées « bonnes » par la société. Par exemple, on y retrouve une consommation à la recherche de qualité et tenant compte du respect de l'environnement et des enjeux sociaux (respect du droit de l'Homme, juste rémunération des producteurs...). Le consumérisme traduit plutôt le fait que les valeurs de la société sont structurées autour de la consommation voire en dérivent directement (238, 241, 242).

Les consommateurs occidentaux sont de plus en plus nombreux à vouloir assurer une consommation éthique. Par exemple, pour répondre aux attentes de qualité et à la volonté de consommer des produits locaux, des Signes Officiels de Qualité (SIQO) ont été créés.

Par ailleurs, une nouvelle notion forte est apparue dans nos sociétés : la condition animale. Le questionnement sur la sensibilité et la maltraitance animale existe depuis l'antiquité et a été débattu par de grands philosophes et intellectuels, allant de Pythagore à Rousseau (243). Si depuis 1850 la maltraitance animale publique est « officiellement » punie en France, c'était davantage pour répondre à des attentes sociétales que pour réellement défendre le bien-être des animaux. Il faudra attendre encore un siècle pour qu'elle devienne réellement punissable par la loi tant dans le cadre public que privé. Ce n'est qu'en 1976 que le code rural français évoque la sensibilité des animaux. Par ailleurs, en 1999, l'animal devient distinct des objets aux yeux du droit français et ce n'est qu'en 2015, poussé par des mouvements citoyens et des médias, qu'un article reconnaît dans le code civil que « les animaux sont des êtres vivants doués

de sensibilité » (244, 245). Les actes de cruauté envers les animaux sont alors considérés comme des délits. De nombreuses réglementations tenant compte du bien-être des animaux en élevage et lors de l'abattage vont également germer dans les années suivantes. Par exemple, deux sujets à controverse sont mis sur la table par les citoyens : les conditions d'hébergement du bétail et la gestion de la douleur des animaux d'élevage (castrations, écornage, abattage...) (246). La législation française et européenne va alors répondre à ces attentes en mettant en place des directives visant à protéger le bien-être des animaux. Examinons par exemple le cas des élevages de porcs qui sont régulièrement critiqués par la société. En effet, l'élevage des animaux en grande densité et sur caillebotis est éloigné de la vision du porc plein-air et est déploré au nom du bien-être animal. De plus, les citoyens se sont insurgés de la castration à vif des porcelets ou de la caudectomie pratiquées en élevage, à cause de la douleur infligée aux porcelets (247). En 2022, la castration des porcelets a été interdite en France en l'absence d'analgésie (248). Concernant les caudectomies, un arrêté européen datant de 2008 interdit cette pratique sans gestion de la douleur, mais dans les faits certains élevages continuent d'en réaliser (249).

La société a également des préoccupations globales dans lesquelles s'inscrivent l'élevage. En effet, depuis quelques années, le monde prend progressivement conscience du réchauffement climatique et des problèmes qui en découlent. Or, comme évoqué précédemment, l'élevage est régulièrement pointé du doigt concernant cet état de fait. Ainsi, certains citoyens ont une volonté d'adopter une consommation la moins impactante possible sur l'environnement, par exemple en remettant en question la place de la viande notamment bovine dans notre alimentation (250). Des reproches sont également faits sur les pollutions sonores et olfactives des élevages (247). Ils engendrent depuis quelques années des conflits de voisinage entre des citadins allant vivre à la campagne (« néo-ruraux ») et les élevages déjà présents. Ces sujets concernant la pollution et l'environnement sont sources de tensions entre les différents acteurs (entre les associations écologistes et les syndicats d'élevage par exemple).

De plus, la société exige une sécurité alimentaire (accès à l'alimentation) et une sécurité des aliments (sécurité sanitaire). En effet, un sondage IFOP réalisé en 2016 a révélé que la sécurité sanitaire revenait au 3^{ème} rang des préoccupations citoyennes sur l'élevage, après la volonté d'offrir l'accès au plein-air à tous les animaux et de renforcer la réglementation sur le bien-être animal (245). Une étude a montré que sur 1000 citoyens

américains interrogés aléatoirement, 90.7% d'entre eux considèrent que l'utilisation d'antibiotiques dans les fermes laitières représente un danger pour la santé humaine (251). Ces personnes se disent alors prêtes à arrêter d'acheter ce type de lait et de payer un prix plus conséquent pour qu'il soit issu d'élevages n'utilisant pas systématiquement d'antibiotiques.

Afin de comprendre l'origine des reproches et exigences des citoyens vis-à-vis de l'élevage, il est nécessaire de connaître la place de l'agriculture au sein de la société au cours du temps. En Europe, l'organisation de la société est en grande évolution depuis le milieu du XXème siècle. En effet, à la sortie de la guerre, l'agriculture s'est industrialisée et tournée vers le rendement et la productivité. La majeure partie de la population est dès lors rurale. Au fur et mesure des années, un exode a eu lieu vers les villes. Le nombre d'exploitants agricoles a drastiquement diminué et « la paysannerie » est devenue une minorité devant une population citadine en pleine expansion. Ces populations ont ainsi perdu le lien avec le monde rural et les premières remises en cause de l'agriculture ont eu lieu. Par exemple, le statut de l'agriculteur a changé et a été ramené au même niveau que celui de ses concitoyens. Ce n'est plus celui qui assure la pérennité alimentaire de la communauté, il devient un simple travailleur parmi d'autres (245). Par ailleurs, l'élevage a perdu la confiance des citoyens européens. Cette fracture entre citoyens-consommateurs et l'élevage s'est accentuée lors de crises politiques et sanitaires dont la crise de la vache folle qui a touché l'Europe durant les années 1990, consécutive à l'incorporation de farines animales dans l'alimentation des bovins. Cette pratique a alors été exposée au grand jour et immédiatement jugée immorale par la société. À la suite de cet évènement, la confiance du consommateur envers les pratiques d'élevage, l'alimentation animale et la gestion de la santé a été altérée. Plusieurs mouvements refusant de consommer de la viande de bœuf ont vu le jour dans plusieurs pays européens (245). Aujourd'hui en France, seulement une minorité de consommateurs n'acceptent plus l'élevage et remettent intégralement en question notre consommation et nos modes de production. Un sondage réalisé par l'IFOP à la demande de FranceAgriMer en 2020 sur 15000 personnes âgées de 15 à 70 ans, montre que 89% des Français déclarent aimer manger de la viande, mais 68% pensent en manger trop (243, 252). Un français sur quatre se définit comme « flexitarien », c'est-à-dire que leur alimentation comprend une réduction de viandes et poissons au profit de protéines végétales. Cette notion est subjective car, selon les publications, on trouve de grandes

disparités dans la fréquence de viande tolérée au sein des repas. En effet, 30% des personnes se définissant flexitariens consomment encore de la viande quotidiennement, et la moitié en mangent plusieurs fois par semaine. De plus, seuls 2.2% des personnes interrogées déclarent avoir adopté un régime sans viande (pescétarien, végétarien ou végétal). La première raison évoquée dans ce dernier cas de figure est la remise en cause du bien-être animal et le questionnement sur le mode de vie, le transport et l'abattage des animaux. Le prix relativement élevé de la viande, l'inquiétude de son impact possible sur la santé du consommateur et l'impact environnemental de l'élevage sont également des points abordés.

Ainsi le consommateur a beaucoup de pouvoir sur les élevages et les productions animales. Il a la capacité d'imposer ses conditions aux éleveurs et aux entreprises agro-alimentaires. Cependant, le consommateur est de plus en plus en proie à des méconnaissances et à des préjugés croissants à l'égard de l'élevage lui faisant perdre confiance. On assiste à une fracture entre citoyens et éleveurs. Cette fracture est particulièrement marquée dans les pays développés, tels que l'Europe et les États-Unis, où les consommateurs ont le privilège de pouvoir remettre en question l'élevage dans la mesure où ils ont accès en permanence à une abondance d'aliments, dont des alternatives aux produits animaux. Leur alimentation n'est pas basée sur une nécessité mais sur des envies et désirs. On peut parler de « luxe alimentaire » (253). Dans les pays en développement (Chine, Inde, Brésil...), cette fracture est également présente mais l'élevage est beaucoup moins remis en cause, une grande partie de la population ne connaissant pas encore la sécurité alimentaire. En outre, la consommation de produits d'origine animale est en hausse dans la plupart de ces pays, en lien avec une augmentation du pouvoir d'achat de la population. En revanche, dans les pays en développement, pour certains possiblement sujets à des crises de famine et/ou de sous-nutrition, l'élevage garde une place importante au sein de la population. Dès lors, il est rarement remis en question. En effet, ce dernier représente une ressource non négligeable pour tenter de pérenniser l'accès à l'alimentation (189, 254, 255).

b. Les sphères d'influences agissant sur le consommateur

Les choix de consommation et l'image de l'élevage à travers la société sont en permanence influencés. Cette sphère d'influence est en premier lieu reliée à la culture et

aux traditions, mais elle est également dictée par les médias, le marketing et les lobbies. Il est évident que la culture influence les choix du consommateur, tant à l'échelle mondiale qu'à l'échelle locale. Par exemple dans les traditions judéo-chrétiennes, un agneau est consommé à Pâques (256). Cette tradition est restée ancrée et est perpétuée dans les pays aux influences juives (Israël) ou chrétiennes (Europe). Ces habitudes alimentaires sont transmises culturellement d'une génération à une autre au sein des territoires.

A l'échelle mondiale, la consommation de produits d'origine animale dépend également du niveau de développement des territoires. Ainsi, les aliments d'origine animale sont majoritairement consommés dans les pays développés et le sont de plus en plus dans les pays en développement. Dans les pays moins développés, la consommation est tournée vers des produits de bases et peu coûteux comme les céréales (riz, blé...) (257). Certaines races ou certains modes d'élevage ont été conservés grâce à des traditions. Par exemple, la race de vache Hérens, originaire du valais suisse, a réussi à être préservée en partie grâce aux traditions des « combats des reines ». En effet, cette race mixte, qui n'est pas une grosse productrice, n'a pas subi les transformations qu'ont connu les autres races de vaches suisses comme la Fribourgeoise qui s'est éteinte. Celle-ci a été remplacée par une race haute productrice qu'est la Prim'Holstein ou encore la Simmental qui a été métissée avec la Red Holstein afin d'améliorer la production laitière. L'engouement des valaisans pour les combats de vaches Hérens et la relation entre cette race, son terroir et ses habitants lui ont ainsi permis de tenir tête aux dynamiques agricoles prônant l'intensification, le rendement et la production, qui ont métamorphosé l'Europe dans la deuxième moitié du XXème siècle (258).

En outre, afin d'inciter le consommateur à acheter certains produits, le marketing est aujourd'hui omniprésent au sein de la société de consommation. The Food Research Collaboration a publié en 2023 une étude montrant l'impact de l'environnement alimentaire et notamment de la mercatique sur la consommation des Anglais. En effet, le rôle du marketing est d'influencer nos achats. Pour cela, il utilise des publicités, affectant directement nos émotions et notre désir de consommer un produit, ou encore des promotions rendant certains produits plus abordables que d'autres (259). Cette influence n'est pas sans conséquences sanitaires sur les consommateurs. De nombreux produits « non sains » pour la santé sont consommés en excès, encouragés par un marketing performant, et favorisent des maladies tel que l'obésité. Pour tenter d'y remédier, l'Union

européenne a mis en place un étiquetage nutritionnel harmonisé et obligatoire sur le devant des emballages (« Nutri-Score ») attribuant un code couleur aux produits selon leur qualité nutritive et l'impact possible sur notre santé (260). Si certains labels indiqués sur les produits sont justifiés car ils indiquent un mode d'élevage particulier avec des contraintes, des engagements et des coûts de production plus élevés, comme c'est le cas pour les labels « Agriculture Biologique » ou « Elevé sans antibiotiques », d'autres font partie de stratégies commerciales pour attirer le consommateur et potentiellement gonfler les prix de vente. C'est le cas pour nombre d'étiquetages indiquant que l'aliment est « naturel ». D'un point de vue réglementaire, cette labélisation est autorisée tant que le produit n'est pas transformé et que rien d'artificiel n'y est rajouté (261). Cependant, cet étiquetage concurrence entre autre certains labels tel que « Agriculture Biologique » et participe à la « crise du bio » comme nous l'explique la revue Sésame dans l'un de ces articles (262). Ainsi, parmi la diversité de labels et SIQO, les consommateurs ne semblent plus s'y retrouver (243).

L'élevage et les produits animaux sont représentés et défendus par de nombreux lobbies et syndicats. Leur rôle est de défendre les intérêts financiers, politiques ou professionnels d'une filière. Pour cela, ils créent une sphère d'influence et mettent de la pression sur les politiques, les médias et les consommateurs (263). Par exemple, l'interprofession du bétail et de la viande, Interbev, a programmé depuis 2015 de nombreuses animations au sein d'écoles primaires françaises afin de promouvoir la consommation de viande française et de sensibiliser les enfants et les parents à la consommation de viandes de qualité. Ces opérations ont fait débat au sein de la société. Des pétitions et manifestations ont eu lieu afin de dénoncer la présence d'un lobby dans les classes et les cantines et pour reprocher « l'apologie de la viande » qui y est faite (264, 265). Les lobbies agricoles sont également présents dans l'environnement politique. C'est le cas au sein de l'UE où ils exercent une influence non négligeable sur les propositions de réforme de la PAC (266). Par exemple, selon l'ONG Corporate Europe Observatory, le groupe COPA-Cogega, rassemblant des coopératives et des organisations syndicales et professionnelles agricoles européennes, se bat depuis 2012 contre les réformes de verdissement de la PAC en leur reprochant un manque de réalisme dans leurs mises en œuvre et en appuyant sur les difficultés auxquelles doivent faire face les agriculteurs pour parvenir à respecter toutes les mesures voulues. Le groupement réclame plus de flexibilité dans ces mesures. Il a d'ailleurs été consulté lors

du questionnement du verdissement par la Cour des Comptes Européenne en 2017. D'après plusieurs députés européens et experts de l'Europe, le lobby serait bien ancré au sein de la commission européenne et aurait une influence bien réelle sur les prises de décisions de certains députés (267–269).

Les consommateurs sont ainsi en permanence influencés, tant par les cultures et traditions que par le marketing des produits, la communication de la part des filières, les médias et les lobbies. Toutes ces sphères d'influences participent à l'information des citoyens sur les produits qu'ils consomment et les filières d'élevage. Pour autant cela mène également à la mésinformation en propageant des idées reçues et des critiques sur l'élevage, parfois infondées. Les médias et les réseaux sociaux sont devenus des armes de communication puissantes, à la fois dans l'intérêt et à l'encontre de l'élevage.

2. Éleveur : un métier qui connaît plusieurs crises

Le métier d'éleveur souffre d'un manque d'attractivité au sein de la société actuelle. Face au nombre élevé de départs, le renouvellement des actifs agricoles est un véritable défi pour les filières qui peinent à recruter des jeunes. On estime qu'environ 50% des éleveurs présents en 2018 vont cesser leur activité dans les 10 prochaines années. En effet, si on regarde la pyramide des âges, on observe que la majorité des éleveurs et éleveuses ont plus de 50 ans. Cependant il existe des disparités selon les filières. Par exemple, cette tendance est particulièrement vraie concernant les élevages de bovins laitiers (figure 53) ou de porcs, alors qu'à contrario, l'âge des éleveurs caprins français est réparti beaucoup plus équitablement. Aujourd'hui, seulement 25% des fils et 5% des filles d'éleveurs et d'éleveuses reprennent l'entreprise familiale (270).

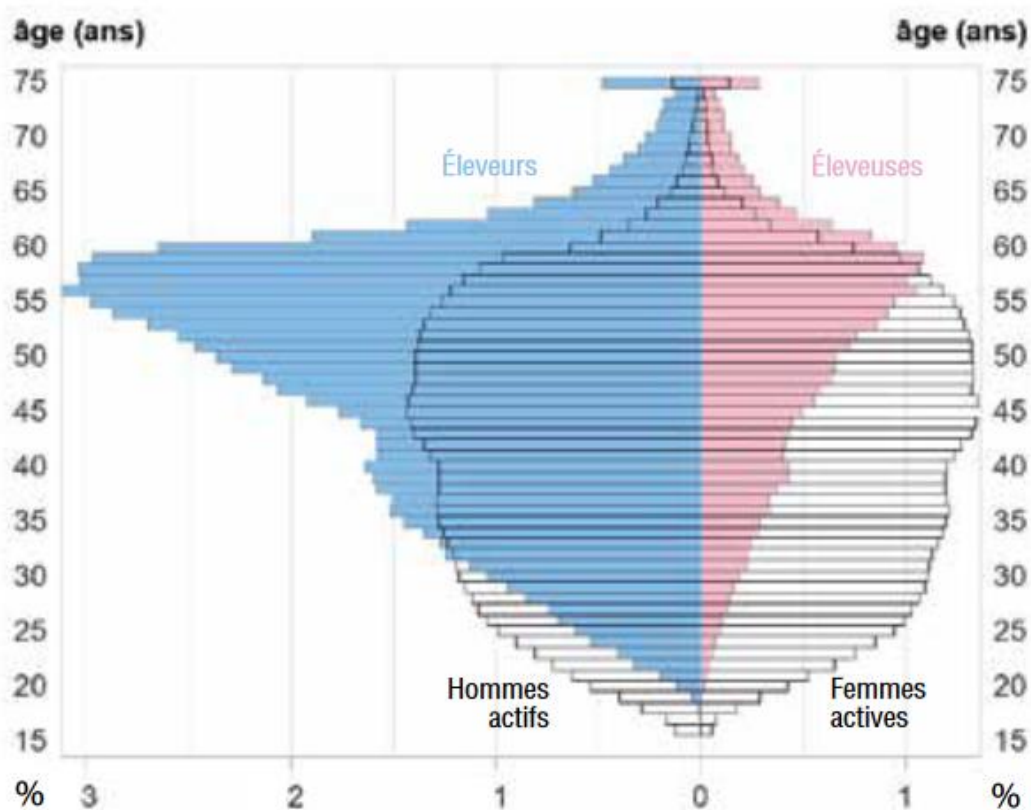


Figure 53 : Pyramide des âges des éleveurs (en bleu) et éleveuses (en rose) de ruminants en France comparé à la population française active en emploi (en noir), en 2020

De plus, en élevage, seules les filières des petits ruminants arrivent à avoir un taux de remplacement aux alentours de 100%. Les filières bovines sont celles avec le taux le plus faible aux alentours de 40% pour le secteur laitier et 50% pour l'allaitant. La part des installations hors cadre familial est quant à elle en augmentation dans toutes les filières. Par exemple, en élevage caprin, elles représentent plus de la moitié des installations. De plus, malgré le manque de parité au sein du monde agricole, la proportion d'éleveuses se lançant dans l'élevage est également en croissance. Celles-ci ont tendance à s'installer plus tardivement que les hommes. En effet, 70% d'entre elles ont exercé une autre activité professionnelle avant d'envisager leur carrière dans l'élevage et sont majoritairement attirées par les petits ruminants.

En ce qui concerne la gestion de leur entreprise, les éleveurs peuvent être seuls à leur compte ou se regrouper sous forme de GAEC (« Groupement Agricole d'Exploitation en Commun »), ou EARL (« Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée »). Certains

d'entre eux sont des doubles actifs c'est-à-dire qu'ils cumulent leur métier d'éleveur avec un autre métier extérieur à l'agriculture. On en retrouve régulièrement au sein des élevages bovins allaitants, qui est le 2^{ème} secteur agricole présentant une pluriactivité derrière celui des grandes cultures. Dans ce secteur, la plupart des pluriactifs travaillent individuellement avec des troupeaux de petites à moyennes tailles. Le travail en GAEC, lui, est plutôt réservé à des troupeaux de grandes tailles. De plus, la France compte de nombreuses exploitations réalisant du poly-élevage, par exemple en couplant un atelier ruminant avec un atelier monogastrique mais le système prédominant reste le mixte qui associe l'élevage avec une activité de culture (271).

Par ailleurs, le nombre d'exploitations agricoles en France est en chute libre depuis plusieurs dizaines d'années dans toutes les filières. Cependant, la production de viande et de lait stagne ou diminue à un rythme bien moins rapide que cette baisse du nombre d'exploitations. Ce phénomène peut s'expliquer par l'agrandissement des exploitations, couplé par une augmentation du cheptel par exploitant. Par exemple, en France, on est passé d'une moyenne de 190 truies par exploitation en 2009 à 270 en 2019 (272). Cet agrandissement = va de pair avec l'avancée technologique en élevage concernant l'organisation des bâtiments, l'alimentation et sa distribution ainsi que la diminution de la pénibilité du travail et du temps qui y est consacré. Par exemple, l'arrivée des robots de traite en élevage bovin laitier a permis de réduire de plus de 10h le temps d'astreinte annuel de traite par vache laitière (273). De plus, l'élevage français a connu au cours de ces dernières années une amélioration du rendement par animal. Par exemple, le rendement laitier annuel par vache est passé de 5000 à 7000 L de lait en 20 ans avec le développement de la race Prim'Holstein et l'amélioration des rations (274). En élevage de porc, la productivité numérique des truies et les performances de croissance des porcelets en post-sevrage ou des porcs à l'engraissement se sont fortement améliorées depuis les années 90. Par exemple, la vitesse de croissance des porcs à l'engraissement a augmenté de 17% entre 1988 et 2008 accompagné d'un gain du poids d'abattage de 13kg (275)

Le métier d'éleveur est un métier comprenant de nombreuses contraintes comme un temps de travail élevé et le peu de temps libre disponible. Cependant, en accord avec les tendances de la société à vouloir garder un équilibre entre travail et vie privée, le temps de travail des éleveurs est en diminution. Celui-ci a baissé de 17% entre 2008 et 2018

en élevage porcin (276). Toutefois, le temps accordé à l'élevage est variable selon la taille de celui-ci, le type de filière, le niveau d'automatisation, des technologies utilisées, ainsi que la présence d'une main d'œuvre salariale. Par ailleurs, malgré une difficulté de recrutement maintenue par une forte concurrence des autres secteurs de l'emploi, la part de salariat dans les élevages est en progression depuis le début des années 2000. Par exemple, il représente 20% des UTA (unité de travail annuel) dans les élevages bovins laitiers en 2020 contre seulement 3% en 2000. La France reste cependant un des pays européens comptant le moins de salariés dans le secteur agricole.

Enfin, l'élevage français est un secteur en crise économique. En effet, en 2021, près d'un quart des éleveurs vivent en dessous du seuil du pauvreté (243). Cependant, on retrouve de grandes disparités selon l'orientation technico-économique des élevages. Les producteurs de viande bovine sont les plus touchés par la pauvreté, et ils ont les niveaux de vie les plus faibles tandis que les élevages de granivores monogastriques ou de bovins laitiers s'en sortent mieux. En 2018, le niveau de vie annuel médian des ménages des territoires à dominance bovins allaitants était de 18 420€ contre 20 350€ pour les territoires à dominance bovins laitiers et 21 750€ pour ceux abritant des élevages de monogastriques (figures 54 et 55). Les territoires de polyélevages et de polycultures, représentant près de 40% des ménages agricoles, s'en sortent mieux avec un niveau de vie annuel médian de 21 520€ et une plus grande résilience face aux aléas économiques. Cependant, seulement 1/3 du revenu des ménages agricoles provient de l'activité agricole en elle-même. Le reste est complété en majorité par des activités extérieures à celles de l'exploitation comme l'activité des conjoints, la double activité de l'éleveur ainsi que des revenus du patrimoine. Les crises de recrutement et les problèmes d'attractivité du secteur agricole concernent le monde entier. Certains pays (Australie, Allemagne, Grande Bretagne, Etats-Unis...) se retrouvent obligés de miser sur une main d'œuvre étrangère afin d'assurer leur production (270). De plus, aucun pays n'est épargné par la pauvreté qui touche le secteur agricole. En effet, le PAM (Programme Alimentaire Mondial) a estimé en 2008 que plus de la moitié des personnes de la planète qui ne mangent pas à leur faim sont de petits agriculteurs des pays pauvres (277).

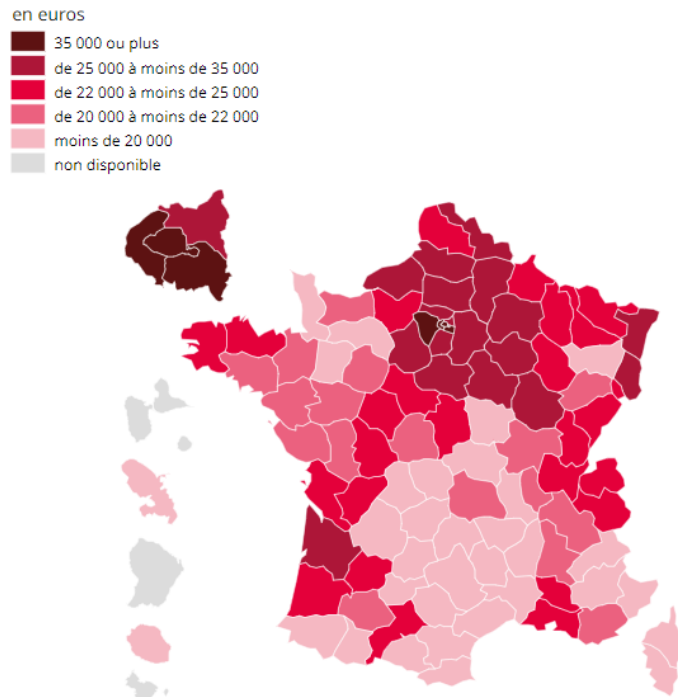


Figure 54 : Niveau de vie annuel médian des ménages agricoles français en 2018 (370)

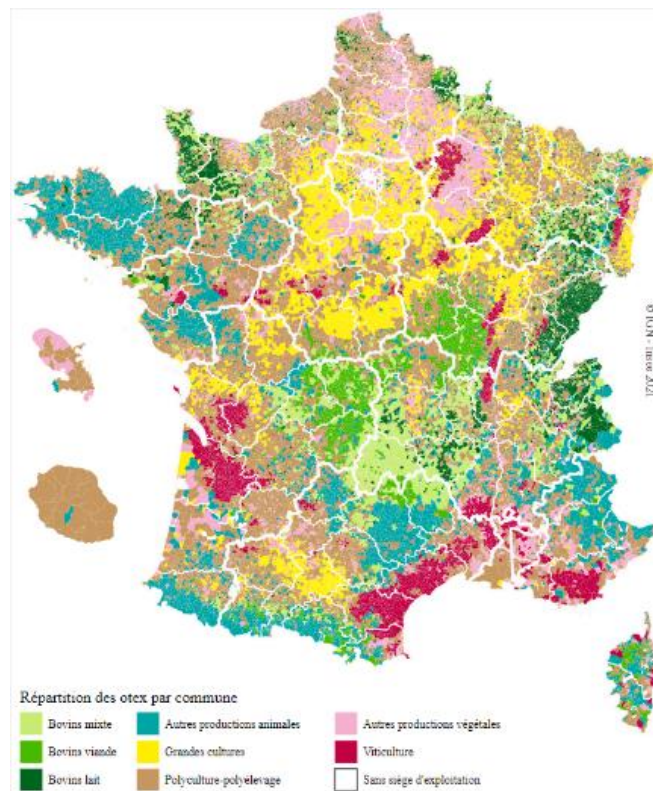


Figure 55 : Répartition des communes françaises selon la production agricole prédominante au 1^{er} janvier 2019 (370)

Ainsi, les métiers de l'agriculture, et plus particulièrement le métier d'éleveur, sont des métiers confrontés à de nombreuses contraintes et des fractures avec la société actuelle. On assiste à un mal-être généralisé au sein de la profession, les éleveurs ayant l'impression de ne pas être assez soutenus et écoutés par les politiques français et européens mais aussi par la société en général. Par ailleurs, on retrouve dans le secteur agricole français un des plus hauts taux de suicides, toutes catégories professionnelles confondues. Une étude datant de 2015 dénombre plus de 600 agriculteurs qui se sont suicidés dans l'année (278).

IV. Conclusion (chapitre 1)

Nous pouvons dire que l'élevage est actuellement confronté à des crises. En effet, de nombreux défis sont posés par le changement climatique, la sécurité alimentaire, sanitaire, économique ou encore les attentes sociétales. L'analyse de l'évolution des filières d'élevage et de leur organisation technico-économique, mais également du contexte environnemental, social et sociétal actuel est ainsi essentielle afin de construire l'élevage de demain. Elle nous permet entre autres de comprendre comment les systèmes conventionnels se sont construits, leur complexité et leur diversité, mais également leur organisation économique qui est très dépendante de l'Europe à travers son marché unique et la PAC, et qui est aussi ancrée dans la mondialisation. Elle nous révèle également un besoin crucial de transformations durables de l'élevage face aux crises environnementales, sociales et sociétales auxquelles il est confronté. De fait, l'élevage conventionnel tel que nous le connaissons actuellement a su apporter des solutions à plusieurs problématiques, répondre à certaines attentes, mais il est confronté aujourd'hui à plusieurs limites. Ainsi, il doit déjà et devra à l'avenir faire face à de nombreux enjeux. Cette première partie a permis d'établir les bases de notre réflexion et soulève plusieurs problématiques auxquelles sont confrontés les élevages, ouvrant la voie à une exploration plus approfondie des enjeux qui, pour certains, seront des objectifs à atteindre. Il est également crucial de comprendre les leviers influençant l'élevage pour pouvoir envisager son avenir de manière éclairée.

Chapitre 2 : Les enjeux de l'élevage de demain

Nous allons à présent identifier tous les enjeux autour desquels l'élevage de demain va se construire, et discuter des moyens pouvant être mis en place afin d'y répondre.

I. Les enjeux « économique-politiques »

A. Maintien d'une compétitivité française au niveau européen et mondial

L'élevage français s'inscrit dans la mondialisation et est ainsi dépendant des échanges mondiaux (279). En effet, comme évoqué dans le premier chapitre, de nombreux produits animaux sont importés et exportés par la France (28, 48, 49, 53, 102). Pour rappel, cette dépendance peut s'illustrer via les importations de viande ovine et de volaille, nécessaires pour répondre à la demande élevée des consommateurs ou encore par les exports des jeunes bovins français pour leur engraissement en Italie ou au Maghreb.

Afin d'assurer sa place au sein du marché européen et mondial, l'élevage français doit impérativement rester compétitif. Plusieurs facteurs peuvent influencer la compétitivité des filières d'élevage. Premièrement, les prix des produits finis diffèrent selon leur provenance. En effet, à l'échelle mondiale, l'Europe applique des prix plus élevés en comparaison avec certains pays en développement. Par exemple, au sein de la filière volaille, en 2014, nous pouvions constater un surcoût de 45% en sortie d'élevage à 50% en sortie d'abattoir du poulet de chair européen par rapport à celui brésilien (280). Les coûts de la main d'œuvre et de la production peuvent expliquer en partie ces résultats. Or, ceux-ci varient d'un territoire à un autre selon le coût des matières premières mais également selon l'organisation de la filière. Prenons le cas des ateliers d'engraissement de bovins. Les systèmes européens - basés sur l'engraissement de plusieurs centaines d'animaux par an, en bâtiment et utilisant des concentrés et de l'ensilage de maïs - ont des coûts de production supérieurs à 400€ pour 100kg de carcasse. Cela représente une centaine d'euros de plus que les systèmes américains (plusieurs milliers de bovins engraisés dans des *feedlots*, nourris à base d'une ration très riche en concentrés) et environ 200€ supplémentaire par rapport aux systèmes historiques brésiliens (environ un

millier de bovins engraisés principalement au pâturage) (281). Avec une telle différence de coûts de production, on comprend ainsi que sur un plan économique, la viande bovine européenne est bien moins compétitive sur le marché international que la viande brésilienne ou étatsunienne.

Deuxièmement, le choix de l'organisation des filières de production peut également expliquer des différences de compétitivité. En effet, la France a fait le choix d'une productivité moindre que certains de ses concurrents. Par exemple, en 2014, les ateliers français de poulets de chair standards possédaient une capacité moyenne de 30 000 têtes (moyenne par élevage, effectif instantané), soit 2 à 3 fois moins que les producteurs allemands, néerlandais ou britanniques (280). L'organisation des secteurs agro-alimentaires et de la gestion des produits d'origine animale joue également un rôle. Notamment, les ateliers français d'abattage et de découpe de viande porcine sont moins performants (capacité d'abattage moindre, déficit d'investissements...) que ceux de ses concurrents européens (Allemagne, Danemark, Pays-Bas, Espagne) (282).

De plus, les normes, les contraintes et les réglementations ne sont pas les mêmes au sein des nations. En effet, si certaines peuvent être désavantageuses pour les éleveurs (interdiction d'utilisation de certaines molécules ou de certains aliments...), d'autres permettent de valoriser les produits (283). C'est le cas des fromages sous AOP. L'appellation est perçue comme un gage de qualité de la part des consommateurs locaux et étrangers. Celle-ci peut permettre alors l'accès à certains marchés. Une liste de fromages AOP a entre autres été négociée avec le Canada ou le Japon lors de l'établissement des traités de libre-échanges, garantissant des prix de vente plus élevés (284). Une limite se pose tout de même du fait que les produits français ne sont pas tous au « goût » de certaines populations culturellement différentes (Chine, Inde...).

La capacité des filières à s'adapter aux aléas économiques et à la variation des marchés est un facteur important de compétitivité. En effet, celles-ci sont confrontées en permanence à des crises (sanitaires, économiques, politiques, environnementales...) impactant non seulement la production mais également leur place dans la mondialisation. Dans le Bilan 2022 des marchés de produits laitiers et agricoles réalisé par FranceAgriMer, les données statistiques mettent en évidence un impact fort de ces crises sur la production, la consommation et les échanges mondiaux (cf. Chapitre 1, partie II.B.). Ainsi, les filières doivent trouver une certaine résilience et adaptabilité afin de limiter l'impact de ces aléas et conserver leur compétitivité mondiale. Par exemple, dans l'hypothèse de l'entrée de la PPA sur le territoire français, grâce aux règles de zonage et

de compartimentation des zones atteintes, l'hexagone a négocié avec la Chine afin de pouvoir continuer d'y exporter ses produits lorsqu'ils proviennent de régions indemnes (28).

Toutes les filières d'élevage françaises participent au marché international et doivent ainsi toujours s'adapter pour rester compétitives en toutes circonstances. Certaines d'entre elles sont cependant sujettes à des concurrences très fortes et doivent être vigilantes afin de rester dans la course. Par exemple, la filière porcine fait face à des productions étrangères très concurrentielles. En 2014, l'IFIP a évalué la compétitivité des 5 plus gros producteurs de porcs européens et en a conclu que la France était le moins compétitif d'entre eux (285).

B. Permettre la sécurité et la souveraineté alimentaire notamment dans des contextes géopolitiques difficiles

Un sondage réalisé sur 2000 citoyens représentatifs de la population française par l'IFOP en 2016 montre que la sécurité alimentaire est un enjeu qui préoccupe la société (245). La sécurité alimentaire peut se définir comme l'accès pour tous à des denrées alimentaires de base, en quantité et en qualité, ainsi qu'à des prix raisonnables (286). Son maintien au sein d'un pays met en jeu deux notions différentes : les échanges mondiaux des produits et l'autosuffisance alimentaire (287). Cet enjeu est en effet très important car le but premier de l'agriculture et de l'élevage est de nourrir l'humanité. Or, avec un accroissement quasi permanent de la population mondiale et le cap des 9 milliards d'individus atteint d'ici 2050, la question se pose de réussir à produire suffisamment et permettre l'accès à une alimentation de base pour tous (288).

Les années 2019/2020 illustrent parfaitement cette problématique en temps de crise. En effet, sur cette période, le monde est touché par la Covid-19 mais également par une forte inflation du prix des produits alimentaires. Les prix de l'énergie vont également progressivement augmenter à partir de 2021. De plus, une combinaison de plusieurs conséquences de la crise telles que des chaînes de production au ralenti, une pénurie de main d'œuvre, un manque de disponibilité des aliments ou encore l'augmentation du chômage va perturber l'accessibilité à la nourriture (289). On va alors assister à une amplification de l'instabilité alimentaire mondiale avec une hausse de 100 millions de personnes sous-alimentées entre 2019 et 2020. La France n'échappe pas à la règle.

Ainsi, le nombre de nouvelles personnes qui ont bénéficié d'une aide alimentaire a augmenté de 20% entre 2020 et 2021(290).

Une autre conséquence de la crise de la Covid-19 est un ralentissement des échanges mondiaux. En effet, le fret aérien mondial a réduit sa capacité de 7.7% compromettant une partie de l'approvisionnement alimentaire de la planète (289). La question de l'autosuffisance alimentaire a alors été soulevée par la société et les médias français (255). Cette notion est en effet un levier majeur pour la France afin de lui permettre de maintenir la sécurité alimentaire au sein de sa nation quel que soit le contexte géopolitique.

Concernant les produits d'origine animale, l'autosuffisance est possible seulement si la production des denrées est égale voire supérieure à leur consommation, ce qui n'est pas le cas pour toutes les filières. Par exemple, comme évoquée un peu plus tôt, la consommation française de viande de volailles est supérieure à la production nationale, ce qui pose problème dans la volonté d'une autosuffisance (28). Or, avec les tendances à la baisse de la production des denrées animales dans toutes les filières, un problème crucial de ressources locales se pose si la consommation ne suit pas cette dynamique. Un rapport de FranceAgriMer publié en 2023 montre que la France possède un taux d'auto-approvisionnement (rapport de la production sur la consommation) excédentaire concernant le lait et les produits laitiers (supérieur ou égal à 100%) mais néanmoins contrasté concernant les produits carnés (53% pour la viande ovine, 81% pour la viande de poulet, près de 100% pour les porcs et les bovins) (279). Cependant, en raison de l'exportation de certains produits, aucune filière ne couvre en réalité 100 % de la consommation nationale. La France devient alors dépendante des importations pour tous les produits issus d'élevage (jusqu'à 53% pour la viande ovine). Cette dépendance est en nette augmentation pour la viande de volaille mais en stagnation et même en diminution pour les autres produits. Elle devrait cependant être amenée à réaugmenter dans plusieurs filières comme la viande de porc, dont la diminution de production couplée à une consommation en croissance devrait mettre en péril le taux d'auto-approvisionnement français (28).

Un moyen d'assurer une certaine autonomie alimentaire sur notre territoire serait d'appliquer le principe d'économie circulaire (286). On peut la définir comme une « économie fondée sur la production de biens et de services en limitant la consommation

des ressources et leur gaspillage » (291). Appliquée à l'alimentation, cette approche réunit la production de denrées, leur consommation et la gestion des déchets qu'elle génère. Dans l'idée, elle favoriserait les circuits courts mais repose sur une consommation locale et raisonnée de la part des citoyens. La mise en place d'économies circulaires au sein du territoire français nécessiterait des politiques publiques fortes et à différentes échelles. La difficulté de sa mise en place réside dans ce que certains auteurs appellent une « rupture métabolique » qui maintient l'économie dans un schéma linéaire (291, 292). Elle évoque la perte de lien entre les activités humaines et l'environnement. La spécialisation des systèmes agricoles ou encore l'urbanisation illustrent parfaitement cette notion. Les conséquences sont multiples et peuvent engendrer une diminution des ressources ainsi qu'un fort impact environnemental. Un exemple de bioéconomie circulaire est l'utilisation des céréales pour nourrir les animaux d'élevages puis l'utilisation de leurs déjections comme engrais pour ces mêmes cultures. Cela nécessite tout de même l'utilisation de transports lorsque les deux productions sont situées dans des régions distinctes. Une problématique à l'autonomie se pose également sur la quantité de surfaces agricoles disponibles en France pour les cultures. En effet, si nous tentions de nourrir les animaux d'élevage en nous passant du soja importé tout en conservant les objectifs de production actuels, cela nécessiterait de réduire par deux les surfaces cultivées de maïs en des légumineuses fourragères mais également de multiplier par 4 les surfaces en soja (216).

Si l'autonomie alimentaire à l'échelle française, tout produit confondu, peut paraître difficile, celle-ci pourrait être atteignable à l'échelle européenne. En effet, depuis 2023 et le conflit russo-ukrainien qui a su montrer les zones de tensions au niveau du commerce international, la question se pose au sein du Parlement Européen (293). Or, l'UE est dès aujourd'hui autosuffisante pour quasiment la totalité de ses productions animales (279). De plus, la plupart de ces produits, qui participent aux échanges mondiaux, nourrissent principalement le marché européen et sont importés ou exportés au sein des pays membres. Concernant les cultures nécessaires à l'alimentations animale, l'UE pourrait être auto-suffisante concernant les céréales : le taux varie entre 85% (maïs) et 134% (blé tendre), mais cela s'avèrerait compliqué concernant les oléagineux avec un taux à 58%.

Les pays européens ne sont pas les seuls à vouloir assurer leur sécurité alimentaire. En effet, l'ONU a affiché sa volonté de mettre un terme à toute forme de faim et de sous-

nutrition dans le monde d'ici 2030 (Objectif Développement Durable 2 : « Faim zero ») (254, 294). Malheureusement, cet objectif est encore loin d'être atteint. En effet, d'après la FAO, en 2022 près de 30% de la population mondiale connaissait l'insécurité alimentaire et la prévalence n'est plus en baisse depuis plusieurs années (254). L'organisation estime également qu'en 2030, 600 millions de personnes dans le monde n'auront pas suffisamment accès aux ressources alimentaires. Par ailleurs, les crises géopolitiques ont un impact fort sur ces données. Notamment, les estimations annoncent que ce nombre aurait pu chuter à 480 millions de personnes si la pandémie de 2019 et le conflit russo-ukrainien avaient pu être évités.

La notion de durabilité des systèmes agricoles entre en jeu afin d'assurer une sécurité alimentaire sur le long terme (295). En effet, un système plus durable est un système qui peut continuer de produire à un niveau satisfaisant sur le long terme et notamment en étant plus résilient face aux aléas (environnementaux, économiques, sanitaires...). Ainsi, grâce à des systèmes durables, la sécurité alimentaire pourra être assurée sur le long terme.

La souveraineté alimentaire devrait également être une préoccupation de tous les gouvernements et ne peut être atteinte sans la mise en place de mesures phares et d'investissements. La souveraineté alimentaire est un concept qui désigne le droit des peuples et des nations à définir et contrôler leurs propres politiques agricoles et alimentaires (279). Au Brésil, par exemple, le président Lula Da Silva en a fait son cheval de bataille durant son premier mandat en mettant en places diverses réformes (296). Des politiques économiques, agricoles et sociétales doivent alors être entreprises comme un soutien à l'agriculture nationale, des mesures encourageant la baisse des prix de l'alimentation couplés à une amélioration des revenus et à la création d'emplois, ainsi que d'autres mesures plus spécifiques (coupons alimentaires...). Au Salon International de l'Agriculture (SIA) en 2024, le plan gouvernemental renforcé de reconquête de notre souveraineté sur l'élevage a été lancé visant à produire ce que nous consommons, nous, Français. Il passe notamment par une restauration de l'image du métier d'éleveur, par un repositionnement de l'élevage au cœur de la transition écologique ou encore par la mise en place de davantage d'aides (297). En somme, la souveraineté alimentaire est une condition préalable à la sécurité alimentaire d'un pays.

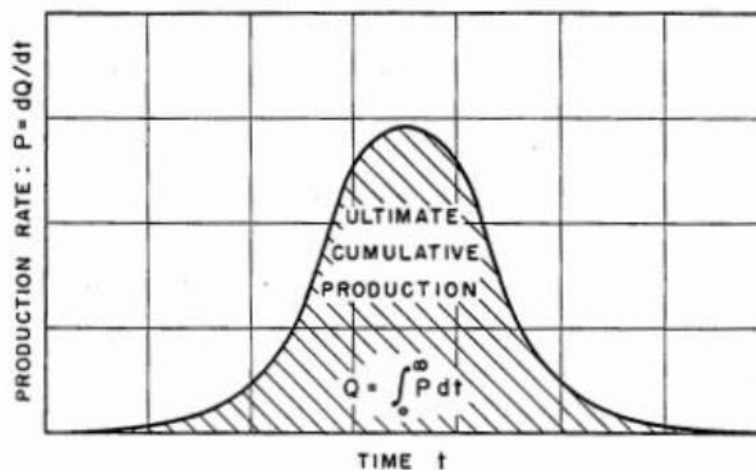
II. Faire face à la crise de l'énergie dans les années à venir

A. Dépendances énergétiques de l'élevage

L'agriculture repose en permanence sur des flux énergétiques (298). Sans eux, l'agriculture ne peut fournir de denrées alimentaires, qu'elles soient végétales ou animales. Pour ce faire, des sources d'énergie externes sont apportées par l'Homme via les travaux agricoles. Si pendant longtemps la force physique était principalement utilisée (traction animale...), à partir du milieu du XXème siècle l'énergie utilisée provient principalement du pétrole avec l'utilisation d'engins agricoles (tracteurs...) et des fertilisants (engrais chimiques...) (299, 300). Ce tournant correspond également au boum de production décrit dans toutes les filières occidentales. Cette forte productivité est objectivée par un rapport de l'énergie investie sur l'énergie rendue qui a doublé entre 1950 et 2000. La traction mécanique et la fertilisation sont encore actuellement les sources d'énergie les plus utilisées dans le secteur agricole - à hauteur de 80% de l'énergie apportée - et sont même devenues indispensables dans les filières occidentales (301). Or, elles dépendent toutes deux d'énergies non renouvelables comme le pétrole. Nous venons de voir que les conflits mondiaux peuvent mettre en péril la souveraineté alimentaire mais ce phénomène est accentué par notre dépendance agricole aux énergies fossiles. En effet, le conflit russo-Ukrainien a permis de mettre en exergue notre assujettissement à ces ressources (302). En ce qui concerne les engrais chimiques, et plus particulièrement ceux azotés, ces derniers sont issus de la pétrochimie et leur processus de fabrication nécessite des apports très coûteux en énergie (303). Au total, l'énergie fossile représente 91% de l'énergie investie dans l'agriculture (298). En ce qui concerne l'élevage, en moyenne, 75% des coûts énergétiques sont relatifs à leur alimentation. Les élevages porcins présentent une efficacité énergétique 6 fois inférieure à celle des grandes cultures, tandis que pour les élevages bovins (laitiers et à viande), l'efficacité est 11 à 12 fois plus faible. Ces différentes données marquent la nécessité de faire évoluer les modes d'élevages afin de permettre une réduction de leur consommation énergétique (304).

B. Une ressource énergétique incertaine

Cette dépendance aux énergies fossiles risque de poser des problèmes dans les années à venir en raison de l'épuisement progressif de ces ressources. Nous examinerons plus en détail le cas du pétrole, qui représente la ressource énergétique la plus préoccupante pour l'avenir de l'élevage. Cette huile minérale est utilisée après raffinement par combustion mais également en tant que matière première pour de nombreux produits pétrochimiques. Cette ressource se forme sur plusieurs dizaines voire centaines de millions d'années (301). Cette échelle de temps est démesurément grande par rapport à celle de l'humanité et relativement à son exploitation intensive par l'Homme, ce qui en fait une ressource finie. Sa consommation a par ailleurs été modélisée mathématiquement. Une des figures de référence est celle créée en 1956 par King Hubbert, un géologue américain, visible sur la figure 56 (305). Celle-ci prend alors l'aspect d'une courbe de Gauss, l'aire sous la courbe représente la production totale maximale possible. Ce modèle peut être réalisé pour chaque gisement pétrolier mais reste cependant théorique. Il peut en réalité prendre des formes plus variables (présence d'un plateau, plusieurs pics...) et est influencé par des facteurs locaux.



Ainsi, plusieurs tentatives ont eu lieu afin d'estimer quand aura lieu le pic pétrolier mondial. De nombreuses études se sont penchées sur la question et ont abouti à des conclusions variées, certaines très pessimistes, d'autres plutôt encourageantes (301).

Cependant, plusieurs facteurs rendent l'estimation de ce pic difficile et expliquent les différences objectivées d'un article à l'autre.

Premièrement, les méthodes utilisées peuvent varier. En effet, dans leurs estimations des quantités de pétrole présentes dans les champs déjà découverts, certaines études tiennent compte uniquement des « réserves prouvées » alors que d'autres prennent également en compte les « réserves probables » (306). De plus, certaines quantités sont surévaluées par les pays producteurs afin d'obtenir des parts de marché plus importantes au sein de l'OPEP (Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole) (307). D'après un rapport publié par « The Shift Project »¹, près de la moitié des gisements de pétrole serait issue de sources « matures ». Cela signifie que leurs réserves pétrolières commencent à décliner dont pour certaines plus de la moitié a été consommée (308). Ils estiment également que pour maintenir la production à un niveau stable, il faudra remplacer 1/3 des gisements actifs en 2019 d'ici 2030.

L'estimation des gisements restant à découvrir est également source de difficulté. En effet, il convient d'estimer le nombre de champs pétroliers non découverts, le volume de pétrole ainsi que la fréquence de ces découvertes. La fiabilité de ces estimations dépend des technologies utilisées et du niveau d'investissement financier. Cependant, les études s'accordent à affirmer que le taux de découverte de nouveaux champs est en perpétuelle diminution depuis les années 60, et ce malgré des investissements pour leur recherche de plus en plus importants. Mistral (2023) conclue que « toujours plus d'efforts et d'investissements sont nécessaires pour trouver toujours moins de pétrole » (301).

Il est également nécessaire de prendre en considération la demande mondiale en pétrole. En effet, celle-ci influe sur la vitesse de consommation et peut donc décaler le pic dans un sens comme dans l'autre. Si on regarde la tendance de ces dernières décennies, la demande en pétrole ne cesse de croître et la probabilité qu'elle continue d'augmenter est très élevée : pour rappel, l'ONU prévoit une augmentation de la population mondiale d'environ 2 milliards de personnes d'ici 2050 pour atteindre les 9.7 milliards (288). De plus, la mondialisation est basée sur la croissance économique, principal indicateur de réussite d'un pays. Or, il en découle un besoin continu de consommation de carburant et dérivés pétrochimiques. Des régions en plein

¹ *Think tank* français qui a pour objectif de promouvoir la transition vers une économie post-carbone, fondé en 2010 par l'ingénieur consultant en énergie/climat français nommé Jean-Marc Jancovici

développement économique (Asie, Afrique) devraient alors poursuivre leur croissance et ainsi augmenter leurs besoins en pétrole. Dans un rapport publié en 2023, l'IEA (Agence Internationale de l'Energie) propose 3 scénarios différents de la consommation en énergies fossiles en fonction du respect ou non des préconisations environnementales (cf. Rapport du GIEC, Accords de Paris pour le climat...) (309). Selon le scénario choisi, la demande mondiale en pétrole varierait entre 20 et 100 millions de barils par jours en 2050. De même, la production mondiale s'adapterait à la demande et elle pourrait se maintenir quelques années de plus en adoptant le scénario le plus respectueux de l'environnement par rapport au scénario consumériste.

Enfin, les résultats peuvent varier selon les types de pétrole considérés ou non. Si la majorité du pétrole exploité est le pétrole brut conventionnel, d'autres formes existent comme le pétrole de schiste (*shale oil* ou *tight oil* en anglais), majoritairement retrouvé aux Etats-Unis (307, 308, 310, 311). L'IAE projette notamment un essor de son extraction dans les prochaines années (311). Pour autant, cette ressource est limitée et son exploitation devrait atteindre son pic vers 2030 (308).

En 2007, le *Government Accountability Office* (GAO) des Etats-Unis a publié un rapport affrontant les résultats objectivés par différentes études déjà réalisées (312). Si les estimations de la date exacte du pic pétrolier divergent entre les 21 études évoquées, quasiment toutes s'accordent pour le situer dans la première moitié du XXIème siècle. Ces scénarios sont en accord avec *The Shift Project* qui admet également que ce dernier aura lieu avant 2040 (308). L'IAE pense même que le pic de pétrole conventionnel brut serait déjà passé et aurait eu lieu en 2008 (311). L'offre mondiale commencerait donc à se restreindre dès 2025. L'approvisionnement en pétrole en 2060 serait alors similaire que celui de 1970 mais pour une population mondiale quasiment 3 fois supérieure (288, 308, 313).

C. Conséquences d'un déficit énergétique sur le secteur agricole et l'alimentation des populations

Ainsi, nous le comprenons bien, avec une agriculture fortement dépendante d'une énergie amenée à disparaître d'ici quelques dizaines à centaines d'années, l'élevage

mondial devrait être confronté à une crise énergétique dont les conséquences risquent d'être dramatiques.

L'une d'entre elles est déjà palpable à ce jour et concerne le prix de l'énergie. En effet, on assiste depuis quelques années à une hausse du prix du pétrole entraînant une élévation des prix généralisée de nombreux biens et services et notamment ceux en lien avec l'élevage. Plusieurs études montrent un lien étroit entre le prix du pétrole et celui des produits agricoles (314–317). En effet, comme démontré plus haut, la production d'aliments à destination des animaux d'élevage est aujourd'hui dépendante de cette ressource. Les coûts de production sont donc majorés. De plus, d'autres frais énergétiques s'ajoutent à ça comme l'utilisation de carburant pour déplacer les animaux ou les emmener à l'abattoir. Enfin, les étapes de préparation des produits, l'approvisionnement des magasins et les échanges internationaux viennent également augmenter les frais. Ainsi la hausse du coût de l'énergie entraîne une augmentation des prix à l'achat de la nourriture et cette inflation est associée à une réduction du pouvoir d'achat des consommateurs (318, 319). L'accessibilité, sur un plan économique, aux denrées alimentaires sera de plus en plus problématique partout dans le monde et le risque d'insécurité alimentaire touchera toutes les populations mais en premier lieu les plus défavorisées (320).

La crise de l'énergie va également toucher le secteur des transports où le pétrole est à l'heure actuelle indispensable notamment pour le transport de marchandises que cela soit par camion, avion ou cargos. Ainsi les échanges mondiaux vont être impactés avec des importations moindres et plus coûteuses, mettant en péril l'accès à la nourriture de certains territoires (303, 321). Les pays en développement et importateurs nets de produits agricoles seront les premiers touchés par cette crise.

Une autre conséquence sur l'agriculture d'une baisse de disponibilité des énergies fossiles va être une moindre productivité. En effet, comme expliqué plus tôt, les rendements agricoles sont optimisés à l'aide de produits dérivés du pétrole, comme l'utilisation de fertilisants pour les cultures. Or, avec une disponibilité réduite ou un coût augmenté de ces produits, leur utilisation va diminuer et les parcelles risquent de devenir potentiellement moins productives. En ces temps actuels, grâce à ces intrants, le rendement agricole rapporté à l'énergie investie est à son apogée (298). Or, pour rappel, près d'1/3 des cultures céréalières, 3/4 des cultures de maïs et 4/5^{ème} des cultures de soja sont destinées aux animaux d'élevage, permettant d'augmenter la production laitière ou

le GMQ par rapport à une ration uniquement fourragère (182). Ainsi, avec moins d'aliments pour le bétail disponibles ou à des prix trop élevés, de nombreux élevages devront très probablement revoir leur alimentation (diminution des concentrés, utilisation de sources différentes...) au risque de perdre en productivité. Cependant, avec l'augmentation de la population mondiale décrite précédemment, les besoins alimentaires ne vont cesser de croître. Ainsi, le risque d'insécurité alimentaire mondiale va également augmenter à cause d'une moindre disponibilité des denrées alimentaires (320).

La crise énergétique aboutit donc à plusieurs conséquences sur les secteurs agricoles et agro-alimentaires (coûts élevés, difficultés de transports, productivité diminuée) qui mettent toutes en péril la sécurité alimentaire dans le monde. Celle-ci n'est également pas sans risque pour la santé animale et la santé publique, les fournitures et produits thérapeutiques étant en grande partie issus de la pétrochimie (301).

D. Quelques pistes pour limiter l'impact de la pénurie d'énergies fossiles sur l'élevage

1. Utilisation de machines agricoles électriques

Les exploitations agricoles disposent de plusieurs moyens pour minimiser l'impact de la crise énergétique sur leur fonctionnement et leur rentabilité. Tout d'abord, l'énergie électrique pourrait remplacer une partie de l'énergie fossile. Cependant, dans les faits, l'électrification de l'agriculture est fortement limitée. En effet, les travaux agricoles nécessitent des tracteurs aux moteurs trop puissants pour pouvoir fonctionner uniquement à l'électrique (298). Des tracteurs hybrides sont quant-à-eux plus fonctionnels et adaptés aux travaux agricoles (322). Cependant, ils ne règlent pas le problème de la dépendance au pétrole car leur niveau d'hybridité maximum est d'à peine 35%. Pour autant, les recherches continuent et d'autres pistes sont à exploiter dans l'idée de créer des machines agricoles 100% électriques (exemple : utilisation de batteries combustibles à hydrogène). Cette solution reste néanmoins critiquable puisque la conception des batteries requiert l'utilisation de métaux rares de plus en plus difficiles à obtenir. De plus, le nucléaire étant sujet à de nombreuses critiques par sa consommation de ressources non-renouvelables, d'autres alternatives génératrices d'électricité sont

développées. Nous pensons notamment aux éoliennes et aux panneaux solaires. Ces dernières permettent d'obtenir de l'électricité en exploitant des éléments physiques naturellement présents dans l'environnement comme le vent ou la lumière solaire ce qui constitue un atout non-négligeable. Le dernier rapport du GIEC mentionne entre autres la nécessité de développer les énergies renouvelables (206). Par ailleurs, les matériaux permettant l'élaboration de ces éoliennes et des panneaux solaires n'ont jamais été à des prix aussi bas qu'aujourd'hui, permettant donc leur expansion. Toutefois, là encore, certains points viennent assombrir le tableau idyllique de l'électricité « verte ». Les projets éoliens sont vivement contestés pour l'impact qu'ils possèdent sur la dégradation des paysages mais également sur la biodiversité auxquelles s'ajoutent une production d'électricité fluctuante au grès du vent (323).

2. Utilisation de biocarburants

Une autre alternative à la pénurie de pétrole serait l'utilisation de « biocarburants » (324). Un premier type de biocarburant concerne les huiles végétales pures (HVP). Elles sont issues généralement de colza et peuvent se substituer au diesel utilisé par les machines agricoles. Des tracteurs fonctionnant à 100% avec des HVP existent d'ores-et-déjà sur le marché et montrent des performances similaires aux tracteurs conventionnels. De l'éthanol issu de céréales ou plantes sucrières peut également être complètement substitué au gazole. En France, la majorité de l'éthanol utilisé provient de betteraves. Des essais sur des bus et des tracteurs sont effectués et donnent des résultats prometteurs. L'inconvénient majeur de ces différentes sources d'énergie est la concurrence que cela génère entre leur culture dédiée à l'énergie et celles destinées à l'alimentation (humaine et animale). De plus, la consommation d'éthanol par un tracteur, à puissance égale, se trouve être 1,6 fois supérieure que celle de fioul. S'ajoute également à ça des problématiques environnementales étant donné que les terres nécessaires pour ces biocarburants entrent en compétition avec l'alimentation humaine et entretiennent pour certaines la déforestation. Ainsi, selon une étude par ACV en termes d'émissions, le biodiesel pourrait selon certains scénarios générer environ 80 % de plus de gaz à effet de serre que le diesel auquel il se substitue (325).

En outre, il existe également une technique « gazogène » qui convertit le bois (ou charbon de bois) en un gaz combustible pouvant être utilisé par les machines agricoles. Les principaux inconvénients de ce système sont le prix élevé de fabrication des moteurs spécifiques et leur coût d'utilisation. En effet, environ 3 kg de bois ou 1,5 kg de charbon sont nécessaires pour obtenir l'équivalent énergétique d'1 L de fioul. De plus, l'utilisation de charbon génère une fois de plus un besoin en ressources non renouvelables, ne permettant pas de faire de considérer cette alternative comme étant durable.

3. La méthanisation : une ressource énergétique pouvant être utilisée comme carburant, électricité et fertilisant

Du biogaz issu de méthaniseurs peut également remplacer le pétrole nécessaire aux machines agricoles. La digestion de la matière organique issue des sous-produits et des effluents d'élevage par des bactéries anaérobies aboutit à la formation de biométhane pouvant être utilisé comme électricité ou carburant. Ce gaz n'est pas le seul produit final de la méthanisation. En effet, il s'accompagne d'une phase solide appelée « digestat ». Ces derniers sont riches en azote et peuvent être utilisés comme engrais puisqu'ils possèdent un fort pouvoir fertilisant (326). Toutefois, leurs propriétés peuvent varier selon la matière première utilisée, les paramètres du processus et le post-traitement (327). La méthanisation est donc une alternative à l'utilisation de carburant et d'engrais issus du pétrole et s'inscrit dans un modèle d'économie circulaire de l'élevage. Ce modèle semble afficher des critères de durabilité donc nous rediscuterons un peu plus tard.

4. Alternatives au pétrole utilisé dans les engrais de synthèse

Enfin, une manière de substituer le pétrole dans la fabrication des fertilisants chimiques est de trouver une nouvelle source d'hydrogène, élément indispensable à la synthèse d'ammonium. En effet, si celui-ci est issu de l'utilisation de gaz naturel, il pourrait également provenir d'un processus d'électrolyse de l'eau (328). Cette technique est cependant 60% plus coûteuse en énergie et nécessiterait 3000 TWh d'électricité supplémentaire (301, 329).

E. Les autres sources énergétiques dont dépend l'élevage

Nous venons de nous concentrer sur le pétrole car, comme démontré précédemment, l'élevage sera à l'avenir confronté à une baisse de disponibilité de cette ressource. Cependant, le secteur utilise également d'autres sources énergétiques pouvant être considérées plus durables. C'est le cas de l'électricité. Celle-ci peut être issue de différentes sources. On distingue les énergies renouvelables (éolien, solaire, hydraulique...), fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel...) et nucléaires. Au sein de l'Europe, les ressources utilisées diffèrent d'un pays à l'autre. Par exemple, la France a fortement misé sur le nucléaire, contrairement à l'Allemagne ou la Pologne qui dépendent encore beaucoup des énergies fossiles ou le Danemark qui se concentre plutôt sur les énergies renouvelables (336). Si le charbon et le pétrole vont venir à manquer dans les années à venir, le gaz naturel est quant à lui une énergie fossile encore présente en abondance dans certains territoires tels que les USA, le Canada ou encore la Russie.

Depuis 2021, l'Europe est confrontée à plusieurs crises de l'énergie. La première origine de cette crise est la forte augmentation de la demande à la fin de la crise de la Covid-19. En 2022, les sanctions économiques infligées à la Russie, consécutives à l'invasion de l'Ukraine, vont également créer des tensions sur le marché européen de l'énergie. En effet, plus de 45% du gaz naturel utilisé par l'UE en 2021 est importé de Russie (336). Certains pays d'Europe de l'Est, tels que les pays baltes, la Finlande ou encore la République tchèque, étaient presque totalement dépendants des importations russes, que ce soit pour le gaz, le pétrole ou le charbon. En revanche, la France affichait une moindre dépendance, avec moins de 25 % de son gaz provenant de Russie. Or, les sanctions imposées par l'Europe ont entraîné une chute des importations qui ont été divisées par 5 entre 2021 et 2024. Ainsi, toutes ces tensions sur le marché de l'énergie ont abouti à une forte inflation des prix de l'énergie, qui ont été multipliés par 10 entre 2020 et 2022 (336). Celle-ci s'est ressentie dans tous les secteurs et notamment l'élevage (20, 94, 106). Ainsi, acquérir une certaine indépendance dans les ressources énergétiques et miser sur une plus grande durabilité de notre production semble être bénéfique pour l'élevage.

III. Enjeux sociaux et sociétaux

A. Modifications des modes de consommation

L'élevage doit en permanence s'adapter aux demandes des consommateurs et les modes de consommation évoluent avec le temps et les territoires. Les sociétés façonnent notre rapport à l'alimentation. De fait, la consommation de viande est par exemple associée à un certain virilisme comme l'affirment les travaux de Sandrine Monnery-Patris, chercheuse en psychologie cognitive au CSGA. L'IFOP nous annonce alors qu'à la suite d'une enquête réalisée sur 2 033 hommes, 62% estiment qu'il faudrait « déviriliser » la consommation de viande cuite au barbecue et que 56% se considèrent comme « viandards ». Les grands consommateurs de viande de bœuf se révèlent également nettement plus imprégnés de stéréotypes sexistes que les hommes ayant une consommation modérée (330). Au-delà de concerner uniquement notre nutrition, nos modes d'alimentation ont donc une place à part entière dans notre vie sociale et notre rapport aux autres (330). Les Français sont également très attachés au goût de leur terroir ce qui ralentirait encore un peu plus d'éventuels changements alimentaires. Or, que cela soit pour notre santé ou pour la planète, les recommandations sont sans équivoques : il faut réduire notre consommation de viande (114, 331, 332).

1. Tendances actuelles et impact sur la santé du consommateur

En France, la consommation de viande a diminué passant de 90 kgec/habitant/an au début du XXIème siècle à 85 kgec/habitant/an de nos jours. Cette diminution concerne surtout la viande rouge alors que la consommation de viande blanche augmente, représentant le double de la consommation moyenne mondiale. Pour autant, ces deux dernières années, la tendance est à la hausse avec une augmentation de 0,5%/an/habitant alors même que la société occidentale montre une volonté de réduire sa consommation de produits carnés (333). En effet, 24% des citoyens avaient déjà adopté un régime « flexitarien » en 2020, un néologisme qui désigne la volonté de réduire sa consommation de produits d'origine animale (252). Cela peut être entre autres attribué à un effet rebond à la suite de la crise de la Covid-19 qui a poussé des millions de

Français à acheter moins de viande dû à leur restriction budgétaire couplée à l'inflation. Parmi les raisons mentionnées, nous retrouvons l'environnement, le bien-être animal et la santé. En effet, la consommation excessive de produits issus de l'élevage, et plus particulièrement de viande rouge, favorise certaines maladies cardiovasculaires et métaboliques (diabète ...) mais également certains cancers (334). Concernant les deux premiers troubles, une méta-analyse de 2019 a conclu que la consommation de protéines animales constitue un facteur de risque, d'autant plus lorsqu'elle est couplée avec un mode de vie délétère pour la santé (tabagisme, consommation d'alcool, surpoids...) (335). Par ailleurs, on constate une hétérogénéité au sein des protéines animales, les produits carnés transformés notamment ceux riches en nitrites (charcuterie...) étant plus à risque que la viande non-transformée, elle-même plus nocive que les produits laitiers. Les protéines végétales (légumineuses, noix...) auraient quant à elles des effets plutôt protecteurs contre les maladies métaboliques et certains cancers de par leur richesse en polyphénols (336). Ces derniers possèdent en effet une activité antioxydante puissante permettant de prévenir ce genre d'affections. De plus, leur teneur réduite en acides gras saturés génère une diminution de la concentration sanguine en cholestérol, limitant ainsi les risques de maladies cardiovasculaires (337).

Concernant les risques de cancer (colorectal, du pancréas, de la prostate...), la tendance est identique. La viande rouge est donc plus à risque que les protéines végétales (332). En 2015, le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC) a classé la viande rouge comme « potentiellement cancérigène » et les produits carnés transformés comme « essentiellement cancérigènes ». Toutefois, si de nombreuses recherches ont permis de montrer le lien entre les régimes à base de protéines animales et la santé du consommateur, le nombre d'études concernant les régimes végétariens et végétariens est beaucoup plus limité (335, 336).

2. Les alternatives à la viande

Pour autant, outre des effets bénéfiques sur notre santé, une alimentation plus végétale offrirait également de nombreux bénéfices environnementaux. Nous incluons alors dans un verdissement de notre assiette l'ensemble des aliments d'origine végétale.

Traditionnellement, ces substituts sont dérivés du soja (tofu², tempeh³ ...), mais de nouveaux produits plus modernes sont développés synthétiquement depuis plusieurs années dans le but de reproduire à l'identique les propriétés organoleptiques de la viande. Ils peuvent être d'origine végétale comme les TVP (*Textured Vegetable Proteins*) conçues principalement à base de soja (85%), de blé (12%) ou de pois (3%) (338). Ils peuvent également provenir d'un champignon filamenteux appelé *Fusarium venenatum* (aliments Quorn®). Celui-ci est capable de produire des mycoprotéines comestibles pour l'Homme. Le verdissement de notre assiette peut également comprendre la consommation de certains produits bruts (légumineuses, noix ...). Selon Darce (2024) qui a étudié les substituts végétaux à la viande, il a été montré qu'en comparaison avec l'élevage, les aliments végétaux possèdent un impact beaucoup plus limité sur l'environnement que les produits d'origine animale, que cela soit en termes d'émissions de GES ou encore de pollution des eaux et de l'air (338). L'écart est d'autant plus important si nous comparons avec la viande de bœuf. L'unique paramètre qui reste globalement autant impacté, indépendamment du type de production, animale ou végétale, est la biodiversité. En effet, l'artificialisation des terres liée aux plantations affectent la faune et la flore locale tout autant que les cultures céréalières à destination, ou non, du bétail.

Sur le plan nutritionnel, les régimes plus verts sont très souvent perçus comme étant à l'origine de carences. Dans les faits, ils sont effectivement plus pauvres en protéines (< 25%) que les produits carnés et celles-ci se trouvent être également moins digestibles que les protéines animales (338). Ainsi, pour une teneur équivalente en protéines, un morceau de viande permettra un apport plus important que son homologue végétal. De plus, bien que les végétaux possèdent les neuf acides aminés essentiels pour l'Homme, leurs apports sont très limités pour certains d'entre-deux, à la différence de la viande. Les alternatives végétales sont par ailleurs plus pauvres en acides gras saturés que la viande, mais en sont néanmoins de plus grandes sources de fibres et de glucides. En ce qui concerne la teneur en minéraux, vitamines et oligo-éléments, la viande rouge est plus complète et équilibrée que les substituts végétaux mais contient plus d'acides gras

² Le tofu est un aliment fabriqué à partir de lait de soja caillé, qui est ensuite pressé en blocs. Il est doux en saveur, avec une texture variant de soyeuse à ferme, et il est souvent utilisé pour sa polyvalence en cuisine.

³ Le tempeh est un produit à base de graines de soja fermentées, formant un bloc compact. Il est riche en protéines, fibres et probiotiques, avec une texture ferme et un goût légèrement noisette. Originaire d'Indonésie, il est souvent utilisé comme substitut de viande.

saturés. En effet, ces aliments ont souvent une teneur excessive en sel et contiennent moins de vitamine B12 ou de fer. Ainsi, de prime abord, nous pourrions nous attendre à ce qu'une alimentation plus verte génère des carences en protéines, acides aminés essentiels et en vitamine B12. Or, il a été montré que ce n'est pas toujours le cas, que la viande soit remplacée partiellement ou intégralement. Seules les populations aux demandes physiologiques plus importantes comme les personnes âgées, les femmes enceintes ou les nourrissons sont à haut risque de carences et nécessitent une complémentation (338). Une réduction et non un arrêt de notre consommation de viande, sauf exception, ne mettrait donc pas en péril la santé du consommateur sur le plan nutritionnel.

L'idée de consommer des insectes à l'avenir pour remplacer la viande est largement débattue. Concernant la production et la consommation d'insectes, la difficulté réside dans la diversité des espèces et des modes d'élevage. Cependant, leur production semble tout de même avoir un impact moindre sur les émissions de GES que l'élevage de ruminants ou des monogastriques (339). De plus, certaines externalités négatives de l'élevage actuels pourraient être largement réduites avec la mise en place d'élevages d'insectes. Ainsi, le site de l'EUFIC (Conseil de l'Information sur l'Alimentation en Europe) l'évoque parmi les cinq aliments pouvant remplacer les produits animaux (340). En Asie, Afrique ou Amérique latine, leur consommation s'est déjà fortement développée et associée à une certaine culture locale. Les principales espèces consommées appartiennent à l'ordre des *Coleoptera* (31%), *Lepidoptera* (18%), *Hymenoptera* (14%), *Orthoptera* (13%) et *Hemiptera* (10%) (341). Les arachnidés peuvent également en faire partie. En Europe, cette pratique est très peu développée, les élevages d'insectes servant principalement à produire des farines utilisées dans l'alimentation des volailles (342). De plus, la population occidentale reste pour le moment assez réticente à la consommation de ce genre de produit. Les insectes présentent pourtant l'avantage de pouvoir être nourris à partir de déchets organiques tels que des sous-produits agricoles ou encore des déchets alimentaires issus de la consommation humaine. Les quantités nécessaires restent néanmoins négligeables par rapport à la valorisation effectuée par des porcs ou des ruminants. Enfin, les élevages d'insectes peuvent facilement avoir lieu dans des zones urbaines ou périurbaines.

Les insectes possèdent une teneur en protéines assez élevée (entre 50 et 80%) et couvrent une grande partie de nos besoins en acides aminés essentiels. Ils sont

également riches en lipides et surtout en acides gras insaturés. Leur composition nutritionnelle diffère cependant selon le groupe taxonomique auquel ils appartiennent mais également selon leur mode de vie, leur alimentation et leur préparation avant consommation (cuisson...) (341). D'un point de vue nutritionnel, les insectes représenteraient donc une alternative très intéressante aux protéines animales conventionnelles.

3. Quel régime alimentaire adopter ?

Une question se pose donc : quel régime alimentaire adopter ? Cette dernière dépendra alors du scénario final choisi. Néanmoins, afin de donner des pistes de réflexion pour la suite, plusieurs chercheurs et chercheuses ont d'ores et déjà étudié le sujet. De fait, 43 docteur(e)s en nutrition étasunien(ne)s effectuent chaque année pour le magazine *U.S. News and World Report* la comparaison d'une trentaine de régimes alimentaires afin de déterminer le plus bénéfique pour notre santé. Ainsi en 2024, le régime méditerranéen a été réélu pour la septième année consécutive comme étant le meilleur régime alimentaire au monde. Ce dernier est basé sur la consommation de fruits et légumes bruts, d'huile d'olive, de noix, de légumineuses et de poulet ou de poisson en quantité modérée. La consommation de viande rouge et de nourriture transformée à ultra-transformée est occasionnelle (343).

En outre, Anthony Fardet, chercheur à l'unité de nutrition humaine de l'université de Clermont-Auvergne et à l'INRAE a mis au point un régime basé sur 3 grands principes : le régime des 3V pour Vrai, Végétal et Varié. Le figure 57 présente alors avec un peu plus de détails les 3 règles à suivre. L'alimentation quotidienne proposée est donc essentiellement végétale mais ne supprime pas complètement les produits animaux que cela soit la viande, le lait ou les œufs (344).

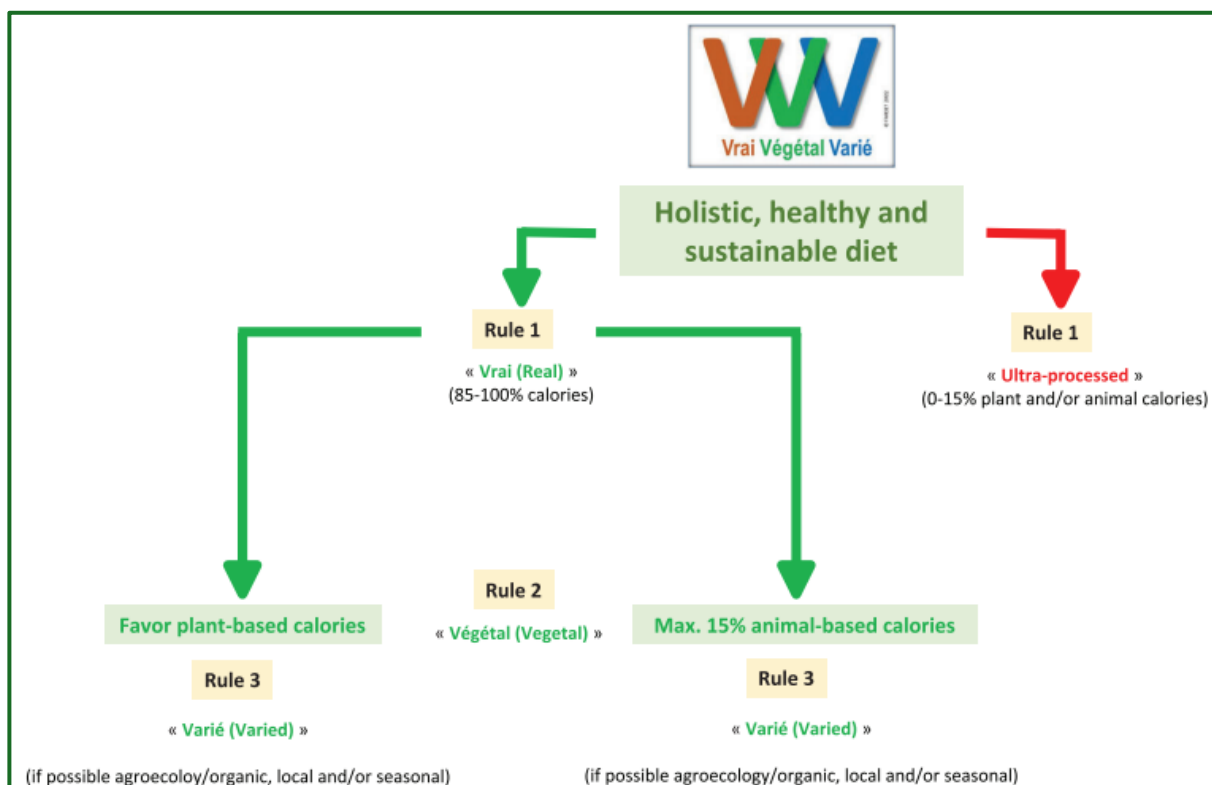


Figure 57 : Grands principes du régime alimentaire des 3V développé par Anthony Fardet (344)

Ainsi, le régime « idéal » tant sur le plan de la santé que sur le plan environnemental serait majoritairement végétarien et se baserait sur la consommation de produits essentiellement bruts, tout en n'excluant pas totalement la consommation de produits animaux. Nous aurons l'occasion de rediscuter de nos régimes alimentaires lors de la confrontation ultérieure des différents scénarios de l'élevage de demain ; chacun d'eux générant des modifications variables dans notre alimentation

4. Les consommateurs sont-ils prêts à verdir leur assiette ?

Afin de savoir si la nouvelle génération est prête à accueillir un changement de nos modes de consommation, Portet-Tixidor et Brun (2023) ont ainsi interrogé plus de 700 personnes au cours de leur thèse, dont une large majorité de « jeunes » nés après 1995 pour en savoir davantage sur leur alimentation. La majorité des répondants sont étudiants vétérinaires (345). Le but était alors de savoir si les « jeunes » possèdent un rapport à la viande différent des autres générations et s'ils seraient prêts à changer leur régime

alimentaire. Ils concluent que, sur leur échantillon, les jeunes consomment plus de produits animaux que leurs aînés et qu'ils ne font pour autant pas davantage attention à leur qualité. Ils ne semblent également pas plus préoccupés que les autres générations par les enjeux environnementaux autour de l'élevage. Aussi surprenant que cela puisse paraître, malgré l'idée répandue selon laquelle la nouvelle génération serait plus sensible aux questions environnementales, ces données sont corroborées par d'autres études (346). Toutefois, 80% des personnes interrogées pour la thèse considèrent être prêtes à diminuer leur consommation de denrées d'origine animale. Une hypothèse est que, étant donné que de nombreux répondants sont étudiants avec des revenus modestes, cela influence leur tendance à acheter de la viande de moindre qualité. Néanmoins, une autre étude a révélé que les jeunes consommateurs étaient prêts à déboursier en moyenne 50 % de plus pour des produits alimentaires de haute qualité, et que la conscience écologique était le facteur principal de cette décision (347). Nous pouvons donc garder espoir que la nouvelle génération, dont nous faisons partie, participe à la réduction générale de consommation de produits d'origine animale. Il faut donc poursuivre les efforts pour essayer de convaincre les populations et de les sensibiliser à l'aide, entre autres, de données scientifiques.

Enfin, le temps consacré à la préparation des repas au sein des foyers français a diminué, passant de 68 minutes en 1985 à seulement 55 minutes en 2010. Parmi les raisons évoquées figure le désir de dégager davantage de temps libre pour les loisirs personnels. Pourtant, l'un des obstacles à l'adoption d'une alimentation végétale réside dans le temps de préparation souvent plus long qu'elle nécessite. Mais ne serait-il pas intéressant de voir cette contrainte sous un autre angle ? De recréer un lien avec la cuisine, de savourer le temps passé à élaborer nos plats, et ainsi de transformer ce moment en un instant de plaisir plutôt qu'en une corvée (15) ?

5. Mesures encourageant un changement dans notre consommation alimentaire

Le Programme National Nutrition Santé ou PNNS a été mis en place en 2021 et prolongé pour la 4^{ème} fois en 2024 avec pour but d'améliorer la santé des Français par le biais notamment de leur alimentation. Ce dernier, pour la première fois dans ses recommandations alimentaires, fait la promotion de la consommation de produits locaux

et si possible bios, dans un but de prise en compte des enjeux environnementaux. Il mentionne également que la diminution de notre consommation de viande est conseillée à la fois pour des raisons de santé et pour l'environnement. La prise en compte de ces sujets pourtant mis depuis de nombreuses années sur le tapis est encourageante. Toutefois, le PNNS prodigue des conseils de nutrition pour la population nationale mais ne possède aucun caractère exécutif (348).

Afin d'accélérer des changements alimentaires, certaines stratégies proposent de taxer les produits mauvais pour la santé comme pour la « taxe soda » mise en place en 2012, de subventionner les aliments bons pour la santé, d'informer et d'éduquer dès le plus jeune âge les populations ou encore de développer l'offre des produits sains (15). De plus, une stratégie pour impulser des modifications de nos habitudes alimentaires serait de présenter des nouveaux aliments comme les substituts végétaux de manière répétée et dans un contexte social positif afin que celui-ci soit plus facilement accepté. Prenons l'exemple du café pour illustrer notre propos. Son goût naturellement amer rend souvent les premières expériences de dégustation difficiles, car il est perçu comme désagréable. Cependant, le café occupe une place si centrale dans notre quotidien – du rituel du matin à la pause au travail, en passant par celui pris après un repas – que beaucoup finissent par s'y habituer. Ainsi, des personnes qui initialement le trouvaient rebutant finissent par en consommer régulièrement, au point d'en faire une source de plaisir. On peut dès lors espérer qu'un phénomène similaire se produise si les protéines végétales étaient intégrées de manière régulière dans notre alimentation. Une autre piste serait de permettre d'arrêter de voir la viande comme notre « plat principal » et les végétaux comme un « accompagnement » mais de les considérer bel et bien de la même manière (15).

B. Prise en compte des attentes sociétales de l'élevage : exemple du bien-être animal

Comme introduit dans le premier chapitre, l'élevage doit s'adapter aux attentes de la société. Delanoue *et al.* (2018) ont rassemblés plusieurs études sondant à la fois des acteurs du secteur agricole et des citoyens afin d'ouvrir le débat sur plusieurs sujets de controverses en lien avec l'élevage (245). Ces sujets peuvent être classés en quatre

thèmes : environnement (émission des GES, pollution des écosystèmes, utilisation des terres, nuisances sonores et olfactives), bien-être animal (conditions de vie, douleur...), santé (utilisation d'antibiotiques, maladies zoonotiques) et l'organisation des élevages (systèmes intensifs, concentration géographique des élevages). Nous allons à présent nous pencher sur le bien-être animal (BEA), les autres sujets de controverses étant abordés dans d'autres paragraphes.

Des projets de recherche ont été créés à l'échelle locale, nationale et européenne. C'est le cas du projet européen « Welfare Quality » qui a pour objectif de proposer un système d'évaluation standard du BEA et d'identifier des solutions permettant de répondre aux problématiques que cette question soulève (349). Le projet définit 4 principes fondamentaux à respecter en terme de bien-être des animaux d'élevage : une absence de faim et de soif, l'accès à un bon logement (confort de couchage et thermique, mobilité permise au sein du logement...), une santé optimale (absence de blessures, douleur et maladies) et l'expression d'un comportement adapté pour l'espèce, sur le plan individuel, collectif (avec les autres individus) ainsi que dans la relation Homme-Animal (350). Il demeure cependant difficile de jauger la limite entre ce qui est « bon » ou « mauvais » pour le bien-être d'un animal. En effet, de manière générale, les élevages intensifs hors sol respectent les quatre principes évoqués précédemment tout autant que des élevages très extensifs. Ainsi, les deux systèmes sont très différents et il est difficile d'affirmer en quelle proportion l'un est moins respectueux que l'autre du BEA.

Afin de minimiser les souffrances animales au sein des élevages, l'approche des « 3S » a été proposée : « Supprimer, Substituer et Soulager » (351). C'est-à-dire supprimer les procédés douloureux non essentiels ou, quand ils le sont, les remplacer par des procédés les moins algiques possible ou le cas échéant prendre en charge correctement la douleur. Par exemple, dans le cadre de l'écornage des bovins, les recommandations sont de le réaliser au plus possible sur de jeunes veaux par cautérisation des bourgeons cornaux et en utilisant une anesthésie loco-régionale. Cependant, la notion de bien-être animal ne s'arrête pas uniquement à l'absence de douleur mais s'intéresse également aux processus cognitifs et à la gestion des émotions de l'animal (352).

La mort de l'animal d'élevage afin de nous nourrir est également un sujet à débat auprès de la société. En effet, si jusqu'au XIX^{ème} siècle la mise à mort des animaux se faisait dans la rue à la vue de tous, les abattoirs ont par la suite été sortis des villes et des méthodes de mise à mort limitant les douleurs inutiles ont été imposées. Aujourd'hui,

la société a une vision plutôt négative des abattoirs et demande un abattage garanti sans souffrance des animaux (353). Des abattoirs mobiles sont par exemple testés afin d'abattre les bêtes au sein des exploitations permettant ainsi d'éviter le stress lié aux transports (354). Cependant, cette proposition n'est pas encore tout à fait au point à cause des risques sanitaires dans la gestion des carcasses.

L'élevage intensif réalisé dans des bâtiments sans accès à l'extérieur est également un sujet controversé au sein de la société occidentale qui considère ces systèmes d'élevage non respectueux du bien-être animal (245). En effet, un sondage IFOP réalisé en 2016 dans le cadre du projet « ACCEPT » a révélé que 60% des personnes interrogées considèrent que l'accès au plein-air des animaux d'élevage devrait être la mesure principale à appliquer en priorité dans la construction de l'élevage de demain. Pour répondre à cette attente sociétale, de nombreux groupes de travail réfléchissent à des solutions pour intégrer une sortie en extérieur des animaux en systèmes intensifs *indoor*. Par exemple, un élevage naisseur-engraisseur breton de porcs ayant ouvert l'accès à des courettes extérieures pour toutes ses bandes et quel que soit le stade physiologique des animaux, a montré des résultats zootechniques prometteurs et espère démontrer aux acteurs de la filière que cette pratique est réalisable sans impacter les performances techniques des animaux (355). Il reste pour autant à démontrer l'absence d'effets négatifs pour l'aspect sanitaire qui est une problématique très marquée en élevage porcin.

Enfin, la douleur psychologique infligée aux animaux, comme lors de la séparation précoce des jeunes animaux et de leurs mères, est décriée (245). Johanssen et al. (2021, 2023 et 2024) ont mené plusieurs études sur un système vaches laitières au sein duquel les veaux restent au contact avec leurs mères (356–359). Ils ont montré que ce système est réalisable en pratique mais qu'il possède toutefois un impact sur la production laitière. En effet, les vaches en contact avec leurs veaux produisent moins de lait que les vaches qui en sont séparées, et elles présentent plus de troubles tels que des mammites ou des rétentions lactées. La qualité du lait n'est cependant que très peu impactée.

Finalement, l'aspect du BEA est fortement pointée du doigt par la société en France. Cependant, contrairement à ce que pensent de nombreux citoyens, la majorité des éleveurs sont attachés à leurs bêtes et possèdent un lien fort avec ces dernières (360). La plupart du temps, quand il y a un problème de BEA, il y a avant tout un problème humain derrière, avec des éleveurs désespérés, au bord du gouffre, et qui n'arrivent plus à gérer leur élevage (361).

C. Renouer les liens entre les éleveurs et les consommateurs : la reconnexion avec le monde agricole

Il y a aujourd'hui une réelle fracture entre l'agriculteur et le citoyen des sociétés occidentales. Grannec *et al.* (2017) ont lancé le débat au sein d'un groupe d'éleveurs concernant la perception de l'élevage par les citoyens (362). Tous s'accordent pour dire qu'il existe actuellement une déconnexion entre la société et le monde paysan. Celle-ci semble d'autant plus forte avec les citoyens qui n'ont alors plus les codes de la ruralité et de l'élevage. En effet, fût un temps, toutes les familles ou presque connaissaient de près ou de loin quelqu'un faisant partie du monde agricole, les aidant ainsi à mieux comprendre les enjeux du métier. Aujourd'hui, ce temps est révolu. De plus, la quasi-totalité de la population française arrive à accéder aisément à de la nourriture. De ce fait, les citoyens s'éloignent de la réalité agricole et en oublient la place capitale que possède l'élevage dans la société en tant que maillon essentiel de la chaîne alimentaire. Les éleveurs reprochent également aux médias d'entretenir cette distance en montrant avant tout l'impact négatif de l'élevage. Cette méconnaissance conduit par exemple à des conflits entre éleveurs et néo-ruraux, notamment lors de projets d'installation agricoles (363, 364). Ces citoyens craignent entre autres les nuisances olfactives ou encore sonores. Certains éleveurs avouent pour autant qu'après discussion avec le voisinage, les inquiétudes sont souvent grandement basées sur des *a priori*. Ainsi, une communication plus ouverte entre les différents protagonistes permettrait peut-être une meilleure acceptation de l'élevage. La survenue de ces conflits dépend de plusieurs facteurs tels que la filière concernée (les élevages bovins sont mieux acceptés que les élevages porcins ou avicoles), la localisation géographique (les zones touristiques ou à proximité de centres urbains attirent plus de citoyens et sont ainsi plus exposés à ces conflits), la taille et la gestion des exploitations (un élevage de volailles plein air posera moins de problème qu'un élevage de volaille en batterie) ainsi que la capacité de l'éleveur à anticiper, communiquer et gérer les conflits locaux.

Un sondage réalisé en 2015 lors d'une journée portes ouvertes en élevage à propos de la perception sociétale de ce dernier ressente 115 visiteurs. Parmi eux, 85% avaient déjà une bonne image du monde de l'élevage avant d'effectuer la visite et celle-ci s'est même améliorée pour un quart d'entre eux. A l'inverse, sur les 8 personnes en ayant une image dégradée de prime abord, 5 d'entre elles n'ont pas changé d'avis. Ici, un biais

subsiste car la grande majorité des gens souhaitant prendre part à la visite possédaient déjà un *a priori* positif de l'élevage et sont venus de leur plein gré. Il semble à l'inverse plus difficile de convaincre des gens rebutés de se déplacer pour en apprendre un peu plus sur le monde agricole. L'efficacité de la communication reste ainsi parfois limitée car elle nécessite d'une part une transmission convaincante de leurs idées de la part des éleveurs mais repose aussi d'autre part sur le bon-vouloir et la motivation des citoyens. Pour autant, sur les 26% de personnes venues avec des interrogations et des inquiétudes relatives à l'élevage, la moitié d'entre elles considère que la visite leur a apporté les informations qu'elles attendaient, les 2/3 ont été rassurées et toutes conseilleraient à leurs proches une visite similaire. Ces dernières données sont donc plutôt encourageantes et incitent à poursuivre nos efforts de transmission afin d'aider à renouer les liens entre éleveurs et citoyens.

L'utilisation des médias est également un moyen de communiquer auprès du grand public. La CNE (Confédération Nationale de l'Élevage) a monté le projet « éleveurs témoins » qui encourage la prise de parole des éleveurs dans les médias. L'objectif n'est pas de faire du marketing pour des produits agricoles mais simplement de recueillir des témoignages d'éleveurs qui nous font part de leur quotidien dans une ferme française afin de montrer aux gens la façon dont les animaux sont élevés et soignés (270).

La législation française a par ailleurs montré la volonté de protéger les agriculteurs des plaintes abusives de la part des riverains en adoptant une loi (numéro 2024-346 du code civil) le 15 avril 2024 (365). Un élevage ne peut alors pas être accusé de « trouble du voisinage abusif » concernant le bruit émis par les animaux ou les engins agricoles ainsi que l'odeur de fumier. La loi protège également l'éleveur si ses activités agricoles étaient antérieures à l'arrivée du plaignant, du moment qu'aucun changement non obligatoire dans l'activité agricole n'a lieu. De plus, depuis 2021, les « sons et odeurs » liés à la ruralité font partie du patrimoine culturel des campagnes françaises (366).

Si les éleveurs s'accordent à penser que l'élevage de demain devra s'adapter à la volonté de la société, ils pointent cependant du doigt le manque de cohérence de la part des citoyens (362). En effet, ces derniers idéalisent aujourd'hui l'élevage extensif en tant que gage de qualité mais demandent également l'accès à des produits alimentaires variés, en abondance, toute l'année, et à moindre prix, ce qui n'est pas forcément le cas dans ces systèmes peu intensifs. Afin d'illustrer ces propos, penchons-nous sur la consommation des produits issus de l'Agriculture Biologique (« AB » ou « Bio »). En

2021, la part d'animaux issus d'élevages français qualifiés « AB » se situe aux alentours de 10% mais les disparités entre les filières sont grandes. Concernant la production porcine, cette qualification est marginale (1.9%) contrairement à la filière poule pondeuse où celle-ci est très développée (20.2%). Chez les ruminants, 5.3% du lait de vache et 11.1% du lait de brebis possèdent la certification (262). Les filières biologiques répondent à certaines attentes sociétales avec un cahier des charges précis ayant notamment des exigences en matière de respect du bien-être animal et de l'environnement. Cependant, depuis 2020, on assiste à une « crise du Bio ». En effet, la consommation de ces produits qui était jusque-là exponentielle s'est arrêtée net en 2020 (267). La filière « AB » a souffert de l'inflation, obligeant les ménages à délaissier ces denrées globalement 30% plus chères que les produits conventionnels. L'agriculture biologique a également subi une forte concurrence, ce qui l'a poussée à alléger son cahier des charges afin de rester compétitive (autorisation des cultures sous serres...) et a ainsi perdu un peu de la confiance des consommateurs qui voient en ces changements une conventionnalisation de la filière. Ainsi il existe parfois une discordance entre les discours sociétaux et la mise en pratique de leurs volontés.

IV. Les enjeux du métier d'éleveur : revaloriser le métier

A. Pallier le manque d'attractivité du métier d'éleveur et l'amélioration de la qualité de travail

L'attractivité du métier d'éleveur est un enjeu primordial pour la survie de l'élevage de demain. En effet, le métier souffre d'un manque considérable d'attractivité et de considération de la part de la société actuelle, pesant sur le renouvellement des exploitations. Les éleveurs sont souvent perçus comme des pollueurs, qui possèdent également une charge de travail beaucoup trop importante ce qui pourrait décourager, de potentiels futurs agriculteurs. Ce qui séduit aujourd'hui les nouveaux éleveurs potentiels non issus du monde agricole, c'est avant tout le lien avec la nature et les êtres vivants, la possibilité de tisser des relations de qualité avec leur clientèle, notamment à travers la vente directe, ainsi que de proposer des produits en accord avec leurs valeurs

personnelles. Tout cela participe à leur bien-être au travail, ce qui est une préoccupation essentielle. Le Réseau Mixte Technologique a développé la démarche « One Welfare » qui tient compte à la fois du bien-être des animaux mais aussi de celui des éleveurs en se basant sur trois piliers : faciliter l'accès au métier, améliorer l'image de ce dernier ainsi que les conditions de travail (271).

En plus d'être un levier pour réconcilier élevage et société, la communication pourrait également être un moyen d'encourager le renouvellement agricole. Par exemple, les réseaux d'élevage (Idèle, CNE...) ont créé des sites regroupant de nombreuses informations utiles aux éleveurs en activité ou aux porteurs de projet afin de les aider à y voir plus clair dans leur métier. Cette communication est d'autant plus importante au sein de la jeunesse. En effet, face à une population d'éleveurs vieillissante, il est essentiel de valoriser la profession auprès des jeunes qui peuvent potentiellement choisir une carrière dans le monde rural et devenir porteurs de projets. Or, l'agriculture est un sujet anecdotique dans les programmes scolaires français. En effet, d'après le groupe « GIS Avenir et Elevage », seulement un tiers des élèves de lycées généraux se souviennent avoir parlé du monde de l'élevage en classe. Pour autant, une grande partie d'entre eux se sentent concernés par les débats publics actuels autour de ce sujet malgré leur manque de connaissances en la matière (367). Pour répondre à ce manque d'informations auprès des lycéens, le groupe de travail a donc mis des ressources à disposition des enseignants (site internet, jeu éducatif...). Des études ont révélé que si la vision globale de l'élevage français par les jeunes est plutôt satisfaisante, l'impact de celui-ci sur l'environnement et le bien-être animal en inquiète plus de la moitié. De surcroît, le métier d'éleveur est également perçu comme étant contraignant et mal rémunéré pour plus des trois quarts d'entre eux (367, 368).

En outre, l'accompagnement des projets d'installation est également un axe essentiel afin d'encourager les futurs éleveurs. En effet, le chemin entre la volonté d'installation et sa réalisation est long et coûteux. Une des pistes évoquée et revendiquée par des syndicats comme la Coordination Rurale (CR) - notamment lors des manifestations de 2024 - est la simplification des démarches administratives (367). Un accompagnement de la transmission doit également se faire entre l'éleveur cédant son exploitation et le repreneur. Celui-ci est d'autant plus important quand la reprise est réalisée en dehors du cadre familial voire quand le repreneur est Non Issu du Milieu Agricole (« NIMA »). Par ailleurs, miser sur les NIMA pourraient permettre de sauver de nombreuses exploitations

vouées à l'abandon. Cependant, certaines filières d'élevage les intéressent plus que d'autres. En 2022 plus de la moitié d'entre eux sont attirés par les élevages de petits ruminants et 40% ont un projet d'élevage biologique.

De plus, comme énoncé un peu plus haut, les coûts à l'installation sont conséquents. A titre d'exemple, en 2019, le coût moyen de la reprise d'un élevage porcin se situe aux alentours de 900 000€ (272). Concernant les élevages bovins laitiers, lors de l'installation, les capitaux sont pour la plupart avancés sous forme de prêts et dépassent majoritairement les 1000€/t de lait engendrant des annuités supérieures à 80€/t (367). Or, en dépassant ce seuil, les éleveurs peinent à se dégager un revenu disponible suffisant. En outre, les prêts financiers nécessaires pour financer certains projets sont difficiles à obtenir. Cela génère une difficulté supplémentaire à l'installation. En effet, cette dernière nécessite parfois la réalisation de travaux afin de moderniser, agrandir ou bien construire un bâtiment. Les investissements peuvent donc rapidement devenir un frein majeur surtout lorsque les apports et les garanties du demandeur sont insuffisantes (369). De plus, le prix de vente des exploitations françaises est d'autant plus élevé que la valeur du foncier pèse lourd dans la balance financière, à la différence des pays anglo-saxons où la propriété est quasiment offerte avec l'exploitation (369).

Nous ne pouvons pas nous permettre d'accuser le monde paysan de tous nos maux et tomber dans l'amalgame que les producteurs portent à eux seuls la responsabilité des conséquences environnementales de l'élevage. Certains médias ont tendance à présenter la problématique sous cet angle mais nous pensons qu'il est important de se rappeler que les êtres humains qui sont au cœur de notre alimentation, qui nous permettent de manger à notre faim tous les jours en France, peuvent également souffrir le plus de ce système.

Le métier est également perçu comme étant dangereux. Cela est d'autant plus vrai d'un point de vue de santé publique (370). Par exemple, les agriculteurs sont aussi ceux qui se retrouvent les plus exposés aux conséquences de l'usage des produits phytosanitaires dont ils sont dépendants. La maladie de Parkinson provoquée par les pesticides est un exemple de maladie reconnue en France comme maladie professionnelle en agriculture (371). En ce qui concerne le glyphosate, qui a beaucoup fait parler de lui ces dernières années, le lien entre ce composé et certains cancers

comme le lymphome non hodgkinien est ambigu. Pour autant, une méta-analyse de 2019 conclue que selon leurs hypothèses initiales, l'exposition au glyphosate augmenterait la probabilité de développer ce type de cancer ce qui appuie les conclusions des précédentes études sur le sujet (372). Le glyphosate est pour autant le pesticide le plus utilisé à travers le monde. Toutefois, après plusieurs années de retrait du produit à la vente en France, il a été réautorisé pour une durée de 10 ans (sous certaines conditions d'usages) en novembre 2023 (373). Le premier argument avancé pour justifier une telle décision est le manque d'alternatives efficaces conventionnelles pour les agriculteurs ce qui pose en effet un réel problème.

B. Améliorer la qualité de travail des éleveurs

Le métier d'éleveur est considéré comme contraignant. Outre le fait qu'il demande une présence quotidienne auprès des animaux, il nécessite également à l'éleveur des volumes horaires conséquents, de grandes responsabilités et une certaine forme physique. Ces contraintes jouent sur sa qualité de travail. Ainsi, les scénarios de l'élevage de demain devront forcément en tenir compte et proposer des solutions afin d'améliorer les conditions de travail des éleveurs.

L'utilisation de technologies en élevage est l'un des moyens permettant d'apporter du confort de travail. Certaines permettent par exemple à l'éleveur de gagner du temps passé sur exploitation comme les robots de traites dans les élevages bovins laitiers. En effet, Beguin et al. (2022) ont montré que le temps annuel passé à la traite pour 1000L de lait était diminué de 32% avec l'utilisation d'un robot (273). La traite représenterait alors seulement 24% du temps de travail annuel de l'éleveur quand elle est robotisée, contre 45% en système de traite traditionnel. De plus, la productivité laitière des bovins est améliorée (374). Cela peut s'expliquer en partie par une distribution supérieure de concentrés afin d'inciter les animaux à aller à la traite mais également par un nombre de traites journalières supérieur à 2. La qualité du lait ne semble quant-à-elle que très peu impactée : seule la proportion d'acides gras libres dans le lait augmente en conséquence d'une lipolyse plus marquée (375, 376). Cependant, l'investissement dans un robot de traite a un coût élevé tant à l'achat qu'à l'entretien. De plus, pour être rentable, celui-ci doit être occupé en continu, avec fluidité, sans arriver à saturation. Ainsi, le ratio idéal est

d'environ un robot pour 50 à 60 vaches à la traite (376, 377). S'il permet de diminuer la charge de travail et de gagner de la souplesse dans les volumes horaires, il nécessite cependant de repenser la conduite de l'élevage et encourage le passage vers des systèmes plus intensifs avec accès à l'extérieur limité voire absent (375). Si l'éleveur veut être performant et avoir une bonne productivité, il doit cependant réinvestir une partie de son temps dans le traitement de données (qualité du lait...) pour un meilleur suivi du troupeau, et ne pas oublier de continuer à surveiller et observer ses animaux. En effet, le robot de traite apporte des données afin d'aider l'éleveur dans la gestion de son élevage, mais il ne peut prendre les décisions à sa place.

Les robots de traite ne sont pour autant pas les seules technologies utilisées en élevage permettant de gagner en temps, en technicité et en précision. En effet, certains capteurs permettent de récolter une multitude d'informations, tant sur l'environnement des animaux que leur production (quantité et qualité du lait, calcul des GMQ...), leur biologie (retours en chaleurs, parturition, alimentation, activité...) ou encore leur santé (détection précoce des mammites, boiteries...) (378). Allain et al. montre qu'en 2015, 67% des éleveurs de bovins laitiers français sont équipés d'au moins un outil connecté, principalement concernant la gestion de la reproduction ou le monitoring de traite (379). Il faut cependant rester vigilant sur la qualité des données recueillies. Par exemple, dans une étude portant sur les technologies impliquées dans la gestion de la reproduction, Saint-Dizier et Chastant-Maillard (2018) constatent de grandes variations de spécificité et sensibilité d'une technologie à une autre, certaines étant tout de même excellentes (380). De plus, encore une fois, l'acquisition de ces technologies a un coût et l'investissement nécessite d'être anticipé afin d'assurer une certaine rentabilité (378, 380, 381). L'éleveur doit également apprendre à utiliser les données et y consacrer du temps. Ainsi, comme avec les robots de traite, le temps passé avec l'animal est en partie remplacé par celui derrière l'ordinateur (381).

De plus, les technologies et l'IA ne sont pas utiles qu'aux éleveurs, mais également à tous les acteurs de la production animale. Par exemple, elles peuvent être utilisées dans le cadre de la santé animale afin de projeter des modèles épidémiologiques d'une pathologie donnée et ainsi aider à la gestion des épidémies (382).

Enfin, les conditions de travail des éleveurs peuvent tout simplement dépendre de la gestion de leur entreprise. En effet, la gérance collective d'une exploitation notamment

sous forme de GAEC, ou encore l'emploi de salariés permet de libérer du temps libre et de se répartir les tâches de travail (383). En outre, l'organisation de certaines filières sous forme d'OP (organisation de producteurs) permet également de gagner en qualité de travail en proposant entre autres des formations et des conseils techniques (384).

C. Assurer une rémunération correcte

Un autre enjeu de l'élevage de demain est d'assurer un niveau de vie correct aux éleveurs. La profession est confrontée à un fort taux de pauvreté (pour rappel 18,1% des paysans vivent sous le seuil de pauvreté) et des résultats économiques plus faibles que dans de nombreux autres secteurs. Différents acteurs interviennent dans leur rémunération et en fixent le cadre réglementaire.

De fait, la PAC joue un rôle essentiel. D'après le rapport RICA de l'année 2021, le résultat courant avant impôts (RCAI) par exploitation varie entre 26 000 € pour les élevages de bovins allaitants à 58 000 € pour les bovins laitiers (385). Or, les aides directes versées par la PAC représentent une part très élevée de ce RCAI. En effet, elles en représentent plus de 60% au sein des exploitations de bovins laitiers et de porcs, 157% pour celles des petits ruminants et jusqu'à 195% chez les bovins allaitants. Ainsi, les aides directes de la PAC sont primordiales afin d'assurer une rémunération correcte des éleveurs puisque sans elles, les éleveurs bovins, ovins et caprins travailleraient à perte (302).

Chatellier et al. (2021) ont tenté de repenser la façon dont elles sont réparties (386). Ils ont notamment imaginé un scénario de réorientation des aides couplées de la PAC versées par bovin en les remplaçant par des aides couplées aux SFP (Surface Fourragère Principale) ou simplement aux surfaces de prairies permanentes. Si ce scénario peut être bénéfique pour les exploitations bovines laitières, il est en revanche catastrophique pour les élevages bovins allaitants, entraînant une chute de quasiment 20% des revenus. Un autre scénario a été pensé générant un prix unique des paiements à l'hectare pour toutes les exploitations agricoles. L'effet serait alors bénéfique sur la plupart des systèmes d'élevages, le secteur agricole des grandes cultures étant le grand perdant de ce versement hypothétique des aides. Enfin, un dernier scénario pénalisant

plutôt les systèmes de grandes cultures et n'ayant qu'un très léger impact positif sur les élevages a été proposé. Ce dernier serait alors basé sur le renforcement du paiement redistributif (paiement découplé, versé en complément des paiements de base dans la limite des 52 premiers hectares éligibles).

Ainsi, cette étude met en évidence la complexité de réformer les aides de la PAC. De plus, plusieurs auteurs reprochent également à la PAC de ne pas tenir suffisamment compte des mesures environnementales (22, 23).

En outre, les prix d'achats des produits d'élevage imposés par les industries agro-alimentaires et la grande distribution contribuent également à cette problématique. En effet, en 2017, sur un litre de lait de vache conventionnel acheté 0.81€ par le consommateur, seulement 0.21€ revient à l'éleveur. Le reste revient ainsi en grande majorité aux grandes surfaces et aux industriels de l'agro-alimentaire (387). Or, cette marge n'a fait qu'augmenter ces dernières années (+ 10% entre 2013 et 2017) et ce malgré la volonté du gouvernement d'encadrer les négociations des prix des denrées agricoles entre les acheteurs agro-industriels et agriculteurs. En effet, pour ce faire, plusieurs lois nommées « EGALIM » ont été mises en œuvre dans le but de protéger les producteurs face aux grands groupes agro-industriels et à la grande distribution, sans réels succès. Ainsi, la loi EGALIM 3 est en vigueur depuis 2023. Elle impose entre autres un cadre pour les négociations entre l'industriel et le fournisseur avec des pénalités en cas de non-respect des règles. Pour autant, cette dernière ne fait pas l'unanimité auprès des différents acteurs des systèmes agro-alimentaires.

Enfin, certaines publications proposent la mise en place de nouvelles stratégies de paiements comme les PSE ou Paiements pour Services Ecosystémiques. Ces derniers pourraient être attribués aux systèmes extensifs valorisant le pâturage afin de les aider à transitionner comme c'est le cas pour les systèmes agroécologiques. Cette mesure est d'ores et déjà appliquée dans certains pays d'Europe du Nord comme au Danemark qui a mis en place des politiques favorisant l'agriculture durable, y compris des incitations fiscales pour les pratiques qui réduisent l'impact environnemental. Les exploitations agricoles qui pratiquent le pâturage extensif et adoptent des méthodes de gestion plus respectueuses de l'environnement peuvent bénéficier de réductions d'impôts ou d'aides

directes, bien que ces incitations soient souvent intégrées dans des programmes plus larges de soutien à l'agriculture durable.

En outre, certaines études parlent de fonder une nouvelle politique agricole renommée PAAC pour Politique Agricole et Alimentaire Commune afin de remettre au cœur du débat les nécessaires modifications de nos modes de consommations (388). Ne serait-il pas en effet plus logique de mettre en exergue les liens étroits entre les productions agricoles et notre alimentation puisqu'il existe de fait un continuum évident entre ces deux-là ? (183, 389)

V. Enjeux environnementaux : renforcer les liens entre l'élevage et son environnement, rendre les systèmes moins polluants et plus robustes

L'élevage est intimement lié au phénomène de réchauffement et plus largement de dérèglement climatique. Pour autant, de nombreuses études tentent de proposer des solutions pour limiter les divers impacts que celui-ci génère. Rappelons ainsi que malgré ses nombreux services écosystémiques, l'élevage est néanmoins responsable de 12% des émissions des GES mondiaux et qu'il contribue entre autres à l'effondrement de la biodiversité et à la pollution de l'eau et de l'air. De fait, le modèle conventionnel de l'élevage induit des externalités négatives beaucoup trop nombreuses. Nous allons donc présenter quelques propositions tendant à réduire ces effets délétères ainsi que des pistes d'adaptation de l'élevage au réchauffement climatique.

A. Une piste pour limiter l'impact de l'élevage sur son environnement : améliorer l'efficacité globale ?

Une première problématique liant élevage et environnement se dessine : les systèmes d'élevages actuels sont en réalité peu efficaces. Cela signifie qu'il faut apporter plus (de protéines, d'énergie etc.) aux animaux par l'alimentation que les quantités respectives

que nous retrouvons dans le lait, les œufs ou encore la viande. Plusieurs types d'efficacités sont alors intéressantes à étudier (protéique, azotée, phosphorée) puisque des progrès sont possibles pour chacune d'entre elles et leur amélioration permettrait de limiter les externalités négatives liées à l'élevage. En effet, cela pourrait par exemple faciliter l'ajustement de la quantité d'aliment nécessaire afin d'obtenir 1 kg de produit animal et ainsi aider à réduire les conséquences liées aux grandes cultures.

1. L'exemple de l'efficacité protéique

Prenons ici l'exemple de l'efficacité protéique (EP) représentant le rapport entre la production d'un kg de protéines animales sur la quantité de protéines qu'on a dû apporter par l'alimentation. Deux types d'efficacités peuvent être employés selon les publications : l'efficacité nette et l'efficacité brute. Nous parlerons ici uniquement d'efficacité nette de conversion des protéines (EPN) qui considère dans la part des protéines apportées par l'alimentation uniquement celles qui auraient été potentiellement consommables par l'Homme. En effet, le raisonnement sur l'efficacité brute amène à des conclusions critiquables. Entre autres, celle-ci ne met pas en valeur le fait que certaines productions comme celles des ruminants permettent de valoriser des denrées non consommables par les êtres humains (figure 58) (390).

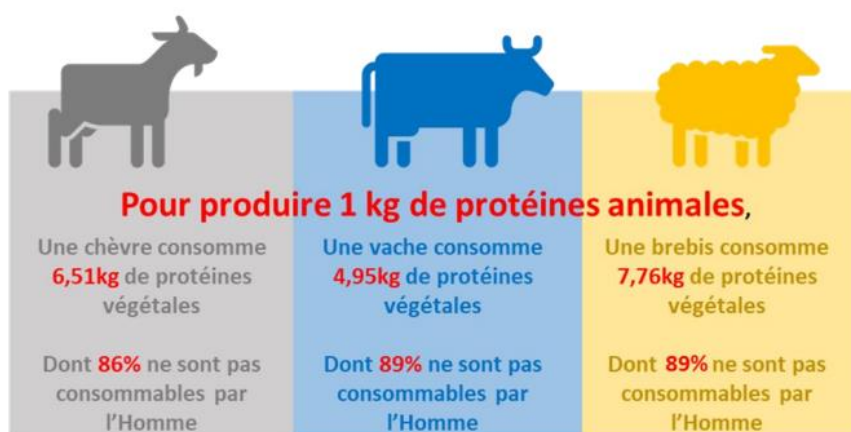


Figure 58 : Proportion d'alimentation comestible par l'Homme de trois types de production (390)

La notion d'efficience alimentaire permet donc de mettre en lumière le concept de compétition *feed-food*. Cette dernière désigne le conflit entre l'utilisation des ressources agricoles pour produire des aliments destinés à la consommation humaine (*food*) et celles utilisées pour produire des aliments destinés aux animaux d'élevage (*feed*). Or, avec les perspectives actuelles de croissance de la population mondiale, il semble tout à fait pertinent de s'attarder sur ce dernier point. Certains se posent alors la question de savoir s'il ne vaudrait pas mieux manger directement nos végétaux plutôt que d'en « perdre » les 2/3 en produisant de la viande, du lait ou encore des œufs (391). Nous allons tenter de montrer que le problème est plus complexe que ça.

Les efficacités protéiques nettes (EPN) de certains élevages parviennent à être supérieures à 1. Ces derniers sont donc des producteurs nets de protéines. Cela peut être le cas notamment au sein de la filière bovins laitiers et des élevages de monogastriques. Les efficacités affichées varient d'une publication à une autre selon l'alimentation établie par filière mais les tendances sont les mêmes.

Nous pouvons voir dans la figure 59 que l'EPN de la filière bovins laitiers augmente nettement entre les modes de productions 1 et 2. Le passage du système laitier traditionnel à un système pâturant est celui qui génère la variation d'efficience la plus grande en comparaison avec les autres filières (213). Ainsi, en France, une grande proportion des élevages laitiers herbagers sont producteurs nets de protéines et possèdent une EPN plus importante que les systèmes laitiers nourris à base d'ensilage de maïs et de correcteurs azotés (392) (213). De manière générale, l'EPN augmente avec la proportion d'herbe dans l'alimentation. En effet, une corrélation positive a été démontrée entre cette dernière et les surfaces pâturées. A l'inverse, une corrélation cette fois négative existe avec la quantité de concentrés distribuée par vache (393). En effet, l'introduction du pâturage réduit la part d'alimentation consommable par l'Homme dans la ration permettant ainsi d'augmenter potentiellement l'efficience.

Pour autant, indépendamment de la mise en place du pâturage, les bovins laitiers sont assez efficaces de manière générale. L'ENP est entre-autres supérieure à celle des bovins allaitants. Cela s'explique notamment par le fait que les races laitières valorisent leur alimentation à la fois en produisant du lait mais également en produisant de la viande. Cela leur donne alors une longueur d'avance sur les races à viandes qui n'allouent leurs calories alimentaires majoritairement qu'à un seul type de production. La production de viande de ruminants est donc moins efficace et présente une grande variabilité allant de

0,2 kg de protéines animales par kg de protéines végétales consommables à une efficacité « infinie » pour des animaux qui sont en pâturage intégral et valorisent des denrées non destinées à l'Homme (391).

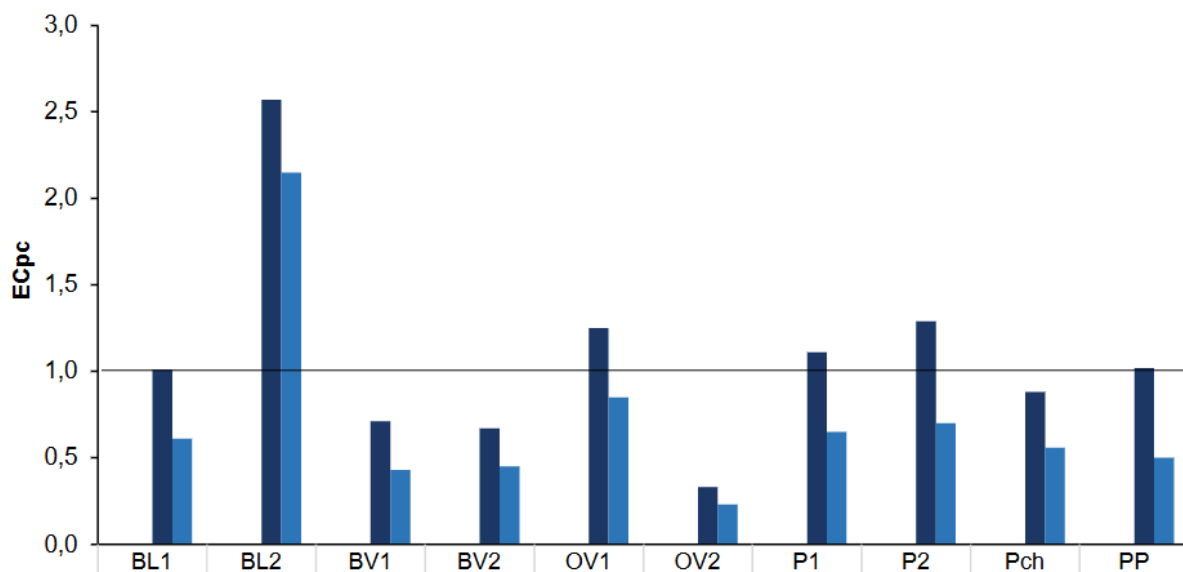


Figure 59 : Efficacités nettes de différents types de productions selon différents modes d'alimentation (391)

BL1/BV1 : système traditionnel en bovin lait et bovin viande (donc déjà avec du pâturage pour ce dernier)

BL2/BV2 : système valorisant le pâturage (de montagne pour les BV2)

OV1 : système valorisant le pâturage de zones défavorisées

OV2 : système en prairie permanente de plaine avec alimentation avec des concentrés

P1/Pch/PP : production traditionnelle respectivement de porc/poulet de chair/poule pondeuse

EPN bleue foncée : scénario actuel

EPN bleue claire : scénario futur de meilleure valorisation de l'alimentation pour l'Homme (augmente la part de l'alimentation consommable par l'Homme).

En ce qui concerne les autres productions, les ENP des ovins sont extrêmement fluctuantes du fait de la grande diversité des modes de productions entre des ovins laitiers ou à viande, et s'ils sont situés en zones montagneuses ou de plaine. L'élevage des monogastriques, quant à lui, donne des résultats assez satisfaisants. En effet, en raison de leur cycle de reproduction court et de leur croissance rapide, ils consomment généralement moins de végétaux par kilogramme de viande produite par rapport aux ruminants, ce qui compense le fait que leur alimentation inclut davantage d'aliments consommables par l'homme. De plus, une plus grande proportion de leur carcasse est consommée (213). Par exemple, chez le porc, la couenne et les os sont utilisés pour la gélatine, le sang pour le boudin... De ce fait, l'élevage porcin ne pourrait probablement

plus être considéré comme un producteur net de protéines si nous nous mettions à manger uniquement la viande issue de cette production (394).

En outre, la figure 59 nous montre également les variations d'efficacité si à l'avenir nous parvenons à mieux valoriser nos productions végétales afin de les rendre consommables par l'Homme. De ce fait, les EPN de chaque production diminueraient. Ce scénario est d'autant plus plausible que nous parvenons de plus en plus à transformer des végétaux en éléments comestibles et que la demande mondiale en nourriture ne cesse d'accroître (213, 392). D'autres études tiennent également compte de cette éventualité (394).

En résumé, les filières bovins lait ainsi que l'élevage des monogastriques sont les filières possédant les EPN les plus élevées tandis que certains systèmes pourraient être qualifiés d'« inefficients » donc à l'origine de « gaspillage » comme les bovins allaitants ou certains élevages ovins. Par ailleurs, l'augmentation de l'efficacité va de pair avec une réduction des coûts au sein de l'élevage et des émissions de GES. Ainsi, répondre à la problématique de l'efficacité revient à aider à diminuer la part de responsabilité de l'élevage dans le phénomène de réchauffement climatique. Par exemple, la diminution de 10% de l'efficacité alimentaire a pour conséquence une augmentation de 6.6 à 8.5% des émissions de GES (395). Pour autant, il faut garder en tête que cet indicateur ne tient pas compte de certains autres éléments comme l'impact de l'élevage sur la biodiversité, la pollution des eaux ou encore de l'air. De ce fait, l'efficacité peut être un outil pour améliorer les systèmes mais il est à considérer dans un ensemble au risque d'arriver à des conclusions hâtives. Les systèmes considérés comme « inefficients » comme les bovins allaitants peuvent être par ailleurs des alliés pour le stockage du carbone dans les prairies ou encore pour la valorisation des zones de montagnes. Ainsi, nous ne devons pas réduire notre comparaison des élevages à des calculs d'efficacité.

2. L'efficacité alimentaire : un levier considérable

Si l'efficacité protéique de certaines productions possède une marge de progression, il en va de même de l'efficacité alimentaire globale. En effet, les cycles de l'azote et du phosphore sont ouverts et représentent des sources de pollution avérées.

Or, pour considérer que l'élevage est efficient, il doit produire tout en minimisant les coûts et les impacts environnementaux. Selon une étude sur des élevages bovins laitiers, une amélioration de l'efficacité permettrait de diminuer les impacts sur l'environnement de 23,4 à 35,5% sans pour autant sacrifier la rentabilité de la structure (395). Cela améliorerait également l'usage des terres, de l'eau et réduirait les émissions de méthane. Il existerait donc un lien fort entre une amélioration de l'efficacité et la diminution des externalités négatives en élevage bovin laitier (396). Ces conclusions pourraient être ainsi étendues aux autres filières de production.

L'alimentation est un des leviers permettant d'augmenter l'efficacité globale de l'élevage. L'efficacité azotée, phosphorée mais également protéique sont alors concernées. En effet, de nombreuses productions animales surconsomment les protéines notamment par le biais du tourteau de soja (397). Or, il est crucial d'améliorer l'efficacité protéique puisque cette dernière impacte grandement les excréments azotés (surtout urinaires). Par exemple, depuis 2018 en Suisse, une réduction de la proportion d'azote dans les rations a été mise en place dans une logique d'amélioration de l'efficacité de l'élevage national (395). Dans la même optique, une étude a montré que la modification de la composition de l'aliment des volailles en diminuant la part de tourteau de soja, remplacée par du tourteau de colza ou de tournesol, peut faire varier l'EPN de 0,8 à 2 chez les gallinacés (production de viande ou d'œufs). De manière générale, si la réduction en protéines digestibles est correctement réalisée, elle permet aux ruminants d'augmenter l'efficacité associée (377). Malgré les préoccupations que cela engendre, il est tout à fait possible d'adopter une alimentation moins riche en protéines sans pour autant diminuer la production. Cela nécessite par ailleurs de cibler les acides aminés essentiels (AAE) indispensables et de les donner en quantité suffisante. Des formes libres d'AAE (comme la lysine ou la méthionine) sont alors développées afin de compléter les rations. Grâce à cette technique, il est possible de diminuer les apports en tourteau de soja et donc de réduire en partie les impacts négatifs liés à ce dernier. Ces AAE libres sont très utilisés en filière porcine puisque 50% de l'azote ingéré est excrété sous forme d'urée dans les urines et 20% dans les fèces. Ainsi, une réduction des apports protéiques à l'origine de ces rejets semble très intéressante. Pour les ruminants, des formes « protégées » existent afin qu'elles puissent passer le rumen sans y être dégradées et être directement absorbées au niveau de l'intestin. L'efficacité azotée et protéique est donc meilleure (397). En outre, il existe de nombreuses techniques

permettant de court-circuiter le rumen comme le traitement thermique des tourteaux favorisant la réaction de Maillard. Cette dernière est une réaction chimique permettant entre autres de réduire la digestibilité des protéines. On retrouve aussi l'emploi de certaines huiles essentielles ou encore de tanins naturels. Ces derniers peuvent être retrouvés dans certains fourrages de légumineuses (ex : Lotier corniculé, Sainfoin). Par la même occasion, certains tanins peuvent également aider à la réduction de la méthanogenèse dont nous aurons l'occasion de reparler plus tard (397).

Au sein de la filière porcine, d'autres moyens existent permettant d'augmenter l'efficacité azotée et protéique. Citons par exemple l'utilisation de l'alimentation en phases qui consiste à adapter les formulations de la ration des porcs aux différentes étapes de leur croissance et de leur développement. Cela fait partie des techniques d'alimentation de précision afin d'adapter les apports au plus proche des besoins de l'animal. Dans cette même optique, le dosage de l'urée dans le lait a d'ores et déjà été développé afin d'adapter les apports azotés au cas par cas en production laitière (398).

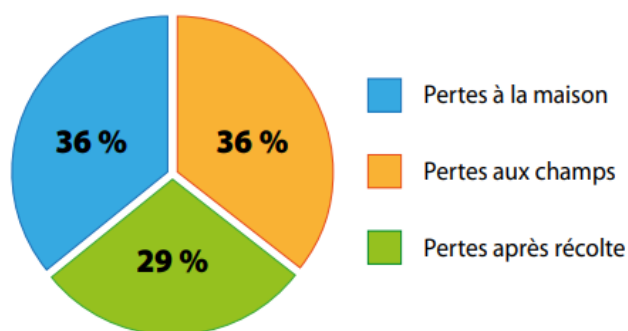


Figure 60 : Les différents types de gaspillage et leur répartition en Europe (183)

Des modifications dans les modes d'alimentation permettent également d'améliorer l'efficacité du phosphore. Rappelons que ce dernier est un polluant important et que de ce fait, la réduction de ses rejets est un levier pour l'élevage de demain. Le phosphore est dégradé par des phytases qui sont présentes en abondance chez les ruminants grâce aux bactéries ruminales. Ils n'ont donc aucun mal à le métaboliser contrairement aux monogastriques. De ce fait, les phytases sont largement utilisées dans les rations des porcs et de la volaille afin d'augmenter la digestibilité du phosphore. Cette dernière passe alors de 30% à 60/70% réduisant ainsi les pertes (398). De plus, il est possible de sélectionner les aliments en fonction de la valorisation du phosphore (activité phytasique

importante) que ces derniers permettent. Ces données sont renseignées dans les tables de nutrition de l'INRA (399).

Le dernier levier pouvant être modifié afin d'augmenter l'efficacité alimentaire est la valorisation des déchets de l'alimentation humaine pour l'alimentation animale. En effet, ces denrées ne rentrent plus dans le cadre des aliments comestibles par l'Homme et seraient donc gaspillées dans tous les cas. Ainsi, des pomme-de-terres abîmées peuvent être par exemple utilisées pour nourrir des bovins à l'engraissement. De fait, les systèmes agro-alimentaires européens gaspillent entre 280 kg et 300 kg de nourriture par an et par habitant (valeurs variables selon les pays considérés). A l'échelle mondiale, plus d'un tiers des aliments produits par an sont en réalité gaspillés. Ce gaspillage peut avoir plusieurs origines comme nous pouvons le voir sur la figure 60 (183).

Or, selon une étude de 2020, il serait possible qu'au moins la moitié des aliments gaspillés mondialement puissent être détournés vers la production d'aliments pour le bétail (397). Cette étude ne différenciant pas les aliments végétaux de ceux d'origine animale, il reste toutefois à voir dans quelle mesure cela reste réalisable en termes juridiques. En effet, depuis 2001 les farines animales sont strictement interdites pour tout type de production en Europe à la suite de la crise de la « vache folle ».

3. Réduire les sources de pollutions : impact sur l'efficacité globale

Si nous parvenons à faire chuter la pollution issue des systèmes d'élevages, alors l'efficacité globale qui en résulte n'en sera que meilleure. Pour cela, nous allons voir que plusieurs options sont envisageables et dépendent de nombreux facteurs. Les options seront énoncées les unes après les autres afin de détailler le panel de solutions que chacune d'entre elles proposent.

a. Les différents modes de pâturages existants : avantages et inconvénients

Les modes de pâturages sont très variés et possèdent chacun leurs spécificités. En effet, ces derniers n'exercent pas la même pression sur le milieu et ne possèdent pas les

mêmes avantages. De fait, des modifications dans nos pratiques permettent de faire varier la gestion des ressources à disposition, d'éventuellement réduire l'utilisation d'intrants, donc des pollutions, et d'intégrer au mieux l'élevage dans son environnement.

Nous retrouvons premièrement le pâturage intensif continu qui consiste à laisser les animaux pâturer pendant une période prolongée. Lors de la mise à l'herbe, ils consomment alors ce qui a poussé pendant la saison hivernale et ont le choix de la biomasse qu'ils souhaitent consommer. Ils peuvent ainsi exercer plus ou moins de pression sur cette dernière. Ce système est mis en avant puisqu'il permet d'augmenter les performances animales tout en exploitant une seule et même prairie. Pour autant, il présente certains inconvénients. Par exemple, à la suite de la période de pâturage, les sols sont laissés quasiment à nu ce qui nécessite l'usage d'une importante quantité de fertilisants azotés *a posteriori*. Ces parcelles sont, qui plus est, généralement plus sensibles à la sécheresse en période estivale (400).

Deuxièmement, le pâturage peut également être « tournant ». Les animaux sont alors laissés sur la même parcelle entre 3 et 5 jours. Plusieurs points sont à prendre en compte avec ce type de fonctionnement : un temps de repos doit être respecté entre deux phases de pâturage afin que le couvert végétal puisse être suffisamment fourni pour accueillir de nouveau un troupeau ; il faut accorder la qualité et la quantité de la biomasse prairiale aux performances des animaux et enfin il faut calculer en amont le temps maximal de séjour des bêtes puisque plus elles y restent longtemps, plus leurs performances tendent à diminuer (400). Les inconvénients de ce type de pratique résident quasi-exclusivement dans la gestion de la rotation entre les parcelles mais ne présentent pas d'impacts environnementaux négatifs majeurs. Au contraire, il est préférable au pâturage intensif pour de nombreuses raisons notamment en termes de qualité fourragère ou encore de valorisation des prairies (400).

Dans les années 50, un agronome nommé André Voisin propose une variante du pâturage tournant : le pâturage tournant « dynamique ». Les animaux changent alors de parcelle chaque jour (le temps de séjour se situe entre 0,5 et 3j) (401). Les critères d'entrée et sortie du troupeau sont plus pointus que pour le pâturage tournant traditionnel et permettent de respecter les stades physiologiques des graminées. La demande en intrants est donc diminuée puisque la repousse est optimisée. Avec ce fonctionnement, une même prairie peut être pâturée une première fois par des vaches laitières nécessitant une alimentation très riche en énergie puis par un troupeau de génisses qui pourront se

contenter d'une herbe de moins bonne qualité nutritionnelle (402). En somme, il permet entre autres un temps de pâturage plus élevé à l'année, une meilleure qualité de l'herbe consommée mais également l'obtention d'animaux plus dociles du fait de la manipulation quotidienne. Pour autant, ce type de système demande du temps à l'éleveur et une gestion beaucoup plus technique de ses parcelles (400).

Aujourd'hui, d'autres types de pâturages plus alternatifs émergent et permettent d'inclure encore davantage l'élevage dans son environnement et de diminuer les apports d'intrants. C'est le cas du pâturage mixte ovin-bovin ou encore des prairies de méteil pâturées (mélange de plusieurs céréales et légumineuses fourragères) (403–406). En effet, faire pâturer les bêtes notamment sur des zones de plantations ou en inter-cultures permet la valorisation d'une plus grande quantité de ressources. Les sols bénéficient par la même occasion d'un amendement naturel grâce aux déjections animales. Une étude a ainsi constaté que l'intégration du bétail dans un système de culture avec un mélange d'engrais vert de pois et d'avoine améliorerait la disponibilité des nitrates dans le sol par rapport aux parcelles non pâturées (190 contre 171 kg/ha) (407). Le problème éventuel lié à ce type de pratique est le compactage des sols. Ses effets néfastes peuvent toutefois être minimisés si un labourage du champ est effectué après le passage des animaux mais il dépend également de la saison de pâture. En effet, selon la consistance du sol et son taux d'humidité, le compactage sera plus ou moins intense (408).

Le pâturage est donc une clé de voûte pour une meilleure gestion environnementale de l'élevage tout en améliorant son efficacité s'il est mené à bien. De plus, comme nous avons pu le voir dans la première partie, la biodiversité est en chute libre. De ce fait, changer nos modes de pâturage, diminuer l'apport d'intrants ou encore favoriser la diversification des paysages pourraient être un levier pour limiter ce phénomène. Par exemple, les paysages de bocage sont d'excellents réservoirs de biodiversité (409). Enfin, des pratiques de pâturage plus vertueuses permettent aux prairies de stocker davantage de carbone ce qui représente un atout majeur face au réchauffement climatique (408). Globalement, les systèmes d'élevage faisant intervenir le pâturage ainsi qu'une fauche bien gérés (pas de surpâturage et fauche aux moments stratégiques) permettraient de compenser à hauteur de 28% leurs émissions de GES (220).

b. Une meilleure gestion des effluents

Les phénomènes de marées vertes en Bretagne sont un réel fléau à la fois pour l'environnement, la santé publique mais également pour le tourisme. Or, elles sont en partie dues à une mauvaise gestion des effluents issus des élevages régionaux. La quantité d'azote et de phosphore excrétée par le biais des fèces et des urines est trop importante. Ces excès se retrouvent alors dans les cours d'eau et enfin dans la mer où ils permettent le développement d'algues en abondance. Ce phénomène met en exergue la nécessité de diminuer nos pertes de N et de P dont l'amélioration des efficacités azotées et phosphorées pourrait être un des leviers. Nous allons donc développer dans cette partie comment la gestion des effluents peut être pilotée afin de limiter les rejets de N et de P dans notre environnement.

Le pâturage permet d'intégrer directement l'azote dans le sol via les déjections qui sont déposées à même la terre. Le fumier (ou le lisier) n'a donc pas nécessairement à passer par un éventuel stockage et/ou traitement éventuel. Ainsi, les racines des plantes peuvent directement puiser les quantités de N et de P requises ce qui permet de limiter les pertes par lixiviation et volatilisation. Néanmoins, ces derniers doivent se trouver en quantités raisonnables. Selon les pratiques, le pâturage a ainsi la capacité de refermer le cycle du N et P et de faire en sorte que leur utilisation soit plus optimale (408).

Toutefois, la gestion des effluents diffère selon les modes de production. Il existe en effet différentes méthodes et abords du problème. Par exemple, en système hors sol, les déjections animales doivent être correctement stockées pendant une durée minimale avant d'être épandues au moment opportun dans l'année. Cela permet notamment de réduire la pollution des eaux par les nitrates en réduisant leur concentration dans les effluents grâce à la décomposition préalable. En France, les durées minimales de stockage applicables de manière systématique sont celles prévues par les réglementations suivantes : le Règlement Sanitaire Départemental (RSD), les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et les Programmes d'Actions National Nitrates (PAN) (410). Ces derniers différencient alors les besoins de stockage selon l'espèce considérée et du type d'animal (génisse, vache laitière...). En ce qui concerne le lisier de bovins laitiers, il peut être scindé en deux : une partie liquide facilement épandable sur les parcelles et en une partie solide compostable ou réutilisable comme matériau de litière des logettes. Toutefois, les séparateurs et les installations

annexes nécessaires sont coûteuses et ne sont pas à la portée de n'importe quel élevage malgré leur grand intérêt dans la gestion des déjections. En outre, certaines mesures peuvent être appliquées facilement aux effluents pour limiter les pollutions. Citons par exemple le recouvrement systématique des fosses de stockage ou encore l'exécution des recommandations d'épandage (411) (412).

Certains fumiers peuvent également être compostés au champ (fumiers compacts associés à de la paille, sciure ...). Ces derniers doivent en revanche avoir été stockés deux mois au préalable (sous les animaux ou en fumière) et ne pas générer d'écoulements. Le stockage au champ est possible seulement sur les parcelles pour lesquelles l'épandage est autorisé et uniquement à des périodes annuelles précises. Le volume déposé peut également être limité par les différentes réglementations (410).

Enfin, comme présenté plus haut, les effluents d'élevage peuvent être utilisés en tant que sources d'énergie et fertilisants à travers le procédé de méthanisation et de compostage. Ces filières de traitement sont intéressantes car elles permettent de valoriser agronomiquement et/ou énergétiquement les effluents et déchets organiques. Cependant, il est primordial de garantir leur innocuité lors de leur épandage. Au contact de la terre, le digestat s'infiltre très rapidement dans le sol et ruisselle facilement jusqu'aux nappes phréatiques utilisées pour la consommation humaine. Or, celui-ci est très riche en bactéries méthanogènes difficiles à éliminer, même via un traitement à base de chlore, ce qui détériore la potabilité de l'eau. Cette forte concentration en bactéries favoriserait également l'antibiorésistance (413). Outre leur impact environnemental via les émissions de GES et la consommation d'énergie, les méthaniseurs suscitent alors des questionnements sur des problématiques de santé publique.

Toutefois, la méthanisation présente des avantages non négligeables qui font de cette technologie un potentiel atout de taille pour la transition écologique. En ce sens, l'association Solagro présente des pistes afin d'appliquer ce processus de façon durable et écologique (414). Après plusieurs essais dans des fermes françaises, elle nous propose alors un modèle d'association d'élevages et de cultures. Le méthaniseur transforme alors les effluents en amendements riches en azote ammoniacal qui pourront être par la suite épandus sur les zones de cultures. Ils suggèrent par la même occasion l'adoption d'une pratique plus durable en employant des CIPAN (Culture intermédiaire Piège à Nitrate) entre les différentes cultures principales (410). Les CIPAN vont ainsi

bénéficier du digestat mais pourront également à leur tour participer à la formation d'engrais lors de leur décomposition pour les cultures futures, limitant ainsi les apports d'intrants chimiques. Les digestats peuvent également être utilisés sur les prairies. Ils présentent l'avantage d'être désodorisés contrairement au fumier et ainsi de rendre l'herbe plus appétente pour les bêtes mais également de rendre les fourrages plus riches en protéines (414).

Il semblerait donc qu'une option d'avenir pour l'usage des méthaniseurs soit l'association polyculture-élevage. Il est toutefois nécessaire de faire attention à limiter la volatilisation de l'azote sous forme de protoxyde d'azote en couvrant les cuves de digestats et en utilisant des techniques d'épandage appropriées (pendillards etc.). Un encadrement rigoureux est donc requis afin de mener à bien la méthanisation. Pour autant, des études sur l'innocuité réelle du digestat viennent à manquer et l'acceptation sociétale d'une généralisation des méthaniseurs reste aujourd'hui difficile (414).

Ainsi l'invention du méthaniseur a révolutionné la gestion des effluents d'élevage et propose un complément de revenu important pour les éleveurs une fois le système rentabilisé. Par ailleurs, certaines publications mentionnent que la méthanisation ne devrait pas devenir l'activité principale des agriculteurs au risque de créer une compétition entre les différents usages des terres. L'utilisation de cet outil devrait donc s'en tenir à la valorisation des rejets d'élevage et de cultures (415). Pour autant, cela permettrait de générer du travail supplémentaire dans les zones rurales et donc de jouer sur l'attractivité des territoires. Cet avantage est donc précieux dans un contexte où le monde rural souffre d'une perte d'attractivité, en grande partie due au manque d'opportunités d'emploi. D'autant plus que certains agriculteurs gagnent dès aujourd'hui mieux leur vie en produisant de l'énergie que des denrées alimentaires (416).

En somme, une meilleure gestion des effluents couplée à des pratiques de pâturage adaptées permettrait de refermer les cycles de l'azote et du phosphore tout en limitant les pertes afin de réduire l'utilisation d'intrants. Les systèmes agricoles seraient donc plus efficaces. Par ailleurs, il nous paraît important de préciser que la mise en place d'une meilleure gestion des déjections de nos animaux d'élevage ne résoudra jamais à elle seule le problème de l'excédent d'azote et de phosphore présents dans les sols. En effet, la problématique est située en amont et est entre autres liée à une concentration trop conséquente d'élevages dans certaines régions. Il faut donc garder en tête, comme nous nous efforçons de le montrer au fil de cet écrit, que des changements globaux sont nécessaires pour permettre à l'élevage d'évoluer de manière pérenne. Les enjeux ne sont

pas à considérer les uns indépendamment des autres mais bel et bien dans leur ensemble.

C. Réduction des émissions de GES : le méthane dans le viseur

Le Pouvoir Réchauffant Global, ou PRG, du méthane est de 25. Ses conséquences sur le réchauffement climatique sont donc 25 fois supérieures à celles du CO₂. Une réduction de ces émissions, notamment dans la sphère agricole, est donc un enjeu majeur de demain. Ainsi, depuis 2021, l'UE fait partie des signataires de l'Engagement mondial sur le méthane visant à limiter les émissions en 2030 d'au moins 30% par rapport à 2020. L'adoption de cette législation aurait pour but d'accélérer la transition écologique (417). Plusieurs stratégies existent d'ores et déjà ou sont à l'étude dont les principales sont résumées dans l'annexe n°4. Le méthane est issu de la fermentation des nutriments par les micro-organismes (protozoaires et bactéries) présents dans le rumen (418). Ainsi ces stratégies visant à réduire les émissions de méthane peuvent agir sur plusieurs axes : soit directement en modifiant l'alimentation des bovins au profit d'aliments moins méthanogènes ou alors en incorporant certains compléments alimentaires, soit en agissant directement sur ces micro-organismes par le biais d'antibiotiques ou de vaccins ciblant les bactéries les plus émettrices, soit dans la conduite du troupeau en réformant rapidement les animaux fortement émetteurs. Comme nous pouvons le voir, les différentes propositions de réduction d'émission de méthane par les ruminants manquent pour beaucoup d'études à leur sujet et/ou représentent un coût important. De plus, elles devront pour certaines être acceptées par la société avant de pouvoir espérer être mises en place. Pour autant, elles offrent de nombreuses opportunités de développement, plus ou moins en accord avec la situation environnementale actuelle. Nous pouvons par ailleurs envisager des associations entre-elles afin de potentialiser les actions de chacune. Toutefois, tout comme les précédents enjeux, il faut rester prudent. Une vision d'ensemble est nécessaire afin de permettre de répondre à plus de problématiques possibles. Tout est une nouvelle fois une question d'équilibre.

En outre, une méta-analyse datant de 2024 a pris en compte 46 méthodes provenant de 27 études différentes sur les ruminants en Australie et a synthétisé celles qui se révèlent les plus efficaces (419). Elle distingue alors les solutions en fonction des

différentes gestions de l'élevage possibles. Ainsi, pour une approche conservatrice, la clé de voûte est le développement de la génétique animale. A l'inverse, pour une plus grande considération de l'impact climatique de l'élevage, sont privilégiés cette fois la restauration des milieux naturels au sein desquels les animaux pâturent.

Depuis début 2024, le projet « METHANE 2030 » a été lancé en France avec pour but de mettre à l'essai des fermes françaises afin de pouvoir par la suite proposer des solutions pour réduire durablement nos émissions de CH₄. Ces dernières s'articuleront autour de 4 grands axes reprenant les idées précédentes : la génétique, la conduite de troupeau, l'alimentation et ses compléments. Les résultats de cette étude devraient être rendus publics en 2027 (271).

Par ailleurs, nous cherchons ici absolument une réduction technique des émissions de CH₄ mais une partie de la solution ne serait-elle pas de réduire le cheptel ruminant mondial ? C'est ce que certains préconisent. En effet, rappelons que le dernier rapport du GIEC conseille de réduire drastiquement notre consommation de produits animaux afin d'atteindre nos objectifs climatiques (114).

4. Améliorer la génétique au service de l'efficience

Le dernier levier principal permettant d'améliorer l'efficience de l'élevage est la génétique (420). L'approche génétique de l'efficience est très présente entre autres au sein de la filière porcine dans laquelle il est aujourd'hui possible de sélectionner des individus selon ce critère. Chez les bovins, nous pourrions alors chercher à sélectionner selon la capacité à avoir des vêlages plus précoces ou encore de meilleures digestibilités (398). Les possibilités d'évolution génétique de l'animal d'élevage ne seront pas développées plus que nécessaires dans cet écrit puisqu'elles font déjà l'objet d'une thèse de notre consœur Clémentine Desmoulins datant de 2023 (420).

En outre, améliorer l'efficience alimentaire des animaux d'élevage paraît être une stratégie intéressante pour faire face aux défis de demain. Toutefois, il faut être attentifs à un certain nombre de détails. L'amélioration des efficacités les unes après les autres ne garantit pas nécessairement une amélioration de l'efficience globale. Un point de vue d'ensemble est requis. En effet, certaines études par ACV montrent qu'une optimisation de l'efficience à l'échelle de l'animal n'engendre pas nécessairement les mêmes effets à

l'échelle de l'élevage et encore moins à l'échelle d'un territoire (398). Cela amène à être vigilant quant aux solutions proposées. En effet, il est aisé de tomber dans des approches techno-solutionnistes qui font valoir des solutions centrées sur un problème uniquement. Il est plus difficile de piloter un élevage en essayant d'optimiser son efficacité que d'en optimiser la production (398). De surcroît, deux approches de l'efficacité se distinguent ici : l'une vise à son amélioration et l'autre à son optimisation. La nuance est subtile et réside dans le fait que l'optimisation est réalisée dans un but de rendre un processus efficace, fonctionnel ou le plus utile possible alors que l'amélioration a pour seul objectif de rendre un élément meilleur sans forcément viser l'optimalité. Or, l'optimisation fragilise ce même processus en le rendant entre autres moins adaptable lors de changements (295). Ainsi, générer des systèmes plus fragiles au sein d'un monde changeant ne semble pas être la meilleure approche pour faire face à tous les enjeux de demain.

B. Adapter les pratiques d'élevage et l'alimentation animale au réchauffement climatique

Le réchauffement climatique est bel est bien établi et va de plus en plus affecter les écosystèmes donc inévitablement le monde agricole et l'élevage. Afin de pouvoir continuer à nourrir l'espèce humaine, l'élevage va devoir s'adapter à ces changements et arriver à surmonter les différents aléas climatiques qui vont se présenter à l'avenir. Par exemple, la hausse des températures génère un stress thermique chez les animaux. Celui-ci entraîne alors des baisses de production, des perturbations dans les cycles de reproduction et des risques de mortalité accrus. De nombreuses études ont alors tenté de proposer des adaptations au sein des filières afin de limiter ces conséquences néfastes. Ces dernières concernent autant l'alimentation animale, la gestion du troupeau, la conception des infrastructures que la sélection génétique (421).

1. Les pratiques d'élevage

De nombreux points communs existent entre les différentes filières en termes d'actions à mettre en place. En ce qui concerne le logement et l'environnement des bêtes, une diminution du chargement est conseillée en limitant le nombre d'animaux par unité de surface. Pour ce faire, une des stratégies serait d'augmenter les surfaces disponibles

pour les animaux. Toutefois, tous les élevages ne possèdent pas cette capacité (manque de terre, bâtiment non extensible, prix des travaux trop élevés...). De ce fait, si cette première stratégie n'est pas applicable en pratique, la seconde sera de réduire le cheptel afin de diminuer le nombre d'animaux présents sur la parcelle initiale. La chute de production alors associée peut être compensée en augmentant la productivité des animaux que l'éleveur aura choisi de conserver (422, 423).

Il est également conseillé de mettre en place une ventilation efficace dans les bâtiments associée à des systèmes d'arrosage/humidification (sprinklers, brumisateurs ...) afin de faire diminuer la température corporelle des animaux (figure 61). Ces systèmes très coûteux en eau et en énergie, peuvent être positionnés à des endroits stratégiques comme dans la salle de traite pour les élevages laitiers ou encore au-dessus des cornadis pour stimuler la prise alimentaire, alors diminuée par les fortes chaleurs. De plus, la quantité d'abreuvoirs doit être suffisante voire augmentée pour les élevages situés dans les régions les plus impactées par les fortes chaleurs (421–423). La conception des bâtiments elle-même peut ainsi être adaptée. Le projet « Batcool » développé par l'Idèle en 2021 a pour but de proposer de nouvelles méthodes de conception des bâtiments pour les petits ruminants afin de les rendre plus prompts à préserver une température convenable en leur sein (424). A l'issue de cette étude, les grandes lignes d'adaptation du bâtiment de demain face au réchauffement climatique devraient être données.



Cliché: Jos Noordhuizen



Cliché: Jos Noordhuizen

Figure 61 : Exemples de méthodes de rafraîchissement des bovins (à gauche : sprinklers, à droite : ventilateurs)

Enfin, les fortes chaleurs influencent les cycles de la reproduction chez toutes les espèces. Ainsi, les techniques de gestion de la reproduction peuvent être amenées à changer. Par exemple, les systèmes de synchronisation des chaleurs ou tout procédé

faisant intervenir l'administration de progestagènes se montrent bien moins efficaces lorsque les animaux éprouvent un stress thermique. Ils seront donc à utiliser avec prudence (423). Chez les brebis, la période de reproduction peut être avancée ainsi que la mise à l'herbe concomitante, permettant ainsi d'obtenir une production de lait plus précoce. De cette manière, le pic de lactation risquerait moins d'être affecté par les températures extérieures. Pour autant, cette pratique augmente le piétinement des parcelles dû à l'anticipation de la saison de pâture (421).

Globalement, de nombreuses techniques ont été pensées afin d'adapter l'élevage au réchauffement climatique. Toutefois, un certain nombre d'entre elles sont difficilement applicables pour des productions extensives (systèmes d'arrosage, distributions répétées au cours de la journée...). De plus, la gestion concrète dépendra également de la région dans laquelle les élevages se situent. Ces méthodes ne prennent également pas en compte les adaptations nécessaires liées au dérèglement climatique général, comme l'augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes autres que des températures élevées (crues importantes, grêle ...).

Tout comme les leviers précédents, il est également possible de tenter de résoudre le problème par le biais de la génétique en sélectionnant des animaux plus résistants à la chaleur (421–423). En outre, des recherches sont effectuées en filière volaille notamment chez le poulet de chair afin de développer une acclimatation embryonnaire aux fortes chaleurs (142). Le but est donc d'agir sur les embryons encore dans l'incubateur afin de limiter la mortalité en cas de stress thermique au cours de leur vie tout en préservant leurs performances zootechniques. En effet, la température interne des poussins au cours de leur croissance semble être un bon indicateur de leur résistance thermique future. Les embryons sont donc placés quelques heures par jour à 39,5°C. Cette technique pourrait réduire la mortalité lors de fortes chaleurs à hauteur de 50%.

Enfin, le stress thermique et ses conséquences représentent de réelles pertes économiques. En effet, à titre d'exemple, elles sont estimées à 300 millions de dollars par an pour l'industrie porcine nord-américaine (142). Un argument supplémentaire pour anticiper les conséquences d'une augmentation des températures atmosphériques.

2. L'alimentation animale

En ce qui concerne l'alimentation, il est préconisé d'augmenter le nombre de distributions au cours de la journée afin de limiter la hausse de température de l'animal liée à une prise alimentaire prolongée mais également de distribuer la ration la plus conséquente le soir. La fréquence des périodes de sécheresse va très probablement augmenter dans les années à venir ce qui génère des problématiques de rendement des cultures et d'autonomie alimentaire. Afin de remédier à ça, des études conseillent de cultiver des espèces ou mélanges d'espèces plus résistantes à ces contraintes climatiques comme le sainfoin ou le méteil, et de les semer un peu plus tôt dans l'année. En ce qui concerne l'élevage des ruminants, il est également possible de diminuer la part de cultures céréalières au profit de cultures fourragères sur lesquelles les animaux pourront éventuellement pâturer. Si les fourrages sont récoltés, un séchage en grange permettra alors d'augmenter leurs qualités nutritionnelles par rapport à du foin en botte (421–423).

En ce qui concerne l'eau utile aux cultures, des leviers sont étudiés afin de permettre une optimisation de son approvisionnement en cas de pénurie. Nous venons de voir qu'une modification des espèces cultivées constituait une partie de la solution en choisissant ces dernières sur des critères de résistance à la sécheresse. Pour autant, toutes les cultures ne pourront probablement pas être changées d'une seule traite. Ainsi, les gouvernements proposent de développer des réserves d'eau à grande échelle comme les projets de méga-bassines ayant fait débat courant 2022 et générant encore aujourd'hui des manifestations au sein du pays (425). De grandes quantités d'eau sont puisées dans les nappes phréatiques sous-jacentes puis sont stockées en surface dans des réservoirs artificiels parfois de plusieurs hectares. Cela permet alors d'avoir une réserve importante d'eau à disposition pour les agriculteurs environnant lors des périodes de fortes chaleurs les plus intenses sans avoir à assécher les cours d'eau des alentours. Une solution rassurante pour les éleveurs dont les cultures souffrent d'ores et déjà de la sécheresse. Pour autant, cette proposition est à considérer dans son ensemble. En effet, celle-ci offre une solution à très court terme. Magali Reghezza, géographe et membre du Haut Conseil pour le Climat (HCC) et Florence Habets, Directrice de recherche CNRS en hydrométéorologie et professeure à l'École Normale Supérieure (ENS), nous expliquent alors que face à des épisodes de sécheresses croissantes, ces méga-bassines pourront

permettre un approvisionnement suffisant en eau durant une année voire deux seulement. De fait, le temps de re-remplissage de ce réservoir sera -avec une très grande probabilité- trop important, et ne permettra pas de subvenir aux besoins agricoles de manière pérenne (426). Les méga-bassines pourraient donc faire partie du panel des solutions pour soutenir notre agriculture et entre autres la production de l'alimentation de notre bétail mais ne peuvent pas être considérées comme l'unique « remède ». A ce jour, les seuls réservoirs capables de stocker de l'eau de bonne qualité sur la durée sont les nappes phréatiques. Ainsi, afin de limiter l'impact du réchauffement climatique sur nos ressources en eau, il convient d'agir dès aujourd'hui en les préservant et de tendre vers une certaine sobriété (114).

Les méga-bassines pourraient donc faire partie du panel des solutions pour soutenir notre agriculture et entre autres la production de l'alimentation de notre bétail mais ne peuvent pas être considérées comme l'unique « remède ». A ce jour, les seuls réservoirs capables de stocker de l'eau de bonne qualité sur la durée sont les nappes phréatiques. Ainsi, afin de limiter l'impact du réchauffement climatique sur nos ressources en eau, il convient d'agir dès aujourd'hui en les préservant et de tendre vers une certaine sobriété (427). Ces méthodes agronomiques ont déjà fait leurs preuves et permis à des agriculteurs de développer des cultures jusqu'alors inespérées dans certaines régions du monde (428).

En somme, des techniques d'élevage et de cultures sont pensées et développées afin que les bêtes soient le moins impactées possible par le réchauffement climatique. Elles sont par ailleurs loin d'être démocratisées. Pour autant, il semble nécessaire de tenter d'agir en amont afin de limiter celui-ci dès aujourd'hui. Il est en effet urgent de prendre le dérèglement climatique comme un problème sérieux afin de limiter ses conséquences et de nous assurer un avenir convenable.

3. La sélection génétique

Olivier Hamant, biologiste et chercheur à l'INRAE, propose de repenser notre focalisation sur la performance en faveur d'une orientation vers la robustesse. La robustesse est définie par le dictionnaire Larousse comme étant un adjectif pouvant être attribué aux végétaux qui supportent les conditions rigoureuses du climat ou du milieu ou

encore décrivant un élément solidement construit et capable de résister à des efforts extrêmes et à un usage prolongé (295). Cette définition est largement applicable à tout être vivant dont l'animal d'élevage. La robustesse peut être associée à une part de performance mais selon Olivier Hamant, celle-ci doit être l'objectif principal. De cette manière, les êtres vivants ne s'amélioreraient pas sur la base de leurs points forts mais plutôt en développant leurs points faibles. Plutôt que de chercher à maximiser les résultats à court terme, il suggère de privilégier la résilience et la capacité à s'adapter aux imprévus. Cette approche, inspirée de ce qu'il se passe dans la nature, prône une stratégie plus durable qui valorise la diversité et la flexibilité pour renforcer la résistance face aux aléas et aux changements (429). En effet, aujourd'hui, ce culte de la performance est omniprésent. Il consiste à optimiser l'efficience et l'efficacité de nos systèmes. Ce concept peut pour autant être remis en question pour plusieurs raisons. Citons-en quelques exemples. Tout d'abord, pour rappel, l'optimisation fragilise. Par exemple, dans de nombreuses forêts actuelles, afin d'optimiser les rendements en bois, en espace, et de rendre le travail plus efficace, les arbres sont plantés en rangées bien organisées or cela facilite la dissémination des feux lorsque des incendies surviennent. De plus, l'optimisation génère potentiellement un « effet rebond ». Ce phénomène est celui qui se produit de nos jours avec le trafic aérien. Les avions sont moins polluants qu'autrefois, leur efficience énergétique étant meilleure, mais on utilise cet élément pour en faire circuler encore davantage, émettant alors autant de GES qu'avant (295). Lorsque nous avons discuté de l'amélioration des efficacités, c'est bien en cela que celle-ci peut être contraire à un développement durable des systèmes agricoles. Ainsi, comme explicité précédemment, une maximisation des efficacités dans un but productiviste ne semble pas être une mesure environnementale durable. Enfin, lorsque différents systèmes sont comparés sur la base de leur performance, ceux qui dominent ont tendance à être ceux exerçant le plus de violence. Par exemple, cette violence peut s'exprimer par le biais d'impacts négatifs puissants sur les écosystèmes. De ce fait, le culte de la performance pourrait être aujourd'hui remis en question. Olivier Hamant insiste également sur le fait que le début du basculement vers un monde plus robuste serait déjà entamé, par exemple au sein des fermes agroécologiques. Baser le développement de nos systèmes sur la robustesse est donc un point à garder en tête lorsque nous mentionnons l'avenir de l'élevage puisqu'elle peut faire partie des nouveaux objectifs agricoles.

VI. Enjeux sanitaires

A. Les principaux risques sanitaires, zoonotiques et les » maladies émergentes en élevage

L'élevage de demain devra très probablement faire face à des épidémies et des maladies aux conséquences pouvant devenir dramatiques. Plusieurs d'entre elles sont des zoonoses, c'est-à-dire qu'elles peuvent se transmettre à l'Homme. Certaines sont déjà bien connues en France, d'autres sont émergentes, c'est-à-dire qu'on assiste actuellement à l'arrivée de ces agents pathogènes avec une hausse de leur incidence sur le territoire (430). Nous allons donc ici détailler les principaux risques sanitaires qui planent sur l'élevage de demain et les solutions proposées afin de les gérer de manière optimale.

1. La classification européenne des maladies animales

Commençons par voir comment ces maladies sont classées afin de mieux comprendre et gérer les problématiques qui leurs sont propres. De fait, la réglementation européenne répartit les maladies animales en différentes catégories. C'est en 2021 que la classification telle que nous la connaissons actuellement entre en vigueur, dans le cadre de la Loi Santé Animale (règlement UE 2016/429) (431).

Ainsi, cinq catégories se distinguent (432) :

- A : Les maladies normalement absentes du territoire de l'UE, nécessitant un plan d'urgence d'éradication en cas de détection.
- B : Les maladies circulant au sein de l'UE, mais devant être obligatoirement éradiquées
- C : Les maladies présentes au sein de l'UE, mais dont un programme d'éradication ou à minima des mesures permettant d'éviter la propagation vers des états qualifiés d'indemnes doivent être mis en place.

- D : Les maladies présentes dans l'UE, mais dont les mesures doivent permettre d'éviter la propagation entre les états membres
- E : Les maladies présentes sur le territoire de l'UE, nécessitant une surveillance de la part des états membres

Une pathologie classée A, B ou C appartient également automatiquement aux catégories D et E. Ainsi, au total, les maladies animales peuvent correspondre à l'une des 5 combinaisons différentes possible : ADE, BDE, CDE, DE et E. Vous retrouverez en annexe un tableau récapitulatif de la classification de toutes les maladies actuelles (Annexe n°5).

2. La catégorie ADE : les principales menaces aux conséquences catastrophiques pour les élevages européens

Il ne faut pas négliger le risque sanitaire généré par des maladies déjà éradiquées du territoire français mais qui sont encore présentes dans des pays voisins et/ou partenaires commerciaux. En effet, le risque de voir resurgir ces agents pathogènes au sein de notre nation reste élevé. C'est le cas notamment de la fièvre aphteuse (maladie touchant les artiodactyles, extrêmement contagieuse), absente de l'UE mais dont de nombreux foyers sont détectés au Maghreb (433). D'autres maladies classées ADE ont déjà commencé à arriver dans l'UE et menacent les élevages français dans les années à venir. On y trouve entre autres l'Influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) et la peste porcine africaine (PPA).

De fait, la grippe aviaire (IAHP) fait des dégâts partout dans le monde au sein des filières avicoles. Ce virus circulant via les flux d'oiseaux sauvages et les élevages de volailles, est connu depuis les années 60 mais devient responsable dès les années 2000 de nombreuses épidémies dévastatrices (434). En Europe, il arrive d'Asie et cause depuis des dégâts considérables en élevage. Les souches H7N9, H5N1 et H5N8 sont celles les plus problématiques car fortement virulentes et potentiellement zoonotiques (435, 436). Plusieurs cas ont été par ailleurs décrits sur d'autres espèces comme les bovins (437, 438) ou encore les chats (439). Ces épidémies aboutissent à des conséquences économiques et sanitaires désastreuses. On assiste alors à une mortalité

massive des animaux, tantôt liée à l'expression clinique de la maladie, tantôt à l'euthanasie de l'entièreté des individus exposés au virus. S'en suit alors la mise en place d'une zone de surveillance réglementaire et de la mise en quarantaine de toutes les exploitations situées dans cette zone. Ces mesures ont fortement affecté la filière aboutissant à une diminution drastique de la production de volailles en 2022 (28) (440). A la suite de cet évènement, une campagne de vaccination inédite contre H5N1 des palmipèdes gras a été entamée pendant l'hiver 2023/2024. Le bilan est alors plutôt positif avec seulement 10 foyers d'IAHP déclarés sur le territoire français contre 300 l'année précédente (440). Cette mesure pourrait à l'avenir devenir obligatoire afin de limiter l'impact du virus sur les élevages et de ce fait limiter les risques de contaminations humaines.

En outre, une grande menace pour les élevages de suidés circule depuis peu en Europe et pourrait faire son entrée sur le territoire français : la peste porcine africaine. En effet, d'après la plateforme d'épidémiosurveillance ESA, de nombreux pays européens ont été touchés par l'épidémie au printemps 2024 dont certains de nos voisins tels que l'Allemagne ou l'Italie (441). Les zones atteintes se trouvent alors à moins de 60 km de la frontière française. De plus, des foyers sont apparus du jour au lendemain dans des pays jusque-là indemnes et éloignés des territoires où la maladie circule (Belgique en 2020, Suède en 2023). Ainsi, on s'attend à ce que le virus arrive en France prochainement. Celui-ci a la capacité de circuler via les déchets alimentaires contenant de la viande porcine mais également à travers la faune sauvage, dont les sangliers qui sont une espèce réservoir. Cet Asfavirus provoque chez les porcs domestiques de l'hyperthermie, des troubles digestifs, respiratoires et un tableau clinique hémorragique aboutissant systématiquement à la mort aiguë de l'animal (100% de létalité) (442, 443). Ainsi, une fois atteints, les conséquences sur les élevages sont catastrophiques et les répercussions économiques inévitables.

D'un point de vue économique, la production et le marché de la filière d'un pays touché par ce virus sont bloqués. Ce cas de figure, la Chine l'a très bien connu au cours de l'année 2020. En effet, des épidémies de PPA ont touché l'ensemble du territoire ce qui a anéanti de nombreux élevages porcins, obligeant le pays à importer massivement de la viande européenne ou américaine afin de répondre à la demande tout en bloquant ses exportations. Ainsi la présence de cette maladie sur le territoire chinois a eu un impact fort sur les échanges mondiaux, entraînant une réorganisation des marchés (28).

Le contrôle et la prévention des épidémies de PPA réside uniquement dans le respect de mesures de biosécurité en élevage, car il n'existe à ce jour aucun vaccin ni traitement. Les élevages de porcs en plein-air du sud-ouest de la France sont les plus à risque car les animaux sont en contact direct avec la faune sauvage. La sensibilisation auprès des populations européennes est également essentielle afin d'éviter l'introduction du virus dans un territoire indemne via des aliments ou des emballages contenant de la viande porcine contaminée. Avec la libre circulation des biens et des personnes au sein de l'Espace Schengen, il est extrêmement difficile de contrôler le passage de ces produits, via des particuliers notamment, d'un pays à l'autre. Enfin, la présence de la PPA au sein de la faune sauvage est étroitement surveillée. Par exemple, des prélèvements sont systématiquement réalisés sur les cadavres de sangliers dans le but d'y détecter la présence ou non de la maladie (Réseau SAGIR) (444). En somme, cette maladie va faire son entrée sur le territoire, il s'agit donc d'être prêt à la gérer afin de limiter ses conséquences.

3. La catégorie BDE : des menaces permanentes pour la France de maladies déjà présentes en Europe

Les maladies animales classées BDE sont présentes en Europe depuis de nombreuses années mais nécessitent d'être éradiquées. Voici deux exemples bien connus des élevages bovins français : la brucellose (445) et la tuberculose bovine (446).

Contrairement à certains de ses pays voisins, la France est officiellement indemne de ces deux maladies. Pour autant, des cas sporadiques apparaissent tous les ans sur le territoire. Les bactéries à l'origine de ces deux maladies sont réciproquement *Brucella abortus* et *Mycobacterium bovis* et sont à caractère zoonotique dont le risque est plus élevé pour la brucellose. On relève par exemple des cas de contaminations humaines lors de la consommation de fromages au lait cru (447). Le tableau clinique est quant à lui très différent avec des avortements pour la brucellose et des inflammations granulomateuses des poumons et nœuds lymphatiques pour la tuberculose. Concernant la brucellose bovine, la bactérie est encore présente à la frontière, au sein de la faune sauvage des Alpes italiennes ou des Pyrénées espagnoles mais également dans quelques populations de bouquetins présents dans le massif du Bargy en Haute Savoie. Les vaches en alpage dans ces territoires sont donc potentiellement exposées à la

maladie (448). D'autres souches peuvent également atteindre les petits ruminants ou les porcs.

La tuberculose bovine est quant à elle encore présente sur le territoire français dans quelques zones spécifiques. Le taux de prévalence reste par ailleurs inférieur à 0.1% à l'échelle du pays, ce qui permet à ce dernier de garder le statut d'indemne (449). Tout comme la brucellose, la bactérie circule également au sein de la faune sauvage (blaireaux...) et peut toucher d'autres espèces de mammifères domestiques (ovins, caprins...)(450). En ce qui concerne les cas de contaminations humaines, même si des traitements existent, ces bactéries présentent de nombreuses résistances aux anti-infectieux ce qui engendre de graves problèmes de santé publique (451). Ainsi, dans une logique d'éradication, les règles de gestion sanitaire lorsqu'un bovin est avéré atteint de l'une ou l'autre de ces maladies sont strictes et conduisent à un abattage total du cheptel ainsi qu'une surveillance étroite des élevages voisins (prophylaxie annuelle...), (447).

4. Les catégories CDE ou DE : objectif d'éradication sur le territoire français

Les maladies animales classées CDE ou DE sont présentes en France mais font l'objet d'une volonté d'éradication. Leurs conséquences sont moins importantes sur les élevages (mortalité modérée) et la santé publique (risque zoonotique faible) que les affections citées précédemment. De nombreuses viroses qui circulent actuellement dans les élevages de ruminants français font alors partie de ces catégories.

En 2023 et 2024, les élevages de ruminants français ont été confrontés à des épidémies d'Orbivirus tels que la Fièvre Catarrhale Ovine (FCO) ou la Maladie Hémorragique Epizootique (MHE). Les bovins sont sensibles aux deux virus, tandis que les ovins et caprins sont plutôt concernés par la FCO. Dans les deux cas, la transmission est vectorielle via les culicoïdes et le tableau clinique est similaire pour toutes les espèces. Les animaux peuvent présenter des troubles généraux (hyperthermie, anorexie, amaigrissement, abattement, baisse de production laitière...), du jetage oculaire et nasal, des ulcères sur les muqueuses, du ptyalisme, de l'œdème (de la face ou des membres),

ainsi que des troubles de la reproduction (infertilité, avortements) (452–455). Dans les cas les plus sévères, cela peut aboutir à la mort de l'animal.

Il existe 27 sérotypes du virus responsable de la FCO (BTV = Blue Tongue Virus) (455). En 2023, seuls les sérotypes 4 et 8 sont présent en France continentale, mais par le pays en a connu d'autres par le passé (sérotipe 2 dans les années 2000, sérotipe 1 en 2007...) (456). Un nouveau sérotipe 3 provenant des Pays-Bas menace actuellement l'hexagone (457). Durant l'été 2024, les premiers cas ont commencé à être décrits en France et la maladie s'est propagée dans tout le nord et l'est du pays (441). S'il existe un vaccin contre le BTV-4, le BTV-8 et le BTV-3, il n'y en a en revanche encore aucun sur le marché contre la MHE. Les conséquences de ces maladies sont sanitaires mais également économiques avec une baisse de production (laitière ou de GMQ), de la mortalité et des blocages au niveau des exportations d'animaux vivants. Par exemple, afin de pouvoir être exportés en Italie, les broutards français doivent être systématiquement vaccinés contre le BTV 4, 8 et plus ou moins 3, et ils doivent également indemnes de MHE s'ils proviennent d'une zone réglementée dans laquelle la maladie est susceptible de circuler. Ces mesures rajoutent un travail supplémentaire à l'éleveur (contention des animaux) ainsi que des frais supplémentaires (vétérinaires, laboratoires).

La BVD (Bovine Viral Diarrhea) et l'IBR (Infectious Bovine Rhinotracheitis) sont également des virus de catégorie CDE qui ont causé des dégâts économiques et sanitaires conséquents dans les élevages français il y a quelques années (458) (459). Aujourd'hui, ces viroses sont en cours d'éradication notamment grâce à la prophylaxie annuelle et l'identification des veaux IPI (Infectés persistant immunotolérants, concerne le BVD) via un prélèvement de cartilage auriculaire lors du bouclage des animaux (460). Ainsi, l'objectif d'éradication de ces deux maladies du territoire français d'ici les prochaines années est possiblement atteignable (461, 462).

La maladie d'Aujeczky ou pseudorage est également un virus classé CDE (463, 464). Découvert il y a plus de 200 ans, cet herpesvirus touche principalement les suidés, mais d'autres espèces (bovins, ovins, caprins, canins, félins...) peuvent également contracter la maladie. Le virus infecte les individus via les muqueuses nasales et oropharyngées. Il va ensuite circuler via le système nerveux périphérique ou à travers des cellules mononucléaires sanguines afin d'atteindre respectivement le système nerveux central ou des organes tels que l'utérus chez les femelles gravides. Ils vont ainsi induire des troubles

généraux (hyperthermie, retard de croissance...), neurologiques, respiratoires et des avortements. Plus les individus sont contaminés jeunes, plus les taux de mortalité sont élevés. Le potentiel zoonique de cette maladie est faible, mais quelques cas humains sont tout de même décrits dans la littérature. Les conséquences économiques pour les élevages atteints sont en revanche très lourdes à cause de la forte contagiosité et des pertes de production que la maladie engendre. L'Europe n'est pas indemne de ce virus, celui-ci circulant encore dans les populations de sangliers sauvages. La France ne déroge pas à la règle mais l'incidence reste très faible, ce qui permet au pays d'avoir le statut « indemne ». Par exemple, en 2022, le virus n'a été détecté que dans 2 élevages de sangliers et un de porcs (465). Les plans de gestion résident dans la surveillance de la circulation de la maladie au sein de la faune sauvage, mais également par la mise en place de mesures de biosécurité et de prophylaxie dans les élevages. De plus, des vaccins existent mais n'empêchent pas l'infestation.

5. La catégorie E et les maladies sans catégorie : ne pas négliger leur impact sur les élevages

La brucellose ou le BVD ne sont pas les seuls agents pathogènes responsables de troubles de la reproduction chez les ruminants (466). En effet, des causes bactériennes comme la fièvre Q, des protozoaires comme *toxoplasma gondii* et *neospora caninum* ou encore des virus comme le virus de Schmallenberg peuvent également en être la cause. Les conséquences sont surtout économiques avec un impact sur la production (décalage des mises-bas...), des frais supplémentaires (coût associé à chaque insémination...) et une réforme précoce des animaux. Certaines de ces maladies sont également des zoonoses (fièvre Q, toxoplasmose...). Ainsi les élevages ont pour responsabilité de la surveillance et le contrôle de ces dernières s'ils veulent gagner en technicité et limiter les pertes économiques. Des recherches étiologiques de certains de ces pathogènes sont d'ailleurs systématiquement effectuées lors d'avortements afin d'en identifier l'origine (réseau OSCAR). La surveillance n'est toutefois pas parfaite. En effet, elle est dépendante de la déclaration des avortements par les éleveurs auprès de leur vétérinaire. Des plans d'assainissement sont par ailleurs proposés par certains GDS comme pour la néosporose.

De plus, d'autres maladies circulent dans les élevages français et inquiètent certains éleveurs. C'est notamment le cas de la paratuberculose (classée E) ou encore de la besnoitiose (non classée). Cette dernière peut être considérée comme une maladie émergente en France. (467). Le point de départ se situe dans le sud-ouest mais celle-ci remonte progressivement vers le nord et l'est de la France, de nouveaux départements étant atteints tous les ans. Ainsi, d'ici quelques années, la totalité des territoires français seront probablement touchés. Ce protozoaire transmis par les piqûres de stomoxes circule à bas bruits dans les élevages avec seulement quelques cas cliniques déclarés (troubles systémiques et cutanés pouvant conduire à la mort de l'animal) pour de nombreux animaux atteints. Des plans de maîtrise ont alors été mis en place pour tenter de détecter et de contrôler son expansion afin d'assainir les élevages. Cependant, il n'y a pour l'instant aucune obligation à leur réalisation.

Enfin, les filières sont en permanence confrontées à des germes plus ou moins pathogènes, dont certains sont retrouvés dans l'environnement ou de façon physiologiques sur les individus (flore ruminale ou intestinale...) pouvant provoquer diverses infections « courantes » en élevage (mammites, arthrites, broncho-pneumonies, entérites...). Cependant leurs conséquences restent non négligeables en termes de santé publique puisque certaines sont zoonotiques (cryptosporidiose, listériose, salmonellose...). Leurs conséquences économiques sont également à prendre en considération. Prenons l'exemple d'une étude portant sur un élevage néerlandais de vaches laitières touchées par des mammites cliniques et subcliniques (468). Le coût total de ces mammites par vache en lactation et par an serait de 240€. Cependant si on tient compte uniquement des mammites cliniques, le coût de gestion par cas passe à 301€. De surcroît, une étude américaine estime que le coût d'une mammite clinique dans le premier mois de gestation varie entre 408€ et 592€ selon la gestion de l'élevage (469). En outre, les principaux postes participant au coût d'une mammite diffèrent selon les études. Si pour Van Soest et al., le coût dédié à la prévention équivaut à celui de la gestion, pour Rollin et al., c'est la chute de production laitière future qui pèse le plus lourd dans la balance (469) (468). En somme, même une maladie courante en élevage entraîne des répercussions économiques qui ne doivent pas être sous-estimées par les éleveurs. Ainsi, une meilleure rémunération des éleveurs passe également par une meilleure gestion sanitaire.

B. Enjeux des résistances aux antibiotiques, insecticides et anthelminthiques

Un deuxième enjeu sanitaire de l'élevage dans les années à venir est l'augmentation de la résistance des pathogènes face aux antibiotiques et aux antiparasitaires.

1. L'antibiorésistance et élevage : un enjeu de santé publique

La résistance des bactéries aux antibiotiques est un enjeu pour l'élevage mais également pour la santé publique (470). Cette notion apparaît courant XXème siècle notamment à cause de l'émergence de résistances des Staphylocoques dorés à la pénicilline (471). Si celles-ci sont avant tout décrites en médecine humaine, elles vont également très rapidement être mises en évidence chez les animaux de production. Par exemple, en 1971 en Belgique, des SARM (Staphylococcus aureus résistants à la méticilline) sont identifiées pour la première fois chez un bovin présentant une mammite. Dans les années 2000, la mise en évidence de ces mêmes souches chez des porcs et leurs éleveurs a conduit à une prise de conscience médicale et politique de l'importance de la médecine vétérinaire dans la gestion de l'antibiorésistance. Cette problématique est la conséquence de l'utilisation d'antibiotiques en médecine vétérinaire, humaine, dans l'alimentation animale mais également de leurs rejets dans l'environnement (472). Ainsi les services publics français et européens ont mis en place des systèmes de surveillance sur l'utilisation d'antimicrobiens (473, 474). En France, elle est gérée par l'ANMV (Agence Nationale du Médicament Vétérinaire) affiliée à l'ANSES. Au sein de l'UE, l'EMA (Agence Européenne du Médicament) a mis en place le projet ESVAC (European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption). Ces réseaux de surveillance récupèrent les données de vente et de consommation des antibiotiques. De plus, afin de diminuer leur usage, le ministère de l'agriculture a suggéré l'implémentation des plans « Ecoantibio ». Le premier a été mis en route en 2012, s'est terminé en 2017 et a eu pour objectif de promouvoir la réduction d'usage d'antimicrobiens en élevage auprès des éleveurs et vétérinaires ; de discuter des alternatives possibles ; de renforcer le cadre réglementaire autour de leur utilisation ; d'améliorer les dispositifs de suivi de leur consommation et des résistances et enfin de développer une meilleure coopération internationale sur le sujet

(475). L'effet a été positif avec une diminution globale de l'utilisation d'antibiotiques en élevage de 38% entre 2011 et 2018 accompagnée de changements de pratiques de la part des éleveurs (particulièrement vrai dans la filière porcine) (476) (477). Un deuxième plan a été mis en place entre 2017 et 2021 dans le but de renforcer et valoriser les mesures appliquées (473, 478). Un troisième est aujourd'hui en cours (479).

Comme dit précédemment, l'antibiorésistance chez les animaux d'élevage fait également l'objet de plans de surveillance. Par exemple, des prélèvements sont réalisés dans les abattoirs, les chaînes de distribution ou encore directement dans les élevages afin d'identifier des bactéries pathogènes et leur possible résistance à des antibiotiques. Un réseau d'épidémiologie-surveillance de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes en santé animale a également été créé en 1982 : le « Résapath » (480). Il collecte les données d'antibiogrammes réalisés par les laboratoires d'analyses vétérinaires adhérents consécutivement à la demande des vétérinaires dans le cadre de leur activité. Il faut cependant rester vigilants vis-à-vis des données issues de ces programmes. Par exemple, le Résapath collecte les données provenant uniquement des antibiogrammes réalisés par les laboratoires partenaires. Or, certains territoires et certaines filières n'en réalisent que très peu ou alors dans des laboratoires non-partenaires, ce qui peut causer un biais dans les résultats présentés (481). La situation actuelle est encourageante chez toutes les espèces d'élevage. En effet, depuis plusieurs années, la part de souches résistantes est plutôt stable chez toutes les espèces et concernant de nombreuses molécules (480). Cependant, certains antibiotiques sont encore sujet à un niveau élevé de résistances bactériennes. C'est le cas des bactéries *Escherichia coli* qui présentent de fortes résistances à l'amoxicilline, en hausse depuis 2018, variant de 55% (ovins) à 83% (veaux) en 2022. Certains antibiotiques seraient même devenus inutilisables face à certaines bactéries, comme les tétracyclines dans le cadre d'infections à *Enterococcus cecorum* chez les poulets (93% de résistance) ou encore la lincomycine dans la lutte des entérites à *Enterococcus hirae* chez les porcs (99% de résistance). La problématique est encore loin d'être réglée en élevage et le risque d'échecs thérapeutiques menace d'augmenter dans les années à venir. Ainsi, l'ESVAC et « Resapath » sont deux initiatives complémentaires qui, par la collecte et l'analyse des données sur les antimicrobiens et l'antibiorésistance, contribuent à une meilleure gestion de cette dernière en Europe. En outre, la situation est similaire en médecine humaine et impose une

réglementation particulière dans l'utilisation de certains antimicrobiens tel que les fluoroquinolones ou les céphalosporines de 3^{ème} ou 4^{ème} génération. Ceux-ci sont particulièrement générateurs de résistances mais ils sont également essentiels dans le traitement de certaines affections. Ces molécules sont alors qualifiées de « critiques » et leur usage en médecine vétérinaire doit être justifié à l'aide d'un antibiogramme (482–484).

2. ii. Les résistances aux antiparasitaires : une inquiétude majeure

Les résistances aux antiparasitaires ont été décrites pour la première fois dans la littérature dans les années 1950 et concernent dès lors majoritairement un strongle digestif des ovins : *Haemonchus contortus* (485). En effet ces résistances posent essentiellement problème chez les ruminants (486). En 1970, des résistances notamment aux benzimidazoles commencent à être visibles sur le terrain (487). Ainsi, au cours des vingt ans qui vont suivre, des résistances des nématodes aux lactones macrocycliques vont également apparaître. Pour autant, les anthelminthiques ne sont pas les seuls antiparasitaires à connaître des résistances. En effet, certains insecticides tels que la deltaméthrine vont également être concernés limitant ainsi l'action sur différents insectes potentiellement vecteurs de pathologies en élevage (moustiques, stomoxes...) (488–491). En 2004, une étude mets en lumière des nématodes multi-résistants chez les ovins et les caprins nommés alors « parasites MDR » (*Multi Drug Resistance*) (492). Ce phénomène inquiétant est retrouvé dans de nombreuses régions du monde dont la France qui n'est pas épargnée (493). Certains nématodes peuvent alors avoir des résistances combinées avec jusqu'à 4 familles d'anthelminthiques différentes (494). Dans une étude parue en 2020, Veener et al. constatent une prévalence moyenne de la résistance des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants en Europe depuis 2010 variant de 21% (moxidectine) à 86% (benzimidazoles) (495). Chez les bovins, celle-ci varie entre 0 et 100% selon les classes d'anthelminthiques utilisées. En effet, plutôt sous-estimée avec beaucoup moins de cas décrits et constatés sur le terrain que pour les petits ruminants, la résistance des strongles chez cette espèce est aujourd'hui avérée et ne doit plus être négligée (496–498). Ainsi tous ces résultats sont alarmants pour la gestion sanitaire des parasitoses en élevage dans les années à venir, notamment dans les filières de petits ruminants où certaines exploitations n'ont plus d'arsenal

thérapeutique efficace face à certains nématodes. Certaines exploitations laitières où plusieurs molécules sont interdites d'utilisation en lactation se retrouvent également dans la même situation (499).

L'utilisation d'antiparasitaires conduit également à d'autres effets indésirables. Par exemple, certaines molécules présentant une écotoxicité forte se retrouvent dans l'environnement. C'est le cas des avermectines (497, 500, 501) ou encore de la deltaméthrine (502). Elles sont retrouvées sous forme de résidus toxiques dans les matières fécales ou directement dans l'environnement. Leur rémanence est de plusieurs semaines. Elles génèrent non seulement une pollution du sol, de l'eau et de l'air mais peuvent également conduire à des troubles délétères voire mortels sur certains invertébrés et vertébrés (bousiers, abeilles...), impactant ainsi la biodiversité.

La gestion des parasites en élevages doit ainsi évoluer afin de ne plus encourager les résistances parasitaires, prendre en compte leur écotoxicité et de trouver des alternatives face aux échecs thérapeutiques. Des traitements chimiques ciblés sélectifs peuvent être par exemple utilisés. On ne traite alors que les animaux les plus infectés, les plus sensibles et uniquement lors des périodes propices aux infestations parasitaires. Pour mieux cibler les bêtes à traiter, nous pouvons ainsi nous baser sur la présence de signes cliniques (amaigrissement, diarrhées, anémie...), leur âge (les jeunes sont plus à risque) et sur la réalisation de coproscopies (individuelles ou collectives sur un lot). Selon le parasite, le traitement sera alors mis en place seulement au-delà d'un certain seuil d'infestation. Il est également essentiel d'alterner les familles de molécules ou encore d'utiliser des formes injectables plutôt que des *pour-on*. En effet, ces derniers génèrent beaucoup de pertes environnementales et les doses systémiques chez les animaux traités sont individu-dépendantes. Or, un sous-dosage encourage les résistances tandis qu'un surdosage augmente le risque de toxicité pour l'environnement comme pour les individus traités (exemple : retard d'acquisition d'immunité chez les jeunes bovins). De plus, nous pouvons également jouer sur le fonctionnement des élevages : la gestion du pâturage est entre autres un élément clé dans la gestion du parasitisme. De fait, la réduction du chargement ou encore l'augmentation du temps de repos d'une parcelle entre deux saisons de pâturage sont des mesures qui permettent de diminuer la charge parasitaire de celle-ci. Pour cela, de nombreuses stratégies existent comme le pâturage tournant, faire transhumer les bêtes sur des prairies laissées au repos depuis au moins 6 mois ou encore de réaliser du pâturage mixte (exemple : ovins/bovins en simultanément) ou

alternatif (bovins puis ovins) . Enfin, certains individus sont plus résistants que d'autres face aux infestations parasitaires. Ainsi, une sélection génétique des individus présentant une meilleure résistance aux parasites est également une alternative à développer pour faire face aux échecs thérapeutiques (491, 503, 504).

C. Nécessité d'une gestion intégrée de la santé animale

Comme décrit dans les paragraphes précédents, les pathologies des animaux répondent à des enjeux éthiques (bien-être animal), économiques (coûts et pertes de production) et de santé publique (limiter les zoonoses, résistances bactériennes et parasitaires). La gestion de la santé animale est donc un enjeu essentiel. Afin d'y répondre, les systèmes d'élevage doivent adopter le concept de gestion intégrée de la santé animale. Celle-ci, elle s'articule autour de plusieurs principes (505) :

- La prévention : elle passe par des mesures prophylactiques, de biosécurité et une adéquation de la gestion de l'élevage avec les besoins des animaux.
- La résistance/tolérance : la résistance peut être définie comme la capacité d'un organisme à limiter le développement des agents pathogènes et la tolérance comme sa capacité à en limiter les effets sur sa santé (506). Un individu tolérant peut ainsi se contaminer et va être excréteur de pathogène sans signes cliniques associés. Il risque donc de contaminer d'autres individus. Ces deux notions font appel à une coévolution entre pathogène et individu ainsi qu'à une bonne régulation de la part du système immunitaire. Elles sont développées génétiquement lors de la sélection de lignées possédant une résistance connue à certains agents pathogènes ou encore en développant des génotypes plus robustes (pour rappel, c'est à dire des individus capables de garder leurs fonctions biologiques à un niveau acceptable dans une grande variété d'environnements différents) (157, 429, 507).
- Un traitement raisonné : cette notion a déjà été développée dans le cadre de la gestion des résistances parasitaires et microbiennes, mais s'ajoute à cela une forte considération de la zootechnie (alimentation, bâtiment...) dans le plan thérapeutique de l'animal et/ou du troupeau.

En outre, l'effet d'une santé intégrée au sein de l'élevage n'est pas bénéfique uniquement d'un point de vue sanitaire. C'est ce qu'ont montré Cadéro et al. (2020) dans une étude réalisée sur un élevage de porc au sein duquel ils ont également constaté un impact positif sur les performances techniques, économiques et environnementales de l'élevage (508).

Enfin, une notion se dessine depuis quelques années dans le domaine de la santé animale : le concept « One Health ». Celui-ci propose alors d'aborder la santé de manière globale en intégrant la santé publique, animale et environnementale. Ce concept prend naissance dans celui de « One medicine » décrit par Calvin Schwabe en 1977 qui considère l'existence de liens forts et étroits entre la science de l'Homme et celle de l'animal (509). A la fin du XXème siècle, les écosystèmes et l'environnement sont rajoutés à l'équation par les organismes internationaux de la santé et le concept évolue en « One Health ». En outre, Mahon et al. (2024), ont travaillé sur le lien qui existe entre l'émergence de maladies infectieuses (animales et humaines) et différents facteurs environnementaux (510). À cette occasion, de nombreuses études ont été passées en revue et ont révélé l'influence de cinq catégories de facteurs environnementaux sur l'apparition d'épidémies :

- Le premier, ayant le plus d'impact, est la perte de biodiversité qui va perturber les écosystèmes et grandement faciliter la propagation des agents pathogènes.
- Le deuxième est la pollution chimique, qui a un effet bénéfique sur les épidémies en altérant le système immunitaire des organismes et en jouant sur l'environnement des parasites et de l'hôte.
- Le troisième facteur est le réchauffement climatique. Celui-ci agit sur les conditions de vie des individus et des agents pathogènes, entraînant une modification de l'aire géographique, de la fréquence et de l'intensité des maladies.
- Le quatrième est l'introduction d'espèces exotiques et/ou invasives, pouvant être vecteur d'agents infectieux.
- Le cinquième et dernier est l'urbanisation. Contrairement aux autres facteurs, elle est associée à une diminution des risques infectieux en lien avec de meilleures infrastructures sanitaires en zone urbaine. Cependant, le contexte local joue également

un rôle non négligeable sur l'apparition d'une maladie. Par exemple, un territoire appliquant des mesures de police sanitaire strictes envers une maladie est capable de résister et de limiter la présence de foyers, contrairement à d'autres pays qui vont subir des épidémies de ce même agent pathogène.

VII. Conclusion du chapitre 2

Nous pouvons constater que ces enjeux sont pour certains fortement liés et complémentaires, d'autres antagonistes. Ils ne peuvent donc pas être tous complètement satisfaits par les politiques agricoles pour l'élevage. Ainsi, en là réside la complexité du sujet amenant à des débats quant au chemin que l'élevage doit prendre dans les années à venir. Nous choisissons par la suite d'accorder le même niveau d'importance entre tous ces enjeux afin de disposer d'un regard objectif sur les perspectives d'élevage de demain.

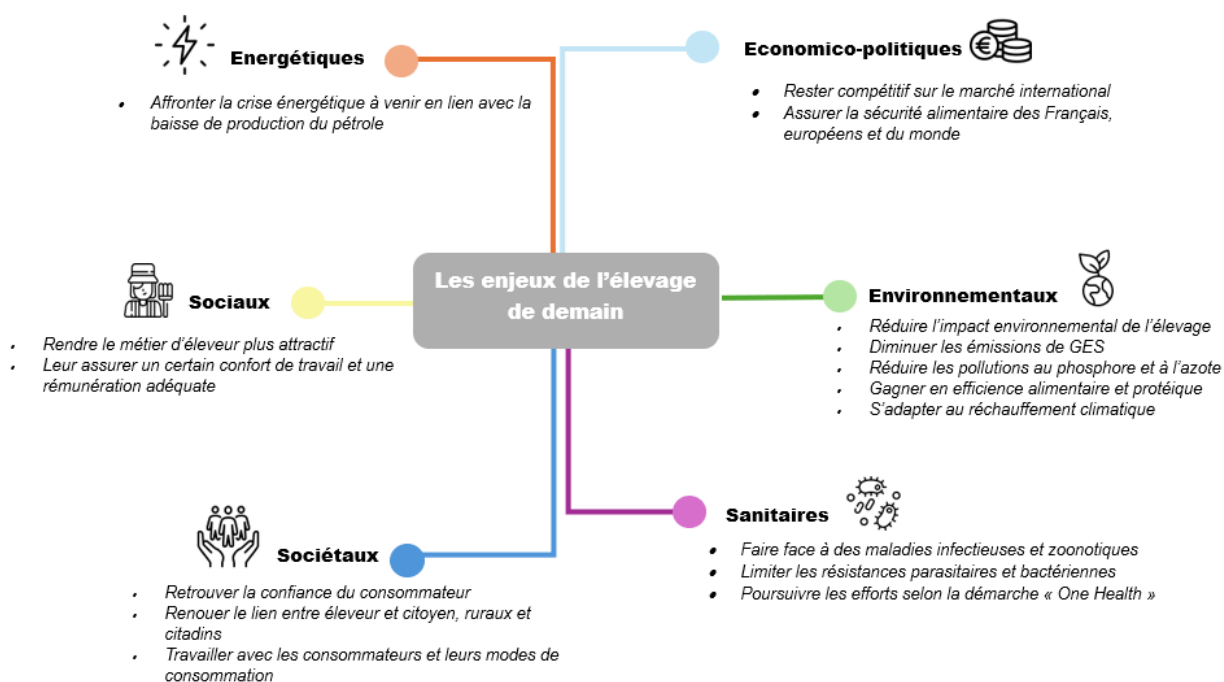


Figure 62 : Schéma bilan reprenant succinctement les différents enjeux principaux de l'élevage de demain

Chapitre 3 : les différents scénarios d'évolution de l'élevage

I. Présentation des scénarios

Nous allons dès à présent vous présenter différents scénarios proposant plusieurs perspectives pour l'élevage de demain. Ceux-ci ont été élaborés à partir d'un ensemble de publications bibliographiques sur le sujet. En effet, de nombreuses organisations, associations, chercheurs et chercheuses ont d'ores et déjà documenté la question. Nous vous proposons donc de regrouper les différentes visions auxquelles nous avons été confrontés sous 5 scénarios. Pour chacun d'entre eux, nous présenterons les mesures importantes qui permettraient leur mise en place, leurs avantages face aux enjeux actuels et futurs puis nous les confronterons afin d'en faire ressortir les limites. La grande diversité et complexité des études menées sur l'élevage de demain nous amène à préciser qu'il nous est impossible de couvrir de manière exhaustive tous les aspects de la mise en œuvre des différents scénarios. Néanmoins, nous nous efforcerons d'en dresser un tableau aussi détaillé que possible.

A. Scénario 1 : intensification massive de l'élevage (IM)

1. Définition de l'intensification massive de l'élevage

Le premier scénario peut être qualifié « d'intensification massive de l'élevage » et est inspiré de la conjecture dite « *fast* » réalisée par l'OCDE (511). Ce dernier serait alors basé sur le développement de méthodes, structures et comportements en lien avec des processus industriels de production (512). Dans cette situation, l'objectif premier est d'assurer une production maximale, avec le développement d'élevages intensifs à échelle industrielle. Pour rappel, un élevage est considéré comme intensif quand il utilise une forte quantité d'intrants, de capitaux et d'énergie pour produire un bien agricole (14). Il se caractérise la plupart du temps par un chargement élevé et l'utilisation de systèmes hors sols. Comme décrit dans la première partie de cet écrit, l'industrialisation est déjà omniprésente dans nos filières d'élevage conventionnelles. Elle est d'autant plus

marquée au sein des filières des monogastriques, des caprins et des bovins laitiers de plaine. Ainsi la transition vers ce scénario serait à première vue plutôt facilement réalisable.

2. Impact sur les différentes filières

Par conséquent, les filières de porcs et de volailles resteraient entièrement standardisées et normées. Par exemple, en élevage standard, l'abattage des poulets de chair a lieu systématiquement vers 35 jours d'âge pour un poids avoisinant les 2 kg (109). Si une grande partie des fermes françaises actuelles sont dites familiales (c'est-à-dire gérées et transmises dans le cadre familial) et adhérentes à des coopératives, elles pourraient ici sortir de ce modèle et en déléguer la gestion à de gros groupes industriels en systèmes intégrés comme c'est déjà le cas en Espagne (75). Nous reviendrons sur ce point dans quelques paragraphes. La taille de ces élevages et leur chargement pourraient également croître. Les porcheries seraient susceptibles d'atteindre plusieurs niveaux et accueillir plusieurs centaines de milliers de porcs comme certains élevages chinois qui s'élèvent sur 26 étages (513). Les élevages avicoles capables de générer plusieurs centaines de millions de poulets et d'œufs pourraient alors se généraliser. Ce scénario inciterait donc à accroître notre productivité animale de manière générale. A titre d'exemple, le Conseil danois de l'Agriculture et de l'Alimentation estime qu'avec un travail adéquat sur la génétique, nous pourrions faire naître autant de porcelets avec 25% de truies en moins mais également produire non plus 10 000 L de lait par an et par vache mais bel et bien 14 600 L d'ici 2050 grâce aux vaches hautes-productrices (389).

En ce qui concerne les filières des ruminants, 60% des chèvres laitières sont élevées dans des bâtiments hors sol (données de 2015) (514). Les régions à forte production laitière ont même déjà quasiment arrêté le pâturage. C'est le cas de la Nouvelle Aquitaine, première région productrice de lait de chèvre, où seulement un éleveur sur dix fait pâturer ses animaux. A l'inverse, au sein des élevages bovins laitiers seulement 8% des vaches sont élevées dans des systèmes « zéro-pâturage » (données de 2016) (515). Cependant, si 64% des exploitations font pâturer leurs vaches plus de 210 jours par an, 25% leur accordent moins de 20 ares (0,2 ha) par animal alors que, selon les recommandations, la surface minimale nécessaire par animal est d'environ 25 ares. Le respect de cette surface minimale permet de protéger les sols contre la compaction

générée par le piétinement des animaux et de répartir au mieux leurs déjections. Les systèmes pratiquant la polyculture et l'élevage sont les moins à-même de faire pâturer leurs bêtes, ceci s'expliquant par une concurrence entre les surfaces de cultures et celles de prairies. Ce phénomène peut être accentué par l'attribution des aides de la PAC qui favorisent les terres de grandes cultures plutôt que les prairies pâturées. De plus, les exploitations s'équipant de robots de traite et ne disposant pas de prairies accolées au bâtiment d'élevage présentent également des difficultés à assurer la sortie des animaux en lactation dans les pâtures.

Ainsi, avec l'intensification des élevages dans le cadre de ce scénario n°1, le pourcentage d'animaux élevés sans accès au pâturage augmenterait pour tendre vers 100% à l'échelle nationale. Dans une logique de course à la productivité, ces élevages seraient composés quasiment tous de races très spécialisées et très productives, telles que des Saanens ou des Alpines (caprin) et des Prim'Holstein (bovin), poussant les autres races à effectifs plus réduits à disparaître (196). La taille des élevages pourrait également augmenter et certains avoisineraient les milliers de têtes comme c'est le cas en Chine ou encore aux Etats-Unis (516, 517). Grâce aux technologies actuelles, la traite pourrait suivre ce nouveau rythme notamment à l'aide des robots qui poursuivraient alors leur démocratisation mais aussi de plateformes rotatives de traite, capables d'accueillir entre une vingtaine voire une centaine d'animaux en simultanément. La gestion de la reproduction serait également optimisée en réalisant des inséminations sexées quasiment généralisées et en utilisant différentes hormones dans le but de synchroniser les chaleurs des femelles à la période souhaitée. L'objectif serait donc de faire vêler des femelles pure-races sur les "meilleurs" animaux afin de participer au renouvellement du troupeau. Les femelles restantes seraient saillies par des bovins allaitants pour que les veaux « croisés » puissent être engraisés puis revendus. Nous pourrions également assister à une industrialisation des élevages laitiers en déléguant leur possession et leur gestion à des compagnies industrielles agro-alimentaires. La majorité du lait serait alors collectée par ces grands groupes et la transformation fromagère à la ferme se ferait de plus en plus rare. Cela est déjà le cas pour certains élevages laitiers qui se trouvent être sous contrat avec des groupes comme Danone ® ou encore Lactalis ®.

Les changements les plus importants à prévoir dans le cadre de ce scénario concernent les filières bovines allaitantes. Celles-ci sont actuellement affiliées pour la majorité à des systèmes plutôt extensifs. De fait, en 2015, 1/3 des élevages bovins

allaitants français sont élevés en plein air intégral (518). Pour rappel, 2/3 des élevages français ont une activité d'engraissement de bovins en plus de leur activité de naisseurs. De plus, seulement 10% des structures sont spécialisées en « bovins élevage et viande », le restant étant des structures de polyculture et d'élevage (519). Cependant, dans le cadre de ce scénario, la France choisirait de développer des centres d'engraissement spécialisés sur son territoire. En suivant le modèle européen, ces derniers seraient alors organisés en bâtiments avec une grande proportion de concentrés dans la ration. Pour autant, envisager le développement de systèmes d'engraissement similaires à ceux présents historiquement au Brésil pourrait être une solution afin de garder des animaux au pâturage. En effet, l'engraissement des bovins y est basé sur le pâturage et la consommation d'herbe. En contrepartie, le développement des animaux est bien moindre que dans les systèmes d'engraissement états-uniens (feedlots) qui sont quant à eux basés sur un apport élevé de concentrés (281). Par ailleurs, ces derniers sont les systèmes d'engraissement les plus rentables financièrement et les plus efficaces en termes de productivité (49). En développant des feedlots, la taille des élevages pourrait être exponentielle et atteindre des dizaines de milliers d'animaux comme aux Etats-Unis, en Chine ou en Argentine (49, 281).

En ce qui concerne les filières ovines, les agneaux pourraient potentiellement subir une uniformisation des critères d'abattage encore plus marquée qu'elle ne l'est déjà, comme c'est d'ores et déjà le cas chez les monogastriques (c'est-à-dire un âge et poids d'abattage similaire pour tous). L'intensification des élevages ovins présente également de nombreux défis similaires à ceux des élevages bovins cités précédemment. Afin d'y remédier, nous pouvons prendre exemple sur la Nouvelle-Zélande, premier producteur d'agneaux et exportateur de viande ovine mondial. On peut distinguer deux organisations différentes au sein de la filière : des élevages naisseurs (plus ou moins engraisseurs) dans les zones montagneuses avec un système entièrement basé sur le plein-air et des élevages de finition, qui achètent les agneaux pour les engraisser, souvent en bâtiments (105). Ainsi, dans ce scénario, la France pourrait s'inspirer de ce fonctionnement et donc garder une part d'élevage extensif tout en développant des centres d'engraissement afin d'optimiser la finition des animaux tout en s'assurant d'une certaine productivité. L'évolution de l'élevage ovin suivrait donc globalement les mêmes grands principes que celui des bovins allaitants.

Les vaches et brebis laitières situées en zone de montagne pourraient quant à elles plus difficilement subir une intensification de leurs systèmes. En effet, celle-ci est limitée par les cahiers des charges parfois très stricts de ces élevages qui se trouvent pour la plupart soumis à des AOP ou AOC : ensilage interdit dans la ration, certains ont une obligation d'intégrer un certain pourcentage petites races locales (exemple de l'AOP bleu du Vercors-Sassenage qui impose que 3% du troupeau soit composé de la race Villard-de-Lans (520)), obligation de pâturage... Les contraintes géographiques poussent également ces systèmes à faire pâturer les bêtes, les terrains pentus et accidentés étant difficilement exploitables pour les cultures mais facilement valorisables par le pâturage. Ces systèmes seraient alors une niche d'élevages extensifs parmi l'industrialisation du reste des élevages.

Voyons maintenant ce qu'il adviendrait des cultures. La majorité des parcelles seraient utilisées pour les cultures de céréales et de protéagineux, majoritairement destinées à nourrir le bétail. Par exemple, en ce qui concerne les ruminants en élevages intensifs, surtout laitiers, en plus de l'apport fourrager, leur alimentation est basée sur une complémentation en énergie (maïs...) et en protéine (tourteaux de soja...). Si le maïs est largement produit en quantité suffisante en France et en Europe, le soja nécessite en revanche d'être importé depuis le continent américain. Ainsi, si le cheptel mondial augmente, les importations de tourteaux se poursuivraient voire seraient amenées à se développer. De plus, afin de gagner en productivité, un travail sur l'efficacité pourrait être envisagé. Une amélioration de l'efficacité alimentaire permettrait de diminuer les calories végétales nécessaires à l'obtention d'1 kg de produit animal. Ainsi, de prime abord, l'objectif serait de gagner en production pour une quantité d'intrants alimentaires distribués égale ou plus faible, tout en gardant un moindre coût de production.

De manière générale, l'intensification de l'élevage serait hétérogène selon les territoires (17). En effet, certains sont déjà adaptés à ce processus et concentrent déjà les élevages les plus intensifs du pays. Pour d'autres, cet objectif est encore loin d'être atteint comme nous avons pu le voir.

3. Une consommation encore élevée de produits d'élevage

En outre, nous avons vu dans les chapitres précédents que les modes de consommations ont beaucoup d'influence sur la manière dont sont gérés nos élevages.

Ainsi, il est important de préciser que ce scénario prévoit un maintien de la proportion de protéines animales dans l'alimentation future des Français. Cela serait également vrai pour l'ensemble des européens qui en sont d'ores et déjà de grands consommateurs (511).

4. L'importance des technologies, des investissements dans la R&D et des politiques publiques

Cette transition s'appuierait sur l'utilisation de la technologies dans le but d'améliorer la technicité au profit et la précision des élevages, mais également de développer la mécanisation (511). En effet, au sein de ce scénario, l'intelligence artificielle et l'automatisation de certaines tâches peuvent permettre d'améliorer la productivité agricole et peuvent ainsi devenir un moteur de l'agriculture de demain. Celles-ci peuvent agir à différents niveaux :

- Directement sur l'élevage, par exemple en généralisant l'automatisation de la traite des animaux (robots et plateformes rotatives) ou la distribution alimentaire, mais également en collectant et en analysant de nombreuses données permettant d'augmenter en productivité et d'améliorer les performances zootechniques, animal par animal.
- A l'échelle des cultures nécessaires pour alimenter les animaux, en s'aidant de technologies pour semer, désherber, arroser ...

Il est à noter que ces technologies nécessitent des ressources importantes en énergie, et plus particulièrement en électricité, dans leur processus de fabrication comme dans leur utilisation. Développer fortement les technologies nécessiterait également des investissements financiers importants. Qu'ils soient privés ou publics, ceux-ci ne seraient pas uniquement alloués aux technologies mais ils seraient également conférés directement aux filières (bâtiments, alimentation, génétique...) dans l'objectif d'augmenter la productivité (521, 522). Une part non négligeable serait également accordée à la R&D (Recherche et Développement) dédiée à l'élevage afin que cette filière reste novatrice et puisse continuer de gagner en performance. Pour être efficace, l'innovation nécessite non seulement un cadre favorable à la recherche et des moyens de financement mais également des partenariats forts entre des politiques publiques et

des entreprises privées. Par exemple, en Nouvelle-Zélande, en 2005/2006, environ 38% des investissements dans la R&D en agriculture proviennent de fonds privés (522).

Des mesures de politique publique seraient également nécessaires afin d'inciter les éleveurs à investir dans des systèmes intensifs. Si l'on remonte au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, l'élevage français demeurait essentiellement une affaire familiale, peu optimisé et moyennement mécanisé. Or, pour arriver aux modèles actuels, celui-ci s'est fortement modernisé et a gagné en technicité notamment grâce à des mesures publiques fortes encourageant l'intensification et la mécanisation des exploitations agricoles (17). Cette période est qualifiée de « révolution agricole ». Pour se faire, un des moyens utilisé est le système de complémentation du revenu des éleveurs : la PAC (18). En effet, comme déjà présentée dans cet écrit, celle-ci a encouragé les éleveurs à mener une politique productiviste ayant conduit par exemple à une production excédentaire de lait et produits laitiers. Cette logique s'est appliquée pour toutes les filières et est encore d'actualité, notamment par le biais des primes à l'hectare, incitant les éleveurs à agrandir toujours plus leurs exploitations et leur SAU. Ainsi la continuité de ces mesures, qui pourraient à l'avenir être couplées à une prime à la production, encouragerait l'intensification de l'élevage.

5. Un scénario inscrit dans la mondialisation

Concernant le commerce international, la France resterait encore un des piliers du marché européen dans toutes les filières évoquées. Ce scénario ne serait pas appliqué uniquement par la France, mais également par toute l'UE, encouragé par les règles communes de la PAC. Ainsi, l'Union européenne gagnerait en production qui pourraient même devenir excédentaire et elle resterait donc un acteur clé du marché mondial. Les soldes commerciaux pourraient ainsi être positifs, tant en volume qu'en valeur, pour la plupart des filières. La coopération internationale aurait une place forte dans l'organisation économique politique des nations et la France participerait grandement au commerce mondial (511).

6. Au-delà d'une intensification : l'industrialisation et la privatisation dans le secteur de l'élevage

La privatisation des élevages auprès de grands industriels du secteur agro-alimentaire peut également aider à mettre en place ce scénario tout comme ce qui est suggéré pour les filières d'élevage. En effet, ces entreprises peuvent apporter les moyens financiers nécessaires et en contrepartie exiger de bons résultats économiques. Ces groupes financiers risquent toutefois de devenir décisionnaires à la place de l'éleveur sur la gestion de l'élevage. Ce phénomène est déjà connu dans de nombreuses branches du secteur agricole (523). La plupart du temps, les plus grosses entreprises rachètent des plus petites en grand nombre. A titre d'exemple, certaines firmes brésiliennes, américaines ou chinoises investissent notamment dans les filières européennes. Ces entreprises gèrent les abattages, les processus de transformations agro-alimentaires en aval et parfois même directement les élevages (comme c'est le cas lors de la gestion intégrée des élevages de porcs espagnols). La gestion de tout le secteur agro-alimentaire par seulement quelques entreprises internationales constitue un des risques majeurs de cette organisation. Par exemple, en 2020, 65% du marché mondial de l'agrochimie était détenu par seulement 4 entreprises (521). Dans la même année, 58% du marché international de la pharmacétique animale était également détenu par uniquement 4 entreprises. Concernant les secteurs en aval, nous pouvons citer en exemple la filière porcine. De fait, en 2009, 3 opérateurs seulement se partageaient la moitié des abattages de porcs français. La production de charcuterie française est également concernée car la majorité est assurée par seulement une dizaine de groupes industriels, dont certains sont codétenus par des firmes étrangères (524).

B. Scénario 2 : l'agroécologie (AE)

1. Définition de l'Agroécologie

Le deuxième scénario que nous souhaitons présenter est un scénario novateur sur bien des plans, un scénario qui remet en question notre perception de l'agriculture telle que nous la connaissons. Nous parlerons ici d'une approche agroécologique de l'élevage de demain. L'agroécologie est définie de multiples manières et est abordée pour la première fois en ces termes en 1928. Depuis, elle est loin d'être une pratique répandue. Un de ses pères fondateurs, Miguel A. Altieri la décrit comme étant une science de la gestion des ressources naturelles et la définit selon 5 principes (525) :

- Optimiser les cycles des nutriments en passant notamment par un recyclage efficace de la biomasse.
- Assurer une certaine qualité des sols afin que ces derniers soient le plus favorables à la pousse des plantes en gérant de manière appropriée les flux de matières organiques et en favorisant la vie du sol.
- Limiter les pertes tout au long du cycle de l'eau, de l'air, mais également les pertes en énergie. Le but étant d'utiliser au mieux les ressources à notre disposition sans nuire à l'environnement qui nous entoure.
- Développer la résilience des systèmes en favorisant la diversité (des systèmes eux-mêmes, génétique, raciale ...)
- Mettre en avant les interactions biologiques positives entre les différents acteurs du système comme les synergies afin de valoriser les services écosystémiques rendus

Stephen R. Gliessman, un des leaders mondiaux en ce qui concerne l'agroécologie, la définit quant à lui comme étant la "manière de reconcevoir des systèmes alimentaires, de la ferme à l'assiette, pour atteindre une durabilité écologique, économique et sociale" (526). Ces deux définitions sont assez proches mais cette dernière ajoute trois notions supplémentaires que sont la durabilité des systèmes, une approche de « la ferme à l'assiette » reprise par le Pacte vert européen dans sa stratégie *farm to fork* ainsi qu'un axe social. De nombreuses définitions existent donc aujourd'hui mettant en exergue différentes facettes de cette approche de l'agriculture. Nous ne pourrions donc bien évidemment pas toutes les présenter ici. Pour autant, nous choisissons de nous servir des 13 piliers définis par la FAO et le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE) en tant que base d'étude des modèles agroécologiques et découvrir ainsi quelles seraient les modalités de mise en place d'un tel scénario (figure 63) (527).

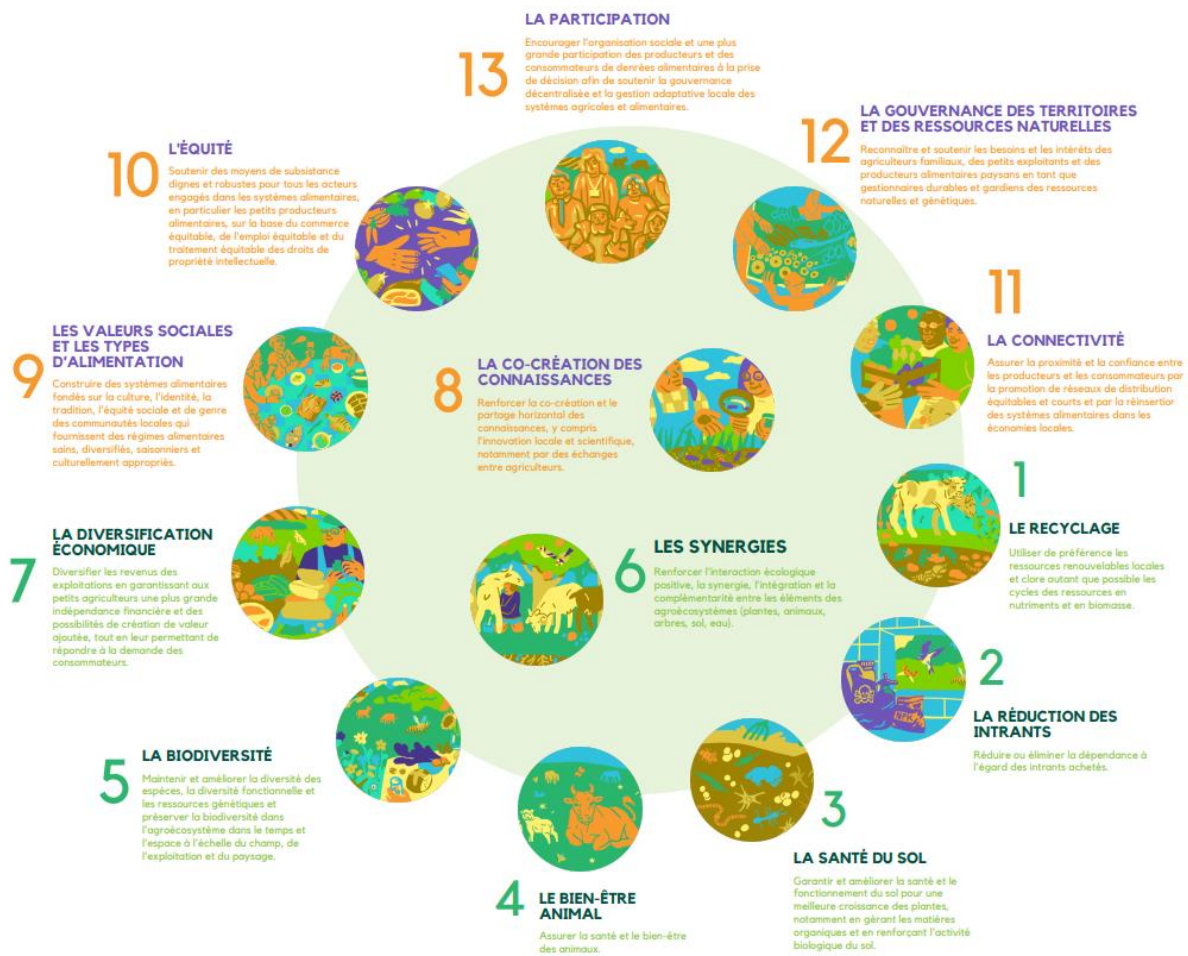


Figure 63 : Les 13 principes de l'agroécologie vues par S.R. Gliessman et le HLPE (528)

L'agroécologie recoupe un grand nombre de pratiques telles que l'agroforesterie, la permaculture, l'agriculture raisonnée, l'agriculture biologique... Cette dernière a l'avantage d'être la seule pratique agroécologique règlementée et certifiée donc étant soumise à un certain contrôle et à un cahier des charges. L'agriculture biologique (AB ou « bio ») telle que définie par l'UE, permet ainsi entre autres de stopper l'utilisation de fertilisants et pesticides de synthèse, de favoriser la biodiversité et également d'intégrer la notion de bien-être animal faisant d'elle une alternative intéressante à l'agriculture conventionnelle. Les produits qui en sont issus sont généralement plus chers mais présentent néanmoins de nombreux avantages pour la santé et l'environnement. De plus, contrairement à ce que nous pourrions penser, il serait possible de nourrir la planète avec des productions complètement issues de l'agriculture biologique (304, 529). Toutefois,

cela nécessiterait de diminuer le gaspillage alimentaire afin de perdre le moins de ressources possibles et de limiter la consommation de protéines animales.

Pour autant, le bio autorise certaines pratiques n'allant pas nécessairement dans le sens de la durabilité des systèmes. Certaines actions délétères pour la qualité des sols comme le labour sont pratiquées. De plus, plusieurs méta-analyses tendent à montrer que le bilan carbone du bio ne serait pas si différent de celui de l'agriculture conventionnelle puisque la diminution des émissions liées aux intrants est la plupart du temps compensée par la faible productivité de ces systèmes (530). Pour ces différentes raisons, ce deuxième scénario n'est pas centré uniquement sur l'AB mais bel et bien sur l'agroécologie et l'ensemble de ses pratiques. De fait, nous partons du principe qu'il est davantage souhaitable de présenter un scénario optimal quitte à faire quelques entorses sur certaines règles à l'avenir. Pour autant, cela ne signifie en aucun cas que le bio doit être occulté dans ce scénario. Manger bio permet par exemple d'appliquer un principe de précaution sanitaire concernant les pesticides, ce qui n'est pas complètement le cas avec d'autres pratiques comme l'agriculture raisonnée. Cette dernière consiste à optimiser les quantités répandues d'intrants chimiques afin d'adapter son utilisation aux besoins des plantations ou encore aux conditions climatiques mais n'interdit pour autant pas leur utilisation.

L'amélioration de la résilience des systèmes est néanmoins un processus long qui représente en moyenne une dizaine d'années (531). De fait, cette durée est nécessaire pour que les sols puissent se régénérer et qu'un équilibre se réalise entre toutes les composantes du système. La transition agroécologique pourrait donc être une somme de processus assez longs à mettre en place générant de possibles frustrations pour les agriculteurs qui ne voient que le côté négatif de ces mesures. Il est donc important de l'anticiper en amont afin que tous les acteurs en soient dûment informés pour éviter ces éventuelles contrariétés.

En somme, l'agroécologie propose un changement total de paradigme agricole et les modes d'élevage en seront profondément affectés. A présent, entrons un peu plus dans le détail de ces changements, de leurs modalités de mise en place et des conséquences que cela engendrerait pour les filières d'élevage. Nous allons présenter ce scénario en détaillant les grands principes associés aux 13 piliers agroécologiques définis par la FAO et le HLPE (figure 63) et nous nous appuierons sur un ensemble d'études prospectives agroécologiques (183, 230, 389, 532–538).

2. Les piliers 1, 2 et 3 : recyclage, santé du sol et réduction des intrants

Voyons tout d'abord les moyens d'application des 3 premiers piliers : la notion de recyclage, la santé du sol et la réduction des intrants. Concernant ce premier, il aborde la notion de fermeture des cycles des nutriments en valorisant notamment les ressources renouvelables locales comme les effluents d'élevage. Assurer la santé du sol passe quant à elle par une limitation des pratiques délabrantes comme le labour ou encore une réduction de l'utilisation des intrants chimiques, ce qui constitue alors le troisième pilier.

Ces 3 piliers sont donc étroitement liés et la clé de voûte de ce lien réside dans l'association des cultures et de l'élevage. Ces deux activités, qui sont aujourd'hui conduites distinctement dans la grande majorité des cas, sont cette fois-ci étroitement associées à travers le prisme de l'agroécologie.

Ainsi, voyons d'abord ce qui change en ce qui concerne les cultures végétales. Les espèces plantées ou semées sont diversifiées : on ne se focalise plus uniquement sur la traditionnelle rotation « maïs-blé-tournesol » mais sur une plus grande variété d'espèces. De plus, les rotations entre les cultures sont pensées pour exploiter au maximum le potentiel de chacune d'entre elles et pour répondre aux besoins des animaux d'élevage. Dans la même optique, des associations d'espèces au sein d'une même culture sont mises en place. L'élevage pourra également être associé à certaines cultures de manière qu'elles puissent combler les besoins nutritionnels et énergétiques des animaux présents sur la parcelle. Pour illustrer nos propos, prenons l'exemple d'une ferme utilisant dès aujourd'hui des pratiques agroécologiques. Depuis 2015, le projet Teaser-lab mené par l'INRAE Aster-Mirecourt étudie la conception d'une structure agroécologique dans le but d'obtenir une alimentation saine, localisée et créatrice d'emplois à partir d'un système de polyculture -polyélevage autonome et économe (539). Pour cela, ils amorcent la transition agroécologique d'une ferme laitière déjà placée sous certification de l'agriculture biologique.

Aujourd'hui, l'élevage vise toujours à produire du lait mais a su diversifier sa production. Ainsi, 90 vaches laitières en monotraite sont élevées exclusivement à l'herbe (pâturage et parfois foin). De cette manière, aucun concentré n'est utilisé dans la ration. La production laitière a par ailleurs chuté de 42% entre 2005 et 2015. Les génisses, quant

à elles, sont élevées par des vaches nourrices. De ce fait, aucun lait en poudre n'est acheté par la structure. De plus, une trentaine de cochons sont également présents et jouent un rôle de recycleurs afin que les pertes issues des rotations des cultures (graines d'adventices, menues pailles ...) et de l'élevage laitier (lait non commercialisable) soient minimisées. Ils sont élevés en plein-air intégral, dans un système de pâturages tournants et sont engraisés sur 6 mois à l'aide des pertes végétales et animales décrites précédemment. L'apport protéique est complété par de la luzerne sur laquelle ils pâturent. Nous verrons dans la deuxième partie de ce chapitre les limites, sanitaires notamment, d'une telle organisation. Enfin, cette exploitation possède également un troupeau de 130 brebis en plein-air intégral qui permet de nettoyer les prairies temporaires et permanentes en hiver, les résidus de cultures pâturées en fin d'été, les intercultures d'automne ou encore les parcelles de céréales au printemps. Ainsi, toutes les espèces ont un rôle à jouer dans le fonctionnement de la structure et apportent leur plus-value : les unes dépendent des autres.

L'organisation des cultures fait appel à une certaine technicité afin qu'elles apportent les besoins nécessaires aux animaux d'élevage. Cette organisation et la diversification des espèces végétales cultivées au sein de l'exploitation est représentée sur la figure 64. Le vert foncé correspond aux 135 ha de prairies permanentes. Les cultures sont destinées à la consommation humaine mis à part l'herbe des prairies permanentes consommée par les vaches ainsi que les intercultures (n'apparaissent pas sur la figure).

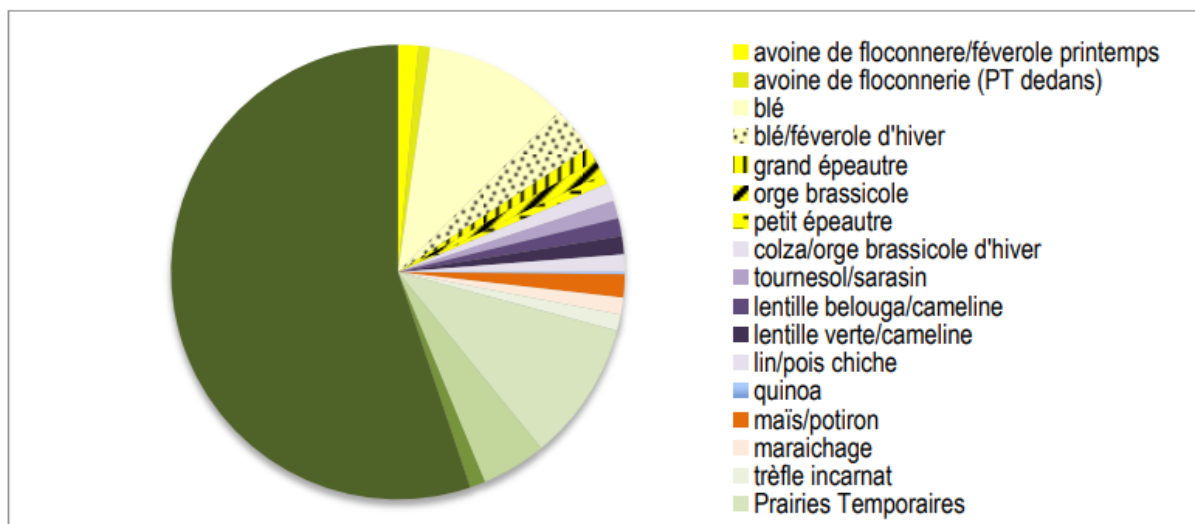


Figure 64 : Cultures au cours de l'année 2017 du dispositif expérimental Inra Aster-Mirecourt (le vert foncé représente les 135 ha de prairies permanentes) (539)

La figure 64 nous fait part de l'assolement de l'année 2017. Nous pouvons constater que certaines cultures sont faites en binômes (ex : blé avec de la féverole d'hiver) qui ne sont pas attribués par hasard. En effet, ils sont réfléchis afin de prendre en compte les besoins nutritifs de chacune des variétés et les bénéfices qu'elles apportent. Par exemple, une culture céréalière comme le blé qui est une grande consommatrice d'azote peut être associée avec une légumineuse comme la féverole. De fait, les légumineuses enrichissent le sol en azote grâce à une relation symbiotique avec des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium*) qui vivent dans leurs racines au sein de nodules. Elles peuvent également être utilisées en tant qu'intercultures afin de ne pas laisser le sol à nu en attendant le prochain semis. Dans ce cas, elles ne sont pas récoltées mais enfouies dans le sol apportant une quantité significative d'azote organique, augmentant ainsi la fertilité du sol pour les cultures suivantes. Ces pratiques participent donc à la préservation de la santé des sols (3ème pilier) mais également à la limitation des intrants (2ème pilier). En effet, ce système agricole parvient à être autonome et ne nécessite pas de complémentation des sols en azote ou en phosphore.

Le projet Teaser-lab a également pensé toutes les rotations entre ses diverses cultures de manière à maintenir une certaine logique. De fait, les parcelles possédant le moins bon potentiel sont généralement cyclées sur 6-7 ans (3 ans de prairies et 3-4 ans de culture). A l'inverse, celle avec le meilleur potentiel sont cyclées sur 8 à 12 ans (3-4 ans de prairies et 5 à 8 ans de culture). Un exemple de rotation de cultures est visible sur la figure 65.



Figure 65 : exemple de rotations de cultures

En ce qui concerne la réduction d'usage des pesticides, les rotations et les associations entre cultures permettent également de lutter contre le développement de maladies spécifiques à une espèce donnée. Grâce à l'ensemble de ces techniques, le projet Teaser-lab est capable d'être autonome en ce qui concerne l'alimentation animale et de ne pas faire appel à des intrants chimiques (fermeture des cycles de l'azote et du phosphore facilitée). Il permet également la diminution de la concurrence *feed-food* puisque les porcs, par exemple, consomment uniquement des restes de cultures, non

comestibles par l'Homme. Il réduit également la dégradation des sols en maximisant la mise en place de couvertures végétales et en limitant le labour. Le biologiste et écrivain M.A Selosse nous alerte dans un de ses livres « L'origine du monde : une histoire naturelle du sol à l'intention de ceux qui le piétinent » que certaines pratiques, comme le labour, ne sont bénéfiques qu'à court terme car elles génèrent beaucoup trop de conséquences négatives sur la santé des sols (perte de structure, accroissement de la lixiviation ...)(540). Il ajoute que c'est notre course effrénée à la production qui nous a poussé à employer ces techniques destructrices et à user des fertilisants pour essayer de recréer un endroit propice à la pousse dans des sols alors même que nous leur avons ôté une grande partie de leur vie et de leurs capacités nourricières intrinsèques.

Dans d'autres systèmes agroécologiques, nous pouvons également trouver des cultures de mélanges d'espèces végétales comme le méteil. Celui-ci est composé de céréales (triticale, seigle, épeautre, blé, orge, avoine) et de protéagineux (pois fourrager, pois protéagineux, féverole...). Cette association permet l'obtention de bénéfices multiples comme une meilleure résistance aux épisodes de sécheresse, une limitation du développement des ravageurs ou tout du moins la réduction de leur impact, ainsi qu'une symbiose entre les légumineuses et les cultures demandeuses d'azote. Le méteil peut être récolté en grains, ensilé ou encore directement pâturé. Les mélanges de variétés et d'espèces sous formes de grandes cultures vont à l'encontre de l'homogénéité que requiert la filière AB. C'est pour cela qu'on ne retrouve pas de cultures de méteil en bio.

Enfin, un autre genre d'association est tout à fait envisageable et concerne l'agroforesterie. Cette dernière consiste à combiner la plantation d'arbres avec des cultures agricoles ou l'élevage d'animaux sur une même parcelle. Elle permet de mutualiser les avantages de chacune des espèces présentes. L'ombre des arbres peut par exemple permettre de conserver une certaine fraîcheur et un taux d'humidité au sol afin de limiter les besoins d'irrigation de certaines cultures ou participer au confort des animaux qui pâturent en dessous alors même que les déjections de ces derniers leur servent de fertilisant. Dans ce dernier cas de figure, une même parcelle aura alors servi à produire de la viande ou du lait issus des bovins mais également des fruits portés par les arbres (si ce sont des arbres fruitiers) ou encore du bois. L'agroforesterie peut pour autant être employée à des fins productivistes et intensives et ne rentre pas systématiquement dans les pratiques agroécologiques. En effet, des cultures conventionnelles de blés nécessitant un grand apport d'intrants resteront des cultures

intensives même placées sous des arbres. Toutefois, les pratiques d'agroforesterie seraient beaucoup plus répandues dans un scénario agroécologique qu'actuellement et représenteraient 10% des associations de cultures.

Tous les scénarios agroécologiques que nous avons étudiés nous font donc part de l'importance de l'association polyculture-élevage afin de générer une certaine circularité au sein de la structure, de limiter la dépendance aux intrants extérieurs voire de stopper l'usage de pesticides et/ou fertilisants de synthèse. Ainsi, les externalités de l'élevage, par une certaine optimisation de l'utilisation des ressources, sont diminuées. Cela représente donc une solution attrayante face aux enjeux de l'élevage de demain notamment environnementaux décrits dans la partie précédente.

3. Piliers 5,6 et 7 : biodiversité, synergies et diversification économique

Détaillons maintenant en quoi les systèmes agroécologiques permettent de favoriser la biodiversité, de développer les interactions synergiques ou encore de générer une diversification économique (piliers 5 à 7). Certains de ces points découlent de manière assez directe des propos tenus précédemment.

En effet, les élevages agroécologiques permettent le développement de synergies notamment grâce au système polyculture-élevage. En ce qui concerne la biodiversité, celle-ci est favorisée par un accroissement de la proportion des bêtes au pâturage (à condition que le "chargement" soit raisonnable), d'une grande diversité végétale et animale ainsi que d'une diminution de l'usage des pesticides. Toutefois, un débat concernant la préservation de la biodiversité est toujours présent au sein du monde agricole. Ce dernier oppose le *land-sparing* au *land-sharing* (541).



Figure 66 : Schéma très simplifié du “land-sharing” et du “land-sparing” (541)

Tout d’abord, le *land-sparing* (figure 66) propose de séparer distinctement les zones naturelles des zones agricoles. Ces dernières sont considérées comme étant intensives et utilisant des espaces réduits. Cette vision inclut donc des pratiques dégradantes pour l’environnement sur les zones dédiées à l’agriculture mais qui visent toutefois à être compensées par les zones consacrées à la biodiversité. En opposition, le *land-sharing* intègre les espaces naturels au sein de zones agricoles moins productives tout en diminuant les pratiques intensives. Ainsi, malgré une diminution de ces zones naturelles, une certaine biodiversité est conservée y compris au sein des parcelles agricoles.

La question subsiste de savoir lequel de ces deux modèles permettrait la conservation de la plus grande biodiversité tout en assurant une certaine production. Green *et al.* (2005) établit alors que les deux types d’agriculture peuvent avoir des effets à la fois bénéfiques ou dégradants sur la biodiversité (542). Jusqu’à aujourd’hui, le concept de *land-sparing* était celui le plus largement représenté et défendu par plusieurs publications. Pour expliquer ce phénomène, plusieurs hypothèses sont avancées comme le fait que ce modèle correspond davantage aux normes et aux règles de l’agriculture conventionnelle qui domine actuellement (543). L’usage du *land-sparing* en agroécologie peut sembler contradictoire à première vue étant donné que cette dernière considère les parcelles agricoles en tant qu’écosystèmes à part entière qui ne doivent donc pas subir de distinction dans leur gestion avec les « zones naturelles ». En effet, le modèle agroécologique propose une vision holistique et tente justement de faire disparaître les fragmentations qui peuvent exister entre les territoires. Pour autant, plusieurs études mentionnent maintenant l’idée qu’une association entre les deux modèles serait

finalement la bonne solution pour parvenir à un juste milieu entre les effets bénéfiques et néfastes de chacun d'entre eux (Figure 67) (544).

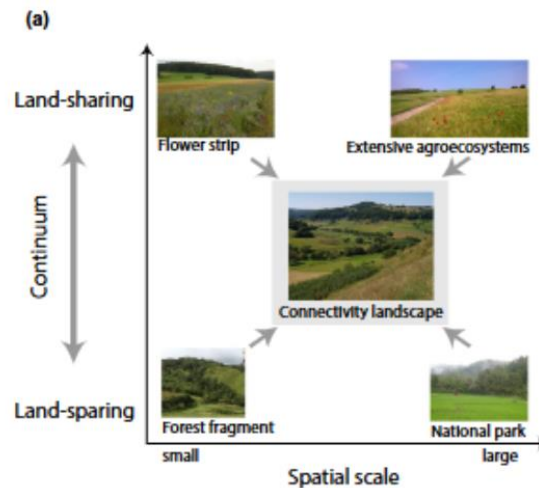


Figure 67 : Continuum entre le land-sparing et le land-sharing afin de pouvoir développer le plus grand nombre de services écosystémiques (544)

Cependant, un débat autour de l'agroécologie soulève la problématique suivante : doit-on nécessairement faire un compromis entre la biodiversité et les rendements comme le sous-entend la distinction entre *land-sparing* et *land-sharing* (545) ? De fait, c'est en partie grâce à la diversification économique (pilier n°7) des systèmes agricoles proposée par l'agroécologie que la biodiversité peut être conservée tout en maintenant un certain niveau de rendement. Revenons à notre exemple du Teaser-lab pour éclairer nos propos. Nous pouvons constater dans la figure 68 que la production laitière qui était initialement la production principale a chuté mais que, pour autant, la production générale totale de la structure est plus importante du fait de l'élargissement des types de produits proposés à la vente (lin, lentilles ...). De manière générale, les scénarios agroécologiques amènent à une diversification économique des structures ce qui leur permet d'être moins tributaires des cours du marché d'un produit unique tout en devenant plus résilientes. En effet, en cas d'aléas, comme l'action d'un ravageur spécifique à une espèce donnée ou encore d'un épisode de sécheresse, la chute de production et la diminution des revenus relatifs à cette dernière auront plus de probabilité d'être compensées par l'ensemble des autres produits à la vente. Ainsi, il semble possible d'associer la protection de la biodiversité et la production agricole.

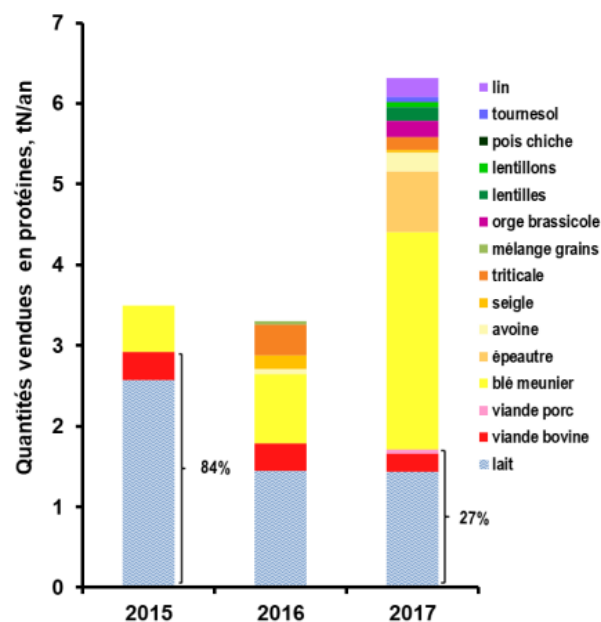


Figure 68 : Quantités vendues de l'ensemble des produits issus du dispositif expérimental Teaser-lab (539)

Une méta-analyse de 2014 a montré que la baisse moyenne de rendements observée en agriculture biologique s'élevait à 19% toutes productions confondues par rapport à ceux obtenus en agriculture conventionnelle (546). Cette même étude montre que ce chiffre peut être abaissé seulement entre 8% et 9% si les exploitations biologiques mettent en place des pratiques agroécologiques comme des associations ou des rotations culturales. Néanmoins, selon la structure agricole considérée et le temps depuis lequel celle-ci a entamé sa transition agroécologique, les rendements d'une culture donnée peuvent être diminués en comparaison à ceux de l'agriculture conventionnelle, même en mettant en place ce genre de pratique. De manière générale, si nous nous concentrons sur une production donnée, la transition vers l'agroécologie a généralement pour conséquence une chute du rendement associé. Pour autant, Afterre2050 défend l'idée qu'il est possible de maintenir une production végétale proche de celle actuelle tout en divisant par 3 l'ensemble des intrants et des impacts (GES, pollutions azotées ...). De plus, la consommation d'eau pour l'agriculture diminuerait légèrement par rapport à aujourd'hui (-15%) alors que les surfaces irriguées augmenteraient quant à elle de 30%. Toutefois, l'irrigation d'été chuterait de 80% pour valoriser l'irrigation de printemps et ainsi limiter l'épuisement des ressources en eau douce au moment des plus fortes sécheresses (183).

En outre, la transition agroécologique peut être longue et donc les résultats escomptés peuvent ne pas être visibles de suite. La ferme Teaser-lab a par exemple mis autour de 10 ans pour réellement trouver une certaine stabilité. Il faut entre-autres le temps aux sols de se régénérer et de retrouver une composition propice à des rendements meilleurs.

Le scénario Afterre2050 imaginé par Solagro (2022) projette alors un maintien d'une production agricole végétale performante équivalente à celle en vigueur actuellement. En ce qui concerne l'élevage, des informations claires et précises explicitant l'évolution de la productivité des différentes filières ne sont pas évidentes à trouver. Certains scénarios annonçant des productivités augmentées ne mentionnent pas systématiquement si ces dernières sont issues d'une conservation de la production tout en diminuant l'usage d'intrants (amélioration de l'efficacité) ou alors de l'obtention d'une production finale réellement supérieure que celle obtenue avec l'agriculture conventionnelle (535, 547). Le scénario Afterre2050 annonce quant à lui faire partie de la première catégorie c'est-à-dire permettant un gain d'efficacité des systèmes d'élevage (183). C'est également le cas pour la prospective « Achieving NET ZERO -Farming's 2040 goal » commanditée par le lobby agricole anglais « National Farmers' Union » (389). Par ailleurs, plusieurs publications indiquent que certaines pratiques agroécologiques peuvent réduire la productivité à court terme, notamment en raison de la diminution de l'intensité des intrants (alimentation industrielle, fertilisants) et de la transition vers des systèmes de gestion plus extensifs. Par exemple, certaines études ont révélé une baisse initiale de la productivité en passant à des pratiques agroécologiques comme l'élevage en pâturage ou l'intégration cultures-élevage (548, 549). Cette baisse peut être compensée à moyen ou long terme par des avantages liés à l'amélioration de la santé des sols, la réduction des coûts des intrants, et une meilleure résilience des systèmes face aux fluctuations du climat (550). Or, dans un contexte d'augmentation de la population mondiale et donc de la demande alimentaire, il est nécessaire d'assurer un certain niveau de production et donc de connaître les moyens permettant d'augmenter cette production dans l'éventualité de l'initiation d'une transition agroécologique. Si l'on se penche maintenant sur les projections du scénario TYFA, la productivité des monogastriques serait diminuée afin de limiter la compétition *feed-food* (55). Pour ce qui est de celle des ruminants, les spécialistes nous précisent que la production devient secondaire puisque la priorité est placée sur la rusticité ou encore la résilience des bêtes. Ils nous exposent également que

la baisse de production laitière et carnée est un passage obligé de la transition agroécologique, un principe qui est également soutenu par une autre étude de 2017 réalisée par l'INRAE (535, 551). La production animale globale devrait alors diminuer de 40% toutes filières confondues et demeure inévitable. L'agroécologie mise néanmoins sur les productions végétales, leur diversification et un changement des modes de consommation pour compenser cette baisse de production animale et ainsi assurer la souveraineté et la sécurité alimentaire du pays.

À présent que nous avons établi l'importance de la diversification dans les systèmes agroécologiques, il convient de déterminer quelles productions animales développer au sein des élevages. Précédemment, nous avons pu voir que leur impact sur l'environnement ou même que leurs efficacités ne sont pas similaires d'une filière à une autre. Il convient donc de s'interroger sur l'existence ou non d'espèces animales à privilégier lors d'une transition agroécologique. Rappelons alors que les filières les plus efficaces sont celles des bovins laitiers et celles des monogastriques (volaille et porcs) qui sont également pour ces dernières les moins émettrices de GES. Pour autant, leurs impacts négatifs globaux sur l'environnement ne sont pas compensés par des services écosystémiques comme ceux rendus dans certaines dispositions par l'élevage de ruminants au pâturage. Par ailleurs, un des inconvénients des bovins allaitants est aussi leur besoin de grands espaces pour les élever en plus des terres arables nécessaires pour compléter leur alimentation (dans le cadre système conventionnel français). Malgré ces disparités entre filières, il semblerait qu'une association de plusieurs espèces au sein d'une même ferme serait bénéfique à différents niveaux. L'exploration de nouvelles associations entre espèces pourrait même mener à révéler de nouvelles synergies. Selon les différentes options étudiées, de grands points de similitudes se détachent concernant l'avenir de chaque filière. Nous présenterons donc ici les grandes lignes de leur devenir possible (183, 230, 532).

En ce qui concerne les ruminants, ceux-ci sont à l'origine d'émissions beaucoup trop importantes de GES. Ainsi, au sein de ce scénario, une réduction du cheptel mondial comme préconisée par les experts du GIEC serait effective afin de pouvoir atteindre les objectifs de réduction carbone fixés par l'UE (Pacte vert européen). En outre, les différentes études s'appuient sur le fait que les bovins laitiers sont beaucoup plus efficaces que les bovins allaitants (cf chapitre 2.V.A.1.). Ces derniers seraient donc les plus concernés par la réduction de têtes à l'échelle nationale. Pour autant, les impacts

négatifs de l'élevage bovin laitier conventionnel sont trop importants pour espérer poursuivre dans cette direction les années à venir (213). Une désintensification de la filière est alors proposée en association avec un retour à l'élevage laitier au pâturage afin de développer au maximum les services écosystémiques rendus par les bovins. De manière générale, l'élevage des ruminants serait centré sur les prairies permanentes. De plus, les races laitières hautes productrices utilisées aujourd'hui ne produisent pas beaucoup de viande et ne sont pas adaptées à un engraissement basé quasi-uniquement sur la consommation d'herbe. De ce fait, il serait plus intéressant d'utiliser une plus grande proportion de races plus mixtes permettant ainsi de produire de la viande plus facilement sans utiliser de concentrés pour autant. Nous pourrions donc associer les bénéfices des vaches laitières et allaitantes. Le phénomène de déforestation importée serait ainsi réduit puisque les importations de soja Sud-Américain seraient limitées. L'ensemble des problèmes liés à la haute productivité des bêtes comme les mammites devraient également diminuer.

Pour autant, ce système n'est pas parfait. Il engendre, selon la composition du sol, une plus grande compaction de ce dernier du fait du piétinement des bêtes. Le choix des espèces végétales pâturées, la détermination du moment le plus propice de l'année pour qu'elles le soient et la durée du pâturage demandent une grande connaissance du milieu et une technicité certaine afin de tirer de ces pratiques les bénéfices escomptés.

En ce qui concerne le nombre total de bovins, celui-ci se trouve déjà en nette diminution ces dernières années. Pour autant, cela resterait insuffisant. En effet, un certain nombre de productions intensives souvent hors-sol participent à maintenir un taux trop élevé d'externalités négatives. Cela est tout particulièrement vrai pour la filière laitière. A l'avenir, cette diminution devrait se poursuivre de manière plus ou moins drastique. A titre d'exemple, l'ADEME prévoit une diminution de 60% du cheptel allaitant d'ici 2050 en comparaison avec 2024 et de 20% pour le cheptel laitier (532). Le scénario TYFA qui propose une approche agroécologique similaire mais avec cette fois un arrêt total des engrais et pesticides de synthèses prévoit une diminution entre 40 et 52% des productions animales entre 2010 et 2040 (532). Quant aux petits ruminants, nous serions témoins d'une augmentation du cheptel ovin laitier et allaitant afin de couvrir la demande intérieure. Le cheptel caprin resterait inchangé. Toutes ces modifications ne vont pas pour autant être applicables de la même manière selon la région concernée. En effet, plusieurs publications tiennent compte des variabilités régionales françaises afin d'y

adapter au mieux le scénario. Par exemple, les bassins laitiers de Basse-Normandie et de Bretagne seraient conservés dans la mesure du respect des modifications proposées ci-dessus, ce qui permettrait de rendre cette proposition acceptable d'un point de vue environnemental. En effet, un des problèmes majeurs de ces régions aujourd'hui réside dans la trop grande concentration des systèmes d'élevage. Pour autant, ces territoires, par leur relief limité et leur climat propice, permettraient d'optimiser la mise en place d'un système laitier extensif.

Voyons maintenant ce qu'il adviendrait des monogastriques. L'élevage de porcs deviendrait beaucoup plus extensif ou à minima passeraient par un agrandissement des bâtiments afin de diminuer la densité d'animaux ainsi qu'une diminution drastique du nombre d'individus. Pour autant, aucun chiffre précis n'est annoncé concernant le pourcentage de réduction global du cheptel. Cependant, une étude estime que 60% de la production restante serait organisée en systèmes hors-conventionnels (bio, extensif ...) alors que de nos jours seulement 3% de la filière sont concernés par ces modes d'élevage. Pour ce qui est de la volaille de chair, le ratio serait de 10% d'élevages conventionnels et le pourcentage restant se partagerait entre l'élevage de poulets certifiés, bio et label. Enfin, la production d'œufs se ferait majoritairement en volière, sans cages et 70% passeraient en bio (183). Les SIQO seraient donc très largement représentés au sein des filières monogastriques. De plus, le projet ACCEPT de l'INRAE propose une labellisation commune à toute l'UE prénommée « Europe » qui permettrait d'attester que les produits proviennent de systèmes agricoles assurant une plus grande protection de l'environnement (533) . Reste à savoir comment bien définir les critères de cet éventuel label. Toutefois, cela nécessiterait une plus grande homogénéisation des modes d'élevages au sein de l'Union européenne, ce qui est loin d'être le cas actuellement, afin que le cadre défini puisse s'appliquer au plus grand nombre.

Nous avons jusque-là considéré les filières de manière indépendante les unes des autres afin de pouvoir gagner en clarté. Pour autant, des associations entre-elles sont possibles et même très présentes dans ce scénario. En plus de produire différentes espèces sur une même structure, des co-pâturages sont possible. Les associations classiques sont des bovins avec des ovins ou des bovins avec des équins. Plusieurs études ont mis en valeur les points positifs et négatifs de plusieurs associations (552, 553). Il en ressort que ces dernières sont globalement toutes bénéfiques ou du moins ne diminuent pas les résultats initiaux obtenus lorsque les bêtes étaient élevées uniquement

avec des individus de la même espèce. Un des grands avantages du pâturage mixte concerne l'efficacité d'utilisation des ressources, notamment grâce à la différence des choix alimentaires entre les différentes espèces. La préservation de la biodiversité, la productivité, la rentabilité, le bien-être animal et la dilution de la charge parasitaire des pâtures sont d'autres effets bénéfiques de ce système. En opposition, les points négatifs sont limités et sont dus à l'augmentation de la probabilité de transmission de certains parasites et de pathogènes entre espèces. Or, nous avons déjà établi que l'aspect sanitaire est un enjeu majeur de l'élevage de demain. Un détail complet des interactions entre différentes espèces est présent en Annexe n°6.

4. Les derniers piliers restants

Abordons maintenant les moyens proposés par les différents scénarios agroécologiques afin de remplir les objectifs sociaux (piliers 4 et 8 à 13). En effet, nous l'avons dit et nous le répétons : les scénarios agroécologiques accordent une place très importante aux aspects sociaux liés au monde agricole. Un large panel de connaissances est nécessaire pour développer des systèmes agroécologiques durables. Elles peuvent être puisées notamment directement auprès des paysans puisque ces derniers sont des interlocuteurs de choix et ont beaucoup à nous apprendre. En effet, ce sont eux qui se trouvent au cœur du système. Ainsi, quoi de mieux pour en comprendre les rouages que de demander directement à ceux qui y sont confrontés au quotidien ? Leurs témoignages complétés par les travaux de nombreux chercheurs et chercheuses jouent un rôle important dans la construction de ce scénario. L'IAASTD (ou l'évaluation internationale des connaissances, sciences et technologies agricoles pour le développement) propose alors la mise en place de rassemblements entre des agriculteurs conventionnels, agroécologiques ainsi que des scientifiques si nécessaire pour rassembler les savoirs de chacun (554). La difficulté repose sur les visions très différentes voire contradictoires de l'agriculture entre ces différents acteurs. Il est alors très compliqué pour eux d'avancer dans la même direction. Alain Olivier, docteur en biologie végétale nous confie dans son livre « La révolution agroécologique : nourrir les humains sans détruire la planète » qu'il est lui-même perpétuellement en apprentissage auprès des différents agriculteurs qu'il a l'occasion de rencontrer sur son chemin (555). De plus, nous pouvons également penser qu'à l'échelle du pays, l'état pourrait par exemple proposer des formations pour les

agriculteurs afin de les initier à l'agroécologie. Une étude de 2012 propose en effet de mettre en place des « plateformes expérimentales interdisciplinaires » afin de développer l'apprentissage social collaboratif (556). Dans les faits, certaines associations ont déjà monté des projets similaires comme le réseau CIVAM (Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural) qui regroupe des agriculteurs et des ruraux dans 145 localisations en France afin qu'ils collaborent pour initier la transition agroécologique (557).

L'agroécologie prévoit également de renouer les liens entre le consommateur et l'agriculteur en favorisant la mise en place de systèmes de vente directe, en circuit-court, et d'intégrer des associations comme les AMAP (Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne). Ces structures permettent souvent une rémunération plus juste des agriculteurs et une diminution des émissions liées au transport des consommables du lieu de production aux lieux de revente. Les systèmes agroécologiques tendent en effet à obtenir une certaine équité, notamment à l'échelle locale, avec une rémunération plus juste et harmonieuse des agriculteurs. De plus, dans l'idéal, les interactions entre le consommateur et l'éleveur seraient facilitées. Or, nous avons vu qu'une meilleure communication entre les différents acteurs était un des enjeux de l'élevage de demain. Celle-ci serait également valorisée au sein même du monde agricole en favorisant le partage des connaissances entre paysans. Puisque l'agroécologie propose un mélange de différentes pratiques requérant souvent une certaine technicité, il est nécessaire de faire preuve de coopération. Le projet Teaser-lab en est un bon exemple puisqu'il est entre autres basé sur la transmission de savoirs entre les différentes générations qui participent à son élaboration. Néanmoins, nous présentons ici un scénario « idéal » dans sa mise en place, tout en étant pleinement conscients que ces enjeux sociaux sont complexes à réaliser et qu'ils ne se concrétiseront pas du jour au lendemain.

En outre, un des changements sociétaux impératif pour la mise en place d'une transition agroécologique est la modification des modes de consommation. La réduction de notre consommation de produits animaux est nécessaire. Ce sujet a déjà fait l'objet d'un paragraphe au sein des enjeux de l'élevage de demain, ainsi nous tenons seulement à préciser quelques détails. Les perspectives agroécologiques ne prévoient pas un arrêt de la viande, des œufs ou encore du lait mais bel et bien une réduction de leur consommation. Pour cela, certains misent alors sur des stratégies de lutte contre les lobbys qui exercent une influence forte sur nos régimes alimentaires. Une augmentation

du prix des produits animaux pourrait alors être appliquée afin d'agir sur le pouvoir d'achat des Français. En effet, une augmentation tarifaire pourrait en effrayer certains, pour autant une méta-analyse de 2018 a montré que les consommateurs sont consentants à payer des prix plus élevés sur la base des attributs « santé » des aliments (558). Ce scénario mise sur le développement entre autres des produits certifiés bio ne possédant pas de résidus de pesticides chimiques donc meilleurs d'un point de vue santé. Ainsi, les produits végétaux étant comparativement moins cher, la population en consommerait alors davantage. Cependant, les importations de produits étrangers très concurrentiels au niveau des prix limitent l'efficacité d'une telle mesure. Les bénéfices obtenus d'une consommation plus végétale concerneraient à la fois la santé publique et l'environnement. Une réduction de notre consommation de protéines animales associée à une augmentation de la proportion de fruits et légumes dans notre assiette ainsi qu'une diminution du gaspillage sont les 3 leviers permettant d'accéder à une durabilité des systèmes alimentaires (183, 535).

Concernant l'approche économicopolitique de ces scénarios agroécologiques, plusieurs points importants sont à soulever. De fait, leur mise en place nécessite un chamboulement profond du système. Les différentes publications ne donnent pas pour la plupart d'idées précises de ce que seraient les changements à effectuer. Nous savons où nous voulons arriver et d'où nous partons mais le chemin reste encore à définir avec précision. Pour autant, l'IAASTD nous propose une idée générale de ce à quoi pourrait ressembler une éventuelle transition agroécologique vers des systèmes plus durables.

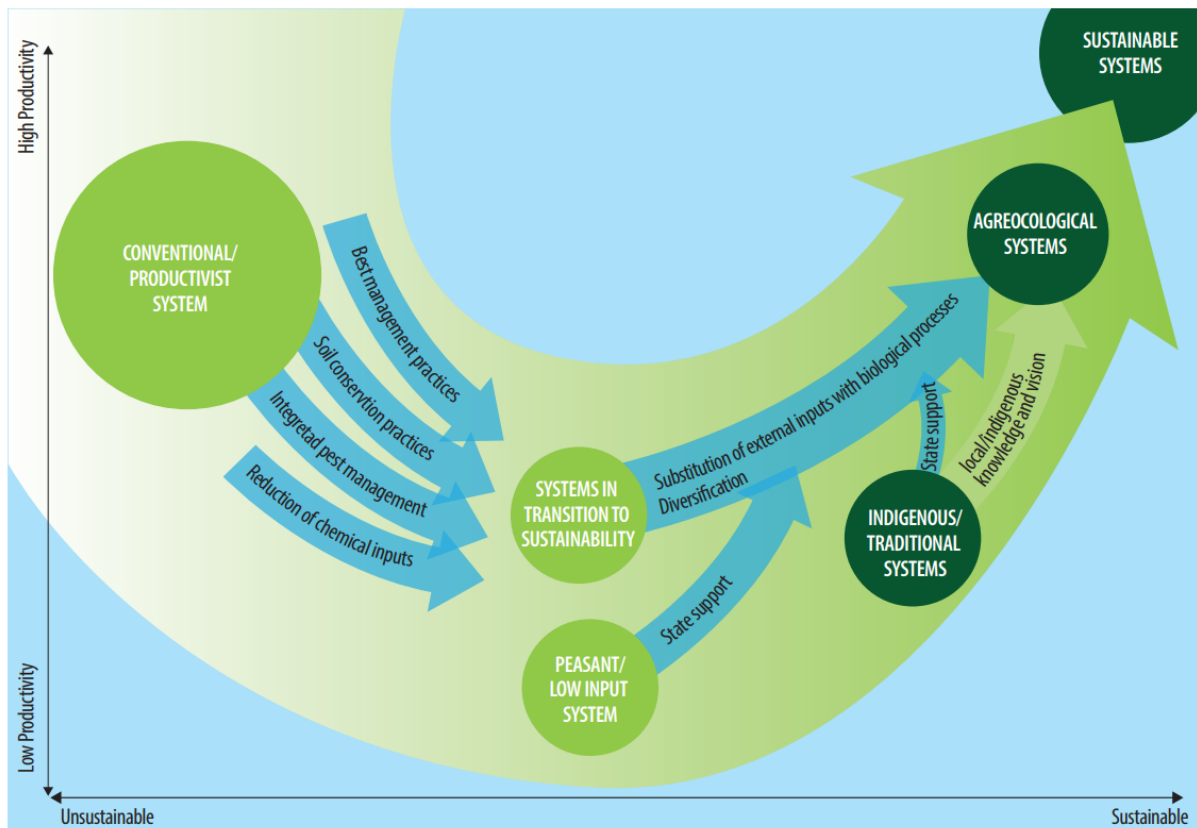


Figure 69 : Transition d'un système agricole conventionnel à un système agroécologique durable (554)

Comme visible sur la figure 69, la transition s'effectuerait en plusieurs étapes afin de ne pas créer de discontinuité trop importante entre le système conventionnel et le système en transition. Elle débiterait par une mise en place de mesures de protection des sols, d'une gestion intégrée des parasites et nuisibles aux cultures et aux élevages, d'une réduction des intrants chimiques et enfin de meilleures politiques de gestion agricole. Cette première étape de transition mènerait très probablement à une diminution de la productivité, comme nous avons eu l'occasion d'en discuter un peu plus haut. Celle-ci ne serait alors que passagère le temps d'implémenter les derniers grands principes permettant d'accéder à un modèle agroécologique durable associé à une grande productivité similaire à celle de l'agriculture conventionnelle. Ainsi, la diversification des productions ne viendrait que dans un second temps. A ce moment-là, des aides suffisantes et adaptées permettraient aux systèmes qui utilisaient déjà peu d'intrants initialement de rejoindre la transition afin de leur permettre d'améliorer leur productivité. Sur ce point, quelques pistes sont évoquées, comme la refonte de la PAC actuelle (2021-2027) (230, 532, 534, 551). Cette dernière ne comporte pas de mesures en faveur d'un

changement des modes de consommation ni de volet important de protection environnementale. Elle ne prend donc pas à bras le corps deux des enjeux importants de l'élevage de demain (536). De plus, nombreux sont ceux qui lui reprochent de défendre davantage les grandes cultures que le monde de l'élevage, générant ainsi une compétition importante sur les surfaces ce qui menace les systèmes de polyculture-élevage (551). En tous cas, une chose est certaine, au sein de la transition vers ce scénario, des politiques adaptées à chacune des phases devront être mises en place puisque les communautés rurales ne pourront pas financer ce chamboulement par elles-mêmes.

Pour ce qui est de la rentabilité économique à l'échelle du pays d'un passage à une agriculture agroécologique, celle-ci est sous conditions. Il faudrait alors qu'elle soit accompagnée de changements de nos habitudes alimentaires nécessaires que nous avons déjà abordés et d'une réduction drastique du gaspillage alimentaire sur tous les plans. A ce jour, l'agriculture biologique est le seul référentiel permettant d'associer à la fois performance économique et un haut niveau d'exigences environnementales. En ce qui concerne l'agroécologie dans son ensemble, une étude publiée par France Stratégie en 2020 nous annonce que la transition agroécologique serait rentable à moyen terme (559). Bien plus, elle permettrait de meilleurs résultats économiques que des structures conventionnelles. Cette conclusion est fondée sur l'analyse des résultats économiques de plusieurs systèmes en conversion. Par ailleurs, elle ne prend pas en compte les aides de la PAC qui sont très fluctuantes - bien que primordiales - d'une structure à une autre. Les calculs sont donc en partie biaisés mais nous permettent toutefois d'avoir un ordre d'idées des conséquences d'un tel changement de paradigme.

En somme, les conséquences économiques sont variables d'une publication à une autre. Nous avons cité un exemple afin d'illustrer un des chemins possibles mais plus de données nous auraient permis de dépeindre un tableau plus précis de l'éventuelle future situation agricole française. En outre, une chose est sûre : la transition agroécologique représenterait de gros investissements (monétaires, main d'œuvre ...) et le retour sur cet investissement pourrait être long et laborieux.

5. Bilan de l'agroécologie

En somme, l'agroécologie propose une vision holistique et intégrée de l'agriculture. En effet, ses avantages environnementaux et économiques en font un atout majeur face aux défis de demain. Dans un rapport de 2010 de l'ONU, ceux-ci nous annoncent que les rendements agricoles de 57 pays pauvres ont augmenté de 80% en moyenne avec la mise en place de projets agroécologiques. Les projets réalisés en Afrique sont ceux pour lesquels les résultats sont les plus parlants avec une augmentation des rendements de 116%. Cependant, soyons vigilants face à de telles statistiques car ces pays possèdent initialement une organisation agricole complètement différente des systèmes européens. En effet, ils sont beaucoup moins intensifiés et donc leur mise en place n'apporte pas les mêmes modifications. Ces pays, plus souvent en proie à de fortes chaleurs et à des sécheresses intenses qu'en Europe, ne peuvent pas se permettre de faire reposer l'entièreté de l'alimentation du bétail sur leurs seuls rendements agricoles. S'ils veulent espérer obtenir une plus grande productivité en système conventionnel, ces derniers doivent importer de nombreux intrants tels que l'alimentation animale, les rendant ainsi dépendants des tarifs appliqués sur le marché mondial. Les conséquences sont alors d'autant plus importantes dans ces pays en développement au sein desquels de nombreux paysans possèdent de petits budgets et de petites productions. L'agroécologie leur propose donc une solution permettant de produire davantage tout en visant une certaine autonomie. Ainsi, sur une période allant de 3 à 10 ans, des projets agroécologiques dans environ 20 pays d'Afrique ont permis de doubler les rendements des cultures. Cela laisse ainsi de belles perspectives concernant l'élevage de demain.

Tous les éléments qui constituent les 13 piliers de l'agroécologie sont bien entendus intimement liés les uns aux autres. Ainsi, certaines mesures énoncées ci-dessus entrent également dans la réalisation d'autres piliers que ceux qui leur ont été attribués. Prenons l'exemple du BEA, celui-ci serait développé grâce à la démocratisation des labels surtout dans les filières monogastriques qui font aujourd'hui l'objet de nombreuses critiques. De plus, le développement des élevages extensifs au pâturage est vu d'un bon œil par le consommateur : l'élevage y retrouverait en effet son côté « nature ».

En fin de compte, l'agroécologie est un concept difficile à expliciter si on l'aborde point par point, ce qui fait la complexité de sa présentation. Il est donc important de tenter de

garder un point de vue d'ensemble à la lecture de ce scénario. Les systèmes agroécologiques, nous le répétons, proposent une approche holistique du monde agricole. Ainsi, certains points sont dépréciés afin d'en valoriser bien d'autres et de limiter les externalités négatives.

C. Scénario 3 : Intensification durable de l'élevage (ID)

1. Définition de l'intensification durable

L'« intensification durable » a pour objectif une augmentation de la production végétale et animale à partir des ressources actuellement disponibles tout essayant de limiter les impacts environnementaux (560–562). Plusieurs études relatent d'un tel scénario, comme le consensus FABLE publié en 2020 qui imagine sa mise en place dans plusieurs pays du monde (563).

Pour comprendre la logique de l'intensification durable, sortons un instant du cadre de ce scénario. De manière générale, la production agricole peut être augmentée de deux manières contradictoires : par extensification massive ou par intensification (561). Dans le premier cas, la conversion de nouvelles terres dédiées à l'agriculture est nécessaire afin de planter plus de végétaux ou d'y placer un plus grand nombre d'animaux, ayant pour finalité de produire plus. La déforestation y est ainsi encouragée pour permettre de libérer de l'espace. Or, cette conversion a un coût environnemental considérable, notamment du point de vue des émissions de GES et de la perte de biodiversité. Plusieurs auteurs ont donc réfléchi à pallier ce problème tout en conservant une productivité agricole accrue. Ils se sont alors tournés vers l'application du *land-sparing*. Cette deuxième approche, comme nous l'avons vu au sein du scénario agroécologique, se base sur l'augmentation des rendements et de la productivité sans augmenter pour autant les surfaces agricoles utilisées. Ainsi, moins de zones forestières risqueraient de disparaître. La biodiversité et les puits de carbone que constituent les forêts seraient donc mieux conservés. En effet, pour rappel les végétaux peuvent capter et stocker le CO₂ atmosphérique et ce sont les écosystèmes forestiers qui le font le mieux. En France, sur l'année 2019, 1 300 millions de tonnes de carbone ont été stockés par ceux-ci, soit une moyenne de 81 tonnes de carbone par hectare de forêt (564). Cependant, si nous prenons en compte toutes les émissions émises par ces mêmes forêts, en 2021, les puits

forestiers de carbone ont stocké 27 millions de tonnes de CO₂. Le carbone est stocké à la fois directement par les arbres, mais également via les sols des forêts.

Ainsi, dans ce scénario, de nombreuses terres vont pouvoir être libérées et transformées en puits de carbone. Pour cela, leur usage va changer : elles seraient réaménagées en prairies permanentes ou en forêts. Si nous appliquons ce scénario à l'échelle mondiale, la part des écosystèmes non modifiés par l'Homme passerait de 54 à 58% en quarante ans (563). La proportion de forêts dans le monde serait également en hausse et cette conversion permettrait de lutter contre la perte de biodiversité (565).

Seules les terres déjà exploitées par l'agriculture continueraient potentiellement de l'être. Dans certains territoires et notamment ceux possédant des rendements assez faibles, les parcelles de productions agricoles seraient « sacrifiées » au profit de leur réensauvagement. Cela implique alors un arrêt du travail de ces terres, d'éventuelles plantations d'arbres ou encore leur mise en jachère. L'objectif final est de favoriser le redéveloppement d'une faune et d'une flore variée au sein de ces zones agricoles jusqu'alors épuisées par l'agriculture conventionnelle pour devenir un havre de biodiversité. Les puits de carbone nouvellement créés pourraient donc participer à la compensation des émissions de GES provenant des élevages et des cultures. Celles-ci seraient d'ores-et-déjà réduites par rapport à un système conventionnel, car en produisant de manière plus intensive, les émissions strictes de GES diminuent (220).

Les zones les plus dégradées suscitent cependant des interrogations, car leur réensauvagement se révèle d'autant plus complexe. Le plus souvent, il est donc plus simple de poursuivre leur exploitation intensive (561).

2. Organisation des filières d'élevage : une volonté productiviste

Dans le concept d'intensification durable, l'organisation des filières d'élevage pourrait être complètement différente d'un territoire à un autre. Très peu de publications s'attardent sur ce point. Pour autant, toutes aboutissent aux objectifs décrits dans les paragraphes précédents (562). Les systèmes d'élevage auraient donc tendance à s'intensifier. De plus, en France, la mise en place d'un tel scénario ne générerait probablement pas de grande rupture dans l'organisation des filières d'élevage ou de

cultures conventionnelles, le changement le plus important résidant dans la réorganisation du territoire.

Selon ce modèle d'avenir, les élevages de monogastriques, de caprins et de bovins laitiers de plaine resteraient organisés majoritairement en système hors sol. Il n'y aurait aucune obligation de pâturage des ruminants. Cependant, les filières aux cahiers des charges précis et de qualité peuvent continuer leurs pratiques mettant en avant des productions respectueuses du BEA et de l'environnement. L'apparition de *feedlots* peut être envisagée dans le cadre de ce scénario afin d'augmenter la productivité des bovins allaitants tout en diminuant la surface utilisée pour leur engraissement. Ainsi, si dans l'organisation des élevages, les agriculteurs gardent une certaine liberté, en revanche, l'optimisation des terres et de la production est très vivement encouragée.

L'amélioration de la productivité associée à une tentative de meilleure gestion environnementale est donc le moteur de ce scénario. En effet, en optimisant les efficacités agricoles (cultures et de l'élevage) et en réalisant une sélection génétique adéquate, les rendements des deux types de productions pourraient augmenter tout en diminuant leur utilisation respective d'intrants par unité de produit obtenu. Le but serait de produire « plus avec moins » dans une optique de réduction des conséquences agricoles sur l'environnement. Nous verrons un peu plus tard les limites de ce raisonnement. De nombreux moyens vont alors être déployés dans les technologies et la R&D portées sur cette productivité plus « verte ». Par exemple, le recyclage des déchets agricoles par la méthanisation est une des options abordées car elle permet de réduire l'usage d'intrants chimiques pour les cultures en utilisant le digestat comme fertilisant, tout en produisant de l'énergie.

Dans cette situation, l'élevage reste ainsi compétitif sur le plan international. Il participe aux échanges et assure une production suffisante pour assurer la sécurité alimentaire à l'échelle de la France, de l'Europe voire possiblement à l'échelle mondiale.

3. Consommation et regard de la société

En ce qui concerne les habitudes alimentaires, ce scénario n'est de premier abord pas nécessairement incompatible avec une augmentation de la consommation de denrées animales en France et en Europe. Cependant, dans une volonté de réduire l'impact

environnemental des élevages, cette consommation serait plutôt stable ou en réduction (561). De plus, avec une population et un niveau de vie croissant à l'échelle mondiale, la demande de ce type de produits devrait augmenter au sein des pays en développement et des BRICS+. Si nous partons du principe que nous participerons à cet approvisionnement, alors la consommation française et européenne de viande, d'œuf et de lait devrait également diminuer.

La prise en compte des attentes sociétales est en partie respectée notamment en matière d'écologie, quoique très incomplète. Nous le réaborderons un peu plus tard lors de la comparaison des différents scénarios. De plus, les mesures relatives au BEA restent limitées dans ce genre de système, l'intensification n'étant généralement pas synonyme d'un BEA optimal. Pour autant, quelques mesures peuvent être mises en place comme l'enrichissement du milieu pour les élevages porcins industriels. Cependant, si aucune politique publique n'est implémentée, cela reste au bon vouloir de l'éleveur.

D. Scénario 4 : Ecologie intensive (EI)

1. Définition de l'écologie intensive

Nous considérons dans ce quatrième scénario que les modes d'élevage restent globalement similaires à ceux que nous connaissons actuellement mais un gros effort de prise en compte des enjeux écologiques et sociétaux est réalisé, comme évoqué dans le scénario *Sustainable* de l'OCDE (511). Au-delà des confrontations entre « intensif » et « extensif », il s'agit d'encourager des systèmes travaillant en synergie pour une agriculture plus durable en utilisant notamment certains leviers abordés en agroécologie (537). Nous pouvons parler de « verdissement » de l'élevage conventionnel. Attention tout de même à ne pas se méprendre, le terme « intensif » utilisé ici pour décrire ce scénario ne traduit non pas une volonté d'intensifier les pratiques mais de maintenir une production élevée tout en renforçant les fonctionnalités naturelles des agrosystèmes. Le scénario va alors en grande partie reposer sur le principe d'« écologie industrielle » (566). Cette notion se définit comme la volonté de boucler les cycles de matières au sein de systèmes industriels. L'objectif est ainsi de minimiser les fuites de matières vers l'environnement, par exemple en mettant l'accent sur les services écosystémiques rendus par l'élevage.

2. Des filières alliant mesures environnementales et productivité

L'organisation des filières d'élevage reste globalement identique à l'élevage conventionnel, sans objectif d'intensification. En outre, la différence avec le système actuel réside dans l'application de plusieurs mesures environnementales. A titre d'exemple, dans ce scénario, le pâturage deviendrait obligatoire pour tous les ruminants. Cette mesure permettrait l'optimisation des services écosystémiques rendus par ces derniers, mais répond également à certaines attentes des citoyens. Si nous nous basons sur le modèle Suisse, les vaches laitières devraient réaliser au moins 26 sorties au pâturage lors de la période estivale et 13 sorties durant la période hivernale (*a minima* en aire d'exercice quand le pâturage n'est pas possible en cette saison) (567). La distinction nette entre les élevages de plaine, grands producteurs de lait, et ceux de montagne, petits producteurs qui jouent sur la qualité, reste présente dans cette modélisation. De plus, il est possible de favoriser la biodiversité sans nécessairement diminuer le chargement mais notamment en retirant les bêtes du pâturage au pic de floraison. Cela permet alors de conserver les systèmes conventionnels actuels au pâturage tout en limitant leurs impacts sur la faune et la flore (566).

Afin de conserver une production élevée et de gagner en technicité, les élevages pourraient continuer d'utiliser le robot de traite. Cependant, comme nous avons déjà pu le dire, en France, concilier le pâturage et ce type de technologie n'est pas évident pour les éleveurs. Cela implique des changements dans leurs modes de fonctionnement qu'ils peuvent avoir du mal à accepter. En 2011, 50% des élevages français ayant un système de traite automatisé faisaient pâturer leurs vaches. Pour autant, des pays comme la Suède parviennent au sein de certains élevages équipés d'un robot à faire pâturer 100% de leurs bêtes ; de quoi inspirer le modèle français (568). En effet, si la ferme possède des prairies aux alentours du bâtiment d'élevage, une sortie quotidienne des animaux est facilement organisable. Les vaches ont soit la possibilité de faire des aller-retours entre les prés, la stabulation et l'aire de traite, ou alors d'être obligatoirement dehors quelques heures avant de pouvoir retourner dans le bâtiment. Cependant, certaines exploitations ne possèdent pas de champs à proximité. L'obligation de sortie des animaux est alors beaucoup plus difficile à mettre en place. Pour autant, des robots transportables existent sur le marché et peuvent être installés au niveau des pâtures. En couplant l'automatisation de la traite et la sortie au pâturage, une des craintes des éleveurs est

que les vaches se présentent moins au robot. La production en serait donc altérée ainsi que la santé des bêtes qui peuvent alors développer des pathologies dues à la soustraite. Or, des études ont montré que plusieurs paramètres peuvent augmenter la fréquence de traite des vaches au robot tels qu'une moindre distance de celui-ci par rapport aux prairies pâturées, l'état correct des chemins pour y accéder ou encore une diminution du temps de permission de traite (377, 568). L'accès au pâturage ne modifie pas la production laitière. Par exemple, une autre étude nous annonce qu'à quantité égale de concentrés, l'incorporation d'herbe pâturée dans la ration des bovins laitiers offre des résultats similaires en termes de production laitière que dans des systèmes « zéro-pâturage » tout en permettant une diminution de la part d'ensilage d'herbe distribuée (568).

Cette obligation de pâturages ne s'appliquerait pas uniquement aux vaches laitières, mais à tous les ruminants. Ainsi les autres filières doivent également s'adapter. C'est par exemple le cas des élevages caprins. Delagarde *et al.* (2021) ont montré que les chèvres issues d'élevages hors sols et de race Alpine s'adaptent parfaitement au pâturage (569). En effet, si les pâtures proposent une quantité suffisante d'herbe, les performances des animaux ne semblent pas être impactées. La transition serait facilement réalisable car les chèvres apprennent très rapidement et quelques jours suffisent pour que tous les animaux pâturent. De plus, les chèvres possèdent l'avantage d'être beaucoup plus rustiques que les bovins face aux conditions climatiques. De fait, elles s'adaptent nettement plus facilement à des températures élevées ou à l'absence d'eau au pâturage pendant quelques heures. Les systèmes ovins, laitiers comme allaitants, sont quant à eux déjà adeptes du pâturage en ce qui concerne les mères reproductrices. L'organisation des filières resterait donc similaire, avec la montée en estive des brebis allaitantes au cours de la période estivale dans des zones plus vallonnées à montagneuses, non adaptées aux cultures, afin de valoriser ces territoires. Ainsi, les services écosystémiques rendus par les petits ruminants seraient optimisés.

Concernant les bovins allaitants, la France conserverait sur son territoire des systèmes naisseurs et développerait les systèmes engraisseurs. La filière serait tournée vers l'extensif et le pâturage et ce jusqu'à la finition des bêtes. Cette dernière pourra tout de même être réalisée en centres d'engraissement plus intensifs. À l'échelle du pays, la mise en place de primes au pâturage pourrait être réalisée afin de récompenser les élevages

qui en respectent les bonnes pratiques. Ainsi, nous pouvons par exemple imaginer la création de valorisation financière des élevages réalisant du pâturage tournant.

Pour les filières de monogastriques, les systèmes conventionnels peuvent être améliorés tant sur des mesures environnementales que sur le BEA. Dans le premier cas, des systèmes de gestion de l'azote peuvent être imposés aux éleveurs. Par exemple, des installations de récupération des excréments dans les élevages de porcs (système de vidange mécanique, hydraulique ou à dépression) permettant de réduire leur durée de stockage sous les caillebotis peuvent être mis en place. Le stockage à l'extérieur du bâtiment permet en effet de réduire les fuites d'ammonium lorsque les effluents sont placés dans des cuves. Une fois récupérés, un traitement est obligatoire (décantation, dénitrification, compostage, méthanisation...) afin de réduire drastiquement leur concentration azotée. Les parties encore riches en azote peuvent ensuite être récoltées et épandues de manière raisonnée en suivant certaines règles et en utilisant les techniques les moins polluantes (ex : pendillards). En outre, plusieurs mesures en lien avec le BEA peuvent également être appliquées. Par exemple, les élevages de poules pondeuses en claustration stricte pourraient être interdits pour laisser place à des élevages alternatifs. L'accès à l'extérieur est encouragé, et si celui-ci n'est pas possible, les bâtiments proposeraient *a minima* des « jardins d'hiver » (aire d'exercice couverte). Ce type de système peut également être instauré pour les volailles de chair. La croissance des volailles et les rendements en viande ne semblent pas être impactés (570). Des mesures pro-BEA peuvent également être instaurées dans les élevages de suidés, avec par exemple l'installation de courettes ou aires paillées (355, 571).

3. L'économie circulaire au cœur du scénario

La circularité de l'économie d'élevage est une notion très importante dans ce scénario, de par sa volonté de fermer les cycles de matière (291). Ce principe permet de réduire le gaspillage des ressources et de limiter l'impact environnemental. Un couplage à certain niveau de l'élevage et des cultures peut donc parfois être mis en place. En outre, cette circularité passe également par la valorisation des « cinquièmes quartiers », c'est-à-dire les parties non consommables de la carcasse (os, cuir, poils, etc...) mais aussi par l'utilisation de coproduits agricoles et de déchets alimentaires humains dans la ration des

animaux d'élevage. Quand on centre la circularité sur l'utilisation des biomasses et de bioressources, on parle alors de « bioéconomie circulaire » (291, 572).

4. L'alimentation et la génétique des animaux comme leviers

La production de l'alimentation des animaux peut également être plus bénéfique pour l'environnement tout en garantissant les apports nécessaires afin de maintenir des productions performantes. Ainsi, dans ce scénario, les élevages sont encouragés à diminuer la part d'intrants importés tels que le soja. Mieux vaut néanmoins être vigilant concernant ce dernier point afin de ne pas aller à l'encontre des règles du commerce international (mesures « orange box », cf. Chapitre 1, II.A.1.). Pour ce faire, les cultures de protéagineux (légumineuses) pourront être développées en France et en Europe. En remplaçant une partie de l'ensilage de maïs par de l'herbe, l'apport protéique nécessaire à la ration des vaches laitières serait amoindri en même temps que leur dépendance au soja importé et tout ça sans générer le moindre impact sur la production laitière (216). Cependant, se passer totalement de maïs et de tourteaux ne permet pas de maintenir un niveau de production élevé.

Un grand travail sur la génétique des animaux d'élevage est également à prévoir. En sélectionnant les individus sur la base de leur l'efficience protéique, nous pouvons espérer obtenir une meilleure productivité. Certains caractères de résistance face aux aléas sont également à prendre en compte dans les schémas de sélection pour une meilleure adaptation face aux périodes de sécheresse, à une pénurie en eau ou encore face aux troubles sanitaires (résistances parasitaires, épidémies...). Cependant mener une telle sélection génétique rencontre une difficulté majeure : bien souvent, sélectionner sur l'efficience diminue la résistance des animaux. Ainsi le schéma de sélection devra permettre de trouver un compromis entre ces différents critères (420).

5. Un scénario à l'écoute des citoyens et des consommateurs

De plus, cette évolution ne peut avoir lieu sans une diminution de la consommation de produits d'origine animale, du moins en France et en Europe (511). Ainsi, la production de viande en France n'aurait pas besoin d'augmenter, idéalement elle devrait rester similaire à celle que nous connaissons actuellement. La population française deviendrait

également plus exigeante sur la provenance de ses aliments, de leur qualité, de leur impact environnemental et des conditions d'élevage. La consommation locale ou *a minima* de produits français serait également priorisée. A l'inverse, la hausse de la consommation de viande se poursuivrait au sein des pays en développement, en lien avec leur forte croissance démographique et le niveau de vie croissant des populations.

Ainsi la construction de ce scénario doit tenir compte des volontés des citoyens et repose sur une vision commune entre les différents acteurs à savoir les groupements et syndicats d'éleveurs, les groupements citoyens et ONG « welfaristes » ainsi que les pouvoirs publics (243). Le débat serait amorcé par le ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (MASA).

6. Contribution capitale des politiques publiques au verdissement de l'élevage

Les politiques publiques mises en place sont d'autant plus importantes qu'elles définissent un cadre pour les élevages. Par exemple, les mesures de verdissement de la PAC sont capitales. A l'heure actuelle, la moitié des aides de l'UE destinées aux projets agricoles dans le cadre des fonds verts pour le climat sont allouées à des projets visant une intensification durable de l'élevage (560). Celui-ci a été créé par l'ONU afin d'accompagner financièrement les territoires dans une transition écologique (573).

Dans une volonté d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, l'UE a mis en place le Pacte Vert européen. Il met notamment en place des mesures fortes comme la création d'un système d'échange des quotas d'émissions de carbone (appelé ETS pour « Emission Trade Scheme ») (538). Un quota européen d'émissions de GES est fixé et abaissé annuellement. Afin de le respecter, les entreprises les moins émettrices peuvent vendre des « quotas carbone » non utilisés à celles les plus émettrices. Actuellement, cette réglementation européenne est en train de s'ouvrir au secteur des transports et à certaines émissions importées. L'objectif est d'atteindre 4,62 tCO₂/hab d'ici 2030 et (pour rappel) la neutralité d'ici 2050. Le projet *farm to fork* est également un des piliers du Pacte Vert. Celui-ci a pour projet de rendre l'alimentation européenne durable, sûre et accessible pour tous mais également de s'adapter au changement climatique et de limiter les impacts environnementaux (574). Ainsi, la consommation locale et de produits similaires au bio (c'est-à-dire avec peu d'intrants et une utilisation raisonnée de pesticides

et fertilisants) est encouragée. L' UE soutient également les investissements en faveur des technologies vertes et des énergies renouvelables en accompagnant économiquement les pays membres dans leur transition (Fonds social pour le climat, NextGeneration EU, Fonds pour l'innovation...). La crise énergétique faisant suite à l'invasion de l'Ukraine par la Russie a montré les limites de ce système, avec une grande disparité des pays européens dans leur utilisation des énergies. En effet, pour rappel, certains pays sont encore très dépendants des énergies fossiles (Pologne, Allemagne...) ou du nucléaire (France...) tandis que d'autres ont déjà bien développé les énergies renouvelables d'énergie (Danemark...). Une autre limite du Pacte Vert est l'influence que celui-ci possède sur le commerce international avec la mise en place de la taxation du carbone importé dans le cadre des mesures ETS. Cela atteint alors principalement les liens commerciaux avec les Etats-Unis et la Chine. Pour autant, l'UE est dépendante de ces deux nations dans le développement de technologies vertes. Par exemple, la Chine est aujourd'hui indispensable à la construction de panneaux photovoltaïques. Ainsi, il existe de nombreuses mesures proposées par les pouvoirs publics mais aucune n'est parfaite et possèdent toutes leurs limites. De plus, certaines sont même accusées de *greenwashing* comme le label HVE (Haute Valeur Environnemental) qui ne semblent pas réellement promouvoir des modes de fonctionnement vertueux pour l'environnement (575).

Afin que les mesures de verdissement de l'élevage soient fructueuses, il est également possible d'investir dans différents secteurs autres que l'agriculture comme l'éducation (511, 538). Cela permettrait par exemple de favoriser l'acceptation d'un changement de nos modes de consommation au sein de la société. De manière générale, ces mesures ne peuvent avoir lieu que dans un climat socio-économique prospère. Ainsi, les pouvoirs publics doivent tout mettre en œuvre en investissant dans les secteurs de l'emploi, des énergies ou encore de l'économie. De même, les mesures plus vertes ou en faveur du BEA ne peuvent être appliquées en élevage que si les éleveurs se sentent soutenus socialement et financièrement. Pour illustrer cette idée, évoquons les mouvements des agriculteurs en 2024, au cours desquels les mesures de verdissement de la PAC ont été accusées de ne pas être adaptées au vu du contexte économique (inflation, forte concurrence internationale n'appliquant pas ces règles...) (538).

E. Scénario 4 : Un monde végétan où disparaît l'élevage

1. Définition du scénario végétan

Ce cinquième scénario est le plus pessimiste en ce qui concerne l'avenir de l'élevage, annonçant sa disparition. Il s'accorde alors sur les réclamations de certains courants citoyens prônant l'arrêt total de la consommation de produits d'origine animale (régime végétan, antispécisme...). Les produits animaux seraient alors remplacés intégralement par des produits végétaux bruts (légumineuses, noix...) ou des substituts de synthèse à la viande. Nous partons également du principe que la pêche est stoppée.

2. Un changement radical de notre consommation

Dans ce contexte, de nombreux investissements auraient lieu dans les technologies et la R&D au profit de la réalisation de substituts de qualité. L'objectif serait alors de développer des produits végétaux aux propriétés organoleptiques et nutritionnelles identiques ou presque à la viande ou encore d'améliorer les processus de fabrication de viande de synthèse. Afin de produire de la nourriture en quantité suffisante, cette perspective sera associée à une intensification des systèmes agro-alimentaires, avec notamment une forte part d'industrialisation des produits transformés tels que les viandes cultivées ou les alternatives modernes aux produits carnés (mycoprotéines, dérivés du soja...). Comme dans le premier scénario, une grande partie de la production pourrait être détenue seulement par quelques groupes agro-industriels internationaux. Dans ce cas, cela représenterait un risque économique et d'approvisionnement alimentaire supplémentaire, notamment en cas de faillite de l'entreprise ou de forte inflation.

Les alternatives à la viande et les végétaux bruts constitueraient donc la base de tous nos régimes alimentaires. En ce qui concerne la viande de synthèse produite à partir de culture de cellules souches, la méthode consiste à récupérer des cellules musculaires à partir d'un animal vivant et de reproduire ce même muscle par multiplication cellulaire (576). Pour ce faire, les cellules nécessitent d'être cultivées dans un milieu complétement en nutriments, en hormones et en facteurs de croissance. Pour autant, le sérum issu de jeunes bovins morts constitue à ce jour le meilleur substrat de culture car il contient tous

ces éléments. Tout ce procédé reste critiquable car il nécessite d'élever et d'abattre des bovins ce qui serait contraire aux principes défendus dans ce scénario. Cependant, avec la recherche dédiée au sujet, ce procédé pourrait être amené à être modifié et rien ne nous empêche d'imaginer pouvoir trouver une solution afin de produire de la viande de synthèse sans faire intervenir une quelconque mise à mort. De plus, si elle finit par se démocratiser, la viande de synthèse pourrait devenir un aliment faisant partie intégrante d'un régime végétarien. En effet, ces derniers défendent la cause animale, ne souhaitent pas leur mise à mort ou encore leur exploitation. Or, la viande cellulaire pourrait à l'avenir respecter toutes ces exigences.

3. Que deviendraient le monde agricole, les cultures et l'élevage ?

Pour parvenir à ce type d'alimentation, le monde agricole devrait subir de gros changements. Ainsi, ce scénario nécessiterait de développer les cultures de céréales mais également de soja et autres protéagineux afin de nourrir toute la population, notamment française. En effet, l'une des principales préoccupations soulevées par cette nouvelle approche réside dans sa capacité à assurer une sécurité et même une souveraineté alimentaire.

Aujourd'hui, 2/3 des surfaces agricoles dans le monde sont consacrées au pâturage (bovins, ovins, caprins), le dernier tiers servant aux cultures. La question inévitable est donc de savoir si en libérant ces surfaces de pâtures et de terres cultivées pour l'alimentation animale, nous disposerions de suffisamment de place pour cultiver une quantité importante de végétaux. Ce problème se poserait donc à la fois à l'échelle française mais également mondiale. Pour répondre à cette interrogation, au cours d'une interview, Marco Springmann, un chercheur en environnement et santé à l'université d'Oxford, nous annonce qu'en stoppant l'élevage et en passant à un régime végétarien, 10% de la surface agricole mondiale serait économisée soit à peu près la superficie du Groenland (577). Une autre étude de 2018 révèle qu'un arrêt de l'élevage libérerait toutes les surfaces pâturées tout en réduisant notre utilisation des terres arables à 80 % (578). En effet, la part des cultures dédiées à l'alimentation animale est si importante que l'espace libéré permettrait une économie de surface même si nous voulions produire des végétaux pour une population mondiale végétarienne. Ainsi, un arrêt de l'élevage générerait une réduction des surfaces utilisées à des fins agricoles. Pour autant, une

alimentation végétale serait à l'origine d'un nombre encore plus importants de sous-produits/co-produits non consommables par l'Homme habituellement valorisés par les animaux d'élevage. La question demeure ouverte quant à l'utilisation que nous en ferions.

Ces études exposent un point de vue global de cette situation hypothétique bien que les territoires soient très hétérogènes d'un pays à un autre et même d'une région à une autre. Par exemple, certains terrains anciennement pâturés ne peuvent être transformés en zones de cultures. C'est le cas de certaines régions montagneuses, ces dernières pouvant difficilement permettre la mise en place de cultures. De ce fait, certains pays possédant quasi-exclusivement des zones similaires ou/et soumises à un climat hostile se retrouveraient dans une situation délicate. Ces derniers devront donc très probablement augmenter leur solde importateur de sorte à pouvoir nourrir leurs populations. Or, ce sont généralement les régions du monde les plus pauvres qui entrent dans cette catégorie. Un tel scénario risquerait alors d'aggraver les inégalités entre les pays en développement et ceux d'ores et déjà développés. De plus, d'un point de vue éthique, il est très compliqué d'imposer de telles situations à des pays qui n'ont jamais connu une certaine stabilité économique et au sein desquels l'élevage permet de faire vivre près de 800 millions de personnes dans le monde (579).

Par ailleurs, une étude américaine a montré qu'un passage à une agriculture entièrement végétale permettrait de produire 23% de nourriture supplémentaire mais que nous ne serions pour autant pas capables de répondre aux besoins en nutriments de la population (580). Pour rappel, les végétaux/substituts végétaux sont généralement plus pauvres en protéines que les produits animaux et, qui plus est, à faible teneur en acides aminés essentiels et en vitamine B12. Certains consommateurs se retrouveraient donc dans l'obligation de prendre des compléments alimentaires pour soutenir leurs besoins physiologiques comme les femmes enceintes, les personnes âgées ou encore les nouveau-nés (581). Pour autant, un régime végétal permettrait d'améliorer considérablement certains problèmes santé publique, limitant ainsi tous les problèmes liés à la consommation de produits carnés, en particulier la viande rouge (cf. Chapitre 2 III.A.).

Une question subsiste : qu'advierait-il de nos animaux de rente ? Cette problématique est d'une importance capitale, car des milliards d'animaux seraient impliqués. L'une des premières idées qui nous vient à l'esprit est de « relâcher » ces animaux dans la nature. Certaines races pourraient potentiellement être adaptées à ce

nouveau mode de vie mais dans la très grande majorité des cas, les animaux d'élevages sont le fruit d'une sélection poussée les rendant complètement inaptes à la vie sauvage. De nombreux poulets ne sont par exemple plus capables de voler. Ainsi, les animaux libérés auraient deux issues possibles : ils participeraient au dérèglement des écosystèmes ou alors mourront puisque peu adaptés à leur nouveau milieu de vie. Toutefois, cette vision va de pair avec un changement drastique de paradigme agricole, extrêmement rapide dans le temps, ne laissant pas le temps à l'adaptation. Pour autant, il reste tout de même probable que cette transition, si elle a lieu, soit plus douce. Ainsi, l'élevage diminuerait progressivement et la « libération » des animaux serait probablement moins de rigueur.

Dans une tout autre optique, certains animaux pourraient ne pas être relâchés mais sont placés dans des « refuges ». Il serait alors nécessaire de développer des endroits dédiés à la préservation des espèces ce qui demanderait toutefois de gros investissements financiers. Pour autant, cette alternative permettrait de conserver des petites populations de certaines races de chaque espèce. Cela pourrait avoir un intérêt d'autant plus important que la fin de l'élevage signerait une chute massive du nombre de mammifères sur la planète. La biodiversité en serait donc très probablement affectée laissant place au possible développement d'espèces envahissantes dont le nombre devra être régulé par d'autres moyens que la chasse. Toutefois, certains milieux pourraient à l'inverse être témoins d'une augmentation de biodiversité grâce à la libération d'espaces anciennement destinés à l'élevage et donc de nouvelles niches écologiques (577). En somme, certaines espèces d'élevage actuelles continueraient à exister, mais en nombre bien plus réduit.

En outre, nous nous interrogeons sur le statut juridique de ces anciens animaux de rente au sein de leur nouveau monde alors même que la notion d' « animal domestique » disparaît (582).

4. Les conséquences environnementales

En somme, le régime végétarien est celui qui possède le moins d'impacts environnementaux en termes d'émissions de GES tout en pourvoyant une quantité suffisante d'aliments pour la population mondiale (583). Ses conséquences sur les ressources en eaux sont difficiles à établir et il semblerait que ces alternatives puissent

présenter des inconvénients en termes de qualité des sols (lié à l'usage massif d'engrais). La question d'une dégradation de la biodiversité est également abordée (584). Pour autant, la très large majorité des études concluent sur les bénéfices environnementaux du passage au végétalisme (580, 583–586).

5. Plusieurs risques sanitaires et économiques demeurent

Enfin, l'aspect sanitaire dans ce scénario est capital. En effet, si en éliminant l'élevage tous les dangers sanitaires évoqués un peu plus tôt sont fortement diminués, il existe cependant des dangers biologiques en lien avec la consommation de substituts végétaux. En effet, nous retrouvons les agents classiques des toxi-infections tels que *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, certaines souches d'*Escherichia coli* ou encore plusieurs virus (norovirus, rotavirus, hépatite A...) (338). De plus, il faudrait également anticiper la propagation et la régulation de maladies végétales endémiques comme celle atteignant les cultures de cacao par exemple (CCSV). De la même manière que nous surveillons les grandes maladies animales, il nous faudrait prêter une plus grande attention encore à celles végétales, puisque notre alimentation en serait dépendante (584).

Pour autant, en ce qui concerne la santé publique, les régimes plus végétalisés sont parmi les plus bénéfiques. Un monde végan permettrait notamment de réduire la mortalité liée à la malnutrition de 6% à 10% au niveau mondial (583, 586). Ainsi, d'importantes économies seraient effectuées dans ce domaine ce qui participerait entre autres à épargner entre 1 et 31 x10¹² (*trillion*) de dollars selon une étude américaine faite en 2015 (586). Nous pouvons considérer cela comme une opportunité pour soutenir le financement de la transition, qui est elle-même extrêmement coûteuse, avec des dépenses se chiffrant en milliards de dollars pour chaque pays. Afin de réduire les dépenses et de limiter les risques de crise économique, le passage de l'agriculture actuelle à une agriculture 100% végétale devra être anticipé. Nous explorons ici volontairement des changements assez drastiques pour envisager les situations les plus délicates, pour autant leur mise ne place ne devrait pas être envisagée de la sorte. En effet, une discontinuité soudaine dans les productions animales représenterait d'énormes trous financiers qu'un pays parmi les plus gros producteurs ne saurait compenser en quelques semaines. La transition devra donc être la plus progressive possible pour tenter

de gérer au mieux les variations considérables que celle-ci générerait sur le marché international (584).

L'économie mondiale est fortement interconnectée, ce qui implique que la réduction de la production de bétail dans un pays peut entraîner une augmentation de la production dans un autre afin de compenser la demande. Il est crucial d'établir des accords multilatéraux clairs pour réguler tant l'offre que la demande. Cependant, fixer des limites à la demande alimentaire à l'échelle mondiale pourrait s'avérer complexe et se heurter aux règles du commerce international.

6. Une acceptation sociétale difficile

En ce qui concerne l'acceptation sociétale d'un tel scénario, elle serait probablement très contrastée. Nous disposons de très peu d'études relatant de la proportion de végétaliens dans la population contrairement à la part de végétariens. Nous allons ainsi raisonner sur ces études. Si les régimes végétariens gagnent en popularité dans de nombreux pays occidentaux, la situation n'est pas exactement la même d'un pays à un autre et reste minoritaire à l'échelle mondiale. Par exemple, aux Etats-Unis, les végétariens représentaient seulement 6% de la population en 2017, même si ce nombre a été multiplié par 6 depuis 2014 (587). Des pays comme la Suède ou l'Allemagne dépassent même les 10% de leur population ayant adopté ce type de régime (données respectives de 2014 et 2017) (588). En France, en revanche, les végétariens ne représentent que 2% (données de 2016) (252). Nous partons ici du principe que les régimes alimentaires des individus les prédisposent ou non à défendre ce scénario. Ainsi, un végétarien serait plus en faveur de ce dernier qu'une personne qui consomme de la viande quotidiennement. Nous sommes conscients que ces deux éléments ne sont pas parfaitement corrélés dans la réalité, mais nous espérons néanmoins en dégager une tendance générale. En somme, un tel scénario paraît difficilement acceptable de nos jours puisque nous venons de voir qu'au sein de nombreux pays, le pourcentage de la population pouvant s'estimer végétarien reste faible. Malgré tout, un rapport de la Food Standard Agency a révélé que si 60% des personnes sondées étaient prêtes à tester les substituts végétaux à la viande, seulement un tiers accepterait de goûter de la viande cultivée (589). Ces aliments alternatifs ne semblent donc pas encore faire l'unanimité auprès de la population.

Afin de clôturer ce scénario, nous souhaitons tout de même ajouter que sa mise en place nécessiterait un accompagnement considérable auprès des éleveurs à la fois sur le plan économique et psychologique. La conversion des élevages en cultures et productions végétales en tous genres serait encouragée par le biais d'aides ou de primes. Sur un plan émotionnel, ce scénario serait bien évidemment le plus difficile à accepter pour ceux qui en font leur métier depuis 10, 20, 50 ans. Le relationnel qui unit un éleveur et ses bêtes est peut-être atypique, inimaginable pour certains, fantasmagorique pour d'autres. Pour autant, celui-ci est bien réel pour un grand nombre d'entre eux. Plusieurs auteurs ont déjà analysé l'ambiguïté de la relation que possèdent les éleveurs avec leurs bêtes et vis-à-vis de leur mort. De plus, les fermes sont pour certaines issues d'un héritage familial, associées à beaucoup de souvenirs (590).

II. Confrontation des scénarios d'évolution de l'élevage face aux enjeux de demain et perspectives d'avenir réalistes

Maintenant que nous vous avons présenté nos cinq scénarios relatifs à l'avenir de l'élevage tirés de la littérature et que nous avons détaillé les différentes caractéristiques qui les définissent ; nous allons à présent les confronter face aux différents enjeux de l'élevage de demain, définis lors du chapitre 2. Le but est de dégager les points positifs et négatifs des uns par rapport aux autres à la lumière de ces enjeux. Afin de gagner en clarté, pour la suite de cet écrit, nous nommerons les différents scénarios tels que : IM correspondra à l'Intensification Massive (1^{er} scénario), AE à l'Agroécologie (2^{ème} scénario), ID à l'Intensification Industrielle (3^{ème} scénario), EI à l'écologie industrielle (4^{ème} scénario) et Végan au dernier scénario.

A. Enjeux économicopolitiques (compétitivité mondiale, sécurité alimentaire, souveraineté alimentaire)

1. Le maintien d'une compétitivité internationale

Rester compétitif sur la scène internationale est le premier enjeu auquel l'élevage de demain devra répondre. Le scénario IM répond parfaitement à cet objectif. En industrialisant ses productions et en investissant dans les technologies de pointe, il permet aux filières d'élevage françaises d'être compétitives sur les marchés internationaux grâce à une forte productivité et à des prix des denrées agricoles plutôt bas, poussés par une forte concurrence internationale et une production plutôt excédentaire par rapport à la demande. Les scénarios ID et EI garantissent également une bonne compétitivité en maintenant une production forte grâce à l'amélioration de la productivité des filières.

A contrario, le scénario AE répond difficilement à cet enjeu. En effet, en diminuant la part de productions animales, les débouchés des filières seraient principalement tournés vers la consommation locale. De plus, une telle organisation des filières agricoles françaises ne ferait pas le poids face à des nations qui garderaient l'organisation conventionnelle et intensive de l'agriculture. Ainsi, les élevages agroécologiques français ne peuvent être compétitifs que si tous les pays du monde adoptent le scénario AE, ce qui est un problème majeur. Dans ce cas, alors l'organisation des systèmes agricoles serait similaire pour tous et la France pourrait rester compétitive sur le marché international face à ses principaux concurrents.

Enfin, dans le cadre du cinquième scénario dit végétan, la France ne participerait plus aux échanges mondiaux de produits d'élevage. En revanche, elle serait compétitive sur le marché des aliments d'origine végétale et des substituts végétaux transformés. Le pays est en effet adapté aux cultures végétales et possède une forte capacité de production.

2. Garantir la sécurité et la souveraineté alimentaire à différentes échelles géographiques

Un des points capitaux pour l'élevage de demain, et qui plus est de l'agriculture de manière générale, sera de permettre à la France de parvenir à une certaine sécurité mais surtout à la souveraineté alimentaire. Concernant l'IM, l>ID et l'EI, les trois scénarios encouragent une amélioration de la productivité, permettant d'augmenter les productions, ou du moins de les garder au même niveau malgré une possible diminution des cheptels. Ils assurent ainsi la souveraineté alimentaire à l'échelle française, mais permettent également d'approvisionner l'Europe et le monde à travers les échanges commerciaux et donc participent à la sécurité alimentaire mondiale. Par ailleurs, l>ID et l'EI s'inscrivent dans une logique de diminution de la consommation moyenne de produits animaux et sur une forte réduction du gaspillage alimentaire (167, 563). Ainsi, dans ces deux scénarios, non seulement la production reste stable, mais la baisse de la demande individuelle permet de produire suffisamment pour nourrir la population mondiale, même dans un contexte de croissance démographique exponentielle.

Toutefois, la question de la capacité à répondre à cet enjeu (sécurité alimentaire) se pose concernant la mise en place du scénario AE. En effet, celui-ci implique une diminution drastique des animaux d'élevage et une réorientation de l'usage des prairies. Or, la transition depuis les systèmes agricoles conventionnels peut entraîner une forte baisse de production de produits agricoles à court terme et risque ainsi d'engendrer des pénuries et donc de l'insécurité alimentaire. Si nous nous appuyons sur l'étude du Teaser-Lab, la production laitière a chuté de 40% lors du passage vers un système agroécologique (539). De plus, si la demande des consommateurs ne suit pas la volonté du scénario de diminuer la consommation de protéines animales et de manger des aliments de meilleure qualité, alors le risque d'insécurité alimentaire est bien réel avec une production inadéquate face à la demande. Cependant, une fois les systèmes agroécologiques instaurés et le changement de consommation adopté, le principe mis en avant de nourrir localement les territoires permettrait finalement d'assurer la souveraineté alimentaire de la France sur le long terme. A l'échelle de l'Europe et du reste du monde, celle-ci reste discutable mais demeure envisageable si tous les pays adoptent également une organisation agroécologique. En effet, accompagné d'une diminution de la consommation de protéines animales et du gaspillage alimentaire, en Europe, une

réduction de 45% du nombre d'animaux de rente ne serait à priori pas incompatible avec l'objectif de sécurité alimentaire. Il est tout de même nécessaire de compenser la perte de productivité inévitable au cours du passage en AE. De plus, en privilégiant les cultures à destination de l'alimentation humaine plutôt qu'animale, de nombreuses denrées alimentaires peuvent être libérées et accessibles afin de nourrir la population. Nous parlons ici de zones géographiques pour lesquelles il existe une réelle concurrence entre les surfaces dédiées à l'élevage et celles pour l'alimentation humaine (304).

Enfin, dans le cadre du scénario végétan, le climat de la France et même de l'Europe est propice aux cultures et permet donc de produire suffisamment afin de nourrir tous les citoyens. Cependant, les pays du monde les plus pauvres, les moins développés ou ayant un climat hostile aux cultures sont encore très dépendants de l'élevage. Ainsi la mise en place d'un tel scénario mettrait probablement en péril la sécurité alimentaire mondiale. A noter également qu'un régime 100% végétal peut entraîner quelques carences (vitamine B12, fer...), remettant en question la sécurité alimentaire mondiale dans telle situation. Si seule la France adopte une politique végétalienne, la sécurité alimentaire des autres pays (européens, maghrébins...) est également chamboulée car certains d'entre eux sont de grands importateurs de produits animaux français.

Cependant, la définition même d'« insécurité alimentaire » fait également intervenir la notion de durabilité (591). Cela signifie que les moyens employés pour y accéder ne doivent pas mettre en péril le caractère durable des différents systèmes. Cette « durabilité » fait référence aux conséquences néfastes de certains modes de fonctionnement, qu'elles soient d'ordre économique, politique ou environnementale.

D'un point de vue économique, nous ne disposons que de très peu de ressources bibliographiques concernant ces différents scénarios. Cependant, en se basant sur la productivité et en proposant une transition douce depuis les systèmes conventionnels actuels, les scénarios IM, ID et EI semblent permettre de garantir une meilleure stabilité globale des prix des aliments de base lors de leur mise en place que pour l'AE. A noter qu'en s'appuyant sur les prix des marchés et en devant compenser le coût des intrants utilisés, les prix peuvent tout de même fluctuer selon la dynamique économique générale des marchés et des pays. Par exemple, les prix des produits peuvent augmenter dans un contexte inflationniste. L'AE, au contraire, vise à réduire les intrants et augmenter la résilience des système agricoles, ce qui assure une meilleur stabilité économique au long terme et permet d'accéder à une certaine souveraineté alimentaire (592). Cependant, elle

conduit à une rupture forte et une transition difficile de la part des systèmes actuels et peut ainsi être plus économiquement risqué que les autres scénarios dans sa mise en place. La même logique peut s'appliquer concernant le scénario végétal.

La durabilité d'un système prend également en compte l'aspect environnemental. En effet, les scénarios générant une dégradation des écosystèmes au sein desquels ils prennent place peuvent difficilement garantir une sécurité alimentaire sur le long terme. Ils participent généralement au dérèglement climatique entraînant des aléas climatiques de plus en plus extrêmes impactant fortement les productions agricoles. Le scénario IM ne tenant absolument pas compte de l'environnement et étant peu résilient face aux aléas climatiques n'est donc pas envisageable de ce point de vue. L'AE, en revanche, est celui proposant les meilleures modifications vouées à soutenir les écosystèmes naturels dans leur ensemble et possède une bonne capacité à surmonter les crises climatiques. En effet, un des grands objectifs de l'agroécologie est de proposer une vision de l'agriculture qui permettra de soutenir les productions de façon pérenne au cours des années à venir. Pour cela, plusieurs approches sont proposées dont entre autres des moyens de limiter les conséquences agricoles sur le réchauffement climatique, diminuer l'utilisation des intrants ou encore en augmenter la résilience⁴ des systèmes. En comparaison, l'approche de l'EI et de l'ID est controversée. Dans le premier cas, sur le long terme, il est difficile de boucler les cycles des nutriments tout en poursuivant l'élevage de manière conventionnelle. Dans le deuxième cas, le bilan est contrasté avec d'une part l'exploitation plutôt intensive des terres, dégradant fortement les écosystèmes associés ; et en parallèle la libération de terres quasiment intactes, vouées à préserver la biodiversité. Cependant, en cas de confrontation face à un aléa climatique, l'EI semble plus résilient que l'ID. Quant au scénario végétal, il propose également de placer l'environnement dans ses objectifs principaux. Pour autant, nous l'avons vu précédemment, l'arrêt de l'élevage soulève des questions concernant la fertilisation des terres. De fait, si cela mène à une augmentation de l'utilisation d'intrants de synthèse, peut-on réellement parler de perspective durable sur le plan environnemental ?

Ainsi, nous pouvons conclure que le scénario végétal peut difficilement assurer la sécurité alimentaire des Français sur le long terme. L'IM possède une bonne capacité à

⁴ La résilience se définit comme la capacité d'une personne, d'un groupe ou d'un système à s'adapter et à rebondir face à des difficultés, des changements ou des crises, tout en retrouvant un équilibre. C'est la faculté de surmonter les obstacles et de continuer à avancer malgré les épreuves.

assurer la souveraineté alimentaire des Français. Toutefois, cela semble concerner plutôt le court et moyen terme, ce scénario manquant de durabilité d'ordre environnemental. L'AE permettrait plutôt de l'assurer au long terme mais difficilement lors de sa mise en place et plutôt en garantissant l'accès à l'alimentation produite à l'échelle locale. Enfin, l'EI et l'ID permettent quant à eux d'assurer le plus stablement l'accès à la nourriture des citoyens, que ce soit sur le court ou le long terme.

3. Des scénarios qui impliquent d'importants investissements financiers et des mesures politico-économiques fortes

Concernant la mise en place du scénario d'EI, un remodelage des bâtiments d'élevages serait nécessaire, notamment pour les élevages de monogastriques qui sont ceux possédant les infrastructures les plus importantes. Or, cela nécessite un certain investissement financier de la part de l'éleveur. Par exemple, en 2001, une directive européenne (2001/88/CE) interdisait l'isolement des truies gestantes en élevage (593). Ainsi, les éleveurs ont dû modifier leurs bâtiments afin de laisser les truies en groupes. Ces changements ont coûté entre 300 et 1500€ par place, soit près de 380 millions d'euros à l'échelle nationale (524). De nombreux éleveurs n'ont donc pas eu la ressource financière de réaliser tous ces changements et ce, malgré les aides de l'État. Ainsi, faute de moyens, en 2012, moins de la moitié des truies françaises seulement était dans des logements respectant cette norme.

De plus, s'ajoute à ça la mise en œuvre des mesures de protection environnementale comme de nouvelles méthodes de récupération ou encore le traitement du lisier. De ce fait, cela pourrait générer une augmentation probable des prix d'achats des produits issus de l'élevage pour le consommateur. Par exemple, les mesures de traitement du lisier de porcs peuvent ajouter entre 10 et 20 centimes par kg de carcasse (571, 594). Ainsi le consommateur doit être prêt à en payer le prix. Cependant, les perspectives de l'OCDE à propos de ce scénario contredisent cette hausse et estiment que ces prix resteraient globalement stables par rapport à la situation actuelle, du fait d'une moindre dépendance de nos productions agricoles aux prix des marchés et d'une diminution de l'usage des intrants (511).

Le scénario EI n'est pas le seul nécessitant des investissements dans de nouveaux bâtiments et matériaux. Par exemple, pour l'IM et l'ID, de nombreux éleveurs

investiraient dans des bâtiments et des technologies permettant d'optimiser toujours plus la production, mais rendant également les projets d'installations très coûteux.

Enfin, l'AE quant à elle prône un retour à une certaine agriculture paysanne. De prime abord, elle ne nécessite donc pas d'investissement particulier. Pour autant la diversification des productions, un des 13 piliers de ce concept, peut devenir coûteuse (achat de nouvelles bêtes, clôtures mobiles pour le pâturage rotatif ...). De plus, la demande en main-d'œuvre potentiellement plus importante ainsi que la chute éventuelle des productions le temps que les systèmes se régénèrent sont des motifs de baisse de revenus pour les agriculteurs. Les élevages devront également investir dans le foncier, ce qui représente un coût non négligeable pour tous ceux ne possédant pas assez d'hectares permettant de mettre en place un tel système ou ceux situés dans des zones à forte concurrence avec l'urbanisation. La transition vers ce scénario peut aussi être difficile pour toutes les exploitations ayant investi dans des bâtiments et technologies difficilement réutilisables dans des systèmes agroécologiques. Cela représente alors une grosse perte économique pour ces éleveurs. Dans toutes ces situations, là encore des aides et/ou subventions sont plus que nécessaires. De manière générale, les changements sont souvent coûteux. Ainsi, le scénario végan devrait également nécessiter de nombreux investissements (parcelles, matériel pour les cultures...) et les bâtiments et matériels d'élevage pourraient également représenter une perte sèche pour les éleveurs.

Ainsi le changement de paradigme sera coûteux. Toutefois, il nous est aujourd'hui indispensable de faire évoluer nos systèmes d'élevage. Il faut donc trouver le meilleur compromis afin de générer le plus d'effets bénéfiques possibles tout en minorant les conséquences néfastes pour l'économie des systèmes d'élevage.

Dans cette optique, certaines publications proposent par exemple la mise en place de nouvelles stratégies de paiements comme les PSE ou Paiements pour Services Ecosystémiques. Ces derniers pourraient être attribués aux systèmes extensifs valorisant le pâturage afin de les aider à assurer la transition comme c'est le cas pour les systèmes agroécologiques ou encore l'EI. Les productions issues de tels scénarios pourraient également bénéficier d'une diminution des taxes à la pollution pour leur approche plus « verte » de l'élevage. Cette mesure est d'ores et déjà appliquée dans certains pays d'Europe du Nord comme au Danemark qui a mis en place des politiques favorisant

l'agriculture durable, y compris des incitations fiscales pour les pratiques qui réduisent l'impact environnemental agricole.

B. Enjeux liés à la crise de l'énergie

Pour rappel, 75% de la consommation d'énergie des élevages est due à l'alimentation animale. En outre, les prix d'achat des céréales notamment, sont d'ores et déjà victimes de l'inflation et sont remontés en Janvier 2024 après avoir rediminué drastiquement en 2023, plus d'un an après le début du conflit Russo-Ukrainien (595). En effet, la Russie et l'Ukraine étant considérés comme les « greniers à blés » de l'Europe, ce conflit couplé à la hausse des prix de l'énergie ont eu un impact massif sur les tarifications céréalières.

L'utilisation de l'énergie est essentielle en élevage et deviendra une problématique dans le futur à cause de l'utilisation de ressources amenées à s'épuiser. Comme démontré précédemment, c'est le cas du pétrole. Différentes stratégies sont alors possibles selon le scénario. Dans un contexte d'IM, le pétrole garde une place capitale dans l'économie mondiale et donc dans l'usage des exploitations agricoles (mécanisation poussée, échanges commerciaux, utilisation massive d'engrais chimiques...). Ainsi une grande partie de la R&D, des technologies et des investissements sont tournés vers la recherche et l'exploitation de champs de pétrole. En effet, il en reste possiblement encore de nombreux à découvrir mais leur recherche nécessite des investissements considérables (301). Ainsi sur le court et le moyen terme, il y aurait encore une large utilisation de cette ressource. Seulement la problématique ne fait qu'être repoussée et malgré tous les efforts réalisés, à long terme l'humanité pourrait connaître la fin du pétrole. Les élevages – tout comme de nombreux autres secteurs - seront alors confrontés au manque de cette ressource et le scénario d'IM ne pourra alors très certainement plus fonctionner correctement. Ainsi, sans anticipation d'une telle situation nous nous risquerions à une crise économique planétaire sans précédent. De plus, l'exploitation de pétrole entraîne une dégradation des écosystèmes et une forte pollution atmosphérique, ce qui ne répond absolument pas aux enjeux environnementaux. Les recommandations du GIEC sont formelles : pour respecter les objectifs climatiques et limiter les impacts du changement climatique, il est fortement conseillé d'arrêter l'ouverture de nouveaux puits de pétrole et de gaz, tout en travaillant à une transition vers des sources d'énergie plus durables et renouvelables. Ainsi sur le court à moyen terme,

cette ressource pourrait encore être exploitée. Seulement la problématique ne fait qu'être repoussée et malgré tous les efforts réalisés, à long terme l'humanité pourrait connaître la fin du pétrole. Les élevages – tout comme de nombreux autres secteurs - seront alors confrontés au manque de cette ressource. Ainsi, sans anticipation d'une telle situation nous nous risquerions à une crise économique planétaire sans précédent. De plus, l'exploitation de pétrole entraîne une dégradation des écosystèmes et une forte pollution atmosphérique, ce qui ne répond absolument pas aux enjeux environnementaux. Les recommandations du GIEC sont formelles : pour respecter les objectifs climatiques et limiter les impacts du changement climatique, il est fortement conseillé d'arrêter l'ouverture de nouveaux puits de pétrole et de gaz, tout en travaillant à une transition vers des sources d'énergie plus durables et renouvelables (206).

L'ID et l'EI sont également dépendants du pétrole pour les mêmes raisons que celles citées précédemment, mais dans une moindre mesure que pour l'IM. L'EI encourage tout de même l'utilisation d'énergies renouvelables dans sa volonté de boucler les cycles de matière et peut trouver des solutions pour se passer de pétrole sur le long terme. En effet, il propose d'intégrer la méthanisation aux systèmes agricoles permettant non seulement de recycler les déchets organiques mais également de produire de l'énergie « verte » et des biofertilisants. L'utilisation de méthaniseur est également possible dans le cadre de l'ID. De plus, les deux systèmes ne sont pas fermés à l'exploitation de parcelles dédiées à la culture des végétaux nécessaires aux biocarburants.

In fine, c'est le scénario agroécologique qui est le moins dépendant des énergies fossiles. Grâce à tous les changements que l'AE propose pour la société et l'agriculture, ce scénario sera mieux préparé à vivre dans un monde sans pétrole. Toutes les alternatives aux énergies non renouvelables sont développées, pouvant aller jusqu'à la traction manuelle ou animale pour remplacer les machines agricoles. Une chose est sûre, la diminution du nombre d'animaux permettrait de faciliter le gain d'autonomie énergétique agricole (302, 304). De plus, des propositions sont plus ou moins axées sur le développement de méthaniseurs au service de l'agroécologie. Ces derniers peuvent être entre-autres agrémentés par des Cultures Intermédiaires à Vocation Energétiques (CIVE) permettant ainsi une économie circulaire au sein de l'élevage et de la région tout en générant une couverture des sols. De plus, les CIVEs peuvent être des légumineuses

ce qui participe donc à l'enrichissement des sols en azote sans utilisation de fertilisants chimiques (piliers 1,2,3,6 et 7 de l'AE).

Enfin, dans un futur végétan, le choc pétrolier risque de ne pas être bien toléré. En effet, les secteurs agro-alimentaires sont fortement industrialisés et l'utilisation de nombreux intrants énergétiques est nécessaire afin de produire de la nourriture variée et en abondance (engrais chimiques dans les cultures, industries fabriquant de la viande de synthèse ou des alternatives végétales nécessitant une forte utilisation d'électricité et/ou de pétrole...). C'est également le cas de nombreux autres produits pouvant être issus de matière animale comme les vêtements. Ainsi, tout comme l'IM, ce scénario n'est pas du tout préparé à un tel enjeu.

C. L'alimentation animale

Dans un premier temps, il serait intéressant d'essayer de changer nos méthodes pour nourrir nos animaux de rente. Pour ce faire, 2 stratégies sont possibles :

- Réduire le pourcentage de terres arables dédiées à l'alimentation animale
- Utiliser la capacité des ruminants à valoriser des ressources non-consommables par l'Homme (utiliser l'herbe plutôt que les cultures et le pâturage plutôt que les bâtiments)

Ces deux points sont évidemment plus faciles à mettre en place pour les ruminants que pour les monogastriques. Pour ces derniers, on se basera davantage sur la consommation de co-produits. Nous l'avons dit, l'agriculture conventionnelle actuelle est très dépendante d'un certain nombre d'intrants comme l'alimentation animale la rendant tributaire des cours des marchés. L'EI propose alors la fermeture des cycles des nutriments (azote et phosphore essentiellement) et encourage toutes les mesures aboutissant à cet objectif comme l'obligation de pâturage des ruminants, tout en limitant notre usage de fertilisants de synthèse issus de la pétrochimie. En effet, la circularité qu'elle défend permettrait d'amender les parcelles de cultures avec les effluents d'élevages issus des élevages de la région. C'est ce même concept qui est repris par le scénario AE. L'agroécologie accentue toutefois l'utilisation des coproduits de cultures, le pâturage en interculture et la diversification des espèces animales élevées pour créer une réelle complémentarité entre-elles (les truies alimentées avec les restes de lait des

veaux ...). C'est donc celle qui permettrait le plus d'autonomie alimentaire des systèmes d'élevage. En ce qui concerne, le scénario végétal, l'alimentation animale n'est plus une préoccupation. Enfin, le scénario d'IM et d'ID n'apportent aucune modification sur ce point-là.

D. Enjeux sociaux et sociétaux

1. Les modes de consommation

Tous nos futurs choix concernant l'avenir de l'élevage dépendent grandement de nos modes de consommation. Nous ne pouvons pas attendre du système agricole une transformation complète tout en continuant à maintenir nos régimes alimentaires actuels. Notre manière de manger régit l'offre et la demande, elle oriente les stratégies marketing, régule les marchés : elle a le pouvoir de tout changer. Les premières modifications de l'agriculture passeront donc par le consommateur. Nous l'avons dit -et le répétons – pour suivre les préconisations du GIEC, la consommation de produits animaux doit être réduite. Seul le scénario de l'IM n'envisage pas du tout cette possibilité, les autres répondant à cet enjeu de manière plus ou moins prononcée. L'AE est celui encourageant la diminution la plus drastique de cette consommation. L'EI et l'ID souhaitent également une réduction mais celle-ci reste néanmoins plus modérée. Enfin le scénario végétal implique l'arrêt total de la consommation et de l'utilisation de tout produit d'origine animale. Cette baisse de la consommation de produits animaux demeure toutefois au bon vouloir des citoyens, celle-ci ne pouvant être imposée de force.

Un autre aspect de notre consommation sur lequel nous exerçons une influence considérable est le gaspillage. Bien entendu, l'ensemble des denrées gaspillées ne sont pas issues de gaspillage « ménagers » mais ont lieu à d'autres étapes de la chaîne. Ainsi, les autres formes de gaspillage devront également diminuer. Pour rappel, un peu moins de 50% des calories produites dans le monde sont effectivement consommées (585). Ces données sont utilisées notamment comme argument en faveur du scénario végétal pour démontrer l'inefficacité alimentaire qui est d'autant plus marquée au sein des filières d'élevages conventionnelles. En outre, inciter le consommateur à réduire son gaspillage constitue l'un des piliers du scénario AE et EI afin de limiter les pertes et d'améliorer notre efficacité alimentaire. En effet, cela contribuerait à produire une quantité de nourriture

suffisante pour répondre aux besoins de la population mondiale en croissance. Les autres scénarios ne tiennent pas compte de cet élément.

2. Prise en compte du BEA

Les sociétés évoluent et l'un des moteurs des changements alimentaires vers des régimes plus végétalisés est la notion du bien-être animal. Celui-ci est de plus en plus pris en compte dans les modes d'élevages. Celle-ci prend part dans la législation française et même européenne avec par exemple une obligation de mettre en place une analgésie pour la castration des porcelets, d'enrichir le milieu pour les porcs en bâtiments ou encore le contrôle systématique de l'absence de stress ou de douleur lors de l'abattage des animaux.

Une publication de 2022 dans la revue Sésame de l'INRAE juge l'élevage intensif incompatible avec un niveau suffisant de bien-être pour les animaux (596). Elle appuie sur le fait que ces systèmes reposent généralement sur des densités importantes qui majorent la probabilité de blessures mais également le développement de comportements « agressifs ou déviants » comme le cannibalisme. Ces chargements élevés amènent également à une diminution des mouvements des animaux réduisant la capacité d'exprimer l'ensemble de leur répertoire comportemental intrinsèque à leur espèce. Pour ce faire, il est impératif de donner la possibilité aux animaux d'agir sur leur environnement physique et social ce qui n'est pas possible dans des systèmes en claustration par exemple. Le bilan établi par cette étude est donc que les stratégies qui sont aujourd'hui développées en faveur du bien-être en élevage seraient insuffisantes : les pratiques ne sont pas toutes réellement contrôlées, les grilles d'évaluation comprennent des compromis pour pouvoir coller aux élevages industriels, la sélection génétique de certaines productions comme les poulets de chair standards vont au-delà des limites physiologiques des animaux etc. Une des solutions les plus évidentes consiste à privilégier des produits qui respectent tous les critères de BEA, notamment ceux issus d'élevage à plus faible densité d'animaux. Or, cette approche peut être mise en œuvre à l'échelle de l'ensemble de la population uniquement si nous réduisons notre consommation de produits d'origine animale.

Cependant, les élevages dits « extensifs » ne sont pas non plus sans risques de présenter des lacunes au BEA. En effet, les animaux sont plus exposés aux aléas

climatiques, au stress lors de la manipulation par l'éleveur ou encore aux prédatations (597). De plus, la FAO nous expose également le conflit qui oppose intensification des élevages et BEA mais apporte toutefois quelques nuances. Entre autres, la considération des systèmes en claustration comme incompatibles avec le bien-être dépend des critères établis en amont (598). En effet, si nous nous concentrons sur le concept d'absence de faim, de soif et de peur, ces systèmes ne vont pas à l'encontre du BEA (599).

Par ailleurs, la taille de l'élevage n'influerait pas sur le bien-être des animaux. Les élevages « plus petits » (seuil défini par type de production, pour un pays donné, et qui évolue avec le temps) ne seraient pas plus bénéfiques d'un point de vue BEA que des élevages de grande envergure. Une étude a montré qu'en élevage bovin laitier, il semblerait que sur plusieurs points, les « gros » élevages soient avantageux : plus de main d'œuvre, moins de réticence à l'intervention du vétérinaire (600). Cela va également de pair avec l'obtention de revenus souvent plus importants au sein de ce genre de système et non le reflet d'un manque d'investissement de la part des éleveurs. Cette même étude mentionne le fait que 83% des éleveurs laitiers interrogés, toutes tailles d'élevages confondues, considéraient le bien-être de leurs animaux comme un marqueur de succès de leur exploitation (601). Porcher (2001) observe également une grande implication affective d'une grande partie des éleveurs auprès de leurs bêtes, et même dans des élevages intensifs (602). Il y a ainsi une différence de la perception du BEA entre les citoyens et les professionnels sur le terrain.

Ainsi, du fait de la multitude de critères, il est difficile de prédire si un de nos scénarios répond réellement mieux que les autres au bien-être des animaux. Cependant, aux yeux de la société, plus un système est intensif, moins le BEA est respecté. Nous pouvons donc établir que les scénarios d'IM et à moindre mesure de l'ID ne permettent pas de répondre aux attentes sociétales en ce qui concerne le BEA, à l'inverse de l'AE. L'EI, quant à elle, essaye de concilier productivité et BEA en encourageant la mise en place de nombreuses mesures tenant compte du BEA tout en poursuivant l'élevage conventionnel. Enfin dans le scénario végétarien, la notion de BEA en élevage n'existe plus. Cependant la question se pose tout de même concernant le devenir et le bien-être des animaux d'élevage lors de la transition vers un tel scénario.

3. Rétablir une connexion entre consommateurs et monde agricole

En ce qui concerne la reconnexion souhaitée entre les éleveurs et les consommateurs, deux scénarios proposent de vraies solutions : l'AE et l'EI. En effet, nous l'avons vu, l'aspect social est bien présent dans le concept d'agroécologie qui défend de nombreuses valeurs. De plus, tout comme l'EI, le renforcement des commerces de proximité, de la « vente à la ferme » et mesures similaires permettraient selon eux de renforcer le lien entre le consommateur et le monde paysan au sens large. Le but serait alors à terme de réduire les conflits qui peuvent exister entre ces différents protagonistes allant des problèmes de cohabitation dans le voisinage à l'incompréhension des contraintes que subissent les agriculteurs dans l'accomplissement de leur travail (économiques, morales ...).

E. Enjeux du métier d'éleveur

1. Le métier d'éleveur : attractivité et maintien des emplois

Une autre préoccupation majeure quant au choix d'un scénario d'avenir pour l'élevage est la condition du métier d'éleveur. L'enjeu repose notamment sur le maintien des emplois agricoles et sur l'attractivité du métier.

Au cours du dernier siècle, l'agriculture s'est massivement industrialisée et intensifiée dans tous les pays du Nord, provoquant de nombreuses pertes d'emploi. En effet, dans les années 1980, lors de l'accélération de la mécanisation de l'agriculture, 2 millions de personnes se sont retrouvées sans emploi au cours du demi-siècle qui a suivi. Pour autant, ce phénomène a permis de développer d'autres secteurs comme les services ou encore l'industrie manufacturière en libérant de la main d'œuvre. Par conséquent, nous pourrions nous attendre à ce que le scénario IM présente une tendance comparable. Il est vrai que, dans cette perspective, le nombre d'exploitations agricoles devrait continuer de chuter au profit de l'agrandissement de celles restant en place. Cet agrandissement entraîne une augmentation des UTH (Unité de Travail Humain) nécessaires au fonctionnement des exploitations, provoquant une hausse de la demande en salariés. Cependant, cela ne compenserait pas forcément la diminution du nombre de chefs

d'exploitation et ainsi les emplois agricoles suivraient plutôt une tendance baissière. Dans le cadre de l'AE, des modélisations qui ont été réalisées ne prévoient aucune diminution du nombre d'emplois agricoles stricts. Les pratiques agroécologiques demandent en effet généralement plus de main-d'œuvre que l'agriculture conventionnelle et se diversifient pour intégrer les cultures aux systèmes d'élevage. Cela permet alors de compenser la réduction des activités d'élevage. Le scénario végan met quant à lui un terme à l'élevage et donc au métier d'éleveur. Il offre néanmoins de nouvelles opportunités dans l'agriculture végétale et dans les industries agro-alimentaires travaillant sur les alternatives et substituts aux protéines animales. Toutefois les données bibliographiques ne développent pas les conséquences d'un tel futur sur les emplois agricoles. Enfin, les scénarios EI et ID suivraient les tendances actuelles et ainsi nous pourrions nous attendre à une diminution du nombre de professionnels d'élevage. Celle-ci ne serait en revanche pas recherchée en tant que telle et serait avant tout due au vieillissement des éleveurs qui peinent à se faire remplacer.

Ce manque de renouvellement est en premier lieu expliqué par une mauvaise attractivité du métier d'éleveur. Or, celle-ci ne serait également parfaite dans aucun des scénarios. En effet, dans le cadre de l'IM et de l'ID, la gestion des élevages est plutôt intensive, une notion qui participe à la vision négative de la profession. Cependant, dans ces deux scénarios, la pénibilité du travail de l'éleveur est réduite car de nombreux investissements sont faits dans les technologies et dans l'optimisation de la production sans augmenter la charge de travail.

En ce qui concerne l'agroécologie, de prime abord, le métier paraît plus attractif car il répond à de nombreuses inquiétudes sociétales. Il crée des liens étroits entre les paysans, les consommateurs et les interprofessionnels du monde agricole. Cependant, ce scénario impose un retour vers la terre et une moindre utilisation des technologies et des machines agricoles, au profit du travail manuel. En contrepartie, l'éleveur se retrouve avec une charge de travail augmentée et pouvant parfois être plus difficile (physiquement...) qu'en élevage conventionnel. Néanmoins, toutes les structures agroécologiques n'aborderaient pas leur éventuelle transition de la même manière ; la proportion de travail manuel ne sera donc pas identique pour toutes. Le réseau Solidarité Paysans créé afin d'accompagner les exploitants agricoles en difficulté économique, technique, juridique et/ou sociale perçoit ce retour à une agriculture plus traditionnelle d'un œil positif (603). Selon eux, l'AE incarne un levier pour redynamiser des exploitations

agricoles fragilisées. L'agroécologie peut en effet devenir un outil d'amélioration des pratiques et d'organisation du travail lorsqu'elle est adaptée à l'exploitation et au projet de l'agriculteur alors qu'elle est souvent perçue comme une charge supplémentaire. Le processus qui leur permet de reprendre le contrôle de leur système via l'AE redonne du sens au métier de paysan en rétablissant leur autonomie décisionnelle. Ainsi, le travail paraîtrait moins pénible qu'il ne pourrait l'être.

En comparant du travail de la terre avec ou sans réduction de l'usage de pesticides, une étude a identifié 6 facteurs de pénibilité physique dont l'exposition aux agents chimiques, les gênes environnementales (vent, pluie, température, bruits), les vibrations, les postures à risque pouvant engendrer des troubles musculosquelettiques, la manutention de charges lourdes et enfin la répétition de gestes à une cadence élevée (604). Les résultats montrent que la proportion de temps passé dans des conditions pénibles est réduite dans les exploitations réduisant l'usage de produits phytosanitaires. Cela est vrai pour différentes filières végétales (culture, maraichage...) comme nous pouvons le voir dans la figure 70 même si les chiffres varient de l'une à l'autre. Ainsi, celles générant le moins de pénibilité sont les systèmes de grandes cultures notamment par une proportion plus importante de mécanisation du travail contrairement aux pratiques maraîchères. Ces résultats sont à prendre avec des pincettes dans le cadre notre écrit car ils n'évoquent pas le travail d'éleveur qui s'avère être différent sur bien des points de celui de maraîcher. Toutefois, la pénibilité au travail est commune à de nombreux métiers agricoles ce qui nous fournit des éléments de compréhension sur leur manque d'attractivité. De plus, le scénario AE accorde une place relativement centrale au travail de la terre au sein des activités d'élevage.

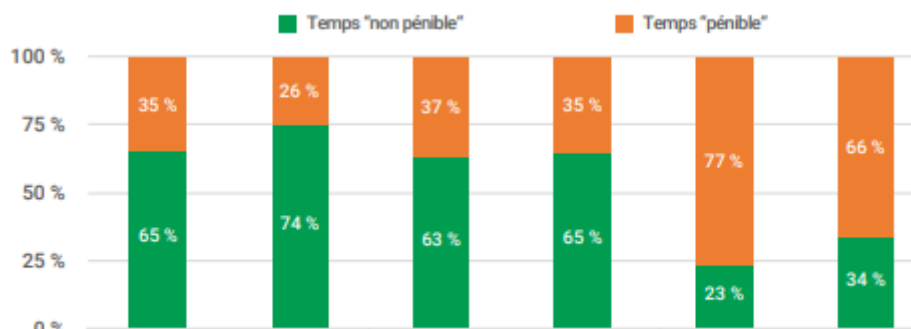


Figure 70 : Pénibilité au travail entre les systèmes conventionnels (SDR) et systèmes diminuant leur utilisation de phytosanitaires (SBI) (604)

Enfin, dans le cadre de l'EI, le métier d'éleveur est mieux valorisé qu'aujourd'hui car il essaye d'intégrer de nombreuses mesures répondant aux attentes sociétales. Les conditions de travail seraient quant à elles globalement similaires à celles de l'élevage conventionnel, excepté pour les éleveurs devant faire pâturer pour la première fois leurs animaux, qui voient alors s'ajouter du travail supplémentaire dans la gestion du pâturage.

2. Importance des technologies

En outre, le marché des technologies innovantes se développe aujourd'hui de plus en plus en élevage notamment afin de réduire la pénibilité au travail, dégager plus de temps aux agriculteurs, mais également afin de gagner en technicité. Nous avons eu l'occasion de voir que ces nouvelles technologies pouvaient s'inscrire théoriquement au sein de tous nos scénarios dans des modalités variables selon les publications. Elles permettraient alors, comme les robots de traite, de diminuer le temps passé sur la structure et de faciliter des tâches du quotidien. Cependant, ces outils sont souvent énergivores. Or, avec la crise de l'énergie à venir, baser le développement de notre agriculture de demain sur l'utilisation de technologies de ce type paraît ambitieux voire absurde selon certains auteurs (555, 605). En effet, comment pouvons-nous considérer notre nouveau système comme durable si nous l'avons créé avec toujours plus de dépendances à des ressources non-renouvelables ?

Il est cependant possible et même probable que ces technologies fassent malgré tout partie du paysage du futur de l'élevage pour aider notamment à la gestion zootechnique de la santé et de la reproduction, comme le suivi des chaleurs ou encore à la détection des affections respiratoires chez les porcs (606). Toutefois, leur prix d'achat souvent élevé (plus de 25 000 €) peut constituer un frein à l'investissement. La possibilité de favoriser les systèmes d'élevage de grande envergure possédant plus de fonds monétaires est donc importante. Ainsi, les répercussions dépendraient du scénario adopté : ce point serait valorisé par l'IM et l>ID qui défendent une certaine intensification à leur manière, alors qu'il serait déprécié par l'AE. L'EI n'est également pas incompatible avec le développement des technologies en élevage. En ce qui concerne le scénario végétarien, il ne dévoile pas clairement de stratégie face à ces nouvelles technologies mais serait pour autant susceptible de suivre les modèles intensifs puisque cette prospective

est basée sur une généralisation des grandes cultures à l'échelle mondiale. De plus, il faut également rappeler que ces nouveaux outils constituent de nouveaux intrants pour l'élevage. Ainsi, le scénario AE qui propose de réduire ces derniers se retrouve face à une situation délicate quant à la décision ou non d'intégrer ces technologies. De fait, pour Philippe Mauguin, P.D.G de l'INRAE, « le numérique est intéressant dans une approche agroécologique » alors que pour d'autres, la montée des technologies de pointes représenterait un intrant supplémentaire pour le paysan dont le travail dépend d'ores et déjà d'énormément de facteurs, le rendant ainsi tributaire d'un élément de plus (555, 607). Pour autant, ôter la possibilité à des éleveurs d'investir dans des outils facilitant possiblement leur quotidien ne semble pas envisageable. De ce fait, nous en arrivons donc à la conclusion que ces nouvelles technologies devront dans l'idéal aider à la transition choisie mais ne pas en constituer le socle de développement sous peine de tomber dans une approche « technosolutionniste ». Ce concept défend l'idée selon laquelle l'innovation technologique pourrait résoudre les crises sociales ou encore écologiques. Il peut être étendu à tout secteur se basant sur ces innovations afin de tenter de répondre aux enjeux auxquels ils font face. Les controverses liées à cette approche sont liées, au-delà du coût économique et énergétique qu'elle représente, au fait qu'elle occulte le problème de départ en tentant de trouver des solutions très terminales et souvent incomplètes (608).

Enfin, un des autres risques inhérents est de parvenir à un « *deskilling* », notion selon laquelle les technologies utilisées sont si performantes qu'elles amènent à réduire les réflexions intellectuelles de la part de l'utilisateur (ici l'agriculteur) (555). De fait, si la technologie utilisée est trop performante, elle nuit aux capacités de réflexion de l'humain qui l'utilise, qui se repose alors complètement sur elle. Les technologies doivent venir en aide, accompagner, et non pas remplacer le travail de l'éleveur (566).

F. Les enjeux sanitaires

1. Lutter contre les maladies infectieuses et les zoonoses

En ce qui concerne l'aspect sanitaire de tous ces scénarios, plusieurs points sont à détailler. Tout d'abord, en termes de biosécurité, les 5 prospectives ne sont pas équivalentes. Le scénario végétarien est exclu de cette comparaison étant donné qu'il ne

comprend plus réellement de notion de biosécurité mais un contrôle de la faune sauvage. Le scénario d'IM est en théorie le plus optimal sur le papier puisqu'il limite les interactions entre les animaux des différents élevages et également celles avec la faune sauvage, vectrice de maladies, en regroupant un maximum les bêtes dans des élevages hors-sol. Il permet également l'application de règles de biosécurité strictes. Pour autant, la concentration des animaux permet également aux maladies de diffuser très rapidement au sein de l'exploitation. De fait, pour rappel, en 2020 la Chine a dû abattre 200 millions de porcs soit la moitié de ses élevages à la suite de la propagation de la Peste Porcine Africaine. L'épidémie de PPA dans les élevages chinois illustre donc parfaitement cette problématique. L'ID permet également l'application de nombreuses mesures de biosécurité.

L'EI et l'AE proposent quant à eux de valoriser les ruminants au pâturage et des accès à l'extérieur pour les volailles et les porcs (AE). De fait, en augmentant la proportion d'animaux élevés à l'extérieur, au pâturage, les risques de transmission de maladies entre les troupeaux ou avec la faune sauvage locale sont multipliés. Or, l'enjeu sanitaire est crucial pour envisager l'élevage de demain. Certaines productions comme celles des monogastriques, très sensibles aux pathogènes, se trouvent déjà régulièrement touchées par des maladies hautement mortelles voire zoonotiques alors que les élevages font d'ores et déjà preuve d'un haut niveau de biosécurité. Il est donc difficile d'envisager une augmentation de la proportion d'élevages extensifs sans générer de graves problèmes sanitaires. Quelques mesures spécifiques de biosécurité peuvent toutefois être appliquées. En voici quelques exemples :

- Mise en place de doubles clôtures pour les porcs (ou simple électrifiée) et les ruminants. Pour les porcs, la deuxième clôture doit être fixe et grillagée (obligatoire) afin d'empêcher au maximum les interactions avec, entre autres, les sangliers. Ces mesures n'empêchent pas la contagion de maladies par le vent (fièvre aphteuse) ou les insectes.
- Mise en hauteur des points d'eau pour que la faune sauvage ne puisse pas s'abreuver

Ces mesures sont toutefois pour certaines difficiles à établir selon les contraintes topographiques et sont souvent coûteuses. Elles ne permettent également pas de faciliter la gestion du pâturage comme la rotation des parcelles. De plus, les règles de biosécurité, hautement respectées surtout en élevage de monogastriques, perdent un peu de leur

sens concernant les élevages plein-air (eaux de ruissellement ...). De fait, ce type d'élevage ne peut, par définition, être totalement isolé de l'environnement extérieur. Certaines alternatives sont réfléchies afin de trouver de meilleures adaptations contre la faune sauvage comme l'utilisation de chiens de troupeau ou encore des tirs de défense (609). Néanmoins, elles sont loin d'être répandues aujourd'hui et pas toujours efficaces. Cela ne facilite donc pas le déploiement des stratégies défendues par l'AE, et dans une moindre mesure par l'EI.

2. Intégration de la santé et concept de One Health

L'intégration de la santé au sein des élevages est faisable dans les quatre scénarios. La seule grande différence est que l'IM, contrairement aux trois autres, ne va pas forcément tenir compte de l'environnement dans la santé de l'élevage et ne devrait donc pas totalement appliquer le concept « One Health ». L'AE est celui utilisant au mieux ce concept et la gestion intégrée de la santé est une notion primordiale dans ce scénario (157). De plus, certaines mesures de lutte face aux résistances aux anti-microbiens et anti-parasitaires reposent sur la gestion du pâturage et la robustesse des animaux, deux notions présentes dans les scénarios AE et EI. Cependant, en système hors-sols, les animaux sont beaucoup moins confrontés que dans des systèmes herbagers à certains de ces parasites connus pour développer des résistances (strongles digestifs...).

G. Enjeux environnementaux

Un des enjeux incontournables à envisager pour l'élevage de demain est bel et bien l'impact environnemental que générera le scénario choisi. Les liens entre l'élevage et l'environnement sont de nature très variés et généralement interconnectés comme nous avons eu l'occasion de le voir. Il est donc difficile de comparer point par point les différents scénarios sur ce plan-là. Nous essayerons tout de même de proposer une vision d'ensemble permettant au lecteur de développer sa propre opinion sur le sujet.

1. Emissions de GES

Un des premiers enjeux environnementaux que nous pouvons aborder concerne les émissions de GES issues de l'agriculture. Certaines études sur les élevages bovins intensifs montrent qu'à l'échelle d'un individu, les émissions de méthane peuvent être réduites. Malgré tout, l'effet est bénéfique uniquement si le nombre d'animaux par exploitation n'augmente pas. En effet, même si pour un animal donné, celui-ci émet moins de CH₄, à l'échelle des élevages et du pays, les émissions ne pourront pas nécessairement être réduites si le nombre de bêtes continue d'augmenter. Ainsi, dans le cadre du scénario IM, prévoyant une hausse du cheptel national, les émissions de GES mondiales liées à l'agriculture pourraient être jusqu'à 50% supérieures en 2050 en comparaison à 2010 (511). En 2019, l'ECF (European Climate Foundation) a présenté plusieurs scénarios sur l'agriculture future et a comparé leur impact sur les émissions de GES d'ici 2050 (610). Ils en conviennent que proposer des mesures afin d'améliorer l'efficacité des productions et augmenter la séquestration du carbone, sans changement dans les productions ni modification d'usage des terres, ne permet pas une diminution suffisante des rejets de GES. Cependant, en couplant ces mesures avec une diminution de l'utilisation des intrants, ces émissions pourraient être réduites de 46% d'ici 2050, voire jusqu'à 83% en changeant d'usage des terres pour plus de forêts et de prairies permanentes permettant ainsi d'augmenter le stockage du carbone. Le *land sparing* permet ce deuxième cas de figure. Ainsi, si l'EI permet de diminuer en partie ces émissions, c'est dans une moindre mesure comparée à l'ID. En 2019 également, le syndicat agricole anglais NFU (Nationale Farmer's Union) a publié un rapport énumérant les trois piliers permettant d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2040 et a estimé la réduction des émissions de GES engendrée par chacun d'entre eux (611). Le premier consiste à améliorer l'efficacité afin de produire autant voire plus en diminuant l'utilisation d'intrants, ce qui permettrait d'économiser 11.5 Mt de CO₂ équivalent par an. Le second repose sur le développement de terres permettant de stocker le carbone et réduirait les émissions annuelles de 9 Mt de CO₂ équivalent. Enfin la troisième mise sur la bioéconomie, c'est-à-dire l'utilisation des bioénergies et d'une meilleure utilisation des ressources carbonées. Ce pilier permet la réduction la plus importante des émissions pouvant dépasser les 26 Mt de CO₂ équivalents par an d'économies. En plus de promouvoir ces trois piliers, l'AE repose également sur une diminution du nombre

d'animaux d'élevage et de la consommation de protéines animales. Ainsi ce modèle agricole regroupe toutes les pratiques bénéfiques permettant une réduction maximale des émissions de GES. L'AE apparaît donc être le scénario répondant au mieux à cet enjeu. De plus, plusieurs des moyens de lutte contre ces émissions évoqués dans le chapitre 2 (cf. Chapitre 2.5.A.3.c.) peuvent être appliqués dans ces scénarios (vaccins, alimentation...).

Enfin, le scénario végan génère les économies les plus importantes de GES par l'arrêt total de l'exploitation des animaux de rente. En ce qui concerne les substituts végétaux, de nombreuses études analysant les cycles de vie de différents végétaux et substituts à la viande estiment que les émissions globales de GES avoisinent les 2 kg eq. CO₂/kg (par exemple, 1.7 kg eq. CO₂/kg en moyenne pour Shanmugam *et al.* (2023) (612)), soit 3 à 30 fois moins que pour la production de viande (338). De plus, la majorité de ces émissions se font sous forme de CO₂, à la différence de l'élevage pour lequel le CH₄ prédomine. Toutes les étapes de production de ces substituts participent à ces émissions, de la culture des matières premières à la distribution des aliments, en passant par toutes les étapes du processus de fabrication. Les aliments Quorn® (mycoprotéines) ont quant à eux une empreinte carbone proche de la viande de poulet (3.6 à 5.5 kg eq. CO₂/kg), en lien avec les processus de fabrication. Les émissions engendrées par la production de viande cultivée sont difficilement estimables car elles dépendent des technologies utilisées dans leur processus de fabrication (613). Ces dernières devraient cependant être plus faibles que pour la production de viande de bœuf, mais plus élevées que pour les alternatives végétales ou la production de poulet. La haute demande en énergie et nutriments nécessaires à sa culture sont les principales sources de rejet de GES sous forme de CO₂. De plus, Reynolds *et al.* (2023) ont montré qu'arrêter complètement la viande en la remplaçant par des alternatives végétales réduisait les émissions de GES de 6 à 9% par rapport aux régimes respectant les recommandations internationales de consommation de viande (614). Ainsi, un régime 100% végétalien basé sur les alternatives aux produits animaux permettrait de réduire les émissions d'1 Gt de CO₂ d'ici 2035 ce qui représenterait une diminution de 60% des GES issus de notre alimentation (585, 615). Toutefois, quelques nuances sont nécessaires. Les économies de GES qui semblent être modélisées tiennent compte du modèle agricole actuel alors que nous pouvons tout de même penser que quelques modifications dans nos modes de fonctionnement se joindraient à une généralisation des cultures végétales.

2. Pollution de l'eau, de l'air et des sols par l'azote et le phosphore

Résumer le réchauffement climatique aux émissions de GES amène à trouver des solutions qui peuvent aggraver les autres problématiques environnementales, comme la pollution de l'eau, de l'air ou encore la chute de biodiversité (295).

De fait, si nous nous concentrons cette fois sur la pollution exercée par les différents types de scénarios, les résultats sont moins contrastés. L'IM est en tête en augmentant toujours plus son usage d'intrants, aggravant la qualité des sols, polluant les cours d'eau, majorant les phénomènes d'eutrophisation, augmentant la difficulté de gestion de la quantité d'effluents... La liste est longue ; elle est le prix à payer lorsque nous regardons uniquement la productivité sans tenir compte du reste. Toute cette pollution est encore présente mais un peu plus faiblement dans un futur tourné autour de l'ID. Concernant l'N et le P, ce scénario possède un impact plus faible que l'IM car il peut utiliser de l'azote issu de méthaniseurs plutôt que des fertilisants chimiques.

La pollution azotée et phosphorée est bien moindre pour l'EI et surtout pour l'AE. En effet, les deux scénarios mettent en place de nombreuses mesures afin d'améliorer le stockage et l'utilisation d'azote dans les cultures (récupération régulière du lisier...), voire de s'en passer concernant l'AE qui mise sur le bouclage des cycles grâce au pâturage. Enfin, le scénario végan serait une catastrophe en termes de pollution à l'azote et au phosphore. Sans déjections animales, une hausse de l'utilisation d'intrants chimiques serait attendue contribuant à une aggravation de l'ouverture des cycles de l'azote et du phosphore.

3. Tous misent sur l'amélioration de l'efficacité, mais à des fins différentes

En ce qui concerne l'efficacité en élevage, nous avons pu voir que son amélioration pourrait être un atout soit pour poursuivre l'intensification, soit pour minimiser l'utilisation d'intrants alimentaires. En effet, selon les scénarios, l'approche n'est pas la même. Ainsi, l'IM et l'ID préféreront une vision productiviste de l'efficacité, ce qui n'est pas forcément couplé à une forte diminution des intrants. En revanche, pour l'AE, les choses sont différentes : l'amélioration de l'efficacité a ici pour but de maintenir un certain seuil de

production tout en utilisant le moins possible d'intrants. Cela amène à réduire les impacts de l'élevage sur son environnement puisque nous y observerions une très forte diminution – voire un arrêt - de l'usage de fertilisants et de pesticides pour les cultures à l'origine de l'alimentation animale. L'EI mise également beaucoup sur une amélioration de l'efficacité. Dans ce scénario, le but est de maintenir la production à un niveau similaire à celui actuel tout en diminuant les intrants. L'objectif n'est pas de se passer des intrants comme c'est le cas pour l'AE mais d'en diminuer leur utilisation ou du moins de les introduire de manière plus respectueuse de l'environnement. Par exemple, l'utilisation de fertilisants issus de la méthanisation permet de remplacer les engrais chimiques avec des engrais plus naturels et participent ainsi à tenter de boucler les cycles de matière. Enfin, dans le scénario végétal, l'efficacité peut être améliorée au niveau des productions végétales, plutôt dans une logique productiviste.

4. Impact sur la biodiversité

La biodiversité est généralement la problématique environnementale laissée pour compte. Cela est notamment dû au fait que ses bénéfices sont les plus indirects. Cependant, elle représente un atout indéniable en fournissant de nombreux services écosystémiques, à la condition qu'un haut niveau de biodiversité soit maintenu (295). Selon Therond et al. (2017), 3 principes précipitent la chute de la biodiversité (616) :

- L'augmentation de taille des exploitations
- La diminution du nombre d'espèces cultivées
- La simplification des structures paysagères

A la différence de l'IM ou du scénario végétal, aucun de ces éléments ne figure dans un scénario agroécologique. Pour rappel, la stratégie adoptée par l'AE pour l'organisation de ses territoires est le *land sharing*. Pour autant, l'approche du *land sparing* utilisée par l'ID possède un statut ambivalent en ce qui concerne la biodiversité. De fait, comme nous l'avons dit un peu plus haut, il semblerait que les deux stratégies possèdent des avantages et qu'une association serait la plus bénéfique (566). Ces deux approches peuvent être appliquées en simultanée dans le cadre de l'AE mais également de l'EI. Concernant ce dernier, toutes les règles environnementales instaurées permettent une meilleure cohabitation entre agriculture et biodiversité, mais toujours dans une moindre mesure en comparaison avec l'AE.

Toutefois, il existe des points de tensions entre l'élevage et la biodiversité. C'est le cas de la cohabitation entre les animaux d'élevage et les prédateurs sauvages qui est actuellement pointée du doigt par certains éleveurs. De fait, certains n'osent plus amener leurs bêtes sur certains alpages du fait de la présence trop conséquente de prédateurs. Cette cohabitation serait en effet difficile dans les scénarios encourageant l'extensification des élevages tels que l'AE et l'EI.

5. Une hétérogénéité dans les services écosystémiques rendus par l'élevage

L'élevage joue également un rôle écologique. En effet, il rend de nombreux services environnementaux. Par exemple, il participe à l'entretien de certains espaces et valorise des territoires comme en montagne. Pour ce faire, plus un animal sera élevé au pâturage, plus il sera apte à rendre des services écosystémiques. Ainsi, l'IM et le scénario végétal ne répondent pas à cet enjeu. Ce sont l'EI mais surtout l'AE qui permettent de développer les services écosystémiques rendus, en remplaçant le pâturage au cœur des systèmes d'élevage. Enfin, l'ID répond partiellement à cet enjeu, car elle n'incite pas nécessairement les ruminants à pâturer, au contraire, mais tout en ne s'y opposant pas formellement non plus.

6. S'adapter au réchauffement climatique

Le dernier enjeu auquel sera confronté l'élevage de demain est son adaptation au réchauffement climatique. Celui-ci est très lié aux rejets de GES et son impact sera plus ou moins grand selon le bilan carbone des sociétés futures. Une augmentation de la température atmosphérique aux multiples répercussions sur le climat tel que l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des aléas climatiques (sécheresses, canicules, inondations, périodes de gel tardif...) impactant directement l'agriculture est attendue. L'organisme des animaux est mis à rude épreuve lors de périodes de fortes chaleurs ou de sécheresse. Les cultures servant notamment à les nourrir sont également très sensibles aux aléas climatiques. Un autre point problématique est également la raréfaction des ressources en eau.

De tous nos scénarios, l'agroécologie est le plus apte à surmonter toutes ces problématiques. En effet, ses modes de production sont tous en relation les uns des autres et misent sur la culture et l'élevage d'espèces plus rustiques, permettant une meilleure adaptation face aux aléas climatiques et une moindre utilisation d'eau. De plus, l'AE diminue le rendement intrinsèque d'une production donnée comme le lait mais améliore la robustesse du système permettant à terme d'augmenter la production globale. Par exemple, développer l'élevage de vaches de races à production mixte (lait et viande) permet de posséder des animaux plus résistants aux phénomènes météorologiques extrêmes. Il existe toutefois des limites, notamment concernant le bétail au pâturage. En effet, la problématique de l'eau y est d'autant plus forte que de nombreuses prairies ne possèdent pas de points d'eau. Ainsi l'éleveur doit en apporter en permanence, et encore plus fréquemment lors de fortes chaleurs où les besoins en eau des bêtes augmentent.

Le scénario IM mise sur les espèces les plus productives, et cherche à développer la performance des individus, au détriment de la robustesse. Cependant, à la différence de l'AE, dans un tel futur, le secteur agricole a de grandes possibilités d'investissements dans des technologies permettant d'adapter les infrastructures et les techniques de production face aux aléas climatiques. Par exemple, les bâtiments d'élevage peuvent s'équiper d'installations (ventilateurs, arroseurs...) permettant de rafraîchir les animaux (423). Pour autant, ces solutions sont souvent coûteuses, énergivores, consommatrices d'eau et peu adaptées à l'élevage plein air. En réalité, face aux élevages intensifs, les aléas climatiques vont surtout impacter l'alimentation du bétail en entraînant de mauvaises récoltes de céréales et de fourrage (diminution de la quantité et de la qualité nutritive). L'utilisation de l'eau « bleue » (cf. Chapitre 1 III.A.3.b.) pour l'irrigation des cultures devrait augmenter, en particulier en raison des cultures qui en consomment le plus, comme le maïs et le blé, essentielles dans l'alimentation des animaux d'élevage dans un tel système (563). De plus, le scénario IM se contextualise dans un monde fortement industrialisé et mondialisé, et ainsi nous pouvons imaginer qu'il s'inscrit dans un futur où la hausse des températures atmosphériques dépasse les + 1.5°C. Les aléas climatiques seraient alors bien plus fréquents et intenses que dans les autres scénarios, et donc les conséquences bien plus dramatiques.

L'ID mise également sur la productivité des systèmes agricoles. Ainsi, il rencontre globalement les mêmes avantages et inconvénients que pour l'IM, excepté concernant la

gestion de l'eau. En effet, les systèmes agricoles produisent autant voire plus qu'aujourd'hui avec moins de terre et d'individus, ce qui permet de réduire la quantité d'eau nécessaire à la production d'un kilo de viande, de lait ou de céréales. Le consensus FABLE (2020) estime qu'en comparaison avec les tendances actuelles, ce scénario permettrait une économie de plus de 8000 mètres cubes d'eau par an d'ici 2050 (563).

L'EI garde une bonne productivité et développe des technologies et méthodes afin de minimiser l'impact des aléas climatiques sur les productions végétales et animales. De plus, la notion de robustesse n'est pas totalement négligée dans ce scénario. En effet, si les animaux sont premièrement sélectionnés sur la productivité, des génotypes plus robustes peuvent également être développés dans le but de s'adapter au changement climatique. Ainsi un compromis entre production et robustesse peut – et doit – être trouvé.

Enfin, le scénario végan est également sensible face aux aléas climatiques. En effet, afin de nourrir le monde, de nombreux végétaux sont sélectionnés sur leur productivité et leur rendement. De plus, l'utilisation d'eau resterait importante dans les cultures de céréales (blé, riz, maïs) à destination de l'alimentation humaine. Cependant les chiffres sont très variables d'une publication à une autre. Comme nous avons pu le voir, un régime végétarien peut comprendre une grande variété de sources de protéines dont les demandes en eaux lors de leur fabrication ne sont pas identiques pour chacune d'elles. Ainsi, Fresàn *et al.* (2019) ont par exemple montré que la production d'un kilo d'alternatives végétales à la viande nécessite en moyenne un apport de 3 800L d'eau « bleue » (617). Dorgbetor *et al.* ont également montré qu'à quantité de protéines équivalentes, un poulet pouvait consommer moins d'eau que des légumineuses ou des noix. Cette fois, c'est la consommation d'eau globale et non bleue qui est prise en compte. Il est donc difficile d'avoir un avis unique sur la question (584).

Ainsi, plusieurs approches sont développées afin de permettre de rendre les élevages plus résilients face au réchauffement climatique. Pour autant, ces solutions sont souvent coûteuses, énergivores, consommatrices d'eau et peu adaptées à l'élevage plein air. Ainsi, la robustesse élargit le champ des possibles pour permettre de rendre les activités d'élevage soutenables dans ce contexte environnemental. L'ensemble des scénarios peuvent intégrer quelques notions de robustesse lors de leur mise en place. Cependant, l'AE et l'EI sont les plus susceptibles de lui accorder une place plus importante dans leur transition, car cela s'aligne mieux avec leurs autres objectifs.

III. Conclusion de la partie 3

L'étude de ces cinq scénarios nous permet de comprendre qu'aucun n'est parfait. Aucun d'entre eux ne répond simultanément et parfaitement à tous les enjeux auxquels sera confronté l'élevage de demain. Ainsi tout est une question de compromis et de l'importance accordée à chacun de ces enjeux. Cela correspond in fine à un choix de société.

Deux scénarios semblent cependant bien moins répondre aux problématiques futures que les autres : l'IM et le végétal. Concernant le premier, les conséquences sur l'environnement peuvent être catastrophiques et son manque de considération pour le réchauffement climatique, les attentes sociétales et une future pénurie en énergies fossiles le rendent difficilement applicable sur le long terme. Concernant le deuxième, le principal point de blocage réside dans l'acceptation sociétale d'un tel scénario, une trop grande partie des citoyens étant encore attachés à la consommation de produits animaux et en faveur de l'élevage. De plus, des incertitudes demeurent quant au fait d'assurer la sécurité alimentaire à différentes échelles (locales à mondiales) et de s'adapter aux aléas (climatiques, économiques...). De même que pour l'IM, finalement un tel scénario provoquerait une industrialisation de l'agriculture et la transition depuis le monde agricole actuel serait très compliqué voire très risquée économiquement et socialement parlant.

L'AE, l'EI et l'ID seraient ainsi les trois scénarios les plus envisageables. Concernant le premier, la transition depuis l'élevage conventionnel constitue un gros désavantage par rapport aux deux autres. Celle-ci devrait se réaliser sur plusieurs années et implique un changement radical de l'économie et de l'organisation de nos sociétés, ce qui implique de nombreux risques socio-économiques et une difficulté d'acceptation de la part de certains éleveurs. Un travail conjoint entre les sciences agronomiques et les sciences économiques humaines et sociales doit être entrepris. L'ID et l'EI sont tous les deux intermédiaires entre intensification de l'élevage et agroécologie. Ils répondent partiellement aux enjeux écologiques mais dans une moindre proportion que l'AE. Cependant, contrairement à celui-ci, ils continuent d'encourager une certaine productivité et la transition depuis les systèmes actuels est beaucoup plus douce.

Finalement, l'évolution future de l'élevage pourrait s'inspirer de tous les scénarios à la fois. Plusieurs mesures évoquées parmi nos cinq scénarios peuvent être appliquées

simultanément. Rien n'empêche non plus pour l'élevage de commencer d'évoluer vers un scénario puis de changer de direction vers un autre au fur et à mesure que le temps passe. Par exemple, l'AE et l'EI peuvent être complémentaires (618). Nous pourrions ainsi appliquer simultanément plusieurs principes évoqués dans ces deux situations ou encore organiser une transition agroécologique par étape en passant dans un premier temps de l'élevage conventionnel au scénario EI puis vers le scénario AE dans un deuxième temps.

Cependant, tous ces scénarios ont une limite de taille en commun : la coopération internationale. En effet, aucune des perspectives présentées ici ne peut fonctionner si l'Europe voire le monde entier n'acceptent de rentrer dans des systèmes similaires. Par exemple, imposer une agriculture agroécologique en France uniquement et pas dans les autres pays ne serait économiquement pas viable, et n'aurait que peu de conséquences environnementales. A fortiori, l'UE tient une place essentielle dans l'agriculture française, entre autres grâce à son marché unique et aux aides PAC. Ainsi la transition vers l'un des scénarios devra être - si ce n'est amorcée – soutenue par celle-ci. Les politiques publiques françaises et européennes ont alors un rôle capital à jouer sur l'avenir de l'élevage et même de l'agriculture au sens large. La coopération ne concerne pas que les nations entre elles mais également tous les secteurs économiques au sein des pays. On ne peut révolutionner l'Agriculture si les transports ou encore l'industrie ne suivent pas la même logique.

Pour affronter tous ces enjeux, le maître mot est l'« anticipation ». La plupart des enjeux, qu'ils soient climatiques, énergétiques, économiques, sociaux ou encore sanitaires, n'ont pas une survenue soudaine et peuvent être considérés comme une bombe à retardement. Ainsi les mesures doivent être appliquées le plus tôt possible afin de prévenir les conséquences – parfois désastreuses – de ces aléas. In fine, la plus grande difficulté consiste à changer le système actuel. Dans son livre « le Réalisme capitaliste », Mark Fisher, un essayiste et philosophe britannique cite Frederic Jameson (critique littéraire américain) et Slavoj Žižek (philosophe slovène), en remarquant qu'« il est plus facile d'imaginer une fin du monde que celle du capitalisme » (619).

Ci-dessous, plusieurs tableaux résument toutes les différences et les points communs de ces cinq scénarios. Le premier, tableau 9, compare les différences chaque scénario dans leur organisation et mise en place à partir de l'élevage conventionnel actuel. Le second, le tableau 10, résume la réponse de ces scénarios face à chaque enjeu.

Bilan scénarios : mise en place	Scénario 1 : Industrialisation (IM)	Scénario 2 : agroécologie (AE)	Scénario 3 : Intensification durable (ID)	Scénario 4 : Écologie intensive (EI)	Scénario 5 : alternatives à l'élevage (Végan)
Productivité (animale et végétale, par individu)	Augmentée	Diminuée	Augmentée	Stable à augmentée	Stable à augmentée pour les cultures
Production (animale et végétale)	Augmentée	Diminuée puis potentiellement stable à augmentée	Stable à augmentée	Stable à diminuée	Cultures : augmentée Elevage : stoppée
Usage des terres	Land sparing et intensif	Land sharing	Land sparing	Variable	?
Consommation de produits animaux	Stable à augmentée	Fortement diminuée	Stable à diminuée	Plutôt diminuée	Arrêt
Spécialisation	Poussée	Faible	Poussée	Raisonnée	Poussée
Difficulté de Mise en place	+	+++	++	++	+++
Durée de transition pour atteindre une certaine stabilité	Rapide à moyenne	Longue	Rapide à moyenne	Rapide à moyenne	Longue
Usage des intrants	++	-	++	+	++ (pour les cultures)
Recyclage des déchets et économie circulaire	-	++	+	++	+/-
Services écosystémiques de l'élevage	-	++	- à +/-	+	-

Participation aux échanges mondiaux	+++	+/-	++	+	+ à ++
--	------------	------------	-----------	----------	---------------

Tableau 9 : Comparaison de la mise en place des cinq scénarios par rapport aux systèmes conventionnels actuels

Bilan scénarios : enjeux		Scénario1 IM	Scénario2 AE	Scénario 3 ID	Scénario 4 EI	Scénario 5 Végan
Enjeux politico-économiques						
Compétitivité internationale		++ Intensification et forte productivité	- à +/- peu concurrentiel face au système conventionnel	+ à ++ Intensivité et Bonne productivité	+ Bonne productivité	+ Concernant les productions végétales
Assurer la sécurité alimentaire	Echelle locale et nationale	++ puis +/- Forte production mais moins durable sur le long terme	+/- puis + Mise sur les productions locales, mais difficile lors de la mise en place	+ puis +/- Bon niveau de production mais possiblement moins durable sur le long terme	+ Bon niveau de production et système plutôt durable	+/- Bon niveau de production végétal mais fragilité face aux aléas climatiques et possibilité de certaines carences
	Echelle européenne		+/- Possible si système adopté par le monde entier			- Difficile pour les pays pauvres ou peu adaptés aux cultures
	Echelle mondiale					

Diminution de la concurrence entre alimentation humaine et animale	- Aucune, non recherché dans une logique productiviste	++ Forte, un des piliers du scénario	- à +/- Moyenne, pas la priorité mais en partie possible	+/- Moyenne, pas la priorité mais en partie possible	++ Cultures uniquement dédiées à l'alimentation humaine	/
Enjeux énergétiques						
Faire face à la crise énergétique	Utiliser des bio-énergies	- à +/- Ne mise quasiment que sur le pétrole, mais pas incompatible	++ Encouragé par ce scénario	+/- à + Possible	++ Encouragé par ce scénario	- à +/- Concurrence alimentation humaine, mais pas incompatible
	Dépendance au pétrole	++ Forte	- Faible	+ Moyenne	+ Moyenne	++ Forte
Enjeux sociaux et sociétaux						
Prise en compte du BEA	- Aucune	++ Forte, système très extensif	++ Forte, système très extensif	+/- Possible mais pas la priorité	+ Bonne, mesures en faveur	/
S'adapter aux consommateurs et à leurs modes de consommation	+ Nombreux moyens permettant de s'adapter à la demande	+ Possible que si changement des modes de consommation	+ Possible que si changement des modes de consommation	+ Nombreux moyens permettant de s'adapter à la demande	+ Globalement à l'écoute du consommateur	- Beaucoup de personnes apprécient les produits animaux

Renouer les liens entre citoyens et éleveurs	- Image négative de l'élevage intensif	+ à ++ Image positive, possible que si liens renoués	- Image négative de l'élevage intensif	+/- à + Image plus positive de l'élevage qu'actuel	/
Rendre le métier d'éleveur plus attractif	+/- Image négative de l'élevage intensif	+/- Peur d'une plus grande pénibilité du métier	+/- Image négative de l'élevage intensif	+/- Encore associé aux systèmes conventionnels	/
Réduire la pénibilité du travail	+ Basé sur les technologies et la R&D	- Peu de mécanisation et de technologies	+ Importance des technologies et de la R&D	+/- Technologies encore acceptées mais plus de travail	/
Assurer une rémunération adéquate	+ Prix dépendants des marchés mais privatisation	+ Promotion de la vente locale et de vendre au juste prix	+ Prix dépendants des marchés mais forte production	+ Valorisation des mesures pro-BEA et écologiques	/
Enjeux sanitaires					
Faire face aux maladies contagieuses et zoonotiques	+ Normes strictes de biosécurité	- à +/- Contact facilité avec la faune sauvage	+ Normes strictes de biosécurité	+/- à + Pas de changement par rapport aux systèmes actuels	/

Gestion intégrée de la santé, concept de « One Health »	+/- Gestion intégrée mais délaisse certaines mesures du concept « One Health »	++ Forte, applique tous ces principes	+ Bonne applique la majorité de ces mesures	++ Forte, applique tous ces principes	/
Enjeux environnementaux					
Diminution des émissions de GES	- Légère, pas la priorité	++ Forte, un maximum de mesures en sont dédiées	+ Bonne, stratégie du land sparing avec puits de carbone	+/- à + Correcte, Plusieurs mesures en faveur	++ Forte, absence d'élevage
Réduction des pollutions (exemple du phosphore et de l'azote)	- Aucune, n'en tient pas compte	++ Forte, un maximum de mesures en sont dédiées	+/- Difficile car élevage plutôt intensif	+ Bonne, nombreuses mesures dédiées	- Difficile, forte utilisation d'engrais chimiques
Préservation de la biodiversité	- Aucune, n'en tient pas compte	++ Forte, un maximum de mesures en sont dédiées	+ Bonne, stratégie du land sparing	+/- Moyenne, pas la priorité	- Difficile, incompatible avec les cultures intensives
Gagner en efficacité alimentaire et protéique	+ Vise une optimisation de l'efficacité	++ Vise une amélioration de l'efficacité	+ Vise une optimisation de l'efficacité	++ Vise une amélioration de l'efficacité	/

S'adapter au RC et aux aléas climatiques	Hausse des températures et canicule	+ Nombreux moyens de lutte en bâtiment	+/- Lutte difficile au pâturage	+ Nombreux moyens de lutte en bâtiment	+/- à + Nombreux moyens de lutte en bâtiment mais limités au pâturage	+/- Végétaux sensibles aux fortes températures
	Ressources en eau	- Système très gourmand en eau	+ Usage raisonné de l'eau	+/- Grand besoin en eau	+/- Grand besoin en eau	- Système très gourmand en eau
	Robustesse	- Mise sur la productivité	++ Mise sur la robustesse	- Mise sur la productivité	+/- à + Compromis entre robustesse et productivité	/

Tableau 10 : Comparaison des différents scénarios selon leur réponse aux différents enjeux

Discussion

L'objectif de cette revue littéraire était de s'interroger sur les différentes orientations possibles de l'élevage dans les années à venir, de discuter de leur faisabilité et de leurs réponses face aux différents enjeux auxquels les filières sont et/ou seront confrontées. La plus grande difficulté réside dans l'imprévisibilité du futur. En effet, si certaines tendances sont prédictibles, de nombreux faits et événements pouvant influencer l'agriculture ne le sont pas. Par exemple, la survenue d'un conflit géopolitique, d'une crise économique ou d'une épidémie, peuvent chambouler nos sociétés et modifier l'organisation des systèmes agricoles. Plusieurs exemples ont été évoqués tout le long de cet écrit, à savoir le conflit Russo-Ukrainien, l'épidémie de Covid-19 ou encore la crise économique engendrée par la fin des quotas laitiers. Ainsi nous ne faisons qu'énoncer et confronter des hypothèses mais en aucun cas nous ne pouvons prédire l'avenir de l'élevage (620).

La mise en place de tels scénarios nécessite un accompagnement par la communauté internationale. Nous partons ici du principe que la France impulserait son changement de paradigme et nous en étudions les conséquences. Or, elle s'inscrit bel et bien au sein d'une dynamique européenne et mondiale. Même si le pays décide de faire évoluer ses pratiques, cela ne sera viable uniquement s'il est suivi de près par d'autres nations. Pour autant, si ces changements ont lieu à l'entière de l'UE, d'autres pays du monde devraient suivre la tendance du fait du fort poids de l'Europe au sein du commerce mondial. De notre point de vue, les transformations agricoles seraient plus susceptibles de provenir de pays développés, aux populations relativement éveillées des différents enjeux qui pèsent sur les filières d'élevage et possédant de plus grandes ressources économiques. De fait, il nous semble peu probable que les pays en développement s'emparent du sujet étant donné que de nombreux enjeux évoqués ne constituent pas leurs préoccupations principales. Or, nous l'avons dit, ce sont les populations les plus pauvres qui pâtiront du dérèglement climatique en premier et dont les systèmes d'élevage seront les plus affectés, aggravant ainsi les inégalités sociales d'ores et déjà de plus en plus fortes. Nous en avons un exemple dès aujourd'hui avec les feux qui ravagent des milliers d'hectares depuis début juillet 2024 en Bolivie, pays le plus pauvre d'Amérique du Sud (621). Le Pantanal, la plus grande région humide du monde, réservoir mondial de biodiversité, est notamment en train de succomber aux flammes. Ces feux sont très

certainement d'origine humaine comme dans la grande majorité des cas, mais sont pour autant majorés et entretenus par de forts épisodes de sécheresses, associés au phénomène El Nino et au réchauffement climatique (622). La déforestation massive qui a lieu au sein du pays est également un élément crucial dans le déclenchement de ces feux notamment en retardant l'arrivée de la saison des pluies (623). Le pays se retrouve donc sous d'immenses nuages de fumée, rendant la respiration difficile. Dans ce contexte, les activités d'élevage de camélidés, représentant la principale activité économique de l'État, sont mises à mal - le PIB du pays étant d'ores et déjà au plus bas.

A noter cependant la difficulté pour les Etats de s'accorder sur quelles politiques appliquer en premier. En effet, certains enjeux mis en avant par des nations ne sont pas les mêmes que pour d'autres. Ainsi l'évolution de l'élevage sera un choix sociétal et ne sera pas forcément le même pour tous.

Nous avons pu ainsi voir qu'une association de plusieurs de nos perspectives (par exemple EI et AE) serait peut-être la meilleure approche permettant ainsi de combler les problématiques d'un maximum d'enjeux tout en ne faisant pas de choix drastique. Pour autant, cette stratégie ne retarderait-elle pas encore la transition écologique ? De plus, les prédictions sont d'ores et déjà difficiles à établir au sein d'un scénario précis alors prédire les conséquences d'une telle association paraîtrait difficile. Une chose est sûre : un changement rapide est nécessaire, essentiellement pour des raisons sociales, économiques, énergétiques et environnementales dont nous payons déjà les conséquences. Un premier pas judicieux serait de s'attaquer aux changements relativement "simples". Par exemple, jouer sur les modes de consommation peut sembler stratégique car leurs influences sur l'élevage et le monde agricole au sens large est considérable et constitue un levier essentiel. Cependant, il est difficile d'obliger les citoyens à changer leur régime alimentaire. Ainsi la volonté de diminution de consommation de viande doit être amorcé directement par les consommateurs.

Cette thèse interroge par ailleurs sur la place de tous les métiers liés à l'élevage tels que les vétérinaires. Est-il compatible d'être vétérinaire rural ou mixte tout en défendant une réduction *in fine* de la consommation de produits carnés ? Comment notre métier serait-il affecté s'il s'associe à des systèmes intensifs ou encore agroécologiques ? Quels seront les futurs enjeux sanitaires principaux ? Quel sera le rôle du vétérinaire au sein de toutes ces évolutions ? Autant de questions qui nourrissent nos débats quotidiens, nous

rappelant que nous serons, sans aucun doute, parmi les professions directement impactées par les évolutions à venir.

A la rédaction de cet écrit, nous nous sommes confrontés à une abondance de publications concernant notre sujet. De ce fait, nous avons tenté d'en balayer le plus grand nombre mais il nous est impossible de prétendre avoir fait le tour de la totalité. Nous avons pour autant essayé de proposer un maximum d'informations pertinentes pour chaque thématique. De plus, nous nous sommes rapidement rendu compte que les publications concernant certains scénarios ne sont pas aussi exhaustives que pour d'autres sur leur mise en place concrète, sur quoi ils aboutissent, ce qu'ils impliquent dans les détails etc. Nous sommes conscients de cette limite et avons tenté d'en tenir compte dans nos différentes conclusions.

En outre, si nous avons ici abordé les principales filières d'élevage terrestre à l'échelle mondiale, un vaste champ reste à explorer dans le domaine de la pêche. Un travail approfondi s'impose, qu'il s'agisse des poissons élevés en pisciculture, en pleine mer, ou encore de ceux capturés directement dans leur environnement naturel. La pêche est un sujet de vaste débat avec, tout comme l'élevage, de nombreux enjeux de natures similaires. De nombreux tabous existent sur le sujet et le contrôle du respect des règles de la pêche internationale est difficile en considérant les étendues d'eaux concernées à protéger. Ainsi, de nombreux dégâts sur tous les plans peuvent être plus aisément commis qu'au sein d'un continent. Or, nos océans constituent des puits de carbone 17 fois plus importants que ceux de la biosphère terrestre, 50 fois plus que l'atmosphère (624). Ils sont donc des aides précieuses face au réchauffement climatique et constituent également le plus grand réservoir mondial de biodiversité (625). L'intérêt de se pencher sur la pêche et sa gestion en France, au sein de l'UE et à l'international, semble donc primordial.

Enfin, un travail de sondage et discussion avec les éleveurs sur le terrain pourrait être réalisé dans la continuité de ce travail. Il permettrait de mettre en lumière leur perception actuelle de l'élevage, d'identifier les enjeux les plus importants selon eux et d'aborder leur point de vue concernant les perspectives d'évolution de l'élevage. En effet, comme répété tout du long de ce travail, les changements seront possibles que s'ils sont acceptés par les éleveurs et avant de répondre aux problématiques futures, il sera essentiel de résoudre dans un premier temps celles qui sont les plus importantes actuellement à leurs yeux.

Conclusion

A l'heure actuelle, l'élevage est le sujet de beaucoup de discussions, débats ou encore de publications. Celui-ci suscite l'intérêt de nombreux auteurs, entre autres du fait des crises auxquelles il est confronté dont son implication dans le réchauffement climatique et des dégâts environnementaux qu'il peut générer au sens large. Les gros titres mentionnant ses impacts se multiplient et présentent un portrait de l'élevage plutôt sombre. Ainsi, dans ce contexte, une question s'impose : dans ce climat de tension autour du monde de l'élevage, quels sont les leviers permettant de développer l'élevage du futur et quelles sont ses possibilités d'évolution tout en répondant aux enjeux énoncés ? Cette interrogation nous a ainsi mené à l'ensemble de ce travail bibliographique.

Afin de construire l'élevage de demain, il est d'abord nécessaire de comprendre la situation actuelle. La France est actuellement un des leader européen des productions animales : il est notamment le deuxième plus gros producteur de lait au sein de l'UE et le leader européen de la viande bovine (10, 28, 101). Elle est également un des plus grands producteurs européens de viande porcine et produits avicoles. L'élevage s'inscrit également dans une dynamique mondiale en prenant part à de nombreux accords internationaux (CEE, JEFTA, CETA ...) régulant les échanges avec les autres pays. Il permet avant toute chose de nourrir les populations et de permettre une certaine sécurité alimentaire en France, mais également dans plusieurs autres territoires du monde. L'élevage crée également du lien social et sociétal. Par exemple, il génère des emplois et participe à l'économie et aux dynamiques socio-culturelle des territoires ruraux. Enfin il possède des connexions étroites avec l'environnement dans lequel il évolue notamment en apportant une plus-value (services écosystémiques...).

Malheureusement, malgré ses nombreux avantages, l'élevage a la vie dure et sa réputation le précède : une vision du métier d'éleveur dégradée, un lien décousu entre le monde agricole et les consommateurs, des aléas économicopolitiques qui le frappent régulièrement, des dangers sanitaires omniprésents, une forte dépendance à des énergies non renouvelables, ainsi qu'un impact environnemental conséquent. Toutes ces problématiques amènent l'élevage à changer son fonctionnement. Prenons le cas de la problématique environnementale. Pour rappel, l'élevage participe à hauteur de 12% des émissions de GES mondiales faisant de lui un acteur principal pour répondre face au

réchauffement climatique. Or, 6 des 9 limites planétaires sont d'ores et déjà dépassées. Le GIEC nous informe des possibilités d'évolution du climat qui aboutissent pour certaines à des conséquences catastrophiques si nous poursuivons nos modes de fonctionnement actuels. Ainsi, un remodelage de l'agriculture au sens large est nécessaire pour répondre à cet enjeu.

Dans ce contexte, découlent plusieurs enjeux auxquels l'élevage doivent et devront répondre à l'avenir. Ils sont à la fois sociaux, sociétaux, environnementaux, économicopolitiques, sanitaires ou encore énergétiques.

Dans le cadre d'une réflexion sur l'avenir de l'élevage, nous proposons cinq scénarios issus de la littérature scientifique : une industrialisation massive de l'élevage, un développement de l'agroécologie, une approche d'industrialisation durable ou encore d'écologie intensive et enfin un scénario d'abolition de l'élevage. Après les avoir confrontés aux enjeux de l'élevage, il est apparu que trois perspectives se dessinent comme les plus à même d'y répondre, bien qu'il soit illusoire d'espérer un scénario idéal : l'agroécologie, l'écologie industrielle ainsi que l'intensification durable. Chacune de ces options répond à une partie des objectifs, sans toutefois parvenir à tous les satisfaire pleinement. Cependant, l'urgence de transformer nos pratiques agricoles, notamment au sein de l'élevage, se fait de plus en plus pressante. Il conviendrait de choisir non pas un scénario parfait, mais plutôt celui qui répond au plus grand nombre de nos attentes et facilement réalisable. Par ailleurs, il est important de noter que plus nous tardons, moins les solutions dont nous disposons aujourd'hui seront efficaces ou applicables.

L'élevage ne doit pas être le seul secteur à impulser un changement. Le secteur des transports, par exemple, qui est le plus émetteur de GES, doit également être un sujet sur lequel se pencher. Pour autant le monde agricole est un de ceux qui possèdent le plus de moyens d'action rapides.

Cependant, les éleveurs ne partent pas du même point selon leur système d'élevage. Par exemple, certains ont déjà adopté des mesures agroécologiques tandis que d'autres sont très intensifs. Ainsi certaines mesures devront être adaptées au cas par cas et la transition ne pourra être similaire d'un élevage à un autre. Il y aura des élevages qui nécessiteront plus de moyens et de temps que d'autres pour atteindre le même objectif. Même si les politiques publiques et la société s'orientent vers un scénario donné, la démarche devra également provenir des éleveurs eux-mêmes. En effet, même si de

nombreuses mesures seront instaurées, la conduite de l'élevage ne peut pas être complètement imposée aux éleveurs. Ils devront donc prendre conscience de leurs enjeux futurs et faire les changements adéquats afin d'y répondre. Un point capital pour construire le futur est de se mettre à leur place et surtout à leur écoute. Régulièrement, les éleveurs témoignent dans les médias qu'ils se sentent « délaissés » par les institutions publiques et la société (626). Ils reprochent par exemple la lourdeur administrative, le grand nombre de normes auxquels ils sont confrontés ou encore la difficulté financière de monter un projet d'installation (367, 369, 627, 628). Il est donc primordial de rétablir le dialogue entre ces différents partis. Nous avons également conscience de la difficulté de penser à l'avenir de son entreprise quand celle-ci connaît d'ores-et-déjà des problèmes qu'ils soient économiques ou encore sanitaires. Le métier est déjà sujet à générer du mal-être pour beaucoup et génère des taux de suicides inquiétants (278). Plusieurs témoignages d'éleveurs qui se sont fait retirer leur troupeau pour « maltraitance » expliquent qu'ils ont commencé à ne plus arriver à gérer leur élevage à la suite d'évènements personnels (accidents, divorce, maladie...) (361). Ils illustrent alors la nécessité de « soigner » et écouter les éleveurs si nous voulons des systèmes d'élevage fonctionnels. Il est donc plus que nécessaire de soutenir et d'écouter les éleveurs avant d'entamer une quelconque transition.

Nous terminerons cet écrit par une citation d'Antoine de Saint Exupéry : « Pour ce qui est de l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir, mais de le rendre possible » (629).

Bibliographie

1. VERRIER, Étienne et DUCOS, Alain. Aspects génétiques de l'évolution de l'élevage : une histoire de temps, de moyens et d'organisation sociale. *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France*. [en ligne]. 2022. Vol. 175. [Consulté le 15 février 2023]. DOI 10.3406/bavf.2022.70987.
2. PORCHER, Jocelyne. L'élevage, un partage de sens entre hommes et animaux : intersubjectivité des relations entre éleveurs et animaux dans le travail. *Ruralia. Sciences sociales et mondes ruraux contemporains*. [en ligne]. 1 décembre 2001. N° 09. [Consulté le 12 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://journals.openedition.org/ruralia/278>
3. Définitions : élevage - Dictionnaire de français Larousse. [en ligne] [Consulté le 12 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9levage/28388>
4. LAROUSSE. Définitions : agriculture - Dictionnaire de français Larousse. [en ligne] [Consulté le 12 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/agriculture/1773>
5. ANTOINE, Annie et SAINCLIVIER, Jacqueline. Louis Malassis, Les trois âges de l'alimentaire. Essai sur une histoire sociale de l'alimentation et de l'agriculture, t. I : L'âge pré-agricole et l'âge agricole, t. 2 : L'âge agro-industriel, Paris, éd. Cujas, 199. [en ligne]. 1999. [Consulté le 12 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.persee.fr/doc/hsr_1254-728x_1999_num_11_1_1093_t1_0187_0000_1
6. INSEE. Poids économique de l'agriculture et de l'agroalimentaire en France – Transformations de l'agriculture et des consommations alimentaires [en ligne]. [Consulté le 11 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7728839?sommaire=7728903>
7. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE. Infographie - L'élevage français. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. [en ligne]. octobre 2022. [Consulté le 11 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/infographie-lelevage-francais>
8. LE MONDE. Colère des agriculteurs : où en sont les mobilisations en Europe ? *Le Monde.fr*. [en ligne]. 3 février 2024. [Consulté le 4 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/economie/article/2024/02/03/colere-des-agriculteurs-ou-en-sont-les-mobilisations-en-europe_6214619_3234.html
9. 20 MINUTES. Manifestation des agriculteurs : La coordination rurale attend des mesures « concrètes » et « rapides » pour lever les blocages.... *20 Minutes (site web) - 20 Minutes*. [en ligne]. 24 janvier 2024. Disponible à l'adresse: https://nouveau.europresse.com/Link/CAPITOLET_1/news
10. INSEE. Répartition des élevages sur le territoire – Transformations de l'agriculture et des consommations alimentaires | Insee. [en ligne]. [Consulté le 11 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7728857?sommaire=7728903>
11. Elevages extensif et intensif: perceptions, pratiques, perspectives. [en ligne]. [Consulté le 21 septembre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://docplayer.fr/147567931-Elevages-extensif-et-intensif-perceptions-pratiques-perspectives.html>

12. BENOIT, Marc et VEYSSET, Patrick. Calcul des Unités Gros Bétails : proposition d'une méthode basée sur les besoins énergétiques pour affiner l'étude des systèmes d'élevage. *INRAE Productions Animales*. 18 octobre 2021. Vol. 34, n° 2, pp. 139-160. DOI 10.20870/productions-animales.2021.34.2.4855.
13. VAN ARENDONK, Johan A. M et LIINAMO, Anna-Elisa. Dairy cattle production in Europe. *Theriogenology*. 15 janvier 2003. Vol. 59, n° 2, pp. 563-569. DOI 10.1016/S0093-691X(02)01240-2.
14. GRIFFON, Michel. *Qu'est ce que l'agriculture écologiquement intensive ?*. Versailles : Éd. Quae, 2013. Matière à débattre et décider. ISBN 978-2-7592-1896-7. 577.55
15. INRAE. Ressources n°1 - La revue d'INRAE. *Librairie Quae*. [en ligne]. octobre 2021. [Consulté le 21 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.quae.com/produit/1791/9782759236367/ressources-1>
16. HARTUNG, J. A short history of livestock production. In : ALAND, Andres et BANHAZI, Thomas (éd.), *Livestock housing*. [en ligne]. The Netherlands : Wageningen Academic Publishers, 2013. pp. 21-34. [Consulté le 12 septembre 2023]. ISBN 978-90-8686-217-7.
17. DOMINGUES, Joao Pedro, BONAUDO, Thierry, GABRIELLE, Benoit, PERROT, Christophe, TRÉGARO, Yves et TICHIT†, Muriel. Les effets du processus d'intensification de l'élevage dans les territoires. *INRA Productions Animales*. 24 juin 2019. pp. 159-170. DOI 10.20870/productions-animales.2019.32.2.2506.
18. CONSEIL EUROPÉEN. Politique agricole commune. *Conseil Européen (consilium.europa.eu)*. [en ligne]. 31 janvier 2023. [Consulté le 20 septembre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/cap-introduction/>
19. DEPEYROT, Jean-Noël et PERROT, Christophe. La filière laitière : un concentré des mutations agricoles contemporaines. *Notes et études socio-économiques*. 2020. N° n°48.
20. DÉTANG-DESSENDRE, Cécile et GUYOMARD, Hervé. *Quelle politique agricole commune demain ?*. Quae, 2020. ISBN 978-2-7592-3081-5. Google-Books-ID: DMXrDwAAQBAJ
21. SÉNAT. Projet de loi d'orientation agricole. *Sénat*. [en ligne]. 3 avril 2023. [Consulté le 20 septembre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.senat.fr/rap/a05-050/a05-050.html>
22. BARRAL, Stéphanie et DETANG-DESSENDRE, Cecile. Reforming the Common Agricultural Policy (2023–2027): multidisciplinary views. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*. mars 2023. Vol. 104, n° 1, pp. 47-50. DOI 10.1007/s41130-023-00191-9.
23. LANGLAIS, Alexandra. The new Common Agricultural Policy: reflecting an agro-ecological transition. The legal perspective. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*. mars 2023. Vol. 104, n° 1, pp. 51-66. DOI 10.1007/s41130-022-00183-1.
24. LE MONDE. Colère des agriculteurs : manifestations et blocages dans plusieurs villes de France. *Le Monde.fr*. [en ligne]. 15 février 2024. [Consulté le 4 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/economie/article/2024/02/15/colere-des-agriculteurs-des-manifestations-et-blocages-dans-plusieurs-villes-de-france_6216764_3234.html
25. Normes européennes en matière d'agriculture : distinguer le vrai du faux ! - Commission européenne. [en ligne]. [Consulté le 4 juillet 2024]. Disponible à l'adresse:

https://france.representation.ec.europa.eu/informations/normes-europeennes-en-matiere-dagriculture-distinguer-le-vrai-du-faux-2024-05-16_fr

26. YOU, Gérard. Contractualisation et modes de coordination dans la filière laitière. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*. 15 février 2015. N° 345, pp. 87-100. DOI 10.4000/economierurale.4580.
27. NOZIERES, Marie-Odile, BARITAUX, Virginie, COUZY, Christèle, DERVILLE, Marie, PERROT, Christophe, SANS, Pierre et YOU, Gérard. Transformations des filières françaises de produits carnés et laitiers : la place des éleveurs en question. *INRAE Productions Animales*. 11 juin 2018. Vol. 31, n° 1, pp. 69-82. DOI 10.20870/productions-animales.2018.31.1.2221.
28. FRANCEAGRIMER. *Les marchés des produits laitiers, carnés et avicoles - Bilan 2022, Perspectives 2023*. Statistique. France Agri Mer, 2023.
29. KC, Birendra, SCHULTZ, Bart, MCINDOE, Ian, RUTTER, Helen, DARK, Andrew, PRASAD, Krishna, SIJAPATI, Suman et PAUDEL, Krishna. Impacts of dairy farming systems on water quantity and quality in Brazil, Ethiopia, Nepal, New Zealand and the USA*. *Irrigation and Drainage*. 2020. Vol. 69, n° 4, pp. 944-955. DOI 10.1002/ird.2486.
30. SRAÏRI, Mohamed Taher, CHATELLIER, Vincent, CORNIAUX, Christian, FAYE, Bernard, AUBRON, Claire, HOSTIOU, Nathalie, SAFA, Alejandra, BOUHALLAB, Saïd et LORTAL, Sylvie. Réflexions sur le développement du secteur laitier et sa durabilité dans différentes parties du monde. *INRA Productions Animales*. [en ligne]. 2019. [Consulté le 22 septembre 2023]. DOI 10.20870/productions-animales.2019.32.3.2561. Maroc
31. DUTEURTRE, Guillaume. Commerce et développement de l'élevage laitier en Afrique de l'Ouest : une synthèse. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 1 janvier 2007. Vol. 60, n° 1-4, pp. 209. DOI 10.19182/remvt.9972.
32. OCDE et FAO. *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2023-2032*. [en ligne]. OECD, 2023. [Consulté le 22 septembre 2023]. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO. ISBN 978-92-64-92503-8.
33. OLIVEROS, Maria Cynthia R. The Dairy Industry in Southeast Asia: Perspective, Challenges and Opportunities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. novembre 2019. Vol. 372, n° 1, pp. 012068. DOI 10.1088/1755-1315/372/1/012068.
34. KUMAR, Anjani, MISHRA, Ashok K., SAROJ, Sunil et JOSHI, P. K. Impact of traditional versus modern dairy value chains on food security: Evidence from India's dairy sector. *Food Policy*. 1 février 2019. Vol. 83, pp. 260-270. DOI 10.1016/j.foodpol.2019.01.010.
35. HERCULE, J., CHATELLIER, V., PIET, L., DUMONT, B., BENOIT, M., DELABY, L., DONNARS, C., SAVINI, I. et DUPRAZ, P. Une typologie pour représenter la diversité des territoires d'élevage en Europe. *INRAE Productions Animales*. 21 décembre 2017. Vol. 30, n° 4, pp. 285-302. DOI 10.20870/productions-animales.2017.30.4.2260.
36. FILLEUX, Sarah-Louise. L'élevage laitier aujourd'hui dans le monde. *INRAE*. 27 septembre 2022. pp. 5.
37. GILLES THOMAS (INSTITUT DE L'ELEVAGE), JEAN-MICHEL ASTRUC (INSTITUT DE L'ELEVAGE), XAVIER BOURRIGAN (INSTITUT DE L'ELEVAGE), AGNÈS PIACÈRE (INSTITUT DE L'ELEVAGE). Résultats de contrôle laitier - France 2022. *Institut de l'Élevage (IDELE)*. [en ligne]. 10 juillet 2023.

[Consulté le 2 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://idele.fr/detail-article/resultats-de-contrôle-laitier-france-2022>

38. FRANCEAGRIMER. *Fiche présentation de la filière « veaux de boucherie »*. 2023.
39. CERFRANCE. La filière bovine française en 2022. [en ligne]. juin 2023. [Consulté le 16 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.cerfrance.fr/actualites/la-filiere-bovine-francaise>
40. PIKETTY, Marie-Gabrielle, VEIGA, Jonas Bastos da, TOURRAND, Jean-François, ALVES, Alice Margarida Negreiros, POCCARD-CHAPUIS, René et THALES, Marcelo. Les déterminants de l'expansion de l'élevage bovin en Amazonie orientale : conséquences pour les politiques publiques. *Cahiers Agricultures*. 1 janvier 2005. Vol. 14, n° 1, pp. 90- 95 (1).
41. AUDOIN-ROUZEAU, Frédérique. Compter et mesurer les os animaux. Pour une histoire de l'élevage et de l'alimentation en Europe de l'Antiquité aux Temps Modernes. *Histoire & Mesure*. 1995. Vol. 10, n° 3/4, pp. 277-312.
42. DELHOUME, Jean-Pierre. Jean-Marc Moriceau, Histoire et géographie de l'élevage français, du Moyen Âge à la Révolution. *Études rurales*. [en ligne]. 31 décembre 2005. N° 175-176. [Consulté le 26 septembre 2023]. DOI 10.4000/etudesrurales.3265.
43. SANS, P et DE FONTGUYON, G. L'INDUSTRIE DE TRANSFORMATION DE LA VIANDE BOVINE EN FRANCE : UNE APPROCHE HISTORIQUE (1950-2003). 2004.
44. SAUMADE, Margot. *Changement climatique: Conséquences pour l'élevage français et panorama des principales politiques publiques agricoles déployées*. . 2023. T-2023-038Book Title: Changement climatique Conséquences pour l'élevage français et panorama des principales politiques publiques agricoles déployées
45. CHAMPION, Fabien, MADRANGE, Pauline, CARTIER, Philippe, CHOTTEAU, Philippe, GAUDOIN, Christopher, GROSHENS, Eva, GRUERE, Armelle, MILET, Germain, MONNIOT, Caroline, RICHARD, Mélaïne et YOU, Gérard. La filière viande bovine aux USA. *Economie de l'élevage, Idèle*. août 2015. N° N° 459, pp. 35.
46. CHATELLIER, Vincent, GUYOMARD, Hervé et BRIS, Katell Le. La diversité des exploitations professionnelles du type bovins-viande dans l'Union européenne. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*. 2 août 2005. N° 288, pp. 9-23. DOI 10.4000/economierurale.2731.
47. ROGUET, Christine, GAIGNÉ, Carl, CHATELLIER, Vincent, CARIOU, Sylvain, CARLIER, Marie, CHENU, R, DANIEL, Karine et PERROT, Christophe. Spécialisation territoriale et concentration des productions animales européennes : état des lieux et facteurs explicatifs. *INRA Productions Animales*. 2015. Vol. 28, n° 1, pp. 5-22.
48. POIZAT, Axelle, DUVALEIX-TRÉGUER, Sabine, RAULT, Arnaud et BONNET-BEAUGRAND, Florence. Le marché des broutards en France. Organisation de la filière, transmission de l'information et qualité. *Économie rurale*. 2019. Vol. 368, n° 2, pp. 107-127. DOI 10.4000/economierurale.6814.
49. CHOTTEAU, Philippe, BERRUYER, Mylène, BLANQUET, Ilona, BUCZINSKI, Baptiste, FUCHEY, Hélène, GERARDIN, Alix, GROSHENS, Eva, MONNIOT, Caroline, PINEAU, Christèle, RUBIN, Benoît et YOU, Gérard. Dossier annuel Bovin viande - Année 2021, Perspectives 2022. *Economie de l'élevage, Idèle, CNE*. janvier 2022. N° 526, pp. 1-44.

50. AMILLS, M., CAPOTE, J. et TOSSER-KLOPP, G. Goat domestication and breeding: a jigsaw of historical, biological and molecular data with missing pieces. *Animal Genetics*. 2017. Vol. 48, n° 6, pp. 631-644. DOI 10.1111/age.12598.
51. DIGARD, Jean-Pierre. Roland Jussiau, Louis Montméas et Jean-Claude Parot (avec la participation de Michel Méaille), L'élevage en France. 10 000 ans d'histoire. Dijon, Educagri Éditions, 1999. *Études rurales*. 1 janvier 2001. N° 157-158, pp. 258-261. DOI 10.4000/etudesrurales.41.
52. HUNTER, Kathryn et RINEY-KEHRBERG, Pamela. Rural daughters in Australia, New Zealand and the United States: an historical perspective. *Journal of Rural Studies*. 1 avril 2002. Vol. 18, n° 2, pp. 135-143. DOI 10.1016/S0743-0167(01)00035-3.
53. JOLLY, Laurène. Le marché mondial de la viande ovine : un commerce en mutation - FranceAgriMer. *Les synthèses de FranceAgriMer - Elevage/viandes*. septembre 2015. N° 22, pp. 1-20.
54. MORRIS, S. T. Economics of sheep production. *Small Ruminant Research*. 1 octobre 2009. Vol. 86, n° 1, pp. 59-62. DOI 10.1016/j.smallrumres.2009.09.019.
55. CAJA, Gerardo. L'évolution des systèmes de production ovin-lait dans le bassin méditerranéen. *CIHEAM - Options Méditerranéennes, Serie A*. 1 janvier 1990. Vol. 12, pp. 31-38.
56. MEINRAD, SANTEDI KINKUPU Léonard, BISSAINTHE Gérard, HEBGA. *Lait et produits laitiers en Méditerranée. Des filières en pleine restructuration*. . KARTHALA Editions, 2006. ISBN 978-2-8111-4107-3. Google-Books-ID: 11J9gnhxZCYC
57. BOYAZOGLU, J et MORAND-FEHR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Research*. 1 avril 2001. Vol. 40, n° 1, pp. 1-11. DOI 10.1016/S0921-4488(00)00203-0.
58. PULINA, G., MILÁN, M. J., LAVÍN, M. P., THEODORIDIS, A., MORIN, E., CAPOTE, J., THOMAS, D. L., FRANCESCONI, A. H. D. et CAJA, G. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*. 1 août 2018. Vol. 101, n° 8, pp. 6715-6729. DOI 10.3168/jds.2017-14015.
59. LAGRIFFOUL, G., MORIN, E., ASTRUC, J.M., BOCQUIER, F., DE BOISSIEU, C, HASSOUN, P., LEGARTO, J., MARNET, P.G., POULET, J.L. et BARILLET, F. Panorama de la production de lait de brebis en France et son évolution depuis 50 ans. *INRA Productions Animales*. [en ligne]. 5 juillet 2019. Vol. 29, n° 1. [Consulté le 22 juin 2024]. DOI 10.20870/productions-animales.2016.29.1.2512.
60. PULINA, G., MILÁN, M.J., LAVÍN, M.P., THEODORIDIS, A., MORIN, E., CAPOTE, J., THOMAS, D.L., FRANCESCONI, A.H.D. et CAJA, G. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*. août 2018. Vol. 101, n° 8, pp. 6715-6729. DOI 10.3168/jds.2017-14015.
61. SAIDOU, Cheick. Le bien-être et la protection des moutons. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. [en ligne]. 2019. [Consulté le 27 septembre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/le-bien-etre-et-la-protection-des-moutons>
62. AUBRON, Claire, BOUTONNET, Jean-Pierre et MOULIN, Charles-Henri. La dynamique ovine dans les Alpes-de-Haute-Provence. Entre rémunération des qualités de viande et des services environnementaux, l'équilibre incertain. *Histoire & Sociétés Rurales*. 2015. Vol. 44, n° 2, pp. 57-80. DOI 10.3917/hsr.044.0057.

63. CASTONGUAY, François. Utilisation des techniques de reproduction à contre-saison au Canada. In : *World Sheep and Wool Congress*. 2004. pp. 168-197.
64. ASSMANN, Leila. Chiffres clés du GEB - Caprins 2022, production lait et viande. *IDELE, CNE*. 2021. pp. 1-10.
65. GINON, Denis et AL. *Agreste Rhone Alpes Coup d'oeil : la production progresse et se concentre*. 2010.
66. EVIN, Allowen, DOBNEY, Keith et CUCCHI, Thomas. A history of pig domestication: New ways of exploring a complex process. In : *Ecology, Conservation and Management of Wild Pigs and Peccaries*. [en ligne]. Cambridge University Press, 2017. pp. 39-48. [Consulté le 25 septembre 2023].
67. GIUFFRA, E, KIJAS, J M H, AMARGER, V, CARLBORG, Ö, JEON, J-T et ANDERSSON, L. The Origin of the Domestic Pig: Independent Domestication and Subsequent Introgression. *Genetics*. 1 avril 2000. Vol. 154, n° 4, pp. 1785-1791. DOI 10.1093/genetics/154.4.1785.
68. INSTITUT TECHNIQUE DU PORC (éd.). *Livre blanc de la production porcine*. . Paris : ITP, Institut technique du porc, 2001. ISBN 978-2-85969-145-5. 630
69. JUSSIAU, Roland, MONTMÉAS, Louis et PAROT, Jean-Claude. *L'élevage en France: 10 000 ans d'histoire*. . Educagri Editions, 1999. ISBN 978-2-84444-066-2. Google-Books-ID: jEL_SFJKP6EC
70. OH, S.-H. et WHITLEY, N. C. Pork Production in China, Japan and South Korea. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 24 octobre 2011. Vol. 24, n° 11, pp. 1629-1636.
71. ROGUET, Christine. Evolution des modèles d'exploitations porcines en France sous l'effet des contraintes économiques et réglementaires depuis 2008. *Journées Recherche Porcine*. 2017. N° 49, pp. 277-282.
72. HUSSON, E., AUBRY, A. et DUFLOT, B. 7. Evaluation of potential economic impacts of African swine fever on French pork prices and foreign trade. *Animal - science proceedings*. août 2023. Vol. 14, n° 5, pp. 659. DOI 10.1016/j.anscip.2023.06.009.
73. MCGLOUGHLIN, P., ALLEN, P., TARRANT, P.V., JOSEPH, R.L., LYNCH, P.B. et HANRAHAN, T.J. Growth and carcass quality of crossbred pigs sired by Duroc, Landrace and Large White boars. *Livestock Production Science*. juin 1988. Vol. 18, n° 3-4, pp. 275-288. DOI 10.1016/0301-6226(88)90036-X.
74. AUGÈRE-GRANIER. Le secteur de la viande porcine dans l'Union européenne. . 2020.
75. ROUSSILLON, Marie-Alix. Organisation des filières porcines dans l'Union européenne. *Tech'Porc*. 2013. N° 13, pp. 5-7.
76. ZAHEER, Khalid. An Updated Review on Chicken Eggs: Production, Consumption, Management Aspects and Nutritional Benefits to Human Health. *Food and Nutrition Sciences*. 2015. Vol. 06, n° 13, pp. 1208. DOI 10.4236/fns.2015.613127.
77. CHATELLIER, Vincent et MAGDELAINE, Pascale. La filière avicole française face à la concurrence: dynamiques récentes et raisons d'espérer. *Journées de la Recherche Avicole et des Palmipèdes à Foie Gras*. [en ligne]. 2015. N° 11. Disponible à l'adresse: <https://hal.inrae.fr/hal-02739155>
78. ROBINSON, Timothy P., WINT, G. R. William, CONCHEDDA, Giulia, BOECKEL, Thomas P. Van, ERCOLI, Valentina, PALAMARA, Elisa, CINARDI, Giuseppina, D'AIETTI, Laura, HAY, Simon I. et GILBERT,

Marius. Mapping the Global Distribution of Livestock. *PLOS ONE*. 29 mai 2014. Vol. 9, n° 5, pp. e96084. DOI 10.1371/journal.pone.0096084.

79. ARAÚJO, Itallo Conrado Sousa, GUATO GUAMÁN, César, SOUSA, Lorena Salim, SANTOS, Hitalo José Barbosa, LOPES, Tainá Silva Brandão, COSTA, Bruno Teixeira Antunes et LARA, Leonardo José Camargos. Guinea fowl production in the world. *World's Poultry Science Journal*. 3 avril 2023. Vol. 79, n° 2, pp. 379-390. DOI 10.1080/00439339.2023.2189205.

80. PINSON, Virginie. Volailles | Qui sont les premiers producteurs de poulet et de dinde en Europe ? [en ligne]. 9 mai 2022. [Consulté le 4 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.reussir.fr/lesmarches/qui-sont-les-premiers-producteurs-de-poulet-et-de-dinde-en-europe>

81. BOURIN, M, PUTERFLAM, J et BOUVAREL, I. Avancées concernant les méthodes d'ovosexage des poussins. . 2020.

82. BRILLARD, Jp. Maîtrise de la reproduction chez les volailles. *Annales de zootechnie*. 1992. Vol. 41, n° 3-4, pp. 297-303.

83. MALHER, Xavier, MAGDELAINE, Pascale et DUCLOS, Michel Jacques M.J. Diversité et résilience dans les filières avicoles. *Innovations Agronomiques*. 2018. Vol. 68, pp. 107-127. DOI 10.15454/PYH2MJ.

84. Influenza aviaire : les mesures de biosécurité pour les opérateurs professionnels et les particuliers. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. [en ligne]. 2019. [Consulté le 5 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/influenza-aviaire-les-mesures-de-biosecurite-pour-les-operateurs-professionnels-et-les-particuliers>

85. OMC | Histoire du système commercial multilatéral. [en ligne]. [Consulté le 22 juin 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.wto.org/french/thewto_f/history_f/history_f.htm

86. DOUANES FRANÇAISES. Contingent ou contingentement | Portail de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects. [en ligne]. [Consulté le 2 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <http://www.douane.gouv.fr/lexique/contingent-ou-contingentement>

87. PARLEMENT EUROPÉEN. Accord de l'OMC sur l'agriculture | Fiches thématiques sur l'Union européenne | Parlement européen. [en ligne]. 31 mars 2023. [Consulté le 23 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/111/accord-de-l-omc-sur-l-agriculture>

88. COMMISSION EUROPÉENNE. L'OMC et l'agriculture de l'UE. [en ligne]. 6 octobre 2023. [Consulté le 10 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: https://agriculture.ec.europa.eu/international/agricultural-trade/wto-and-eu-agriculture_fr

89. PISANI, Edgard et CHATELLIER, Vincent. La faim dans le monde, le commerce et les politiques agricoles. *Revue française d'économie*. 2010. Vol. XXV, n° 1, pp. 3-77. DOI 10.3917/rfe.101.0003.

90. DOUANES FRANÇAISES. Accueil | Portail de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects. [en ligne]. [Consulté le 10 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <http://www.douane.gouv.fr/>

91. DELEGFRANCE. Décision de l'OMC : Montant des sanctions que les États-Unis seront autorisés à imposer à l'UE. *RPUE - Représentation Permanente de la France auprès de l'Union européenne*. [en ligne]. 29 avril 2021. [Consulté le 16 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://ue.delegfrance.org/decision-de-l-omc-montant-des>

92. WORLD TRADE ORGANISATION. World Trade Organization - Global trade. [en ligne]. 9 octobre 2023. [Consulté le 10 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.wto.org/index.htm>
93. COMMISSION EUROPÉENNE. Agricultural trade. [en ligne]. 6 octobre 2023. [Consulté le 10 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: https://agriculture.ec.europa.eu/international/agricultural-trade_fr
94. TOUTELEUROPE. Touteleurope.eu, le site de référence sur les questions européennes. *Touteleurope.eu*. [en ligne]. [Consulté le 10 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.touteleurope.eu/>
95. LE MONDE. Le CETA, controversé accord de libre-échange avec le Canada, approuvé à l'Assemblée. *Le Monde.fr*. [en ligne]. 23 juillet 2019. [Consulté le 23 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/politique/article/2019/07/23/l-assemblee-nationale-vote-la-ratification-du-ceta-controverse-traite-de-libre-echange-entre-l-ue-et-le-canada_5492576_823448.html
96. RABOISSON, Didier D et HERMAN, Nicolas. Acidose ruminale chronique et cétose subclinique de la vache laitière: estimation de la prévalence à partir des composants du lait. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire. Elevages et Santé*. 2013. Vol. 6, pp. 22-30.
97. FAOSTAT. [en ligne]. [Consulté le 5 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
98. OCDE et ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE. *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2022-2031*. [en ligne]. OECD, 2022. [Consulté le 13 juillet 2023]. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO. ISBN 978-92-64-52941-0.
99. IPAMPA - Idele.fr. *Institut de l'Élevage*. [en ligne]. 2024. [Consulté le 5 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://idele.fr/ipampa>
100. FRANCEAGRIMER. [VISIONET] Données interactives. [en ligne]. [Consulté le 27 septembre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://visionet.franceagrimer.fr/Pages/DonneesInteractivesDocs.aspx?sousmenu=commerce%20ext%3a9rieur>
101. MAIGRET, Corinne. Chiffres clés du GEB - Bovins 2021 - Lait et viande. *IDELE, CNE*. 2021. pp. 1-12.
102. TENDANCES LAIT VIANDE. Des exports de broutards record vers l'Algérie – Tendances Lait Viande. *CNE, Idèle*. [en ligne]. 19 septembre 2023. Vol. 353. [Consulté le 11 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.tendances-lait-viande.fr/des-exports-de-broutards-record-vers-lalgerie/>
103. CHOTTEAU, Philippe, BLANQUET, Ilona, BUCZINSKI, Baptiste, CHAUMET, Jean-Marc, GERARDIN, Alix, MATRAS, Cassandre, MONNIOT, Caroline, PINEAU, Christèle, VILLARET, Arnault et YOU, Gérard. Dossier marché mondial - Viande Bovine - Année 2020, Perspectives 2021. *Economie de l'élevage, Idèle, CNE*. juin 2021. N° 521, pp. 1-36.
104. INTERBEV, Normandie. *Les classements des carcasses de gros bovins*. 2018.
105. CARLIER, Marie, CHOTTEAU, Philippe, RICHARD, Méline, YOU, Gérard et FORAY, Sylvain. Economie de l'élevage - Secteur ovin - Dossier Nouvelle Zélande. *Economie de l'élevage, Idèle, CNE*. septembre 2017. N° 481, pp. 1-32.

106. ALLAIX, Philippe, AUGAS, Nathalie, ANTHEME, Maeva, BALME, Jean-Louis, BARJOU, Marie-Line, BAUP, Jean-Claude, BREISSAND, Marie, CANDAU, Dominique, CLEMENT, Céline, CUVILIER, Arnaud, DELMAS, Dominique, DEMOULIN, Alain, DUCOURTIEUX, Camille, ESMANGIAUD, Benoît, FICHET, Laurent, GERARD, Aurore, GOUEDARD, Alain, GRIFFAULT, Béatrice, GUERRE, Emilie, GUFFROY, Théo, GUYARD, Lucille, GUYON, Claire, HOMMET, Elise, HOUVENAGHEL, Julia, KELLER, Laurent, KENENS, Margaux, LAGIER, Elodie, METIVIER, Anne-Julie, MIGNE, Stéphane, MOISSET-BRUANT, Mélody, PEREZ, Pauline, PFAFF, Alix, PEREZ, Pauline, BEUDOU, Jean, CRISTOL, Marine, DOYHENARD, Bixente, HAICAGUERRE, Isabelle et MATHIEU, Jean-Claude. Dossier annuel ovin - Année 2022, Perspectives 2023. *Economie de l'élevage, Idèle, CNE*. avril 2023. N° 539, pp. 1-44.

107. OSSENI, Abdel, BOSSIS, Nicole, JULLIEN, Eric, BOULESTEIX, Isabelle, DESANDERE, Estelline, PIACERE, Agnès, CLÉMENT, Virginie, CHASSIER, Marjorie, ARNAL, Mathieu, JOLY, Louise, DEPUILLE, Laurence, LAMBERT, Morgane, FARGOO, Bertrand, GONTIER, Thomas, DUFRESNOY, Bertrand, VIGAN, Aurore, BERTRAND, Eric, BLUET, Bertrand, JOST, Jérémie, NAJAR, Latifa, DROUET, Marie, THOREY, Philippe, BOYER, Claire, BIDAN, Fabrice, GAFSI, Nicolas, DECREMOUX, Renée, COQUEREAU, Gaele, LAITHIER, Cécile, POULET, Jean-Louis, LECHENADEC, Hélène, RAYNAUD, Sabrina, GELE, Marie, AUPIAIS, Anne et CAMELLE-HOLTZ, Emmanuelle. Compte-rendu d'activité 2022 - Filière caprine. *Idèle*. 2023.

108. ALLAIX, Philippe, BAUDRON, Jennifer, BOTHOREL, Juliette, BULOT-LANGLOIS, Michèle, CLERC, Pascale, COURSANGE, Henriette, DELMAS, Benoit, DUFOURG, Valérie, ESCURE, Marie, GANGNERON, Alexis, GAUTHIER, Pauline, GENIEYS, Aurore, GIRAUD, Josine, HUBERT, Anaïs, LACOUR, Clémentine, LAURE, Anne, LICTEVOUT, Vincent, MORO, Alessio, NIGOUL, Jean-Luc, PASTORELLI, Séverine, PIEDHAULT, Florence, POUPIN, Bernard, PY, Valentin, ROUÉ, Angélique, SALLATO, Odile, SEIGNER, Audrey, TARDIF, Virginie et TONNELIER, Alain. Dossier annuel caprin - Année 2022, Perspectives 2023. *Economie de l'élevage, Idèle, CNE*. mars 2023. N° 538, pp. 1-36.

109. DUCLOS M., J., MALHER, X. et MAGDELAINE, P. Diversité et résilience dans les filières avicoles. *Innovations Agronomiques* 68, 107-127. [en ligne]. 2018. [Consulté le 15 février 2023]. DOI 10.15454/PYH2MJ.

110. LES DÉCODEURS. Mégafeux au Canada : 13,7 millions d'hectares de forêt brûlés, deux fois plus que l'année record de 1989. *Le Monde.fr*. [en ligne]. 17 août 2023. [Consulté le 11 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/08/17/megafeux-au-canada-13-7-millions-d-hectares-de-foret-brules-deux-fois-plus-que-l-annee-record-de-1989_6185725_4355770.html

111. July 2023 sees multiple global temperature records broken. *Copernicus*. [en ligne]. 2023. [Consulté le 11 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://climate.copernicus.eu/july-2023-sees-multiple-global-temperature-records-broken>

112. Observer: ESOTC 2023 - Europe experienced an extraordinary year of extremes with record-breaking heatwaves, wildfires, floods, and drought. [en ligne]. [Consulté le 25 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.copernicus.eu/fr/node/57410>

113. Ambition climatique : ce que vous devez savoir sur le Sommet de l'ONU | ONU Info. [en ligne]. 15 septembre 2023. [Consulté le 25 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://news.un.org/fr/story/2023/09/1138467>

114. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [en ligne]. 1. Cambridge University Press, 2023. [Consulté le 24 octobre 2023]. ISBN 978-1-00-932584-4.

115. INSEE. Définition - Pouvoir de réchauffement global. [en ligne]. 13 octobre 2016. [Consulté le 25 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1581>
116. ZICKFELD, Kirsten et HERRINGTON, Tyler. The time lag between a carbon dioxide emission and maximum warming increases with the size of the emission. *Environmental Research Letters*. mars 2015. Vol. 10, n° 3, pp. 031001. DOI 10.1088/1748-9326/10/3/031001.
117. EVANS, Simon. Analysis: Which countries are historically responsible for climate change? *Carbon Brief*. [en ligne]. 5 octobre 2021. [Consulté le 25 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change/>
118. NOTRE-ENVIRONNEMENT. Augmentation des aérosols dans l'atmosphère. *notre-environnement*. [en ligne]. 25 juin 2024. [Consulté le 25 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.notre-environnement.gouv.fr/>
119. Les scénarios SSP | Carbone 4. [en ligne]. [Consulté le 20 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://carbone4.com/fr/publication-scenarios-ssp-adaptation>
120. UNITED NATIONS. L'Accord de Paris. [en ligne]. 2015. [Consulté le 26 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris>
121. LES SERVICES DE L'ÉTAT DANS LA MANCHE. Qu'est-ce que la sécheresse ? *Préfet de la manche*. [en ligne]. 2020. [Consulté le 27 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.manche.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Secheresse/Qu-est-ce-que-la-secheresse>
122. VICENTE-SERRANO, Sergio M., PEÑA-ANGULO, Dhais, BEGUERÍA, Santiago, DOMÍNGUEZ-CASTRO, Fernando, TOMÁS-BURGUERA, Miquel, NOGUERA, Iván, GIMENO-SOTELO, Luis et EL KENAWY, Ahmed. Global drought trends and future projections. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*. octobre 2024. Vol. 380, n° 2238, pp. 20210285. DOI 10.1098/rsta.2021.0285.
123. SADOFF, Claudia. La sécurité de l'approvisionnement en eau face au changement climatique | Nations Unies. *United Nations*. [en ligne]. 2016. [Consulté le 26 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.un.org/fr/chronicle/article/la-securite-de-lapprovisionnement-en-eau-face-au-changement-climatique>
124. AGENCE FRANCE PRESSE. Aux Etats-Unis, un accord pour préserver le fleuve Colorado de la sécheresse. *Le Monde.fr*. [en ligne]. 22 mai 2023. [Consulté le 27 juin 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/international/article/2023/05/22/aux-etats-unis-un-accord-pour-preserver-le-fleuve-colorado-de-la-secheresse_6174398_3210.html
125. L'assèchement des gorges du Verdon vu du ciel. *Le Nouvel Obs*. [en ligne]. 27 juillet 2022. [Consulté le 27 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.nouvelobs.com/ecologie/20220727.OBS61414/l-assechement-des-gorges-du-verdon-vu-du-ciel.html>
126. CHOW, Vivienne. China's Poyang Lake marks earliest dry season on record. *South China Morning Post*. [en ligne]. 30 juillet 2023. [Consulté le 23 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3229393/chinas-poyang-lake-marks-earliest-dry-season-record-sparking-drought-concerns>

127. CHEVALIER, Philippe. Niveau des fleuves et nappes : demain la France à sec ? *Veolia France*. [en ligne]. 2020. [Consulté le 27 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.veolia.fr/gestion-leau-dechets-lenergie-solutions-veolia-territoires/niveau-fleuves-nappes-demain-france-sec>
128. GALLAIS, André et AL. *Evolution des rendements de plusieurs plantes de grande culture, une réaction différente au réchauffement climatique selon les espèces*. 2010.
129. ŽALUD, Zdeněk, HLAVINKA, Petr, PROKEŠ, Karel, SEMERÁDOVÁ, Daniela, BALEK JAN et TRNKA, Miroslav. Impacts of water availability and drought on maize yield – A comparison of 16 indicators. *Agricultural Water Management*. 1 juillet 2017. Vol. 188, pp. 126-135. DOI 10.1016/j.agwat.2017.04.007.
130. AMIGUES, Jean-Pierre, DEBAEKE, Philippe P, ITIER, Bernard B, LEMAIRE, Gilles G, SEGUIN, Bernard, TARDIEU, Francois F, THOMAS, Alban et UESC, Expertise Scientifique Collective. Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective. Synthèse du rapport. . octobre 2006.
131. TSIPIRA, Olympia. Plus de 100 000 animaux noyés dans les inondations en Thessalie : hausse des prix de la viande à venir - Athens News. *Athens News*. [en ligne]. 13 septembre 2023. [Consulté le 24 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://fr.rua.gr/2023/09/13/plus-de-100-000-animaux-noyes-dans-les-inondations-en-thessalie-hausse-des-prix-de-la-viande-a-venir/>
132. CHAZOT, S, NOROTTE, T, DAVID, J, PERRIN, C, CHAUVEAU, M, BOURGIN, P.Y, SAUQUET, E, VIDAL, J.P, ROUCHY, N, REGIMBEAU, M, DE LACAZE, X et MAUGIS, P. *Synthèse du projet Explore 2017 Hydrologie de surface*. 2012. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.
133. LALLO, Cicero H. O., COHEN, Jane, RANKINE, Dale, TAYLOR, Michael, CAMBELL, Jayaka et STEPHENSON, Tannecia. Characterizing heat stress on livestock using the temperature humidity index (THI)—prospects for a warmer Caribbean. *Regional Environmental Change*. 1 décembre 2018. Vol. 18, n° 8, pp. 2329-2340. DOI 10.1007/s10113-018-1359-x.
134. SAFIEDDINE, Sarah. Viabilité et réchauffement climatique : l'humidité compte | INSU. *CNRS TERRE ET UNIVERS*. [en ligne]. 30 mars 2022. [Consulté le 18 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/viabilite-et-rechauffement-climatique-lhumidite-compte>
135. GAUGHAN, J.B. Temperature-Humidity Index (THI) chart (based on Thom, 1959). [en ligne]. 2009. [Consulté le 26 juin 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.researchgate.net/figure/Temperature-Humidity-Index-THI-chart-based-on-Thom-1959-Associated-Livestock_fig1_43288629
136. NORTH, Michelle A., FRANKE, James A., OUWENEEL, Birgitt et TRISOS, Christopher H. Global risk of heat stress to cattle from climate change. *Environmental Research Letters*. août 2023. Vol. 18, n° 9, pp. 094027. DOI 10.1088/1748-9326/aceb79.
137. HAMMAMI, H., BORMANN, J., M'HAMDI, N., MONTALDO, H.H. et GENGLER, N. Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment. *Journal of Dairy Science*. mars 2013. Vol. 96, n° 3, pp. 1844-1855. DOI 10.3168/jds.2012-5947.
138. TOURILLON, Mélanie. Comportement et physiologie de vaches laitières hautes productrices en période chaude: effets d'un matelas de logettes à eau refroidie. . 2022.

139. CLIMATBAT CHAMBRES AGRICULTURE. Le stress thermique chez les porcs - ClimatBat - solutions pour l'élevage face au changement climatique. [en ligne]. 2020. [Consulté le 26 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://climatbat.chambres-agriculture.fr/porcs/stress-thermique-porc>
140. BECKER, C. A., COLLIER, R. J. et STONE, A. E. Invited review : Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1 août 2020. Vol. 103, n° 8, pp. 6751-6770. DOI 10.3168/jds.2019-17929.
141. HAVENSTEIN, Gb, FERKET, Pr et QURESHI, Ma. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*. octobre 2003. Vol. 82, n° 10, pp. 1509-1518. DOI 10.1093/ps/82.10.1509.
142. SMITH, J et EASTWOOD, L. Comment éviter les pertes de production dues au stress thermique chez les porcs ? . juillet 2023.
143. BERNABUCCI, U., BASIRICÒ, L., MORERA, P., DIPASQUALE, D., VITALI, A., PICCIOLI CAPPELLI, F. et CALAMARI, L. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. mars 2015. Vol. 98, n° 3, pp. 1815-1827. DOI 10.3168/jds.2014-8788.
144. TEMIM, Soraya, CHAGNEAU, Anne-Marie, GUILLAUMIN, Solange, MICHEL, Joël, PERESSON, Rosa, GERAERT, Pierre-André et TESSERAUD, Sophie. Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. *Reproduction Nutrition Development*. 1999. Vol. 39, n° 1, pp. 145-156. DOI 10.1051/rnd:19990147.
145. GOWE, R. S. et FAIRFULL, R. W. Breeding for resistance to heat stress. *Poultry production in hot climates*. janvier 2008. pp. 13-29. DOI 10.1079/9781845932589.0013.
146. SCHÜTZ, K. E., ROGERS, A. R., COX, N. R., WEBSTER, J. R. et TUCKER, C. B. Dairy cattle prefer shade over sprinklers: Effects on behavior and physiology. *Journal of Dairy Science*. 1 janvier 2011. Vol. 94, n° 1, pp. 273-283. DOI 10.3168/jds.2010-3608.
147. MUJAHID, A., YOSHIKI, Y., AKIBA, Y. et TOYOMIZU, M. Superoxide radical production in chicken skeletal muscle induced by acute heat stress. *Poultry Science*. février 2005. Vol. 84, n° 2, pp. 307-314. DOI 10.1093/ps/84.2.307.
148. WARD, D, DAM et CREIGHTON, C. Le stress thermique chez les poules pondeuses commerciales. . avril 2020.
149. HOEGH-GULDBERG, Ove, JACOB, Daniela, TAYLOR, Michael, BINDI, Marco, BROWN, Sally, CAMILLONI, Ines, DIEDHIOU, Arona, DJALANTE, Riyanti, EBI, Kristie, ENGELBRECHT, Francois, ZHOU, Guangsheng, JOEL, Guiot, HIJIOKA, Yasuaki, MEHROTRA, Shagun, PAYNE, Antony, SENEVIRATNE, Sonia, THOMAS, Adelle, WARREN, Rachel, HALIM, Sharina et SHERSTYUKOV, Boris. Chapter 3: Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems. In: Global Warming of 1.5 °C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways [...]. In : . 2018. pp. 175-311.
150. Increased West Antarctic Ice Sheet melting 'unavoidable'. *British Antarctic Survey*. [en ligne]. 2018. [Consulté le 27 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.bas.ac.uk/media-post/increased-west-antarctic-ice-sheet-melting-unavoidable/>
151. [HTTPS://SEALEVEL.NASA.GOV/UNDERSTANDING-SEA-LEVEL/GLOBAL-SEA-LEVEL/OVERVIEW](https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/global-sea-level/overview), Nadya. NASA Sea Level Change Portal: Overview. *NASA Sea Level Change Portal*. [en ligne]. 2020.

[Consulté le 27 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/global-sea-level/overview>

152. LYONS, Jennie. U.S. coastline to see up to a foot of sea level rise by 2050. *National Oceanic and Atmospheric Administration*. [en ligne]. 15 février 2022. [Consulté le 24 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.noaa.gov/news-release/us-coastline-to-see-up-to-foot-of-sea-level-rise-by-2050>

153. BRES, Anne, MARC, Claire, DOUSSIN, Jean-François et WAGNER, Thomas. *Tout comprendre ou presque sur le climat*. . CNRS editions. 2022.

154. INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE. RGE ALTI®. *Géoservices*. [en ligne]. 2009. [Consulté le 25 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://geoservices.ign.fr/rgealti>

155. KLOPPMANN, W, BOURHANE, A, SCHOMBURGK, S et ASFIRANE, F. Salinisation des masses d'eaux en France : du constat au diagnostic. août 2018.

156. ROCKSTRÖM, Johan, STEFFEN, Will, NOONE, Kevin, PERSSON, Åsa, CHAPIN, F. Stuart, LAMBIN, Eric F., LENTON, Timothy M., SCHEFFER, Marten, FOLKE, Carl, SCHELLNHUBER, Hans Joachim, NYKVIST, Björn, DE WIT, Cynthia A., HUGHES, Terry, VAN DER LEEUW, Sander, RODHE, Henning, SÖRLIN, Sverker, SNYDER, Peter K., COSTANZA, Robert, SVEDIN, Uno, FALKENMARK, Malin, KARLBERG, Louise, CORELL, Robert W., FABRY, Victoria J., HANSEN, James, WALKER, Brian, LIVERMAN, Diana, RICHARDSON, Katherine, CRUTZEN, Paul et FOLEY, Jonathan A. A safe operating space for humanity. *Nature*. septembre 2009. Vol. 461, n° 7263, pp. 472-475. DOI 10.1038/461472a.

157. DUCOS, Alain, DOUHARD, Frédéric, SAVIETTO, Davi, SAUTIER, Marion, FILLON, Valérie, GUNIA, Mélanie, RUPP, Rachel, MORENO-ROMIEUX, Carole, MIGNON-GRASTEAU, Sandrine, GILBERT, Hélène et FORTUN-LAMOTHE, Laurence. Contributions de la génétique animale à la transition agroécologique des systèmes d'élevage: (Full text available in English). *INRAE Productions Animales*. [en ligne]. 23 septembre 2021. [Consulté le 13 septembre 2023]. DOI 10.20870/productions-animales.2021.34.2.4773.

158. BIERMANN, Franck et RAKHYUN E, Kim. The Boundaries of the Planetary Boundary Framework: A Critical Appraisal of Approaches to Define a "Safe Operating Space" for Humanity | Annual Review of Environment and Resources. [en ligne]. 2020. [Consulté le 25 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-environ-012320-080337>

159. LE GALL, André. Consommations d'eau en élevage : entre sobriété et résilience. *Institut de l'Élevage*. [en ligne]. 12 août 2022. [Consulté le 6 octobre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://idele.fr/detail-article/consommations-deau-en-elevage-entre-sobriete-et-resilience>

160. MACÉ, Marillys, DAVOISNE, Nathalie et BEAULIEU, Philippe. Tout savoir sur l'eau douce. *Centre d'information sur l'eau*. [en ligne]. 2 juillet 2019. [Consulté le 27 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.cieau.com/connaitre-leau/leau-dans-la-nature/eau-douce-tout-savoir/>

161. STEFFEN, Will, RICHARDSON, Katherine, ROCKSTRÖM, Johan, CORNELL, Sarah, FETZER, Ingo, BENNETT, Elena, BIGGS, Reinette, CARPENTER, Stephen, VRIES, Wim, DE WIT, Cynthia, FOLKE, Carl, GERTEN, Dieter, HEINKE, Jens, PERSSON, Linn, RAMANATHAN, Veerabhadran, REYERS, Belinda et SÖRLIN, Sverker. « Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet ». *Science*. 15 janvier 2015. DOI 10.1126/science.1259855.

162. [P.R. SHUKLA, J. SKEA, E. CALVO BUENDIA, V. MASSON-DELMOTTE, H.- O. PÖRTNER, D. C. ROBERTS, P. ZHAI, R. SLADE, S. CONNORS, R. VAN DIEMEN, M. FERRAT, E. HAUGHEY, S. LUZ, S. NEOGI,

M. PATHAK, J. PETZOLD, J. PORTUGAL PEREIRA, P., et VYAS, E. HUNTLEY, K. KISSICK, M. BELKACEMI, J. MALLEY. *Summary for Policymakers — Special Report on Climate Change and Land*. [en ligne]. 2019. [Consulté le 12 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/summary-for-policymakers/>

163. MONDON, PERRIER, DOLEAC, HAMMANI, SGAMBATI, KASRIEL, MIDLER et LE QUÉRÉ. *HCC Rapport 2023*. juin 2023.

164. NOTRE-ENVIRONNEMENT. Les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture. *notre-environnement*. [en ligne]. 28 juin 2024. [Consulté le 28 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.notre-environnement.gouv.fr/>

165. DOLLÉ, Jean-Baptiste et AL. Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production. . 2015.

166. CARBONE 4. Les émissions françaises de CO₂ par habitant ont augmenté de 13 % en vingt ans (Carbone 4). *Actu-Environnement*. [en ligne]. 26 septembre 2011. [Consulté le 28 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.actu-environnement.com/ae/news/jeancovici-grandjean-bilan-carbone-13626.php4>

167. MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE. *Stratégie Nationale Bas Carbone : La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*. Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020.

168. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE. Infographie - Le secteur agricole et forestier est à la fois émetteur et capteur de gaz à effet de serre. [en ligne]. 2022. [Consulté le 28 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/infographie-le-secteur-agricole-et-forestier-la-fois-emetteur-et-capteur-de-gaz-effet-de-serre>

169. BAUDE, Manuel et AL. Chiffres clés du climat : France, Europe et Monde. *Ministère de la transition écologique*. [en ligne]. 2021. [Consulté le 17 avril 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/avant-propos.php>

170. FAO. *Pathways towards lower emissions*. [en ligne]. FAO, 2023. [Consulté le 28 juin 2024]. ISBN 978-92-5-138448-0.

171. TUDDENHAM, Mark. Méthane : une augmentation annuelle record des niveaux atmosphériques et une mobilisation internationale pour respecter l'engagement de réduction. *Citepa*. [en ligne]. 8 juin 2022. [Consulté le 16 avril 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.citepa.org/fr/2022_06_a01/

172. FAO. *Tackling Climate Change through Livestock - A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

173. HOEKSTRA, A. Y. et CHAPAGAIN, A. K. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. In : CRASWELL, Eric, BONNELL, Mike, BOSSIO, Deborah, DEMUTH, Siegfried et VAN DE GIESEN, Nick (éd.), *Integrated Assessment of Water Resources and Global Change: A North-South Analysis*. [en ligne]. Dordrecht : Springer Netherlands, 2007. pp. 35-48. [Consulté le 18 avril 2024]. ISBN 978-1-4020-5591-1.

174. HOGEBOOM, Rick, OLTHOF, Dorette, WOHLER, Lara, SU, Han, ERCIN, Ertug, MIALYK, Oleksandr et VAN HEEK, Michiel. Water Footprint Network. [en ligne]. [Consulté le 20 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.waterfootprint.org/>
175. DOREAU, Michel, FARRUGGIA, Anne et VEYSSET, Patrick. *Environmental amenities and impact of French farms for beef production*. 2017.
176. DOREAU, Michel et CORSON, Michael S. Analyse des modes de calcul de la consommation d'eau en élevage bovin et production de viande. . 2017.
177. MEKONNEN, Mesfin et HOEKSTRA, Arjen. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. *American Journal of Hematology - AMER J HEMATOL*. 1 janvier 2010.
178. GAC, A et BECHU, T. L'empreinte eau consommative du lait et de la viande bovine et ovine : premiers repères sur des systèmes français. . 2015.
179. DURAND, Patrick. Les Nitrates, l'agriculture et l'eau en Bretagne. . 2021.
180. Production et ressources : Engrais azotés. *Unifa Bien nourrir les plantes pour mieux nourrir les hommes*. [en ligne]. [Consulté le 22 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://fertilisation-edu.fr/production-ressources/engrais-azotes.html>
181. NOTRE-ENVIRONNEMENT. Le phosphore dans les sols. *notre-environnement*. [en ligne]. 22 juin 2024. [Consulté le 22 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.notre-environnement.gouv.fr/>
182. RAUW, Wendy M, RYDHMER, Lotta, KYRIAZAKIS, Ilias, ØVERLAND, Margareth, GILBERT, Hélène, DEKKERS, Jack CM, HERMESCH, Susanne, BOUQUET, Alban, GÓMEZ IZQUIERDO, Emilio, LOUVEAU, Isabelle et GOMEZ-RAYA, Luis. Prospects for sustainability of pig production in relation to climate change and novel feed resources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100, n° 9, pp. 3575-3586. DOI 10.1002/jsfa.10338.
183. COUTURIER, Christian, CHARRU, Madeleine, DOUBLET, Sylvain et POINTEREAU, Philippe. *Afterre 2050*. 2022. Solagro.
184. Les flux d'azote liés aux élevages. Réduire les pertes, rétablir les équilibres. *INRAE Institutionnel*. [en ligne]. [Consulté le 15 avril 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.inrae.fr/actualites/flux-dazote-lies-aux-elevages-reduire-pertes-retablir-equilibres>
185. CHAMBRE D'AGRICULTURE NORMANDIE. Air et gestion des effluents d'élevage. [en ligne]. 5 janvier 2024. [Consulté le 4 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://normandie.chambres-agriculture.fr/territoire/energies-climat-air/qualite-de-lair/air-et-gestion-des-effluents-delevage/>
186. PINAY, Gilles, GASCUEL, Chantal, MENESGUEN, Alain, SOUCHON, Yves, LE MOAL, Morgane, LEVAIN, Alix, MOATAR, Florentina, PANNARD, Alexandrine et SOUCHU, Philippe. L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise scientifique collective CNRS - Ifremer - INRA - Irstea. [en ligne]. 1 septembre 2017. [Consulté le 8 avril 2024]. Disponible à l'adresse: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00408/51903/>
187. VAN DER HOEK, Klaas W. Nitrogen efficiency in global animal production. In : VAN DER HOEK, Klaas W., ERISMAN, Jan Willem, SMEULDERS, Stan, WISNIEWSKI, Jan R. et WISNIEWSKI, Joe (éd.), *Nitrogen, the Confer-N-s*. [en ligne]. Amsterdam : Elsevier, 1998. pp. 127-132. [Consulté le 21 juin 2024]. ISBN 978-0-08-043201-4.

188. GODINOT, Olivier, FORAY, Sylvain, LEMOSQUET, Sophie, DELABY, Luc et ÉDOUARD, Nadège. De l'animal au territoire, regards sur l'efficacité de l'azote dans les systèmes bovins laitiers. *INRAE Productions Animales*. 17 mai 2022. Vol. 35, n° 1, pp. 43-60. DOI 10.20870/productions-animales.2022.35.1.5498.
189. STEINFELD, Henning, GERBER, Pierre, WASSENAAR, T., CASTEL, V., ROSALES, Mauricio et DE HAAN, C. Livestock's long shadow. [en ligne]. 2006. [Consulté le 6 novembre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.fao.org/3/a0701e/a0701e00.htm>
190. PEYRAUD, Jean-Louis, VERTES, Françoise, DELABY, Luc, FIORELLI, Jean-Louis, DURAND, Patrick, DOURMAD, Jean-Yves, FAVERDIN, Philippe et CELLIER, Pierre. Bilans des flux d'azote au niveau des systèmes de production animale. *Bilans des flux d'azote au niveau des systèmes de production animale, INRA éditions(2012)*. [en ligne]. 2012. [Consulté le 22 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122439/records/64776127bc45d9ecdbc32fcf>
191. IDELE. Efficacité de l'azote en élevages herbivores. [en ligne]. 2017. [Consulté le 22 juin 2024]. Disponible à l'adresse: https://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/MAA_Effluent/Efficacité_de_l_azote_en_elevages_herbivores_Idele_AFB.pdf
192. BIET, Thomas. Affaire Morfoisse : l'exposition aux algues vertes n'est toujours pas reconnue comme la cause du décès - France Bleu. *ici par France Bleu et France 3*. [en ligne]. 5 octobre 2023. [Consulté le 22 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/affaire-morfoisse-l-exposition-aux-algues-vertes-n-est-toujours-pas-reconnue-comme-la-cause-du-deces-8292186>
193. S. S. DÍAZ, J. SETTELE, E. S. BRONDÍZIO E.S., H. T. NGO, M. GUÈZE, J. AGARD, A. ARNETH, P. BALVANERA, K. A. BRAUMAN, S. H. M. BUTCHART, K. M. A. CHAN, L. A. GARIBALDI, K. ICHII, J. LIU, S. M. SUBRAMANIAN, G. F. MIDGLEY, P. MILOSLAVICH, Z. MOLNÁR, D. OBURA, A. PFAFF, S. POLASKY, A. PURVIS, J. RAZZAQUE, B. REYERS, R. ROY CHOWDHURY, Y. J. SHIN, et I. J. VISSEREN-HAMAKERS, K. J. WILLIS, AND C. N. ZAYAS. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. *IPBES*. 2019.
194. EXPOSITO-ALONSO, Moises, BOOKER, Tom R., CZECH, Lucas, GILLESPIE, Lauren, HATELEY, Shannon, KYRIAZIS, Christopher C., LANG, Patricia L. M., LEVENTHAL, Laura, NOGUES-BRAVO, David, PAGOWSKI, Veronica, RUFFLEY, Megan, SPENCE, Jeffrey P., TORO ARANA, Sebastian E., WEISS, Clemens L. et ZESS, Erin. Genetic diversity loss in the Anthropocene. *Science (New York, N.Y.)*. 23 septembre 2022. Vol. 377, n° 6613, pp. 1431-1435. DOI 10.1126/science.abn5642.
195. ALKEMADE, Rob, VAN OORSCHOT, Mark, MILES, Lera, NELLEMAN, Christian, BAKKENES, Michel et TEN BRINK, Ben. GLOBIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss. *Ecosystems*. 1 avril 2009. Vol. 12, n° 3, pp. 374-390. DOI 10.1007/s10021-009-9229-5.
196. LAUVIE, Anne, AUDIOT, Annick et VERRIER, Étienne. *La biodiversité domestique: vers de nouveaux liens entre élevage, territoires et société*. . Versailles : Éditions Quae, 2023. ISBN 978-2-7592-3681-7. 636
197. ALLIER, Antoine, DANCHIN, Coralie, DUCOS, Alain, DUPONT-NIVET, Mathilde, GUÉMÉNÉ, Daniel et VERRIER, Étienne. Actualisation des listes de races menacées Extension de la réflexion aux abeilles et aux espèces aquacoles. . 2023.
198. OFB. L'artificialisation des sols. [en ligne]. 2019. [Consulté le 22 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ofb.gouv.fr/lartificialisation-des-sols>

199. TICHIT, Muriel, MAGDA, Daniele, DURANT, Daphné, LAUVIE, Anne, LÉCRIVAIN, Elisabeth, MARTEL, Gilles, ROCHE, Bénédicte, DE SAINTE MARIE, Christine, SABATIER, Rodolphe et TEILLARD D'EYRY, Félix. Systèmes d'élevage et biodiversité : des antagonismes aux synergies. In : *19. Rencontres Recherches Ruminants*. [en ligne]. Paris, France, décembre 2012. pp. 1-8. [Consulté le 22 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://hal.science/hal-01191348>
200. COLE, Lorna J., MORTON, Ruth, HARRISON, William, MCCracken, David I. et ROBERTSON, Duncan. The influence of riparian buffer strips on carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) assemblage structure and diversity in intensively managed grassland fields. *Biodiversity and Conservation*. 1 août 2008. Vol. 17, n° 9, pp. 2233-2245. DOI 10.1007/s10531-007-9304-1.
201. ALESSANDRO FILAZZOLA, CHARLOTTE BROWN, MARGARETE A. DETTLAFF, AMGAA BATBAATAR, JESSICA GRENKE, TAN BAO, ISAAC PEETOOM HEIDA, JAMES F. CAHILL JR. The effects of livestock grazing on biodiversity are multi-trophic: a meta-analysis - Filazzola - 2020 - Ecology Letters - Wiley Online Library. *Ecology Letters*. 5 mai 2020. Vol. 23, n° 8, pp. 1298-1309.
202. RYSCHAWY, J., TICHIT, M., BERTRAND, S., ALLAIRE, G., PLANTUREUX, S., AZNAR, O., PERROT, C., GUINOT, C., JOSIEN, E., LASSEUR, J., AUBERT, C., TCHAKERIAN, E. et DISENHAUS, C. Comment évaluer les services rendus par l'élevage ? Une première approche méthodologique sur le cas de la France. *INRAE Productions Animales*. 15 avril 2015. Vol. 28, n° 1, pp. 23-38. DOI 10.20870/productions-animales.2015.28.1.3008.
203. MOLLIER, Pascale. Les liens entre agriculture et biodiversité sont encore sujets à controverse scientifique : de l'importance des méthodes d'analyse. *INRAE Institutionnel*. [en ligne]. [Consulté le 23 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.inrae.fr/actualites/liens-entre-agriculture-biodiversite-sont-encore-sujets-controverse-scientifique-limportance-methodes-danalyse>
204. STEINFELD, Henning, MOONEY, Harold A., SCHNEIDER, Fritz et NEVILLE, Laurie E. *Livestock in a Changing Landscape, Volume 1: Drivers, Consequences, and Responses*. . Island Press, 2013. ISBN 978-1-59726-926-1.
205. MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE. Soja - Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée. [en ligne]. 4 juin 2024. [Consulté le 23 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.deforestationimportee.ecologie.gouv.fr/produits-concernes/article/soja>
206. GANDARA, Alice. Rapport du Groupe II du GIEC : Les points clés. *Carbone 4*. [en ligne]. 12 mars 2022. [Consulté le 23 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://carbone4.com/fr/article-giec-groupe2-points-cles>
207. Infographie: Le Brésil, premier producteur de soja au monde. *Statista Daily Data*. [en ligne]. 22 février 2024. [Consulté le 23 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://fr.statista.com/infographie/31791/pays-qui-produisent-le-plus-de-soja>
208. ALBERT, James S., CARNAVAL, Ana C., FLANTUA, Suzette G. A., LOHMANN, Lúcia G., RIBAS, Camila C., RIFF, Douglas, CARRILLO, Juan D., FAN, Ying, FIGUEIREDO, Jorge J. P., GUAYASAMIN, Juan M., HOORN, Carina, DE MELO, Gustavo H., NASCIMENTO, Nathália, QUESADA, Carlos A., ULLOA ULLOA, Carmen, VAL, Pedro, ARIEIRA, Julia, ENCALADA, Andrea C. et NOBRE, Carlos A. Human impacts outpace natural processes in the Amazon. *Science*. 27 janvier 2023. Vol. 379, n° 6630, pp. eabo5003. DOI 10.1126/science.abo5003.
209. BOMMEL, Pierre, BONAUDO, Thierry, BARBOSA, Tienne, VEIGA, Jonas Bastos da, PAK, Manuela Vieira et TOURRAND, Jean-François. La relation complexe entre l'élevage et la forêt en

Amazonie brésilienne : une approche par la modélisation multi-agents. *Cahiers Agricultures*. 1 mars 2010. Vol. 19, n° 2, pp. 104- 111 (1). DOI 10.1684/agr.2010.0384.

210. CANOPÉE. Quels sont les chiffres de la déforestation en 2024 ? *Canopée*. [en ligne]. 24 juillet 2023. [Consulté le 11 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.canopee.org/faq/la-deforestation/quels-sont-les-chiffres-de-la-deforestation-en-2023/>

211. BOMMEL, Pierre, BONAUDO, Thierry, BARBOSA, Tienne, VEIGA, Jonas Bastos da, PAK, Manuela Vieira et TOURRAND, Jean-François. La relation complexe entre l'élevage et la forêt en Amazonie brésilienne : une approche par la modélisation multi-agents. *Cahiers Agricultures*. 1 mars 2010. Vol. 19, n° 2, pp. 104- 111 (1). DOI 10.1684/agr.2010.0384.

212. FOURREAU, Valentine. Le Brésil, premier producteur de soja au monde. *Statista Daily Data*. [en ligne]. 22 février 2024. [Consulté le 5 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://fr.statista.com/infographie/31791/pays-qui-produisent-le-plus-de-soja>

213. AUVERGNE-RHÔNE-ALPES, DRAAF. Efficience alimentaire des élevages : un nouveau regard sur la compétition entre alimentation animale et humaine. *DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes*. [en ligne]. 12 décembre 2017. [Consulté le 12 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/efficience-alimentaire-des-elevages-un-nouveau-regard-sur-la-competition-entre-a1783.html>Last Modified: 2017-12-13

214. IDÈLE. Baisse du cheptel bovin européen (Tendances L&V mars 2024). *Institut de l'Élevage*. [en ligne]. 26 mars 2024. [Consulté le 6 octobre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://idele.fr/detail-article/baisse-du-cheptel-bovin-europeen-tendances-lv-mars-2024>

215. BERTRAND DEROCHE et JÉRÉMY DOUHAY. En engraissement de bovins : des solutions pour maîtriser son coût alimentaire. *Institut de l'Élevage*. [en ligne]. 13 avril 2022. [Consulté le 23 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://idele.fr/en/detail-article/en-engraissement-de-bovins-des-solutions-pour-maitriser-son-cout-alimentaire>

216. PFLIMLIN, André, LE GALL, André, PERROT, Christophe, ROUILLÉ, Benoît, SALLEY, Manon et POUX, Xavier. L'élevage peut-il se passer du soja importé ? *Institut de l'élevage (Idèle), Académie de l'Agriculture de France (AAF), Institut du Développement Durable et des Relations Internationales Applications des Sciences de l'Action (Iddri-Asca)*. décembre 2021. pp. 1-76.

217. FRAANJE, Walter. Soy: food, feed, and land use change. *FCRN Foodsource Building Block*. [en ligne]. 1 janvier 2020. [Consulté le 5 juin 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.academia.edu/41842107/Soy_food_feed_and_land_use_change

218. FAO. Status of the World's Soil Resources - Technical Summary. . 2015.

219. PIGNARD, Gérôme, DUPOUEY, Jean-Luc, ARROUAYS, Dominique et LOUSTAU, Denis. Carbon stocks estimates for French forests. *BASE*. [en ligne]. 1 janvier 2000. [Consulté le 12 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=15170>

220. DOLLE, Jean-Baptiste, FAVERDIN, Philippe, AGABRIEL, Jacques, SAUVANT, Daniel et KLUMPP, Katja. Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production. *Fourrages*. 2013. N° 215, pp. 181-191.

221. J. F. SOUSSANA, T. TALLEC et V. BLANFORT. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Cambridge university*. [en ligne]. 22 septembre 2009. [Consulté le 12 juin 2024]. Disponible à l'adresse:

<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/mitigating-the-greenhouse-gas-balance-of-ruminant-production-systems-through-carbon-sequestration-in-grasslands/75C37264D0DBC0B6175DFA61574E3A6D>

222. KLUMPP, Katja et AL. Grazing triggers soil carbon loss by altering plant roots and their control on soil microbial community - *Journal of Ecology* - Wiley Online Library. [en ligne]. 2009. [Consulté le 12 juin 2024]. Disponible à l'adresse:

<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2745.2009.01549.x>

223. JONES, M. B. et DONNELLY, Alison. Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂. *New Phytologist*. 2004. Vol. 164, n° 3, pp. 423-439. DOI 10.1111/j.1469-8137.2004.01201.x.

224. DUMONT, Bertrand, DUPRAZ, Pierre, AUBIN, Joël, BENOIT, Marc, CHATELLIER, Vincent, BOUAMRA-MECHEMACHE, Zohra, DELABY, Luc, DELFOSSE, Claire, DOURMAD, Jean-Yves, DURU, Michel, FRAPPIER, Lise, FRIANT-PERROT, Marine, GAIGNÉ, Carl, GIRARD, Agnès, GUICHET, Jean-Luc, HAVLIK, Petr, HOSTIOU, Nathalie, HUGUENIN-ELIE, Olivier, KLUMPP, Katja, LANGLAIS, Alexandra, LAVENANT, Servane, PERCHEC, Sophie Le, LEPILLER, Olivier, MÉDA, Bertrand, RYSCHAWY, Julie, SABATIER, Rodolphe, VEISSIER, Isabelle, VERRIER, Etienne, VOLLET, Dominique, SAVINI, Isabelle, HERCULE, Jonathan et DONNARS, Catherine. Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective. . 2019.

225. LOUAULT, F., PILLAR, V.d., AUFRÈRE, J., GARNIER, E. et SOUSSANA, J.-F. Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland. *Journal of Vegetation Science*. 2005. Vol. 16, n° 2, pp. 151-160. DOI 10.1111/j.1654-1103.2005.tb02350.x.

226. DASS, Pawlok, HOULTON, Benjamin Z., WANG, Yingping et WARLIND, David. Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environmental Research Letters*. juillet 2018. Vol. 13, n° 7, pp. 074027. DOI 10.1088/1748-9326/aac339.

227. GAC, Armelle, DOLLÉ, Jean-Baptiste, GALL, André Le, KLUMPP, Katja, TALLEC, Tiphaine, MOUSSET, Jerome, EGLIN, Thomas et BISPO, Antonio. Le stockage de carbone par les prairies. . 6 juin 2023.

228. Signaux de l'AEE 2019 -- Les terres et les sols en Europe — Agence européenne pour l'environnement. [en ligne]. [Consulté le 12 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux-de-laee-2019-les>

229. SIRAMI, Clélia, THEAU, Jean Pierre et RYSCHAWY, Julie J. Services écosystémiques dans les agroécosystèmes : Définition. In : [en ligne]. INRAE, 2016. [Consulté le 12 juin 2024].

230. DEMARCQ, François, COUTURIER, Christian, ETIENNE, Elyne, DURU, Michel, MORINEAU, Jacques, BOITIAS, Mathilde et BUREAU, Jean-christophe. Les élevages au coeur de la transition écologique. *La fabrique écologique*. octobre 2022.

231. INSEE. *L'économie des zones de montagne - Insee dossier - Auvergne-Rhone Alpes*. 2017.

232. DUMONT, Bertrand, DUPRAZ, Pierre et DONNARS, Catherine. *Impacts et services issus des élevages européens*. [en ligne]. éditions Quae, 2019. [Consulté le 13 septembre 2023]. ISBN 978-2-7592-2705-1.

233. COCHET, Gilbert et DURAND, Stéphane. *Ré-ensauvageons la France Plaidoyer pour une nature sauvage et libre*. . Actes sud. 2018.

234. LUKITO, Widjaja, MALIK, Safarina G., SURONO, Ingrid S. et WAHLQVIST, Mark L. From « lactose intolerance » to « lactose nutrition ». *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. [en ligne]. 21 août 2020. Vol. 24, n° Supplement. [Consulté le 12 octobre 2023]. DOI 10.3316/informit.750093020920169.
235. FRANCEAGRIMER. La consommation de produits carnés et d'oeufs en 2022. [en ligne]. 2023. Disponible à l'adresse: https://www.franceagrimer.fr/content/download/71902/document/STA-VIA-Consommation_des_produits_carn%C3%A9s_et_oeufs_en_2022.pdf
236. BELLISLE, France. Des qualités organoleptiques des aliments aux choix alimentaires. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 1 octobre 2006. Vol. 41, n° 5, pp. 269-272. DOI 10.1016/S0007-9960(06)70638-1.
237. BONNEAU, M, KEMPSTER, A J, CLAUS, R, CLAUDI-MAGNUSSEN, C, DIESTRE, A, TORNBERG, E, WALSTRA, P, CHEVILLON, P, WEILER, U et COOK, G L. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. *Meat Science*. 2000.
238. GAUTHIER, François. Les ressorts symboliques du consumérisme. Au-delà de la marchandise, le symbole et le don. *Revue du MAUSS*. 2014. Vol. 44, n° 2, pp. 137-157. DOI 10.3917/rdm.044.0137.
239. CHESSEL, Marie-Emmanuelle. *Histoire de la consommation*. . Suite du 1. tir. (2). Paris : La Découverte, 2012. Collection Repères Histoire, 590. ISBN 978-2-7071-5925-0.
240. LADOUCEUR, Benoît. Marie-Emmanuelle Chessel, Histoire de la consommation. *Lectures*. [en ligne]. 10 mars 2012. [Consulté le 17 octobre 2023]. DOI 10.4000/lectures.7842.
241. GARABEDIAN, Sabine. Une analyse de la consommation éthique. Le rôle de l'information et de l'accessibilité. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*. 15 novembre 2007. N° 301, pp. 55-74. DOI 10.4000/economierurale.2017.
242. TOTI, Jean-François et MOULINS, Jean-Louis. Comment mesurer les comportements de consommation éthique ? *RIMHE : Revue Interdisciplinaire Management, Homme & Entreprise*. 2015. Vol. 18, 4, n° 4, pp. 21-42. DOI 10.3917/rimhe.018.0021.
243. HENAFF, Marie-Hélène LE et LE GALL, François. 21100 : *Perspectives d'avenir des relations élevage et société*. CGAAER, 2023.
244. LE MONDE. L'animal dans le droit, à la fois chose et sujet. *Le Monde.fr*. [en ligne]. 31 mars 2018. [Consulté le 17 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/03/31/l-animal-dans-le-droit-a-la-fois-chose-et-sujet_5278936_3232.html
245. DELANOUE, Elsa, DOCKES, Anne-Charlotte, CHOUTEAU, Alyzée, ROGUET, Christine et PHILIBERT, Aurore. Regards croisés entre éleveurs et citoyens français : vision des citoyens sur l'élevage et point de vue des éleveurs sur leur perception par la société. *INRA Productions Animales*. 11 juin 2018. Vol. 31, n° 1, pp. 51-68. DOI 10.20870/productions-animales.2018.31.1.2203.
246. LITT, Joanna, LETERRIER, Christine et FORTUN-LAMOTHE, Laurence. Conditions d'élevage des palmipèdes à foie gras : des demandes sociétales à une démarche de progrès. *INRAE Productions Animales*. 12 janvier 2021. Vol. 33, n° 3, pp. 203-222. DOI 10.20870/productions-animales.2020.33.3.4500.

247. ROGUET, Christine, DELANOUE, Elsa, CHOUTTEAU, Alizée, DUFFET, Guillaume, VELLY, Valentine Le, WACHET, Céline et DISENHAUS, Catherine. Perception et prise en compte des demandes de la société envers l'élevage de porcs par des responsables de groupements de producteurs. *Journées de recherches porcines*. février 2015. Vol. 47.
248. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE. Interdiction de la castration à vif des porcelets : accompagnement de sa mise en œuvre. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. [en ligne]. [Consulté le 19 septembre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/interdiction-de-la-castration-vif-des-porcelets-accompagnement-de-sa-mise-en-oeuvre>
249. DIRECTIVE CE. *DIRECTIVE 2008/120/CE de l'Union Européenne*. 2008.
250. VAN TILBEURGH, Véronique. Enjeux sociétaux et adaptation des filières aux controverses sur l'élevage. . 2017.
251. WEMETTE, M., GREINER SAFI, A., WOLVERTON, A.K., BEAUVAIS, W., SHAPIRO, M., MORONI, P., WELCOME, F.L. et IVANEK, R. Public perceptions of antibiotic use on dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science*. 1 mars 2021. Vol. 104, n° 3, pp. 2807-2821. DOI 10.3168/jds.2019-17673.
252. CROUZET, Aurélie, TAYEAU, Morgane et CRAVEUR, Laura. *VÉGÉTARIENS ET FLEXITARIENS EN FRANCE EN 2020* [en ligne]. France Agri Mer, 2021. Disponible à l'adresse: <https://www.franceagrimer.fr/content/download/66748/document/RapportCompletVegetariensFlexitariensEnFrance2020.pdf>
253. MARCILHAC, Vincent. *Le luxe alimentaire: Une singularité française*. . Presses universitaires François-Rabelais, 2022. ISBN 978-2-86906-820-9. Google-Books-ID: JKSGEAAAQBAJ
254. FAO. *Résumé de L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2023*. [en ligne]. FAO; IFAD; WHO; UNICEF; WFP; , 2023. [Consulté le 23 octobre 2023]. ISBN 978-92-5-137955-4.
255. NEVEU, André. Sécurité alimentaire : objectif majeur de l'après Covid. *Paysans & société*. 2020. Vol. 383, n° 5, pp. 22-27. DOI 10.3917/pes.383.0022.
256. MUGENI, Geoffrey. *LA PÂQUE JUIVE ET LA PÂQUES CHRÉTIENNE. CONTINUITÉ ET DISCONTINUITÉ*. . Kinshasa : Saint-Augustin de Kinshasa, 2019.
257. NONHEBEL, Sanderine et KASTNER, Thomas. Changing demand for food, livestock feed and biofuels in the past and in the near future. *Livestock Science*. juillet 2011. Vol. 139, n° 1-2, pp. 3-10. DOI 10.1016/j.livsci.2011.03.021.
258. PREISWERK, Yvonne. *VACHES ET « GENEALOGIES » DANS LA MÉMOIRE COLLECTIVE*. . 1995.
259. HAFFNER, Tanya et CULLIFORD, Amy. The food marketing environment: *The Food Research Collaboration*. 2023.
260. NUTRISCORE EUROPE. *WHY THE EUROPEAN COMMISSION MUST CHOOSE THE NUTRI-SCORE NUTRITION LABEL - A PUBLIC HEALTH TOOL BASED ON RIGOROUS SCIENTIFIC EVIDENCE AS THE HARMONIZED MANDATORY NUTRITION LABEL FOR EUROPE* [en ligne]. 2023. Disponible à l'adresse: <https://nutriscore-europe.com/>

261. KUCHLER, Fred, SWEITZER, Megan et CHELIUS, Carolyn. The Prevalence of the « Natural » Claim on Food Product Packaging. . 2023. N° 35.
262. SAYS, Claude Aubert. Crise de la bio : arrêt sur l'image. *SESAME*. [en ligne]. 7 avril 2023. [Consulté le 18 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://revue-sesame-inrae.fr/crise-du-bio-arret-sur-limage/>
263. CNRTL. LOBBY : Définition de LOBBY. [en ligne]. [Consulté le 18 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.cnrtl.fr/lexicographie/lobby>
264. FINGER, Sarah. Le lobby de la viande défend son bifteck jusque dans les écoles. *Libération*. 15 novembre 2016. pp. 19.
265. LE MONDE. « Les lobbies de la viande redoublent d'efforts pour défendre leur bout de gras jusque dans les salles de classe ». *Le Monde.fr*. [en ligne]. 25 janvier 2022. [Consulté le 18 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/idees/article/2022/01/25/les-lobbies-de-la-viande-redoublent-d-efforts-pour-defendre-leur-bout-de-gras-jusque-dans-les-salles-de-classe_6110883_3232.html
266. BEDNAFIÍKOVÁ, Zuzana et JÍLKOVÁ, Jiřina. WHY IS THE AGRICULTURAL LOBBY IN THE EUROPEAN UNION MEMBER STATES SO EFFECTIVE? *E+M. Ekonomie a Management = Economics and Management*. 2012. N° č. 2, pp. 26-37.
267. VALLET, Cédric. Le lobby agricole lutte contre le verdissement de la PAC. *Le Monde*. 13 octobre 2020. pp. ECO16.
268. LÉCOLE, Pauline. Le verdissement de la PAC en débat : un feu vert pour plus d'environnement ? *Agronomie, Environnement & Sociétés*. 2013. Vol. 3, n° 2, pp. 123-135.
269. COUR DES COMPTES EUROPÉENNE. *Rapport de la Cour des Comptes Européenne sur le mesure de verdissement de la PAC*. 2017.
270. IDÈLE. ÉLEVEUR DE RUMINANTS : L'ATTRACTIVITÉ DU MÉTIER EN QUESTION. *Dossier Technique de l'Élevage (DTE), Idèle, CNE, Avenir et Élevage, RMT*. avril 2023. N° 7, pp. 1-56.
271. INRAE. Ressources n°6 - La revue INRAE - Quels défis pour des élevages durables ? . juillet 2024.
272. LE BARS, Marie-Isabelle. Stabilité des installations aidées en Bretagne. *Réussir Porc*. janvier 2021. N° 285, pp. 12.
273. BEGUIN, Emmanuel et FAGON, Jocelyn. Repères de temps de travail dans les grandes exploitations laitières. *CASDAR ORGUE, Idèle*. avril 2022. N° 3, pp. 1-11.
274. PLUVINAGE, Jean. Élevages en crise et questions sociétales: Une analyse nécessaire de la diversité des situations. *Pour*. 2016. Vol. 231, n° 3, pp. 59. DOI 10.3917/pour.231.0059.
275. DOURMAD, J.Y., CANARIO, L., GILBERT, H., MERLOT, E., QUESNEL, H. et PRUNIER, A. Évolution des performances et de la robustesse des animaux en élevage porcin. *INRAE Productions Animales*. 8 février 2010. Vol. 23, n° 1, pp. 53-64. DOI 10.20870/productions-animales.2010.23.1.3287.

276. DEPOUDENT, Caroline, HOSTIOU, Nathalie et CLERC, Lisa LE. Travailler en élevage porcin en France : facteurs d'attractivité et contraintes. *INRAE Productions Animales*. 18 octobre 2021. Vol. 34, n° 2, pp. 97-110. DOI 10.20870/productions-animales.2021.34.2.4808.
277. BLANC, Pierre et ABIS, Sébastien. *Agriculture et alimentation : des champs géopolitiques de confrontation au 21-ème siècle*. Cahier Demeter. 2012.
278. SÉNAT. Suicides en agriculture : mieux prévenir, identifier et accompagner les situations de détresse. *Sénat*. [en ligne]. 3 avril 2023. [Consulté le 26 octobre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.senat.fr/rap/r20-451/r20-451.html>
279. FRANCEAGRIMER. *Souveraineté alimentaire : un éclairage par des indicateurs de bilan*. France Agri Mer, 2023. Février 2023.
280. CHENUT, R., MAGDELAINE, P. et COUTELET, G. Diagnostic de compétitivité des filières volaille de chair européennes et françaises. *15ème journée sciences du muscle et technologies de la viande, Viandes et produits carnés*. 2014. pp. 19-20.
281. PINEAU, C. et SANNE, E. Comparaison mondiale des coûts de production dans différents cas types d'atelier d'engraissement de bovins. *15ème journée sciences du muscle et technologies de la viande, Viandes et produits carnés*. 2014. pp. 25-26.
282. ROUSSILLON, Marie-Alix et DUFLOT, Boris. Compétitivité de l'abattage-découpe de porc, comparaison entre la France et les principaux producteurs de l'UE. *15ème journée sciences du muscle et technologies de la viande, Viandes et produits carnés*. 2014. pp. 31-32.
283. CHATELLIER, Vincent. Les filières agricoles françaises face à la mondialisation. *Congrès national de l'Association Française de Droit Rural (AFDR)*. 2014. Vol. 31, pp. 41.
284. DUVALEIX-TREGUER, Sabine, EMLINGER, Charlotte, GAGNÉ, Carl et LATOUCHE, Karine. *Appellations d'origine : un atout pour l'export ?* [en ligne]. 2018. CEPII. [Consulté le 8 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://hal.science/hal-01929033>
285. RIEU, Michel, ROUSSILLON, Marie-Alix et LEGENDRE, Vincent. La filière porcine française, une compétitivité à reconquérir. *Viandes & Produits carnés*. 4 novembre 2014. pp. 1-7.
286. BRIAL, Adèle, FERRARI, Sylvie, GOMBERT-COURVOISIER, Sandrine et HOARAU, Jean-François. La résilience alimentaire en milieu insulaire. Entre autonomie alimentaire et libre-échange. *Économie rurale*. 2022. Vol. 382, n° 4, pp. 133-145. DOI 10.4000/economierurale.10828.
287. CLAPP, Jennifer. Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. *Food Policy*. 1 janvier 2017. Vol. 66, pp. 88-96. DOI 10.1016/j.foodpol.2016.12.001.
288. LERIDON, Henri. World population outlook: Explosion or implosion ? *Population & Societies*. 1 janvier 2020. N° 573, pp. 1.
289. PAUDEL, Devendra, NEUPANE, Ram Chandra, SIGDEL, Sailesh, POUDEL, Pradip et KHANAL, Aditya R. COVID-19 Pandemic, Climate Change, and Conflicts on Agriculture: A Trio of Challenges to Global Food Security. *Sustainability*. janvier 2023. Vol. 15, n° 10, pp. 8280. DOI 10.3390/su15108280.
290. POUCH, Thierry et RAFFRAY, Marine. La pandémie et l'agriculture : un virus accélérateur de mutations ? *Paysans & société*. 1 juin 2022. Vol. N° 393, n° 3, pp. 51-53. DOI 10.3917/pes.393.0051.

291. MADELRIEUX, Sophie, COURTONNE, Jean-Yves, GRILLOT, Myriam et HARCHAOUI, Souhil. Bioéconomie et économie circulaire : lecture critique et place de l'élevage. *INRAE Productions Animales*. [en ligne]. 5 mai 2023. Vol. 36, n° 1. [Consulté le 13 septembre 2023]. DOI 10.20870/productions-animales.2023.36.1.7430.
292. SAITO, Kohei. La théorie du métabolisme chez Marx à l'ère de la crise écologique mondiale. MORET, Ernest (trad.), *Tracés. Revue de Sciences humaines*. 15 juin 2021. N° 40, pp. 161-182. DOI 10.4000/traces.12425.
293. PARLEMENT EUROPÉEN. Le PE souhaite un plan de sécurité alimentaire européen et plus de ressources | Actualité | Parlement européen. [en ligne]. 14 juin 2023. [Consulté le 10 mars 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20230609IPR96209/le-pe-souhaite-un-plan-de-securite-alimentaire-europeen-et-plus-de-ressources>
294. PNUD. Objectif 2: Faim « zéro » | Programme De Développement Des Nations Unies. *UNDP*. [en ligne]. [Consulté le 12 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.undp.org/fr/sustainable-development-goals/zero-hunger>
295. *Conférence : La robustesse du vivant comme antidote au culte de la performance - Olivier Hamant*. [en ligne]. 3 juillet 2024. [Consulté le 30 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.youtube.com/watch?v=DvU4jKnzT1I>
296. GALVÃO DE FRANÇA, Caio, GRAZIANO DA SILVA, José et DEL GROSSI, Mauro Eduardo. *Fome Zero (Programme faim zéro) : une expérience brésilienne*. . FAO. nead especial, 2013. FAO. ISBN 978-92-5-207312-3.
297. Plan renforcé de reconquête de notre souveraineté sur l'élevage : un séminaire pour définir les grands objectifs de recherche. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. [en ligne]. mai 2024. [Consulté le 21 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/plan-renforce-de-reconquete-de-notre-souverainete-sur-lelevage-un-seminaire-pour-definir-les-grands>
298. HARCHAOUI, Souhil et CHATZIMPIROS, Petros. Can Agriculture Balance Its Energy Consumption and Continue to Produce Food? A Framework for Assessing Energy Neutrality Applied to French Agriculture. *Sustainability*. décembre 2018. Vol. 10, n° 12, pp. 4624. DOI 10.3390/su10124624.
299. KIM, Eunhye, ARNOUX, Mathieu et CHATZIMPIROS, Petros. Agri-food-energy system metabolism: a historical study for northern France, from nineteenth to twenty-first centuries. *Regional Environmental Change*. 1 avril 2018. Vol. 18, n° 4, pp. 1009-1019. DOI 10.1007/s10113-017-1119-3.
300. HARCHAOUI, Souhil et CHATZIMPIROS, Petros. Energy, Nitrogen, and Farm Surplus Transitions in Agriculture from Historical Data Modeling, France, 1882–2013. *Journal of Industrial Ecology*. 2019. Vol. 23, n° 2, pp. 412-425. DOI 10.1111/jiec.12760.
301. MISTRAL, Jolan. Approvisionnement de nos sociétés en pétrole et avenir : quelles conséquences sur la profession vétérinaire ? . 18 novembre 2022. pp. 130.
302. BENOIT, Marc et MOTTET, Anne. Energy scarcity and rising cost: Towards a paradigm shift for livestock. *Agricultural Systems*. 1 février 2023. Vol. 205, pp. 103585. DOI 10.1016/j.agsy.2022.103585.
303. ARIZPE, Nancy, GIAMPIETRO, Mario et RAMOS-MARTIN, Jesus. Food Security and Fossil Energy Dependence: An International Comparison of the Use of Fossil Energy in Agriculture (1991-2003). *Critical Reviews in Plant Sciences*. 1 janvier 2011. Vol. 30, n° 1-2, pp. 45-63. DOI 10.1080/07352689.2011.554352.

304. BENOIT, Marc, BARBIERI, Pietro et DUMONT, Bertrand. Quel élevage pour une agriculture biologique performante ? *INRAE Productions Animales*. 12 mars 2024. pp. 7372-7372. DOI 10.20870/productions-animales.2024.37.2.7372.
305. HUBBERT, King. Nuclear energy and the fossil fuels. *Drilling and production practice, American Petroleum Institute*. 1956. N° 95, pp. 1-40.
306. BENTLEY, R. W., MANNAN, S. A. et WHEELER, S. J. Assessing the date of the global oil peak: The need to use 2P reserves. *Energy Policy*. 1 décembre 2007. Vol. 35, n° 12, pp. 6364-6382. DOI 10.1016/j.enpol.2007.08.001.
307. BENTLEY, R. W. *Introduction to Peak Oil*. . Springer, 2016. ISBN 978-3-319-26372-4. Google-Books-ID: 92vWCwAAQBAJ
308. THE SHIFT PROJECT. *L'Union Européenne risque de subir des contraintes fortes sur les approvisionnements pétroliers d'ici à 2030 - Analyse prospective prudentielle* -. 2020.
309. IEA. *World Energy Outlook 2023* [en ligne]. IEA, 2023. Disponible à l'adresse: www.iea.org
310. MAUGERI, Leonardo. The shale oil boom : a US phenomenon. *The Geopolitics of Energy Project*. 2013. pp. 1-66.
311. IEA. *World Energy Outlook 2018* [en ligne]. IEA, 2018. Disponible à l'adresse: www.iea.org
312. WELLS, J. Uncertainty about Future Oil Supply Makes It Important to Develop a Strategy for Addressing a Peak and Decline in Oil Production. *United States Government Accountability Office (GAO)*. février 2007. pp. 1-76.
313. ORGANISATION DES NATIONS UNIES (ONU). The world population situation in 1970. *Department of Economic and Social Affairs, Population studies*. 1971. N° 49, pp. 1-78.
314. ALGHALITH, Moawia. The interaction between food prices and oil prices. *Energy Economics*. novembre 2010. Vol. 32, n° 6, pp. 1520-1522. DOI 10.1016/j.eneco.2010.08.012.
315. ESMAEILI, Abdoukarim et SHOKOOHI, Zainab. Assessing the effect of oil price on world food prices: Application of principal component analysis. *Energy Policy*. février 2011. Vol. 39, n° 2, pp. 1022-1025. DOI 10.1016/j.enpol.2010.11.004.
316. ZMAMI, Mourad et BEN-SALHA, Ousama. Does Oil Price Drive World Food Prices? Evidence from Linear and Nonlinear ARDL Modeling. *Economies*. 12 février 2019. Vol. 7, n° 1, pp. 12. DOI 10.3390/economies7010012.
317. BENDIB, Youssef. COINTÉGRATION ENTRE COURS DU PÉTROLE ET DU BLE VIA L'APPROCHE ARDL. *Revue d'Economie et de Statistique Appliquée*. 2024. Vol. 20, n° 02, pp. 51-60.
318. CONCIALDI, Pierre. L'évolution des salaires depuis 1950 : la rupture de 2017. . 2023.
319. MADEC, Pierre, PLANE, Mathieu et SAMPOGNARO, Raul. Une analyse macro et microéconomique du pouvoir d'achat des ménages en France. *OFCE Policy Brief*. 17 mars 2022. N° 104, pp. 1.
320. NEFF, Roni A, PARKER, Cindy L, KIRSCHENMANN, Frederick L, TINCH, Jennifer et LAWRENCE, Robert S. PEAK OIL IS THE POINT AT. *American Journal of Public Health*. 2011. Vol. 101, n° 9.

321. LENG, R.A. et PRESTON, T.R. Global decline in oil and natural resources; implications for the scope and content of papers for publication in LRRD. [en ligne]. 25 octobre 2004. [Consulté le 11 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd16/11/pres16087.htm>
322. SCOLARO, Elia, BELIGOJ, Matteo, ESTEVEZ, Manuel Perez, ALBERTI, Luigi, RENZI, Massimiliano et MATTETTI, Michele. Electrification of Agricultural Machinery: A Review. *IEEE Access*. 2021. Vol. 9, pp. 164520-164541. DOI 10.1109/ACCESS.2021.3135037.
323. NIQUIL, Nathalie. Éoliennes : des retombées contrastées pour la biodiversité marine. *Polytechnique Insights*. [en ligne]. 19 janvier 2022. [Consulté le 25 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/energie/eoliennes-en-mer-goutte-deau-ou-tsunami-energetique/des-retombees-contrastees-pour-la-biodiversite-marine/>
324. VAITILINGOM, Gilles, AGIER, Yoann et LACOUR, Stéphanie. Un carburant spécifique pour les engins agricoles : étude de quatre filières de production de biocarburants agricoles. *Sciences Eaux & Territoires*. 2012. Vol. Numéro 7, n° 2, pp. 54-60. DOI 10.3917/set.007.0054.
325. ADEME, MINISTÈRE DE L'ALIMENTATION, DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE et FRANCEAGRIMER. *Analyses de Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France : rapport final* [en ligne]. 2010. [Consulté le 26 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/1394-analyses-de-cycle-de-vie-appliquees-aux-biocarburants-de-premiere-generation-consommés-en-france.html>
326. Projet Méthanisation | La méthanisation, qu'est-ce que c'est ? *GRDF*. [en ligne]. 2024. [Consulté le 18 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://projet-methanisation.grdf.fr/>
327. MARX, Isabelle. Agricultural anaerobic digestion: what are the conditions for the sector's sustainability in France? *WWF*. mars 2020. pp. 1-43.
328. IEA. The Future of Petrochemicals. *IEA*. [en ligne]. 2018. Disponible à l'adresse: www.iea.org
329. PIMENTEL, David, WHITECRAFT, Michele, SCOTT, Zachary R., ZHAO, Leixin, SATKIEWICZ, Patricia, SCOTT, Timothy J., PHILLIPS, Jennifer, SZIMAK, Daniel, SINGH, Gurpreet, GONZALEZ, Daniela O. et MOE, Tun Lin. Will Limited Land, Water, and Energy Control Human Population Numbers in the Future? *Human Ecology*. 2010. Vol. 38, n° 5, pp. 599-611.
330. ENQUÊTE SUR LES RAPPORTS AU GENRE ET A LA POLITIQUE DES AMATEURS DE VIANDE. *IFOP*. [en ligne]. 19 octobre 2022. [Consulté le 30 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ifop.com/publication/enquete-sur-les-rapports-au-genre-et-a-la-politique-des-amateurs-de-viande/>
331. SPF. Recommandations relatives à l'alimentation, à l'activité physique et à la sédentarité pour les adultes. [en ligne]. [Consulté le 31 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/recommandations-relatives-a-l-alimentation-a-l-activite-physique-et-a-la-sedentarite-pour-les-adultes>
332. BOUVARD, Véronique, LOOMIS, Dana, GUYTON, Kathryn Z, GROSSE, Yann, GHISSASSI, Fatiha El, BENBRAHIM-TALLAA, Lamia, GUHA, Neela, MATTOCK, Heidi et STRAIF, Kurt. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*. 1 décembre 2015. Vol. 16, n° 16, pp. 1599-1600. DOI 10.1016/S1470-2045(15)00444-1.

333. AGRESTE. La consommation de viande en France en 2022. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. juillet 2023.
334. MANOLIS, Antonis A., MANOLIS, Theodora A., MELITA, Helen et MANOLIS, Antonis S. Features of a Balanced Healthy Diet with Cardiovascular and Other Benefits. *Current Vascular Pharmacology*. 2023. Vol. 21, n° 3, pp. 163-184. DOI 10.2174/1570161121666230327135916.
335. MARIOTTI, F. Protéines animales et végétales : quels effets sur la santé cardio-métabolique ? *Médecine des Maladies Métaboliques*. 1 mai 2019. Vol. 13, n° 3, pp. 245-251. DOI 10.1016/S1957-2557(19)30069-0.
336. DINU, Monica, ABBATE, Rosanna, GENSINI, Gian Franco, CASINI, Alessandro et SOFI, Francesco. Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: A systematic review with meta-analysis of observational studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 22 novembre 2017. Vol. 57, n° 17, pp. 3640-3649. DOI 10.1080/10408398.2016.1138447.
337. KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA, M, BABINSKA, Katarina et VALACHOVIČOVÁ, Martina. Health benefits and risks of plant proteins. *Bratislavské lekárske listy*. 1 février 2005. Vol. 106, pp. 231-4.
338. DARCHE, Maxime. *De la viande aux substituts végétaux : développement, réglementation et impacts sur la santé et l'environnement*. . ENVT, 2024.
339. ROS-BARÓ, Marta, CASAS-AGUSTENCH, Patricia, DÍAZ-RIZZOLO, Diana Alícia, BATLLE-BAYER, Laura, ADRIÀ-ACOSTA, Ferran, AGUILAR-MARTÍNEZ, Alícia, MEDINA, Francesc-Xavier, PUJOLÀ, Montserrat et BACH-FAIG, Anna. Edible Insect Consumption for Human and Planetary Health: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15 septembre 2022. Vol. 19, n° 18, pp. 11653. DOI 10.3390/ijerph191811653.
340. EUFIC. 5 sources populaires de protéines alternatives à la viande en Europe. *EUFIC*. [en ligne]. 18 avril 2023. [Consulté le 16 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.eufic.org/fr/production-alimentaire/article/5-sources-populaires-de-proteines-alternatives-a-la-viande-en-europe>
341. DE CASTRO, Ruann Janser Soares, OHARA, André, AGUILAR, Jessika Gonçalves Dos Santos et DOMINGUES, Maria Aliciane Fontenele. Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. *Trends in Food Science & Technology*. juin 2018. Vol. 76, pp. 82-89. DOI 10.1016/j.tifs.2018.04.006.
342. BRY-CHEVALIER, Tom. Les insectes seront-ils réellement la nourriture du futur ? *The Conversation*. [en ligne]. 16 juin 2022. [Consulté le 16 août 2024]. Disponible à l'adresse: <http://theconversation.com/les-insectes-seront-ils-reellement-la-nourriture-du-futur-183868>
343. PIKE, Sarah. U.S. News Reveals the 2024 Best Diets. *US News & World Report*. [en ligne]. 3 janvier 2024. [Consulté le 31 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: [//www.usnews.com/info/blogs/press-room/articles/2024-01-03/u-s-news-reveals-the-2024-best-diets](https://www.usnews.com/info/blogs/press-room/articles/2024-01-03/u-s-news-reveals-the-2024-best-diets)
344. FARDET, Anthony. Ultra-processing should be understood as a holistic issue from matrix, todietary patterns, food scoring, and food systems. *Journal of food science*. [en ligne]. 24 février 2024. [Consulté le 31 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.anthonyfardet.com/wp-content/uploads/2024/06/Journal-of-Food-Science-2024-Fardet-Ultra%E2%80%90processing-should-be-understood-as-a-holistic-issue-from-food-matrix-to-1.pdf>

345. BRUN, Hugo et PORTET-TIXIDOR, Baptiste. *A propos de la nécessaire transition écologique des systèmes agricoles et alimentaires : qu'en pensent les jeunes ?*. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2023.
346. GILLOT, Lucie. Les jeunes et l'alimentation : quoi de neuf docteur ? *revue sesame*. mai 2024. N° 15, pp. 16-25.
347. WIERZBIŃSKI, Bogdan, SURMACZ, Tomasz, KUŹNIAR, Wiesława et WITEK, Lucyna. The Role of the Ecological Awareness and the Influence on Food Preferences in Shaping Pro-Ecological Behavior of Young Consumers. *Agriculture*. avril 2021. Vol. 11, n° 4, pp. 345. DOI 10.3390/agriculture11040345.
348. MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE LA SANTÉ ET DES SOLIDARITÉS. Programme national nutrition santé (PNNS) - Professionnels. *Ministère du travail, de la santé et des solidarités*. [en ligne]. 2024. [Consulté le 22 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://sante.gouv.fr/prevention-en-sante/preserver-sa-sante/le-programme-national-nutrition-sante/article/programme-national-nutrition-sante-pnns-professionnels>
349. VEISSIER, Isabelle, BLOKHUIS, Harry, GEERS, Rony, JONES, Bryan et MIELE, Mara. Le projet Welfare Quality : de l'attente des consommateurs à la mise en place de certifications bien-être en élevage. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. 2005. Vol. 158, n° 3, pp. 263-267. DOI 10.4267/2042/47775.
350. MOUNIER, Luc, BOISSY, Alain et DE BOYER DES ROCHES, Alice. *Le bien-être des animaux d'élevage : Évaluer le bien-être animal Ed. 1*. [en ligne]. Editions Quae, 2021. [Consulté le 18 septembre 2023]. ISBN 978-2-7592-3326-7. Disponible à l'adresse: <https://univ.scholarvox.com/catalog/book/docid/88914273?searchterm=%C3%A9levage>
351. GUATTEO, R., LEVIONNOIS, O., FOURNIER, D., GUÉMÉNÉ, D., LATOUCHE, K., LETERRIER, C., MORMÈDE, P., PRUNIER, A., SERVIÈRE, J., TERLOUW, C. et LE NEINDRE, P. Minimising pain in farm animals: the 3S approach – 'Suppress, Substitute, Soothe'. *Animal*. 1 janvier 2012. Vol. 6, n° 8, pp. 1261-1274. DOI 10.1017/S1751731112000262.
352. LE NEINDRE, Pierre, BERNARD, Emilie, BOISSY, Alain, BOIVIN, Xavier, CALANDREAU, Ludovic, DELON, Nicolas, DEPUTTE, Bertrand, DESMOULIN-CANSELIER, Sonia, DUNIER, Muriel, FAIVRE, Nathan, GIURFA, Martin, GUICHET, Jean-Luc, LANSADE, Léa, LARRÈRE, Raphaël, MORMÈDE, Pierre, PRUNET, Patrick, SCHAAL, Benoist, SERVIÈRE, Jacques et TERLOUW, Claudia. Animal Consciousness. *EFSA Supporting Publications*. 2017. Vol. 14, n° 4, pp. 1196E. DOI 10.2903/sp.efsa.2017.EN-1196.
353. FOSTIER, Alexis. Évolution de la place de l'animal et des points de vue sur son élevage dans la société française : quels enjeux pour la recherche agronomique ? *INRA Productions Animales*. 10 avril 2019. pp. 221-232. DOI 10.20870/productions-animales.2019.32.2.2465.
354. RIEGEL, Julie. La réappropriation de la mort des animaux d'élevage. *Géographie et cultures*. 1 septembre 2020. N° 115, pp. 67-92. DOI 10.4000/gc.15583.
355. ROUSSELIÈRE, Yvonnick. RÉPONDRE AUX ATTENTES SOCIÉTALES - Bien-être du porc et de l'éleveur, Elevage Porc Pilote. *Bilan d'activité 2022 de l'IFIP (Institut du porc)*. 2023. pp. 28.
356. JOHANSEN, Juni Rosann Engelién, ADLER, Steffen, FØSKE JOHNSEN, Julie, SØRHEIM, Kristin et EGIL BØE, Knut. *Performance in Dairy Cows and Calves with or Without Cow-Calf Contact on Pasture – a Pilot Study*. [en ligne]. SSRN Scholarly Paper. 29 décembre 2023. Rochester, NY. 4659499. [Consulté le 12 février 2024].

357. JOHANSEN, Juni Rosann E., KVAM, Gunn-Turid, LOGSTEIN, Brit et VAARST, Mette. Interrelationships between cows, calves, and humans in cow-calf contact systems—An interview study among Norwegian dairy farmers. *Journal of Dairy Science*. 1 septembre 2023. Vol. 106, n° 9, pp. 6325-6341. DOI 10.3168/jds.2022-22999.
358. JOHNSEN, Julie Føske, JOHANSEN, Juni Rosann Engeliën, AABY, Anna Vøien, KISCHEL, Stine Grønmo, RUUD, Lars Erik, SOKI-MAKILUTILA, Augustin, KRISTIANSEN, Therese Bjørklund, WIBE, Anne Gladsø, BØE, Knut Egil et FERNEBORG, Sabine. Investigating cow-calf contact in cow-driven systems: behaviour of the dairy cow and calf. *Journal of Dairy Research*. février 2021. Vol. 88, n° 1, pp. 52-55. DOI 10.1017/S0022029921000194.
359. JOHANSEN, Juni Rosann E., ADLER, Steffen, JOHNSEN, Julie Føske, SØRHEIM, Kristin et BØE, Knut Egil. Performance in dairy cows and calves with or without cow-calf contact on pasture. *Livestock Science*. 1 juillet 2024. Vol. 285, pp. 105502. DOI 10.1016/j.livsci.2024.105502.
360. PORCHER, Jocelyne. Demain, une agriculture sans élevage ? : *Pour*. 8 décembre 2017. Vol. N° 231, n° 3, pp. 255-261. DOI 10.3917/pour.231.0255.
361. REPORTERRE. Accusés de maltraiter leurs animaux, ces éleveurs racontent une autre histoire. *Reporterre, le média de l'écologie - Indépendant et en accès libre*. [en ligne]. 14 juin 2023. [Consulté le 21 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://reporterre.net/Ces-eleveurs-improductifs-laisse-sur-le-carreau-du-systeme-agricole>
362. GRANNEC, Marie-Laurence, CHRISTOPHE, Sophie et BOULET, Adrien. Perception sociale des élevages en France : mise en débat au sein de groupes de développement agricole. . 2017. pp. 1-4.
363. LE PALUD, Hélène. Conception d'un outil à destination des éleveurs favorisant l'acceptabilité sociale locale des élevages. *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2017.
364. GRANNEC, Marie-Laurence, FIANI, Aurore, LE CHÉNADEC, Hélène, DELANOUE, Elsa, VAN TILLBEURGH, Véronique, BOUDES, Philippe, CHRISTOPHE, Sophie et NEUMEISTER, Delphine. Déterminants et enjeux de la perception sociale locale des élevages. Analyse du déroulement de projets dans trois filières (avicole, porcine et bovines). . 2017. pp. 1-12.
365. SERVICES PUBLICS FRANÇAIS. La notion de trouble anormal de voisinage davantage encadrée. *Service-Public.fr*. [en ligne]. 25 avril 2024. [Consulté le 15 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A17355>
366. LEGIFRANCE. *LOI n° 2021-85 du 29 janvier 2021 visant à définir et protéger le patrimoine sensoriel des campagnes françaises (1)*. 29 janvier 2021.
367. CHOUTEAU, Alyzée et SOUCHET, Sylvain. PLACE DE L'ELEVAGE DANS L'ENSEIGNEMENT : Quelle est la perception de l'élevage par les lycéens ? Résultats d'un sondage. *GIS Avenir et Elevage - Groupe de travail « Enseigner l'élevage »*. 2018. pp. 1-16.
368. ROGUET, Christine, DELANOUE, Elsa, DISENHAUS, Catherine et LE COZLER, Yannick. Perception de l'élevage par de jeunes adultes en France en 2014. *Journées de recherches porcines*. 2015. Vol. 47, pp. 227-228.
369. BEGUIN, Emmanuel, RUBIN, Benoît, DESORMEAUX, Audrey, DEVIGNE, Mélanie, LIMAGNE, Françoise, MOUILLET, Arnaud et ETHEVE, Mickaël. *Les solutions de financement pour aider l'installation des jeunes agriculteurs dans le secteur laitier*. France Agri Mer, Idèle, 2019. Les études.

370. BORDET-GAUDIN, Régine, LOGEAS, Caroline et ULRICH, Amandine. Le niveau de vie des ménages agricoles est plus faible dans les territoires d'élevage, INSEE. *Insee Première*. 2021. N° 1876.
371. Le lien entre les pesticides et la maladie de Parkinson. *Parkinson Canada*. [en ligne]. [Consulté le 4 octobre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.parkinson.ca/fr/la-maladie/pesticides/>
372. ZHANG, Luoping, RANA, Imaan, SHAFFER, Rachel M., TAIOLI, Emanuela et SHEPPARD, Lianne. Exposure to Glyphosate-Based Herbicides and Risk for Non-Hodgkin Lymphoma: A Meta-Analysis and Supporting Evidence. *Mutation research*. 2019. Vol. 781, pp. 186-206. DOI 10.1016/j.mrrev.2019.02.001.
373. Glyphosate, le point sur les actions de l'Anses. *Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*. [en ligne]. 25 mars 2024. [Consulté le 4 octobre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.anses.fr/fr/content/glyphosate-le-point-sur-les-actions-de-lanses>
374. CAILLAUD, D. et BROCARD, V. Résultats techniques et économiques de deux échantillons d'élevages français avec ou sans robot de traite. Incidence de la part de pâturage chez ceux équipés d'un robot. In : *Rencontre & recherches ruminants*. 2015. pp. 341-344.
375. POMIÈS, D., MARNET, P. G., COURNUT, S., BARILLET, F., GUINARD-FLAMENT, J. et RÉMOND, B. Les conduites de traite simplifiées en élevage laitier : vers la levée de l'astreinte biquotidienne. *INRAE Productions Animales*. 20 mars 2008. Vol. 21, n° 1, pp. 59-70. DOI 10.20870/productions-animales.2008.21.1.3375.
376. JACOBS, J. A. et SIEGFORD, J. M. *Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare*. *Journal of Dairy Science*. 1 mai 2012. Vol. 95, n° 5, pp. 2227-2247. DOI 10.3168/jds.2011-4943.
377. LESSIRE, Françoise. *Contribution à la mise en évidence des facteurs influençant le succès de l'introduction du robot de traite au pâturage*. . Liège : Université de Liège, 2020.
378. FAVERDIN, Philippe, ALLAIN, Clément, GUATTEO, Raphaël, HOSTIOU, Nathalie et VEISSIER, Isabelle. Élevage de précision : De nouvelles informations utiles pour la décision ? *INRAE Productions Animales*. 23 mars 2021. pp. 223-234. DOI 10.20870/productions-animales.2020.33.4.4585.
379. ALLAIN, Clément, FRAPPAT, Brigitte, PHILIBERT, Aurore, POITEVIN, Pascal, QUINTON, Pascaline, LAFONT, Nathalie, LARSONNEUR, Sébastien, CIMINO, Mariane, HERMAN, Mathias et CROS, Philippe. La connectivité des élevages laitiers. [en ligne]. 6 octobre 2015. [Consulté le 9 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://idele.fr/smartelevage/publications/detail-article?tx_atolidelecontenus_publicationdetail%5Baction%5D=showArticle&tx_atolidelecontenus_publicationdetail%5Bcontroller%5D=Detail&tx_atolidelecontenus_publicationdetail%5Bpublication%5D=8529&cHash=0a004878e105599c1d1e62edd2411b44
380. SAINT-DIZIER, Marie et CHASTANT-MAILLARD, Sylvie. Potential of connected devices to optimize cattle reproduction. *Theriogenology*. 1 mai 2018. Vol. 112, pp. 53-62. DOI 10.1016/j.theriogenology.2017.09.033.
381. HOSTIOU, N., ALLAIN, C., CHAUVAT, S., TURLLOT, A., PINEAU, C. et FAGON, J. L'élevage de précision : quelles conséquences pour le travail des éleveurs ? *INRAE Productions Animales*. 2 juin 2014. Vol. 27, n° 2, pp. 113-122. DOI 10.20870/productions-animales.2014.27.2.3059.

382. EZANNO, Pauline, PICAULT, Sébastien, WINTER, Nathalie, BEAUNÉE, Gaël, MONOD, Hervé et GUÉGAN, Jean-François. Intelligence artificielle et santé animale. *INRAE Productions Animales*. 15 septembre 2020. Vol. 33, n° 2, pp. 95-108. DOI 10.20870/productions-animales.2020.33.2.3572.
383. BEGUIN, Emmanuel, HOSTIOU, Nathalie, JACQUOT, Anne-Lise, MADELRIEUX, Sophie et FAGON, Jocelyn. Conditions de travail dans les grandes exploitations laitières françaises. In : 25. *Rencontres Recherches Ruminants*. [en ligne]. En ligne, France : Institut de l'Élevage - INRAE, décembre 2020. pp. 560-564. [Consulté le 9 juillet 2024]. 25èmes Rencontres Recherches Ruminants (3R). Disponible à l'adresse: <https://hal.science/hal-03199125>
384. LE CLERC, Lisa, BOUAMRA-MECHEMACHE, Zohra, DUVALEIX-TRÉGUER, Sabine, MAGDELAINE, Pascale, ROGUET, Christine et YOU, Gérard. Rôles des OP porcines en France - Etat des lieux, évolutions et enjeux. In : *51èmes Journées de la Recherche Porcine*. Paris, 5 février 2019.
385. AGRESTE. 6 : *Résultats économiques des exploitations agricoles - France - Chiffres clés 2021 - RICA*. 2023. RICA (Réseau d'information comptable agricole).
386. CHATELLIER, Vincent, DETANG-DESSENDRE, Cécile, DUPRAZ, Pierre et GUYOMARD, Hervé. Revenus agricoles, aides directes et future PAC : focus sur les exploitations françaises de ruminants et de grandes cultures. *INRAE Productions Animales*. [en ligne]. 17 novembre 2021. [Consulté le 12 septembre 2023]. DOI 10.20870/productions-animales.2021.34.3.4886.
387. CCFD, CIVAM, CIWF, CONFÉDÉRATION PAYSANNE, FÉDÉRATION NATIONALE D'AGRICULTURE BIOLOGIQUE, FONDATION NICOLAS HULOT POUR LA NATURE ET L'HOMME, FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, GREENPEACE, RÉSEAU ACTION CLIMAT, SYNDICAT NATIONAL D'APICULTURE, TERRE D'ABEILLES, UFC QUE CHOISIR et WELFARM. *Bilan des EGA : 2 ans après, la loi EGalim définitivement à l'abandon*. 2020.
388. KIRSCH, Alessandra. L'impératif de mettre en œuvre une Politique Agricole et Alimentaire Commune (PAAC). *Agriculture Stratégies*. [en ligne]. 23 février 2023. [Consulté le 11 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.agriculture-strategies.eu/2023/02/limperatif-de-mettre-en-oeuvre-une-politique-agricole-et-alimentaire-commune-paac/>
389. COUTURIER, Christian, AUBERT, Marie-Pierre, DURU, Michel, INRAE et IDDRI. *Quels systèmes alimentaires durables demain ? Analyse comparée de 16 scénarios compatibles avec les objectifs de neutralité climatique*. 2021.
390. LA LETTRE PAYSANNE. Efficience protéique des élevages laitiers. . 2021. N° 106.
391. LAISSE, Sarah, BAUMONT, René, DUSART, Léonie, GAUDRÉ, Didier, ROUILLÉ, Benoit, BENOIT, Marc, VEYSSET, Patrick, RÉMOND, Didier et PEYRAUD, Jean-Louis. L'efficacité nette de conversion des aliments par les animaux d'élevage : une nouvelle approche pour évaluer la contribution de l'élevage à l'alimentation humaine. *INRA Productions Animales*. 18 janvier 2019. Vol. 31, pp. 269-288. DOI 10.20870/productions-animales.2018.31.3.2355.
392. MADELINE, Laurence, MOTTET, Aurélie, POYARD, E. et VEYSSET, Patrick. Food efficiency of livestock in organic farming and competition with human nutrition. *Innovations Agronomiques*. [en ligne]. 1 janvier 2020. [Consulté le 29 juillet 2024].
393. ERTL, Paul, KLOCKER, Hannes, HÖRTENHUBER, Stefan, KNAUS, Wilhelm et ZOLLITSCH, Werner. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems*. 1 juillet 2015. Vol. 137, pp. 119-125. DOI 10.1016/j.agsy.2015.04.004.

394. SARAH, Laisse, LÉONIE, Dusart, ISABELLE, Bouvarel et RENÉ, Baumont. Evaluation de la contribution nette des systèmes d'élevage de poulets de chair et poules pondeuses français à la production alimentaire protéique pour l'être humain. *IDELE ITAVI INRAE*. 2017.
395. WHITE, Robin R. Increasing energy and protein use efficiency improves opportunities to decrease land use, water use, and greenhouse gas emissions from dairy production. *Agricultural Systems*. 1 juillet 2016. Vol. 146, pp. 20-29. DOI 10.1016/j.agsy.2016.03.013.
396. CAPPER, Judith L. et BAUMAN, Dale E. The Role of Productivity in Improving the Environmental Sustainability of Ruminant Production Systems. *Annual Review of Animal Biosciences*. 1 janvier 2013. Vol. 1, n° Volume 1, 2013, pp. 469-489. DOI 10.1146/annurev-animal-031412-103727.
397. BRODERICK, G. A. Review: Optimizing ruminant conversion of feed protein to human food protein. *animal*. août 2018. Vol. 12, n° 8, pp. 1722-1734. DOI 10.1017/S1751731117002592.
398. FAVERDIN, Philippe et VAN MILGEN, Jaap. Intégrer les changements d'échelle pour améliorer l'efficacité des productions animales et réduire les rejets. *INRA Productions Animales*. 3 juin 2019. pp. 305-322. DOI 10.20870/productions-animales.2019.32.2.2499.
399. MESCHY, Francois, JONDREVILLE, Catherine, DOURMAD, Jean-Yves, NARCY, Agnès et NYS, Yves. Maitrise des rejets de phosphore dans les effluents d'élevage. CHARLEY, Bernard, HERPIN, Patrick et PEREZ, Jean-Marc (éd.), *Productions Animales*. 2008. Vol. 21, n° 1, pp. 79-86.
400. LERAY, O., DOLIGEZ, P., JOST, J., POTTIER, E. et DELABY, Luc. Présentation des différentes techniques de pâturage selon les espèces herbivores utilisatrices. *Fourrages*. 2017. Vol. 229, pp. 11-16.
401. OSez l'AgroÉcologie : Pâturage Tournant : De quoi parle-t-on ? *OSAE*. [en ligne]. [Consulté le 7 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://osez-agroecologie.org/-definition-2>
402. FIDOCL. Du neuf tous les jours avec le pâturage tournant dynamique | FIDOCL Conseil Elevage. [en ligne]. 2016. [Consulté le 7 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <http://www.fidocl.fr/content/du-neuf-tous-les-jours-avec-le-paturage-tournant-dynamique>
403. BARLIER. Mixité bovin-ovin au pâturage, une aubaine pour la valorisation de l'herbe ? *Herbes et fourrages Centre-Val de Loire*. [en ligne]. 2022. [Consulté le 7 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.herbe-fourrages-centre.fr/fileadmin/user_upload/Centre-Val-de-Loire/155_Eve-Herbe-et-fourrages-centre/Programme/Fichiers/Publications/5-Presses/Archives_2024/2-Paturage_mixte.pdf
404. D'ALEXIS, Severine, ANGEON, Valérie, ARQUET, Rémy et BOVAL, Maryline. Les systèmes mixtes d'élevage de petits ruminants et de bovins : Une alternative pour améliorer les performances animales au pâturage. *Innovations Agronomiques*. 2015. N° 43, pp. 19-28.
405. FERT. *Projet agriculture de Conservation au Maghreb : le méteil, plus d'autonomie et de résultats pour les éleveurs*. [en ligne]. 2017 2014. [Consulté le 7 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.fert.fr/v2/wp-content/uploads/2018/09/Fiche_Meteil_FR_Fert.pdf
406. AGRICULTURE ET TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LORRAINE. *Fiches techniques cultures bio : le méteil*. [en ligne]. 2016. [Consulté le 7 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://meurthe-et-moselle.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Grand-Est/41_Cultures_bios_en_lorraine_METEIL_fev2016.pdf

407. CICEK, Harun, THIESSEN MARTENS, Joanne R., BAMFORD, Keith C. et ENTZ, Martin H. Effects of grazing two green manure crop types in organic farming systems: N supply and productivity of following grain crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 1 juin 2014. Vol. 190, pp. 27-36. DOI 10.1016/j.agee.2013.09.028.
408. WYNGAARDEN, Sara L., LIGHTBURN, Kyra K. et MARTIN, Ralph C. Optimizing livestock feed provision to improve the efficiency of the agri-food system. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 7 février 2020. Vol. 44, n° 2, pp. 188-214. DOI 10.1080/21683565.2019.1633455.
409. L'OFB et l'agriculture. [en ligne]. [Consulté le 12 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ofb.gouv.fr/lofb-et-lagriculture>
410. Gestion des effluents et des déjections (GED) - Idele.fr. *Institut de l'Élevage*. [en ligne]. 2020. [Consulté le 18 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://idele.fr/gestion-des-effluents-et-des-dejections>
411. PELLERIN, Sylvain, BAMIÈRE, Laure, ANGERS, Denis, BÉLINE, Fabrice, BENOIT, Marc, BUTAULT, Jean-Pierre, CHENU, Claire, COLNENNE-DAVID, Caroline, DE CARA, Stéphane, DELAME, Nathalie, DOREAU, Michel, DUPRAZ, Pierre, FAVERDIN, Philippe, GARCIA-LAUNAY, Florence, HASSOUNA, Melynda, HÉNAULT, Catherine, JEUFFROY, Marie-Hélène, KLUMPP, Katja, METAY, Aurélie, MORAN, Dominic, RECOUS, Sylvie, SAMSON, Elisabeth, SAVINI, Isabelle, PARDON, Lénéaïc et CHEMINEAU, Philippe. Identifying cost-competitive greenhouse gas mitigation potential of French agriculture. *Environmental Science & Policy*. 1 novembre 2017. Vol. 77, pp. 130-139. DOI 10.1016/j.envsci.2017.08.003.
412. VINCENT MANNEVILLE, PIERRE QUIDEAU (C.A. CÔTES D'ARMOR (22)), URIEL RAGEOT (C.A. PAS DE CALAIS (62)), SOPHIE AGASSE (APCA), DAVID PEREIRA (APCA), PAUL PONCHANT (ITAVI), PASCAL LEVASSEUR (IFIP), NELLY LECORRE (FNSEA) et JULIA DE CASTRO (COOP DE FRANCE), MATHIEU DOURTHE (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE). Stockage des effluents d'élevage... des solutions à moindre coût sur mon exploitation. *Institut de l'Élevage*. [en ligne]. 28 février 2017. [Consulté le 20 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://idele.fr/detail-article/stockage-des-effluents-delevage-des-solutions-a-moindre-cout-sur-mon-exploitation>
413. POURCHER, Anne-Marie et DRUILHE, Céline. Impact du compostage et de la méthanisation sur les pathogènes et l'antibiorésistance. . 2018.
414. COUTURIER, Christian, JACK, Andréa, LABOUBEE, Céline et MEIFFREN, Isabelle. La méthanisation rurale, outil des transitions énergétiques et agroécologiques. . 2019.
415. CUISINIER, Ludovic, ALEX, Bastien, MARX, Isabelle et LOPEZ, Pascal. Durabilité de la méthanisation agricole : défis et opportunités. *WWF*. [en ligne]. février 2024. [Consulté le 18 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2024-02/Durabilite%CC%81%20me%CC%81thanisation%20-%20Suivi%20reco%20de%202020%20rev9-PUBLIE.pdf>
416. BALDOS. Enquête. Méthanisation et agriculteurs : « On gagne plus d'argent à produire de l'énergie que de l'alimentation ». *France 3 Bretagne*. [en ligne]. 15 septembre 2022. [Consulté le 24 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bretagne/enquete-methanisation-et-agriculteurs-on-gagne-plus-d-argent-a-produire-de-l-energie-que-de-l-alimentation-2612532.html>
417. HAAHR, Thomas. Méthane: le PE adopte une loi pour réduire les émissions de l'énergie. *Parlement européen*. [en ligne]. 10 avril 2024. [Consulté le 19 juillet 2024]. Disponible à l'adresse:

<https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20240408IPR20309/methane-le-pe-adopte-une-loi-pour-reduire-les-emissions-de-l-energie>

418. SMITH, Paul E., KELLY, Alan K., KENNY, David A. et WATERS, Sinéad M. Enteric methane research and mitigation strategies for pastoral-based beef cattle production systems. *Frontiers in Veterinary Science*. 23 décembre 2022. Vol. 9, pp. 958340. DOI 10.3389/fvets.2022.958340.

419. KELLIHER, Merideth, BOGUEVA, Diana et MARINOVA, Dora. Meta-Analysis and Ranking of the Most Effective Methane Reduction Strategies for Australia's Beef and Dairy Sector. *Climate*. avril 2024. Vol. 12, n° 4, pp. 50. DOI 10.3390/cli12040050.

420. DESMOULINS, Clémentine. *L'animal d'élevage de demain : quelles sont ses limites biologiques ?*. Toulouse : ENVT, 2023.

421. CURTIL, Marine, MADRID, Aurélie et STARK, Fabien. Adaptation au changement climatique des élevages ovins agropastoraux : des leviers mobilisables pour 4 systèmes méditerranéens. [en ligne]. 31 janvier 2023. [Consulté le 21 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://idele.fr/umt_pasto/dossiers-et-publications/detail-article?tx_atolidelecontenus_publicationdetail%5Baction%5D=showArticle&tx_atolidelecontenus_publicationdetail%5Bcontroller%5D=Detail&tx_atolidelecontenus_publicationdetail%5Bpublication%5D=18226&cHash=46f9c18da3966370af9322a7274ce079

422. KALAUGHER, Electra, BEUKES, Pierre, BORNMAN, Janet F., CLARK, Anthony et CAMPBELL, David I. Modelling farm-level adaptation of temperate, pasture-based dairy farms to climate change. *Agricultural Systems*. 1 mai 2017. Vol. 153, pp. 53-68. DOI 10.1016/j.agsy.2017.01.008.

423. NOORDHUIZEN, Jos et BONNEFOY, Jean. Maîtriser le stress thermique chez la vache laitière. *Bulletin des GTV*. 15 juillet 2011. Vol. 60, pp. 78-86.

424. CHAMBRE D'AGRICULTURE OCCITANIE. BATCOOL : Bâtiments Adaptés aux Températures élevées pour les Caprins Ovins viande et Ovins Lait. [en ligne]. 13 février 2024. [Consulté le 21 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://occitanie.chambre-agriculture.fr/productions-techniques/batiments/batcool/>

425. VALO, Martine. Les mégabassines, symbole d'un agrobusiness intenable ou réponse adaptée aux sécheresses ? *Le Monde*. [en ligne]. 2022. [Consulté le 18 septembre 2023]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/11/03/les-megabassines-symbole-d-un-agrobusiness-intenable-ou-reponse-adaptee-aux-secheresses_6148374_3244.html

426. REGHEZZA, Magali Reghezza et Florence Habets, Florence Habets, Magali. Les méga-bassines sont-elles des solutions viables face aux sécheresses ? *Bon Pote*. [en ligne]. 25 août 2022. [Consulté le 21 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://bonpote.com/les-mega-bassines-sont-elles-des-solutions-viables-face-aux-secheresses/>

427. BOLO, Philippe et LONGUET, Gérard. Rapport des offices parlementaires n°5187. [en ligne]. 17 mars 2022. [Consulté le 21 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/ots/l15b5187_rapport-information

428. DE METZ, Etienne. Au Mali, l'agroécologie pour atténuer le dérèglement climatique. [en ligne]. 11 janvier 2023. [Consulté le 21 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://usbeketrica.com/fr/article/au-mali-l-agroecologie-pour-attenuer-le-dereglement-climatique>

429. LAROUSSE, Éditions. Définitions : robuste - Dictionnaire de français Larousse. [en ligne]. [Consulté le 25 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/robuste/69655>
430. BARNOUIN, J. et VOURC'H, G. Les maladies émergentes : un défi pour le développement durable des productions animales. *INRAE Productions Animales*. 5 octobre 2004. Vol. 17, n° 5, pp. 355-363. DOI 10.20870/productions-animales.2004.17.5.3608.
431. PARLEMENT EUROPÉEN. *RÈGLEMENT (UE) 2016/ 429 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL - du 9 mars 2016 - relatif aux maladies animales transmissibles et modifiant et abrogeant certains actes dans le domaine de la santé animale («législation sur la santé animale»*).
432. COMMISSION EUROPÉENNE. *RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) 2018/1882 DE LA COMMISSION - du 3 décembre 2018* -. [en ligne]. Disponible à l'adresse: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1882#:~:text=R%C3%A8glement%20d'ex%C3%A9cution%20\(UE\),pr%C3%A9sentent%20un%20risque%20consid%C3%A9rable%20du](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1882#:~:text=R%C3%A8glement%20d'ex%C3%A9cution%20(UE),pr%C3%A9sentent%20un%20risque%20consid%C3%A9rable%20du)
433. ESA. Foyers de fièvre aphteuse en Afrique du Nord (point au 08/02/2024). *ESA - Plateforme d'épidémiologie en santé animale*. [en ligne]. 2024. [Consulté le 10 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.plateforme-esa.fr/fr/foyers-de-fievre-aphteuse-en-afrique-du-nord-point-au-08-02-2024>
434. SHI, Jianzhong, ZENG, Xianying, CUI, Pengfei, YAN, Cheng et CHEN, Hualan. Alarming situation of emerging H5 and H7 avian influenza and effective control strategies. *Emerging Microbes & Infections*. 31 décembre 2023. Vol. 12, n° 1, pp. 2155072. DOI 10.1080/22221751.2022.2155072.
435. WONG, Samson S. Y. et YUEN, Kwok-yung. Avian Influenza Virus Infections in Humans. *Chest*. 1 janvier 2006. Vol. 129, n° 1, pp. 156-168. DOI 10.1378/chest.129.1.156.
436. WATANABE, Tokiko, WATANABE, Shinji, MAHER, Eileen A., NEUMANN, Gabriele et KAWAOKA, Yoshihiro. Pandemic potential of H7N9 influenza viruses. *Trends in microbiology*. novembre 2014. Vol. 22, n° 11, pp. 623-631. DOI 10.1016/j.tim.2014.08.008.
437. BURROUGH, Eric R., MAGSTADT, Drew R., PETERSEN, Barbara, TIMMERMANS, Simon J., GAUGER, Phillip C., ZHANG, Jianqiang, SIEPKER, Chris, MAINENTI, Marta, LI, Ganwu, THOMPSON, Alexis C., GORDEN, Patrick J., PLUMMER, Paul J. et MAIN, Rodger. Early Release - Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Clade 2.3.4.4b Virus Infection in Domestic Dairy Cattle and Cats, United States, 2024 - Volume 30, Number 7—July 2024 - *Emerging Infectious Diseases journal* - CDC. [en ligne]. 2024. [Consulté le 10 juin 2024]. DOI 10.3201/eid3007.240508.
438. LY, Hinh. Highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infections of dairy cattle and livestock handlers in the United States of America. *Virulence*. 2024. Vol. 15, n° 1, pp. 2343931. DOI 10.1080/21505594.2024.2343931.
439. BRIAND, François-Xavier, SOUCHAUD, Florent, PIERRE, Isabelle, BEVEN, Véronique, HIRCHAUD, Edouard, HÉRAULT, Fabrice, PLANEL, René, RIGAUDEAU, Angéline, BERNARD-STOECKLIN, Sibylle, VAN DER WERF, Sylvie, LINA, Bruno, GERBIER, Guillaume, ETERRADOSSI, Nicolas, SCHMITZ, Audrey, NIQUEUX, Eric et GRASLAND, Béatrice. Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Clade 2.3.4.4b Virus in Domestic Cat, France, 2022. *Emerging Infectious Diseases*. août 2023. Vol. 29, n° 8, pp. 1696-1698. DOI 10.3201/eid2908.230188.

440. HALFONT, Tanit. IAHP : un bilan positif de la campagne vaccinale - La Semaine Vétérinaire n° 2023 du 01/03/2024. *Le Point Vétérinaire.fr*. [en ligne]. 1 mars 2024. [Consulté le 16 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/la-semaine-veterinaire/article/n-2023/iahp-un-bilan-positif-de-la-campagne-vaccinale.html>
441. ESA. Bulletins hebdomadaires de veille sanitaire internationale du 01/10/2024. [en ligne]. 1 octobre 2024. [Consulté le 5 octobre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://plateforme-esa.fr/fr/bulletins-hebdomadaires-de-veille-sanitaire-internationale-du-01-10-2024>
442. LI, Zhaoyao, CHEN, Wenxian, QIU, Zilong, LI, Yuwan, FAN, Jindai, WU, Keke, LI, Xiaowen, ZHAO, Mingqiu, DING, Hongxing, FAN, Shuangqi et CHEN, Jinding. African Swine Fever Virus: A Review. *Life*. 17 août 2022. Vol. 12, n° 8, pp. 1255. DOI 10.3390/life12081255.
443. BLOME, Sandra, FRANZKE, Kati et BEER, Martin. African swine fever – A review of current knowledge. *Virus Research*. 2 octobre 2020. Vol. 287, pp. 198099. DOI 10.1016/j.virusres.2020.198099.
444. ESA. Bilan de la PPA par le réseau SAGIR 16/09/2018 au 06/01/2022. [en ligne]. [Consulté le 16 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.plateforme-esa.fr/fr/bilan-de-la-ppa-par-le-reseau-sagir-16-09-2018-au-06-01-2022>
445. KHURANA, Sandip Kumar, SEHRAWAT, Anju, TIWARI, Ruchi, PRASAD, Minakshi, GULATI, Baldev, SHABBIR, Muhammad Zubair, CHHABRA, Rajesh, KARTHIK, Kumaragurubaran, PATEL, Shailesh Kumar, PATHAK, Mamta, IQBAL YATOO, Mohd., GUPTA, Vivek Kumar, DHAMA, Kuldeep, SAH, Ranjit et CHAICUMPA, Wanpen. Bovine brucellosis – a comprehensive review. *The Veterinary Quarterly*. Vol. 41, n° 1, pp. 61-88. DOI 10.1080/01652176.2020.1868616.
446. DOMINGO, M., VIDAL, E. et MARCO, A. Pathology of bovine tuberculosis. *Research in Veterinary Science*. 1 octobre 2014. Vol. 97, pp. S20-S29. DOI 10.1016/j.rvsc.2014.03.017.
447. TAYE, Hawult, ALEMU, Kassahun, MIHRET, Adane, WOOD, James L. N., SHKEDY, Ziv, BERG, Stefan et ASEFFA, Abraham. Global prevalence of Mycobacterium bovis infections among human tuberculosis cases: Systematic review and meta-analysis. *Zoonoses and public health*. novembre 2021. Vol. 68, n° 7, pp. 704-718. DOI 10.1111/zph.12868.
448. OFB. Point sur le foyer de brucellose dans le massif du Bargy. *Le portail technique de l'OFB*. [en ligne]. 20 septembre 2024. [Consulté le 10 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://professionnels.ofb.fr/fr/article/point-foyer-brucellose-dans-massif-bargy>
449. FORFAIT, Carole, BOSCHIROLI, Maria-Laura, GIRARD, Sébastien, CARLES, Sophie, CHAIGNEAU, Pauline, DUFOUR, Barbara, DUPUY, Céline, DURAND, Benoit, GACHE, Kristel, JACHACZ, Jérémy, KECK, Nicolas, LURIER, Thibaut, RAVISE, Jean-François, RÉVEILLAUD, Edouard, RICHOMME, Céline, RIVIÈRE, Julie, DESVAUX, Stéphanie et CHEVALIER, Fabrice. Surveillance de la tuberculose due à Mycobacterium bovis en France métropolitaine pour la campagne 2020-2021 : résultats et indicateurs de fonctionnement. *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*. 2023. Vol. 100, n° 5, pp. 1 : 30.
450. COURTENAY, O, REILLY, L.A, SWEENEY, F.P, HIBBERD, V, BRYAN, S, UL-HASSAN, A, NEWMAN, C, MACDONALD, D.W, DELAHAY, R.J, WILSON, G.J et WELLINGTON, E.M.H. Is Mycobacterium bovis in the environment important for the persistence of bovine tuberculosis? *Biology Letters*. 22 septembre 2006. Vol. 2, n° 3, pp. 460-462. DOI 10.1098/rsbl.2006.0468.

451. VEZIRIS, Nicolas et ROBERT, Jérôme. Résistance aux antituberculeux et impasse thérapeutique. *médecine/sciences*. 1 novembre 2010. Vol. 26, n° 11, pp. 976-980. DOI 10.1051/medsci/20102611976.
452. JIMÉNEZ-CABELLO, Luis, UTRILLA-TRIGO, Sergio, LORENZO, Gema, ORTEGO, Javier et CALVO-PINILLA, Eva. Epizootic Hemorrhagic Disease Virus: Current Knowledge and Emerging Perspectives. *Microorganisms*. 19 mai 2023. Vol. 11, n° 5, pp. 1339. DOI 10.3390/microorganisms11051339.
453. ZANELLA, Par Gina, BITEAU-COROLLER, Fabienne, CHARTIER, Christophe, BERTRAND, Vincent, BONNEVIE, Dominique, BOSQUET, Gérard, DEFACHELLES, Jérôme, JOLIVET, François, MAYER, Alain, RAMETTE, Antoine, ROY, Marc VAN, VIGNAULT, Gérard, LOCATELLI, Caroline, SIMON, Cécile, DRÉAN, Eric LE, DELAVAL, José, PRENGÈRE, Eric, BEAUTÉ, Véronique et DURAND, Benoit. Retour d'expérience sur la FCO sérotype 8 en 2007 : signes cliniques et prévalence. . 2009.
454. MOULIN, Véronique, NOORDEGRAAF, Cor Vonk, MAKOSCHEY, Birgit, VAN DER SLUIJS, Mirjam, VERONESI, Eva, DARPEL, Karin, MERTENS, Peter P. C. et DE SMIT, Hans. Clinical disease in sheep caused by bluetongue virus serotype 8, and prevention by an inactivated vaccine. *Vaccine*. 9 mars 2012. Vol. 30, n° 12, pp. 2228-2235. DOI 10.1016/j.vaccine.2011.11.100.
455. SCHWARTZ-CORNIL, Isabelle, MERTENS, Peter P. C., CONTRERAS, Vanessa, HEMATI, Behzad, PASCALE, Florentina, BRÉARD, Emmanuel, MELLOR, Philip S., MACLACHLAN, N. James et ZIENTARA, Stéphan. Bluetongue virus: virology, pathogenesis and immunity. *Veterinary Research*. 1 septembre 2008. Vol. 39, n° 5, pp. 1. DOI 10.1051/vetres:2008023.
456. KUNDLACZ, Cindy, CAIGNARD, Grégory, SAILLEAU, Corinne, VIAROUGE, Cyril, POSTIC, Lydie, VITOUR, Damien, ZIENTARA, Stéphan et BREARD, Emmanuel. Bluetongue Virus in France: An Illustration of the European and Mediterranean Context since the 2000s. *Viruses*. 23 juillet 2019. Vol. 11, n° 7, pp. 672. DOI 10.3390/v11070672.
457. Bulletins hebdomadaires de veille sanitaire internationale du 16/04/2024. [en ligne]. [Consulté le 16 avril 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.platforme-esa.fr/fr/bulletins-hebdomadaires-de-veille-sanitaire-internationale-du-16-04-2024>
458. LANYON, Sasha R., HILL, Fraser I., REICHEL, Michael P. et BROWNLIE, Joe. Bovine viral diarrhoea: Pathogenesis and diagnosis. *The Veterinary Journal*. 1 février 2014. Vol. 199, n° 2, pp. 201-209. DOI 10.1016/j.tvjl.2013.07.024.
459. ISCARO, Carmen, CAMBIOTTI, Valentina, PETRINI, Stefano et FELIZIANI, Francesco. Control programs for infectious bovine rhinotracheitis (IBR) in European countries: an overview. *Animal Health Research Reviews*. décembre 2021. Vol. 22, n° 2, pp. 136-146. DOI 10.1017/S1466252321000116.
460. SALA, Carole et PERIÉ, Paul. Éradication de la diarrhée virale bovine : enjeux pour le dispositif français de surveillance et de lutte. *Le Point Vétérinaire*. [en ligne]. 1 septembre 2023. N° 445. [Consulté le 16 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/le-point-veterinaire/article/n-445/eradication-de-la-diarrhee-virale-bovine-enjeux-pour-le-dispositif-francais-de-surveillance-et-de-lutte.html>
461. GDS GRAND EST. *Plan de prévention, de surveillance et lutte contre la rhinotrachéite infectieuse bovine (I.B.R.) – Présentation des indicateurs et perspectives*. 14 novembre 2022.
462. LEGIFRANCE. *Arrêté du 31 juillet 2019 fixant des mesures de surveillance et de lutte contre la maladie des muqueuses/diarrhée virale bovine (BVD)*. [en ligne]. [Consulté le 16 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038858861>

463. ZHENG, Hui-Hua, FU, Peng-Fei, CHEN, Hong-Ying et WANG, Zhen-Ya. Pseudorabies Virus: From Pathogenesis to Prevention Strategies. *Viruses*. 27 juillet 2022. Vol. 14, n° 8, pp. 1638. DOI 10.3390/v14081638.
464. Aujeszký | PLATEFORME ESA. *ESA - Plateforme d'épidémiologie en santé animale*. [en ligne]. [Consulté le 16 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.plateforme-esa.fr/fr/aujeszky>
465. LE POTIER, Marie-Frédérique LE. *Rapport annuel d'activité, année 2022 Laboratoire National de Référence Maladie d'Aujeszký*. ANSES, 2022.
466. ESA. *Observatoire et suivi des causes d'avortements chez les ruminants - Bilan 2021 - 2022*.
467. JACQUIET, P., LIÉNARD, E. et FRANC, M. Bovine besnoitiosis: Epidemiological and clinical aspects. *Veterinary Parasitology*. 24 novembre 2010. Vol. 174, n° 1, pp. 30-36. DOI 10.1016/j.vetpar.2010.08.013.
468. VAN SOEST, Felix J. S., SANTMAN-BERENDS, Inge M. G. A., LAM, Theo J. G. M. et HOGVEEN, Henk. Failure and preventive costs of mastitis on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 1 octobre 2016. Vol. 99, n° 10, pp. 8365-8374. DOI 10.3168/jds.2015-10561.
469. ROLLIN, E., DHUYVETTER, K. C. et OVERTON, M. W. The cost of clinical mastitis in the first 30 days of lactation: An economic modeling tool. *Preventive Veterinary Medicine*. 1 décembre 2015. Vol. 122, n° 3, pp. 257-264. DOI 10.1016/j.prevetmed.2015.11.006.
470. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Antimicrobial resistance: global report on surveillance*. [en ligne]. Geneva : World Health Organization, 2014. [Consulté le 6 juillet 2024]. ISBN 978-92-4-156474-8. Disponible à l'adresse: <https://iris.who.int/handle/10665/112642>
471. MADEC, Jean-Yves. Antibiorésistance chez l'animal en France : quels résultats ? *INRAE Productions Animales*. 2 février 2023. pp. 275-292. DOI 10.20870/productions-animales.2022.35.4.7284.
472. MAURIN, Max. Antibiotiques, antibiorésistance et environnement. *Encyclopédie de l'environnement*. [en ligne]. 9 mai 2018. [Consulté le 6 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.encyclopedie-environnement.org/sante/antibiotique-antibioresistance-environnement/>
473. LE ROUX, Victor. Recommandations croisées d'utilisation des antibiotiques critiques en médecine humaine et vétérinaire: une première revue de la littérature. *dumas-04130817*. 2023. pp. 88.
474. URBAN, Delphine, CHEVANCE, Anne, BOUCHARD, Damien, CHAUVIN, Claire, ORAND, Jean-Pierre et MOULIN, Gérard. Réduction de l'utilisation des antibiotiques en filières animales : Quelles mesures, quels résultats, quelles perspectives ? *INRAE Productions Animales*. [en ligne]. 25 janvier 2023. [Consulté le 13 septembre 2023]. DOI 10.20870/productions-animales.2022.35.4.7189.
475. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE. Plan EcoAntibio 2012-2017 : lutte contre l'antibiorésistance. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. [en ligne]. 21 mai 2019. [Consulté le 6 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/plan-ecoantibio-2012-2017-lutte-contre-lantibioresistance>
476. URBAN, Delphine, CHEVANCE, Anne et MOULIN, Gérard. Impact des plans ÉcoAntibio sur l'usage des antibiotiques en pratique rurale. *Le Point Vétérinaire*. juin 2020. N° 406, pp. 60-65.
477. LHERMIE, Guillaume, FERCHIOU, Ahmed, NDIAYE, Youba, JUSTINIA, Giffona, LISBONA, Damien, KORALEWSKI, Mathilde, DARDELET, Line, WARET-SKZUTA, Agnès et RABOISSON, Didier.

Évaluation socio-économique de la réduction d'usage des antibiotiques dans la filière porcine : le plan Ecoantibio 1. *INRAE Productions Animales*. 1 mars 2023. Vol. 35, n° 4, pp. 345-356. DOI 10.20870/productions-animales.2022.35.4.7334.

478. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE. Le plan Écoantibio 2 (2017-2021). *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. [en ligne]. 9 novembre 2022. [Consulté le 6 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecoantibio-2-2017-2021>

479. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE. Lutte contre la résistance aux antimicrobiens : lancement du premier appel à projets du plan Écoantibio 3. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*. [en ligne]. 21 mai 2024. [Consulté le 6 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/lutte-contre-la-resistance-aux-antimicrobiens-lancement-du-premier-appel-projets-du-plan-ecoantibio>

480. ANSES. *Résapath - Réseau d'épidémiologie de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales, bilan 2022*. Lyon et Ploufragan-Plouzané-Niort, France : Anses 2023, 2023.

481. BOIREAU, Clémence, JARRIGE, Nathalie, CAZEAU, Géraldine, JOUY, Eric, HAENNI, Marisa, PHILIPPON, Christelle, CALAVAS, Didier, MADEC, Jean-Yves, LEBLOND, Agnès et GAY, Emilie. Représentativité et couverture du Résapath, le réseau d'épidémiologie de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales. . 2018.

482. LEGIFRANCE. *Arrêté du 18 mars 2016 fixant la liste des substances antibiotiques d'importance critique prévue à l'article L. 5144-1-1 du code de la santé publique et fixant la liste des méthodes de réalisation du test de détermination de la sensibilité des souches bactériennes prévue à l'article R. 5141-117-2 - Légifrance*. [en ligne]. [Consulté le 6 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000032291325>

483. LEGIFRANCE. *Décret n° 2016-317 du 16 mars 2016 relatif à la prescription et à la délivrance des médicaments utilisés en médecine vétérinaire contenant une ou plusieurs substances antibiotiques d'importance critique - Légifrance*. [en ligne]. [Consulté le 6 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000032251629>

484. EMA (EUROPEAN MEDICINES AGENCY). Advice on implementing measures under Article 37(4) of Regulation (EU) 2019/6 on veterinary medicinal products – Criteria for the designation of antimicrobials to be reserved for treatment of certain infections in humans. *EMA/CVMP/158366/2019*. 31 octobre 2019. pp. 66.

485. KELLY, J.D. et HALL, C.A. Resistance of Animal Helminths to Anthelmintics. In : *Advances in Pharmacology*. [en ligne]. Elsevier, 1979. pp. 89-128. [Consulté le 7 juillet 2024]. ISBN 978-0-12-032916-8.

486. CVMP et EMA. Reflection paper on anthelmintic resistance. *EMA/CVMP/EWP/573536/2013*. 21 avril 2021.

487. GILLEARD, John S., KOTZE, Andrew C., LEATHWICK, Dave, NISBET, Alasdair J., MCNEILLY, Tom N. et BESIEN, Brown. A journey through 50 years of research relevant to the control of gastrointestinal nematodes in ruminant livestock and thoughts on future directions. *International Journal for Parasitology*. 1 décembre 2021. Vol. 51, n° 13, pp. 1133-1151. DOI 10.1016/j.ijpara.2021.10.007.

488. REISSERT-OPPERMANN, Sophia, BAUER, Burkhard, STEUBER, Stephan et CLAUSEN, Peter-Henning. Insecticide resistance in stable flies (*Stomoxys calcitrans*) on dairy farms in Germany.

Parasitology Research. septembre 2019. Vol. 118, n° 9, pp. 2499-2507. DOI 10.1007/s00436-019-06400-z.

489. EHRHARDT, Nicolas. *Etude de l'activité d'une formulation à 50 pour mille de deltaméthrine sur Stomoxys calcitrans à la Réunion : résistance et rémanence*. . Thèse d'exercice vétérinaire. Université Paul Sabatier, Toulouse : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 2006.

490. DUSFOUR, Isabelle. Résistance à la deltaméthrine chez *Aedes aegypti* : évaluation de nouveaux candidats insecticides et étude du phénomène de réversion. *Les cahiers de la Recherche : Santé, Environnement, Travail*. 2020. N° 15, pp. 36-38.

491. HOSTE, Hervé, RAVINET, Nadine, CHARTIER, Christophe, MARIE-MAGDELEINE, Carine, BAMBOU, Jean-Christophe, BONNEAU, Mathieu, MANDONNET, Nathalie, JACQUIET, Philippe et DESQUESNES, Marc. Réduction d'usage et alternatives aux antiparasitaires en élevage des ruminants. *INRAE Productions Animales*. 14 février 2023. pp. 327-344. DOI 10.20870/productions-animales.2022.35.4.7333.

492. KAPLAN, Ray M. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology*. 1 octobre 2004. Vol. 20, n° 10, pp. 477-481. DOI 10.1016/j.pt.2004.08.001.

493. CAZAJOUS, T., PREVOT, F., KERBIRIOU, A., MILHES, M., GRISSEZ, C., TROPEE, A., GODART, C., ARAGON, A. et JACQUIET, P. Multiple-resistance to ivermectin and benzimidazole of a *Haemonchus contortus* population in a sheep flock from mainland France, first report. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*. décembre 2018. Vol. 14, pp. 103-105. DOI 10.1016/j.vprsr.2018.09.005.

494. LAMB, Jane, ELLIOTT, Tim, CHAMBERS, Michael et CHICK, Bruce. Broad spectrum anthelmintic resistance of *Haemonchus contortus* in Northern NSW of Australia. *Veterinary Parasitology*. 15 juillet 2017. Vol. 241, pp. 48-51. DOI 10.1016/j.vetpar.2017.05.008.

495. VINEER, Hannah Rose, MORGAN, Eric R., HERTZBERG, Hubertus, BARTLEY, David J., BOSCO, Antonio, CHARLIER, Johannes, CHARTIER, Christophe, CLAEREBOUW, Edwin, WAAL, Theo de, HENDRICKX, Guy, HINNEY, Barbara, HÖGLUND, Johan, JEŽEK, Jožica, KAŠNÝ, Martin, KEANE, Orla M., MARTÍNEZ-VALLADARES, María, MATEUS, Teresa Letra, MCINTYRE, Jennifer, MICKIEWICZ, Marcin, MUNOZ, Ana Maria, PHYTHIAN, Clare Joan, PLOEGER, Harm W., RATAJ, Aleksandra Vergles, SKUCE, Philip J., SIMIN, Stanislav, SOTIRAKI, Smaragda, SPINU, Marina, STUEN, Snorre, THAMSBORG, Stig Milan, VADLEJCH, Jaroslav, VARADY, Marian, SAMSON-HIMMELSTJERNA, Georg von et RINALDI, Laura. Increasing importance of anthelmintic resistance in European livestock: creation and meta-analysis of an open database. *Parasite*. 2020. Vol. 27, pp. 69. DOI 10.1051/parasite/2020062.

496. BAIK, Barbara Haline Buss, LEHNEN, Cheila Roberta et DA ROCHA, Raquel Abdallah. Anthelmintic resistance in cattle: A systematic review and meta-analysis. *Livestock Science*. 1 novembre 2018. Vol. 217, pp. 127-135. DOI 10.1016/j.livsci.2018.09.022.

497. RAVINET, Nadine, CHARTIER, Christophe, HOSTE, Herve, MAHIEU, Maurice, DUVAUCHELLE-WACHÉ, A., MERLIN, Aurélie, BAREILLE, Nathalie, JACQUIET, Philippe et CHAUVIN, Alain. Enjeux et outils du traitement raisonné contre les strongles gastro-intestinaux chez les bovins et les petits ruminants. *INRA Productions Animales*. 2017. Vol. 30, n° 1, pp. 57-76.

498. GEURDEN, Thomas, CHARTIER, Christophe, FANKE, Jane, DI REGALBONO, Antonio, Frangipane, TRAVERSA, Donato, VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, Georg, DEMELER, Janina, VANIMISETTI, Hima Bindu, BARTRAM, David J. et DENWOOD, Matthew J. Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *International Journal for*

Parasitology: Drugs and Drug Resistance. 18 août 2015. Vol. 5, n° 3, pp. 163-171.
DOI 10.1016/j.ijpddr.2015.08.001.

499. ABBADIE, Marina et DELMAS, Camille. *Résistance à l'éprinomectine dans les élevages de brebis laitières des Pyrénées atlantiques: quelles solutions innovantes?*. Thèse d'exercice vétérinaire. Toulouse : ENVT, Université de Toulouse, 2023.

500. LUMARET, Jean-Pierre, ERROUISSI, Faiek, FLOATE, Kevin, RÖMBKE, Jörg et WARDHAUGH, Keith. A Review on the Toxicity and Non-Target Effects of Macrocyclic Lactones in Terrestrial and Aquatic Environments. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. mai 2012. Vol. 13, n° 6, pp. 1004-1060.
DOI 10.2174/138920112800399257.

501. LUMARET, Jean-Pierre, ALVINERIE, Michel, HEMPEL, Hella, SCHALLNASS, Hans-Joachim, CLARET, Daniel et RÖMBKE, Jörg. New screening test to predict the potential impact of ivermectin-contaminated cattle dung on dung beetles. *Veterinary Research*. 2007. Vol. 38, n° 1, pp. 15-24.
DOI 10.1051/vetres:2006041.

502. YADAV, Rohan, SHINDE, N. G., PATIL, K. T., KOTE, Ashwini et KADAM, Priyanka. Deltamethrin Toxicity: Impacts on Non-Target Organisms and the Environment. *Environment and Ecology*. septembre 2023. Vol. 41, n° 3D, pp. 2039-2043. DOI 10.60151/envec/VFHT1065.

503. AGUERRE, S., JACQUIET, P., BRODIER, H., BOURNAZEL, J. P., GRISEZ, C., PRÉVOT, F., MICHOT, L., FIDELLE, F., ASTRUC, J. M. et MORENO, C. R. Resistance to gastrointestinal nematodes in dairy sheep: Genetic variability and relevance of artificial infection of nucleus rams to select for resistant ewes on farms. *Veterinary Parasitology*. 30 mai 2018. Vol. 256, pp. 16-23. DOI 10.1016/j.vetpar.2018.04.004.

504. BENGUESMIA, Mohamed, HAMIROUNE, Mourad, CHRÉTIEN, Aline, PRÉVOT, Françoise, GRISEZ, Christelle, BERGEAUD, Jean-Paul, LACROUX, Caroline, TRUMEL, Cathy, GEFRE, Anne, HARHOURA, Khaled, AISSI, Miriem et JACQUIET, Philippe. Cinétique d'infestation par *Haemonchus contortus* et réponse d'ovins de races résistante (Martinik Black Belly) et sensible (Lacaune). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 29 juin 2020. Vol. 73, n° 2, pp. 123-131.
DOI 10.19182/remvt.31874.

505. FORTUN-LAMOTHE, Laurence, COLLIN, Anne, COMBES, Sylvie, FERCHAUD, Stéphane, GERMAIN, Karine, GUILLOTEAU, Laurence, GUNIA, Mélanie, LEFLOC'H, Nathalie, MANOLI, Claire, MONTAGNE, Lucile et SAVIETTO, Davi. Principes, cadre d'analyse et leviers d'action à l'échelle de l'élevage pour une gestion intégrée de la santé chez les animaux monogastriques. *INRAE Productions Animales*. 30 janvier 2023. pp. 307-326. DOI 10.20870/productions-animales.2022.35.4.7225.

506. AYRES, Janelle S. et SCHNEIDER, David S. Two ways to survive an infection: what resistance and tolerance can teach us about treatments for infectious diseases. *Nature reviews. Immunology*. novembre 2008. Vol. 8, n° 11, pp. 889-895. DOI 10.1038/nri2432.

507. BLANC, F., OLLION, E., PUILLET, L., DELABY, L., INGRAND, S., TICHIT, M. et FRIGGENS, N.C. Evaluation quantitative de la robustesse des animaux et du troupeau : quels principes retenir ? *Rencontre Recherches Ruminants*. 2013. N° 20, pp. 265-272.

508. CADÉRO, A., AUBRY, A., DOURMAD, J.Y., SALAÜN, Y. et GARCIA-LAUNAY, F. Effects of interactions between feeding practices, animal health and farm infrastructure on technical, economic and environmental performances of a pig-fattening unit. *Animal*. 2020. Vol. 14, pp. s348-s359.
DOI 10.1017/S1751731120000300.

509. ZINSSTAG, J., SCHELLING, E., WALTNER-TOEWS, D. et TANNER, M. From “one medicine” to “one health” and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*. 1 septembre 2011. Vol. 101, n° 3, pp. 148-156. DOI 10.1016/j.prevetmed.2010.07.003.
510. MAHON, Michael B., SACK, Alexandra, ALEUY, O. Alejandro, BARBERA, Carly, BROWN, Ethan, BUELOW, Heather, CIVITELLO, David J., COHEN, Jeremy M., DE WIT, Luz A., FORSTCHEN, Meghan, HALLIDAY, Fletcher W., HEFFERNAN, Patrick, KNUTIE, Sarah A., KOROTASZ, Alexis, LARSON, Joanna G., RUMSCHLAG, Samantha L., SELLAND, Emily, SHEPACK, Alexander, VINCENT, Nitin et ROHR, Jason R. A meta-analysis on global change drivers and the risk of infectious disease. *Nature*. 23 mai 2024. Vol. 629, n° 8013, pp. 830-836. DOI 10.1038/s41586-024-07380-6.
511. OECD. *Alternative Futures for Global Food and Agriculture*. [en ligne]. OECD, 2016. [Consulté le 23 juillet 2024]. ISBN 978-92-64-24775-8.
512. DIRY, Jean-Paul. *L'industrialisation de l'élevage en France: Économie et géographie des filières avicoles et porcines*. . FeniXX, 1985. ISBN 978-2-307-55615-2. Google-Books-ID: yBsBEQAAQBAJ
513. WEI, Lan. Des cochons s'élèvent dans des gratte-ciels en Chine. *Le Monde*. 31 octobre 2022. pp. 8.
514. DRAAF, Nouvelle Aquitaine. Analyses & Résultats n°71 - Novembre 2019 - L'élevage caprin : plus souvent en bâtiment en Nouvelle-Aquitaine. *DRAAF Nouvelle-Aquitaine*. [en ligne]. 5 novembre 2019. [Consulté le 25 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://draaf.nouvelle-aquitaine.agriculture.gouv.fr/analyses-resultats-no71-novembre-2019-l-elevage-caprin-plus-souvent-en-batiment-a1652.html>Last Modified: 2019-11-05
515. OBSERVATOIRE DES ÉLEVAGES LAITIERS et CNIEL. 2402 : *Le pâturage des vaches laitières françaises*. CNIEL, 2018.
516. GEB (IDÈLE). Marchés mondiaux des Produits Laitiers : Année 2022 - Perspectives 2023 (Dossier Economie de l'Élevage n° 540 - Mai 2023). *Institut de l'Élevage*. [en ligne]. 7 juin 2023. [Consulté le 23 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://idele.fr/detail-article/marches-mondiaux-des-produits-laitiers-annee-2022-perspectives-2023>
517. LEDUC, Erwan. Quand la chine s'éveillera. *Élevages Caprins*. [en ligne]. 3 janvier 2022. [Consulté le 23 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.elevagescaprins.fr/quand-la-chine-seveillera/>
518. AGRESTE. 246 : *Pratiques d'élevage 2015 Élevages de bovins*. 2017.
519. DIZY, Catherine, EBLÉ, Sophie et DRAAF. Filière viande : plus d'un tiers des exploitations régionales ont un atelier d'élevage viande - Insee Analyses. *INSEE*. [en ligne]. 31 mai 2016. [Consulté le 20 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2019621>
520. INAO. *Cahier des charges de l'AOP « Bleu du Vercors-Sassenage » approuvé par la commission permanente du comité national des appellations d'origine laitières, agroalimentaires et forestières lors de sa séance du 25 juin 2018*. [en ligne]. 25 juin 2018. INAO. Disponible à l'adresse: <https://extranet.inao.gouv.fr/fichier/CDCBleuVercorsSassenage-BO.pdf>
521. FAO. *The future of food and agriculture – Drivers and triggers for transformation*. [en ligne]. FAO, 2022. [Consulté le 2 août 2024]. ISBN 978-92-5-136639-4.

522. HARTWICH, Frank et NEGRO, Carlos. The role of collaborative partnerships in industry innovation: lessons from New Zealand's dairy sector. *Agribusiness*. 2010. pp. n/a-n/a. DOI 10.1002/agr.20231.
523. TRÉGARO, Yves et VALLIN, Benjamin. LES FILIERES AVICOLES EUROPEENNES FACE A LA MONDIALISATION DES ECHANGES. In : *Huitièmes Journées de la Recherche Avicole*. Saint Malo, mars 2009. pp. 1-7.
524. DANIEL, Jean-Baptiste, FOUILLADE, Pierre, GUILLET, Muriel et TRAVERS, Jean-Marie. *Quel avenir pour la filière porcine française ?* Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux, 2012.
525. ALTIERI, Miguel A. Agroecology: A new research and development paradigm for world agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. novembre 1989. Vol. 27, n° 1-4, pp. 37-46. DOI 10.1016/0167-8809(89)90070-4.
526. OSez l'AgroÉcologie : L'agroécologie - définition. *OSAE*. [en ligne]. [Consulté le 12 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://osez-agroecologie.org/l-agroecologie>
527. GROUPE D'EXPERTS DE et HAUT NIVEAU SUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET LA NUTRITION DU COMITÉ DE LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE MONDIALE. *Approches agroécologiques et autres approches novatrices pour une agriculture et des systèmes alimentaires durables propres à améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition* [en ligne]. Rome : HLPE, 2019. [Consulté le 12 août 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/HLPE/reports/HLPE_Report_14_FR.pdf
528. GLIESSMAN et HLPE. The 13 principles of Agroecology • Agroecology Europe. *Agroecology Europe*. [en ligne]. 2019. [Consulté le 12 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.agroecology-europe.org/the-13-principles-of-agroecology/>
529. MULLER, Adrian, SCHADER, Christian, EL-HAGE SCIALABBA, Nadia, BRÜGGEMANN, Judith, ISENSEE, Anne, ERB, Karl-Heinz, SMITH, Pete, KLOCKE, Peter, LEIBER, Florian, STOLZE, Matthias et NIGGLI, Urs. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*. 14 novembre 2017. Vol. 8, n° 1, pp. 1290. DOI 10.1038/s41467-017-01410-w.
530. BELLASSEN, Valentin. Affichage environnemental : bio ou pas, comment évaluer l'impact écologique des aliments ? *The Conversation*. [en ligne]. 15 novembre 2023. [Consulté le 8 août 2024]. Disponible à l'adresse: <http://theconversation.com/affichage-environnemental-bio-ou-pas-comment-evaluer-limpact-ecologique-des-aliments-216505>
531. DE SCHUTTER, Olivier. *Rapport du Rapporteur spécial sur le droit à l'alimentation* [en ligne]. ONU, 2010. [Consulté le 12 août 2024]. Disponible à l'adresse: http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308_a-hrc-16-49_agroecology_fr.pdf
532. ADEME. 011627 : *Transitions 2050 : Choisir maintenant, agir pour le climat* [en ligne]. ADEME, 2021. Disponible à l'adresse: <https://librairie.ademe.fr/recherche-et-innovation/5072-prospective-transitions-2050-rapport.html>
533. DOCKÈS, A.C et DELANOUE, E. *ACCEPT Les relations entre élevage et société : 5 scénarios prospectifs à l'horizon 2040*. [en ligne]. juin 2018. IDELE & IFIP. [Consulté le 11 août 2024]. Disponible à l'adresse: https://accept.ifip.asso.fr/docs/action4/plaquette_ACCEPT_prospective.pdf
534. CAQUET T., GASCUEL-ODOUX C., TIXIER-BOICHARD M., DEDIEU B., DETANG-DESSENDRE C., DUPRAZ P., FAVERDIN P., HAZARD L., HINSINGER P., LITRICO-CHIARELLI I., MEDALE F., MONOD H., PETIT-

MICHAUD S., et REBOUD X., THOMAS A., LESCOURRET F., ROQUES L., DE VRIES H., SOUSSANA J.-F.,. Une réflexion prospective interdisciplinaire pour l'agroécologie | INRAE. [en ligne]. 2019. [Consulté le 11 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.inrae.fr/actualites/prospective-interdisciplinaire-agroecologie>

535. POUX, Xavier et AUBERT, Pierre-Marie. *Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine* [en ligne]. IDDRI, 2014. [Consulté le 11 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/une-europe-agroecologique-en-2050-une-agriculture>

536. DURU, Michel et THEROND, Olivier. Paradigmes et scénarios de transition des systèmes alimentaires pour la neutralité carbone. *Cahiers Agricultures*. 2023. Vol. 32, pp. 23. DOI 10.1051/cagri/2023016.

537. PEYRAUD, J. L., AUBIN, J., BARBIER, M., BAUMONT, R., BERRI, C., BIDANEL, J.P., CITTI, Ch., COTINOT, C., DUCROT, C., DUPRAZ, P., FAVERDIN, P., FRIGGENS, N., HOUOT, S., NOZIÈRES-PETIT, M.O., ROGEL-GAILLARD, C. et SANTÉ-LHOUTELLIER, V. Réflexion prospective interdisciplinaire Science pour les élevages de demain. Rapport de synthèse. 53 pp. [en ligne]. 2020. [Consulté le 15 février 2023]. DOI 10.15454/X83C-0674.

538. ÉPAULARD, Anne, MALLIET, Paul, SAUMTALLY, Anissa et TIMBEAU, Xavier. LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE EN EUROPE : TENIR LE CAP. *OFCE*. 21 juin 2024. N° 131, pp. 1-24.

539. COQUIL, Xavier, ANGLADE, Juliette, BARATAUD, Fabienne, BRUNET, Laurent, DURPOIX, Amandine et GODFROY, Matthieu. TEASER-lab : concevoir un territoire pour une alimentation saine, localisée et créatrice d'emplois à partir de la polyculture - polyélevage autonome et économe. La diversification des productions sur le dispositif expérimental ASTER-Mirecourt. *Innovations Agronomiques*. 2019. Vol. 72, pp. 61-75. DOI 10.15454/B1QGII.

540. MARC-ANDRÉ, Selosse. *L'origine du monde | Actes Sud*. [en ligne]. 2021. [Consulté le 9 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.actes-sud.fr/catalogue/sciences-humaines-et-sociales-sciences/lorigine-du-monde>

541. HALLORAN, Afton. Managing the Food System's Main Asset: Land. *Food Planet Prize*. [en ligne]. 2020. [Consulté le 10 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://foodplanetprize.org/reports/managing-the-food-systems-main-asset-land/>

542. GREEN, Rhys, CORNELL, Stephen, SCHARLEMANN, Jorn et BALMFORD, Andrew. Farming and the Fate of Wild Nature. *Science (New York, N.Y.)*. 1 février 2005. Vol. 307, pp. 550-5. DOI 10.1126/science.1106049.

543. FISCHER, Joern, ABSON, David J., BUTSIC, Van, CHAPPELL, M. Jahi, EKROOS, Johan, HANSPACH, Jan, KUEMMERLE, Tobias, SMITH, Henrik G. et VON WEHRDEN, Henrik. Land Sparing Versus Land Sharing: Moving Forward. *Conservation Letters*. mai 2014. Vol. 7, n° 3, pp. 149-157. DOI 10.1111/conl.12084.

544. GRASS, Ingo, LOOS, Jacqueline, BAENSCH, Svenja, BATÁRY, Péter, LIBRÁN-EMBED, Felipe, FICICIYAN, Anoush, KLAUS, Felix, RIECHERS, Maraja, ROSA, Julia, TIEDE, Julia, UDY, Kristy, WESTPHAL, Catrin, WURZ, Annemarie et TSCHARNTKE, Teja. Land-sharing/-sparing connectivity landscapes for ecosystem services and biodiversity conservation. *People and Nature*. 2019. Vol. 1, n° 2, pp. 262-272. DOI 10.1002/pan3.21.

545. LOCONTO, Allison, DESQUILBET, Marion, MOREAU, Théo, COUVET, Denis et DORIN, Bruno. The land sparing – land sharing controversy: Tracing the politics of knowledge. *Land Use Policy*. 1 juillet 2020. Vol. 96, pp. 103610. DOI 10.1016/j.landusepol.2018.09.014.

546. YANG, Sarah. Can organic crops compete with industrial agriculture? *Berkeley News*. [en ligne]. 10 décembre 2014. [Consulté le 15 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://news.berkeley.edu/2014/12/09/organic-conventional-farming-yield-gap/>

547. MCGREEVY, Steven R., RUPPRECHT, Christoph D. D., NILES, Daniel, WIEK, Arnim, CAROLAN, Michael, KALLIS, Giorgos, KANTAMATURAPOJ, Kanang, MANGNUS, Astrid, JEHLIČKA, Petr, TAHERZADEH, Oliver, SAHAKIAN, Marlyne, CHABAY, Ilan, COLBY, Ashley, VIVERO-POL, Jose-Luis, CHAUDHURI, Rajat, SPIEGELBERG, Maximilian, KOBAYASHI, Mai, BALÁZS, Bálint, TSUCHIYA, Kazuaki, NICHOLLS, Clara, TANAKA, Keiko, VERVOORT, Joost, AKITSU, Motoki, MALLEE, Hein, OTA, Kazuhiko, SHINKAI, Rika, KHADSE, Ashlesha, TAMURA, Norie, ABE, Ken-ichi, ALTIERI, Miguel, SATO, Yo-Ichiro et TACHIKAWA, Masashi. Sustainable agrifood systems for a post-growth world. *Nature Sustainability*. décembre 2022. Vol. 5, n° 12, pp. 1011-1017. DOI 10.1038/s41893-022-00933-5.

548. MOURATIADOU, Ioanna, WEZEL, Alexander, KAMILIA, Kintan, MARCHETTI, Angelica, PARACCHINI, Maria Luisa et BÀRBERI, Paolo. The socio-economic performance of agroecology. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 19 mars 2024. Vol. 44, n° 2, pp. 19. DOI 10.1007/s13593-024-00945-9.

549. PROST, Lorène, MARTIN, Guillaume, BALLOT, Rémy, BENOIT, Marc, BERGEZ, Jacques-Eric, BOCKSTALLER, Christian, CERF, Marianne, DEYTIEUX, Violaine, HOSSARD, Laure, JEUFFROY, Marie-Hélène, LECLÈRE, Margot, LE BAIL, Marianne, LE GAL, Pierre-Yves, LOYCE, Chantal, MEROT, Anne, MEYNARD, Jean-Marc, MIGNOLET, Catherine, MUNIER-JOLAIN, Nicolas, NOVAK, Sandra, PARNAUDEAU, Virginie, POUX, Xavier, SABATIER, Rodolphe, SALEMBIER, Chloé, SCOPEL, Eric, SIMON, Sylvaine, TCHAMITCHIAN, Marc, TOFFOLINI, Quentin et VAN DER WERF, Hayo. Key research challenges to supporting farm transitions to agroecology in advanced economies. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 10 janvier 2023. Vol. 43, n° 1, pp. 11. DOI 10.1007/s13593-022-00855-8.

550. WEZEL, Alexander, HERREN, Barbara Gemmill, KERR, Rachel Bezner, BARRIOS, Edmundo, GONÇALVES, André Luiz Rodrigues et SINCLAIR, Fergus. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 27 octobre 2020. Vol. 40, n° 6, pp. 40. DOI 10.1007/s13593-020-00646-z.

551. RYSCHAWY, J., BENOIT, M., HOSTIOU, N. et DELFOSSE, C. Quelles concurrences et synergies entre cultures et élevage dans les territoires de polyculture-élevage ? *INRAE Productions Animales*. 21 décembre 2017. Vol. 30, n° 4, pp. 363-380. DOI 10.20870/productions-animales.2017.30.4.2266.

552. MARTIN, Guillaume, BARTH, Kerstin, BENOIT, Marc, BROCK, Christopher, DESTRUDEL, Marie, DUMONT, Bertrand, GRILLOT, Myriam, HÜBNER, Severin, MAGNE, Marie-Angéline, MOERMAN, Marie, MOSNIER, Claire, PARSONS, David, RONCHI, Bruno, SCHANZ, Lisa, STEINMETZ, Lucille, WERNE, Steffen, WINCKLER, Christoph et PRIMI, Riccardo. Potential of multi-species livestock farming to improve the sustainability of livestock farms: A review. *Agricultural Systems*. 1 mai 2020. Vol. 181, pp. 102821. DOI 10.1016/j.agsy.2020.102821.

553. DUMONT, Bertrand, BENOIT, Marc, CHAUVAT, Sophie, COURNUT, Sylvie, MARTIN, Guillaume, MISCHLER, Pierre et MAGNE, Marie-Angéline. Durabilité des exploitations d'élevage multi-espèces en France et en Europe : bénéfices observés, freins et leviers pour leur déploiement. *INRAE Productions Animales*. [en ligne]. 5 mai 2023. Vol. 36, n° 1. [Consulté le 12 septembre 2023]. DOI 10.20870/productions-animales.2023.36.1.7516.

554. OEHEN, Bernadette, HILBECK, Angelika, HERREN, Hans, MULLER, Adrian, HOME, Robert, HOFFMANN, Ulrich, NELSON, Erin, LEVIDOW, Les et PIMBERT, Michel. *Feeding the people - AGROECOLOGY FOR NOURISHING THE WORLD AND TRANSFORMING THE AGRI-FOOD SYSTEM*. . 2015.
555. OLIVIER, Alain. *La révolution agroécologique: nourrir tous les humains sans détruire la planète*. . Montréal : Écosociété, 2021. ISBN 978-2-89719-660-8. 577.55
556. BIGGS, Reinette, SCHLÜTER, Maja, BIGGS, Duan, BOHENSKY, Erin L., BURNSILVER, Shauna, CUNDILL, Georgina, DAKOS, Vasilis, DAW, Tim M., EVANS, Louisa S., KOTSCHY, Karen, LEITCH, Anne M., MEEK, Chanda, QUINLAN, Allyson, RAUDSEPP-HEARNE, Ciara, ROBARDS, Martin D., SCHOON, Michael L., SCHULTZ, Lisen et WEST, Paul C. Toward Principles for Enhancing the Resilience of Ecosystem Services. *Annual Review of Environment and Resources*. 21 novembre 2012. Vol. 37, n° Volume 37, 2012, pp. 421-448. DOI 10.1146/annurev-environ-051211-123836.
557. Carte des Groupes CIVAM. *CIVAM*. [en ligne]. [Consulté le 24 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.civam.org/carte-des-groupes/>
558. DOLGOPOLOVA, Irina et TEUBER, Ramona. Consumers' Willingness to Pay for Health Benefits in Food Products: A Meta-Analysis. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2018. Vol. 40, n° 2, pp. 333-352. DOI 10.1093/aep/ppx036.
559. GRÉMILLET, Julien Fosse, Alice. Les performances économiques et environnementales de l'agroécologie. [en ligne]. 2020. [Consulté le 15 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.strategie.gouv.fr/publications/performances-economiques-environnementales-de-lagroecologie>
560. DEBAR, Jean-Christophe. Intensification durable ou agroécologie ? Confusion et interrogations – Fondation FARM. [en ligne]. 2020. [Consulté le 7 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://fondation-farm.org/intensification-durable-ou-agroecologie-confusion-et-interrogations/>
561. GODFRAY, H. Charles J. et GARNETT, Tara. Food security and sustainable intensification. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. 5 avril 2014. Vol. 369, n° 1639, pp. 20120273. DOI 10.1098/rstb.2012.0273.
562. PRETTY, Jules et BHARUCHA, Zareen Pervez. Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany*. décembre 2014. Vol. 114, n° 8, pp. 1571-1596. DOI 10.1093/aob/mcu205.
563. FABLE, PONCET, J., MOSNIER, A., SCHMIDT-TRAUB, G., OBERSTEINER, M., DECLERCK, F., JONES, S., PÉREZ-GUZMÁN, K., DOUZAL, C. et FRANÇOIS, C. Pathways to Sustainable Land-Use and Food Systems. 2020 Report of the FABLE Consortium. [en ligne]. 2020. [Consulté le 12 août 2024]. DOI 10.22022/ESM/12-2020.16896.
564. OBSERVATOIRE DES FORÊTS FRANÇAISES. Observatoire des forêts françaises. [en ligne]. 2021. [Consulté le 6 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://foret.ign.fr/>
565. PHALAN, Ben, ONIAL, Malvika, BALMFORD, Andrew et GREEN, Rhys E. Reconciling Food Production and Biodiversity Conservation: Land Sharing and Land Sparing Compared. *Science*. 2 septembre 2011. Vol. 333, n° 6047, pp. 1289-1291. DOI 10.1126/science.1208742.
566. FORTUN-LAMOTHE, Laurence, THOMAS, Marielle, TICHIT, Muriel, JOUVEN, Magali, GONZÁLEZ GARCÍA, Eliel, DOURMAD, Jean-Yves et DUMONT, Bertrand. Agro-écologie et écologie industrielle : deux voies complémentaires pour les systèmes d'élevage de demain. Applications potentielles aux systèmes cynicoles. In : 15. *Journées de la Recherche Cunicole*. [en ligne]. Le Mans,

France, novembre 2013. pp. 121-131. [Consulté le 7 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://hal.science/hal-01198227>

567. AGRIDEA. 1.32 : *Contributions au bien-être : SST, SRPA et mise au pâturage*. Agridea, 2024.
568. BROCARD, Valérie, LESSIRE, Françoise, CLOET, E., HUNEAU, T., DUFRASNE, I. et DÉPRÉS, C. Diverse ways to combine grazing and automatic milking systems. *Fourrages*. 1 mars 2017. Vol. 2017, pp. 17-24.
569. DELAGARDE, Rémy, CAILLAT, Hugues et CHARPENTIER, Alexia. Capacité des chèvres laitières à pâturer des prairies temporaires multispèces. *INRAE Productions Animales*. [en ligne]. 7 mai 2021. [Consulté le 13 septembre 2023]. DOI 10.20870/productions-animales.2021.34.1.4694.
570. BOURIN, Marie, BIGNON, Laure, BOUVAREL, Isabelle, MERCERAND, Frédéric, MEDA, Bertrand, DUSART, Léonie et BERRI, Cécile. Evaluation multicritère de différents systèmes d'élevage du poulet de chair élevé en claustration, avec jardin d'hiver ou parcours: Technique. *TeMA: techniques et marchés avicoles*. 2015. N° 33, pp. 10-17.
571. GUINGAND, Nadine, DOLLE, Jean-Baptiste et AUBERT, Claude. Guide des Bonnes Pratiques Environnementales d'Élevage. *ITAVI, IFIP, Institut de l'élevage*. 2014.
572. DOURMAD, Jean-Yves, GUILBAUD, Thomas, TICHIT †, Muriel et BONAUDO, Thierry. Les productions animales dans la bioéconomie. *INRAE Productions Animales*. 13 mai 2019. Vol. 32, n° 2, pp. 205-220. DOI 10.20870/productions-animales.2019.32.2.2485.
573. SCHALATEK, Liane. Le Fonds Vert pour le Climat. *ODI, HBS*. novembre 2022. pp. 1-18.
574. EUROPEAN COMMISSION. Farm to Fork Strategy - European Commission. [en ligne]. [Consulté le 13 août 2024]. Disponible à l'adresse: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en
575. UFC QUE CHOISIR. Réforme de la PAC - Même la Commission critique le « greenwashing » français - Billet de la présidente - UFC-Que Choisir. [en ligne]. 25 avril 2022. [Consulté le 13 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.quechoisir.org/billet-du-president-reforme-de-la-pac-meme-la-commission-critique-le-greenwashing-francais-n100280/>
576. CHRIKI, Sghaier et HOCQUETTE, Jean-François. The Myth of Cultured Meat: A Review. *Frontiers in Nutrition*. [en ligne]. 7 février 2020. Vol. 7. [Consulté le 11 août 2024]. DOI 10.3389/fnut.2020.00007.
577. *À quoi ressemblerait notre planète sans animaux d'élevage*. [en ligne]. 24 décembre 2023. [Consulté le 17 août 2024]. La grande explication. Disponible à l'adresse: <https://www.youtube.com/watch?v=g4MEmjaw4xY>
578. POORE, J. et NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. juin 2018. Vol. 360, n° 6392, pp. 987-992. DOI 10.1126/science.aaq0216.
579. NIEDERCORN, Frank. Alimentation 100 % végétane : la fausse bonne idée pour sauver la planète. *Les Echos*. [en ligne]. 25 juin 2019. [Consulté le 17 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/alimentation-100-vegane-la-fausse-bonne-idee-pour-sauver-la-planete-1032008>

580. WHITE, Robin R. et HALL, Mary Beth. Nutritional and greenhouse gas impacts of removing animals from US agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 28 novembre 2017. Vol. 114, n° 48, pp. E10301-E10308. DOI 10.1073/pnas.1707322114.
581. GUELLAB, Kenza. Évaluation du niveau de connaissance des populations de professionnels de santé et végan sur le risque de carence nutritionnelle lie au régime végétalien | Policy Commons. [en ligne]. 2020. [Consulté le 30 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://policycommons.net/artifacts/15476219/evaluation-du-niveau-de-connaissance-des-populations-de-professionnels-de-sante-et-vegan-sur-le-risque-de-carence-nutritionnelle-lie-au-regime-vegetalien/16369575/>
582. DONALDSON, Sue et KYMLICKA, Will. *Zoopolis : une théorie politique des droits des animaux*. Alma, 2016.
583. ALEKSANDROWICZ, Lukasz, GREEN, Rosemary, JOY, Edward J. M., SMITH, Pete et HAINES, Andy. The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: A Systematic Review. *PLoS ONE*. 3 novembre 2016. Vol. 11, n° 11, pp. e0165797. DOI 10.1371/journal.pone.0165797.
584. DORGBETOR, Isaac Korke, ONDRASEK, Gabrijel, KUTNJAK, Hrvoje et MIKUŠ, Ornella. What If the World Went Vegan? A Review of the Impact on Natural Resources, Climate Change, and Economies. *Agriculture*. octobre 2022. Vol. 12, n° 10, pp. 1518. DOI 10.3390/agriculture12101518.
585. NUWER, Rachel. What would happen if the world suddenly went vegetarian? *BBC*. [en ligne]. 27 septembre 2016. [Consulté le 17 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.bbc.com/future/article/20160926-what-would-happen-if-the-world-suddenly-went-vegetarian>
586. SPRINGMANN, Marco, CHARLES, H, GODFRAY, J, RAYNER, Mike et SCARBOROUGH, Peter. Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. [en ligne]. 12 avril 2016. [Consulté le 19 août 2024].
587. FORGRIEVE, Janet. The Growing Acceptance Of Veganism. *Forbes*. [en ligne]. 2018. [Consulté le 15 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.forbes.com/sites/janetforgrieve/2018/11/02/picturing-a-kindler-gentler-world-vegan-month/>
588. VOUE, Andreas. Une Europe de plus en plus végétarienne. *European Data Journalism Network - EDJNet*. [en ligne]. 12 mars 2019. [Consulté le 15 août 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.europeandatajournalism.eu/fr/cp_data_news/une-europe-de-plus-en-plus-vegetarienne/
589. IBRAHIMI JARCHLO, Ayla et KING, Lucy. *Survey of consumer perceptions of alternative, or novel, sources of protein* [en ligne]. Food Standards Agency, 2022. [Consulté le 16 août 2024].
590. DOCKÈS, A.C et KLING-EVEILLARD, F. Les éleveurs de bovins nous parlent de leur métier et de leurs animaux. *INRAE*. 2005.
591. FAO. Les concepts de sécurité alimentaire et leur aptitude à répondre aux défis posés par la croissance urbaine. [en ligne]. [Consulté le 21 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.fao.org/4/AB788F/ab788f07.htm>
592. GOHIN, Alexandre. Les sources d'instabilité des marchés agricoles : état des lieux, avancées possibles et limites méthodologiques de leur modélisation. *Ministère de l'Agriculture et de la*

Souveraineté alimentaire. [en ligne]. août 2011. [Consulté le 12 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://agriculture.gouv.fr/les-sources-dinstabilite-des-marches-agricoles-etat-des-lieux-avancees-possibles-et-limites>

593. DIRECTIVE CE. *Directive 2001/88/CE du Conseil du 23 octobre 2001 modifiant la directive 91/630/CEE établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs*.

594. RIEU, Michel. Économie et avenir de la filière porcine. *INRA Productions Animales*. décembre 2003. N° 16, pp. 341-348.

595. CONSILIUM.EUROPA.EU. Comment l'invasion de l'Ukraine par la Russie a encore aggravé la crise alimentaire mondiale. *Consilium*. [en ligne]. 27 janvier 2024. [Consulté le 6 octobre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.consilium.europa.eu/fr/infographics/how-the-russian-invasion-of-ukraine-has-further-aggravated-the-global-food-crisis/>

596. LETERRIER, C, AUBIN-HOUZELSTEIN, G, BOISSY, A, DEISS, V, FILLON, V, MERLOT, E, PETIT, O et LÉVY, F. Améliorer le bien-être des animaux d'élevage : est-ce toujours possible ? *Revue SESAME*. [en ligne]. 28 juin 2022. [Consulté le 23 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://revue-sesame-inrae.fr/ameliorer-le-bien-etre-des-animaux-delevage-est-ce-toujours-possible/>

597. DESTREZ, Alexandra, DEISS, Véronique et BOISSY, Alain. Les animaux sont-ils plus heureux en élevage intensif ou extensif ? *Elevages extensif et intensif: perceptions, pratiques, perspectives: journée d'étude de la Société d'Ethnozootechnie, Paris*. 2013. N° 95, pp. 27-31.

598. FRASER, David. *Le bien-être des animaux et l'intensification de la production animale - Une autre interprétation*. 2006. FAO.

599. WEBSTER, John. The assessment and implementation of animal welfare : theory into practice. *Revue scientifique technique Office International des Epizooties*. 2005. Vol. 24, n° 2, pp. 723-734.

600. VETAGRO SUP. Le bien-être est meilleur dans les élevages de petite taille ! VRAI ou FAUX ? - Chaire bien-être animal. [en ligne]. 1 mars 2022. [Consulté le 23 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://chaire-bea.vetagro-sup.fr/le-bien-etre-est-meilleur-dans-les-elevages-de-petite-taille-vrai-ou-faux/>

601. RUSSELL, R. A. et BEWLEY, J. M. Characterization of Kentucky dairy producer decision-making behavior. *Journal of Dairy Science*. 1 juillet 2013. Vol. 96, n° 7, pp. 4751-4758. DOI 10.3168/jds.2012-6538.

602. PORCHER, Jocelyne. Les alternatives aux abattoirs industriels. *Études*. 2020. Vol. Février, n° 2, pp. 31-39. DOI 10.3917/etu.4268.0031.

603. BIGEON, M.J, BOUCHEVREAU, J.F, DUMEZ, Amélie et ETIENNE, R. *L'agroécologie - Levier de redressement des exploitations fragilisées ?* 2020. Osez agroécologie.

604. ASTIÉ, Louise. Réduire les phytos ne rend pas le travail plus pénible. *Le mag des agricultrices et des agriculteurs de Bretagne*. novembre 2022. N° 06.

605. TALLENT, Théodore. « La lutte contre le réchauffement climatique doit éviter de tomber dans le piège du technosolutionnisme ». *Le Monde*. [en ligne]. 11 janvier 2023. [Consulté le 6 octobre 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/01/11/la-lutte-contre-le-rechauffement-climatique-doit-eviter-de-tomber-dans-le-piege-du-technosolutionnisme_6157363_3232.html

606. INGELHEIM, Boehringer. SoundTalks®, le dispositif qui aide à la détection des problèmes respiratoires en élevages de porcs, est apprécié par la filière. *Boehringer Ingelheim*. [en ligne]. 27 mars 2024. [Consulté le 24 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.boehringer-ingelheim.com/fr/soundtalksr-le-dispositif-qui-aide-la-detection-des-problemes-respiratoires-en-elevages-de-porcs-0>
607. CAMELIN, Armelle. Agriculture : quelles solutions pour demain ? *Science et vie*. mars 2023. N° 306, pp. 10-17.
608. LE MONDE. « La lutte contre le réchauffement climatique doit éviter de tomber dans le piège du technosolutionnisme ». [en ligne]. 2023. [Consulté le 18 septembre 2023]. Disponible à l'adresse: https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/01/11/la-lutte-contre-le-rechauffement-climatique-doit-eviter-de-tomber-dans-le-piege-du-technosolutionnisme_6157363_3232.html
609. MM, RM et FC. *Biosécurité en élevage de porcs plein-air- comprendre et se défendre*. février 2023. Confédération paysanne.
610. LORANT, A., ALLEN, B. et IEEP (INSTITUTE FOR EUROPEAN ENVIRONMENTAL POLICY). *Net zero agriculture in 2050 : how to get there ?* ECF (European Climate Foundation), 2019.
611. NFU. *Achieving Net Zero farming's 2040 goal*. 2019.
612. SHANMUGAM, Kavitha, BRYNGELSSON, Susanne, ÖSTERGREN, Karin et HALLSTRÖM, Elinor. Climate Impact of Plant-based Meat Analogues: A Review of Life Cycle Assessments. *Sustainable Production and Consumption*. 1 mars 2023. Vol. 36, pp. 328-337. DOI 10.1016/j.spc.2023.01.014.
613. BENNY, Anmariya, PANDI, Kathiresan et UPADHYAY, Rituja. Techniques, challenges and future prospects for cell-based meat. *Food Science and Biotechnology*. 20 juillet 2022. Vol. 31, n° 10, pp. 1225-1242. DOI 10.1007/s10068-022-01136-6.
614. REYNOLDS, Andrew N., MHURCHU, Cliona Ni, KOK, Zi-Yi et CLEGHORN, Christine. The neglected potential of red and processed meat replacement with alternative protein sources: Simulation modelling and systematic review. *EClinicalMedicine*. février 2023. Vol. 56, pp. 101774. DOI 10.1016/j.eclinm.2022.101774.
615. MORACH, Benjamin, CLAUSEN, Malte, ROGG, Jürgen, BRIGL, Michael, SCHULZE, Ulrich, DEHNERT, Nico, HEPP, Markus, YANG, Veronique, KURTH, Torstein, VON KOELLER, Elfrun, BURCHARDTS, Jens, WITTE, Björn, PRZEMEK, Obloj, KOKTENTURK, Sedef, GROSSE-HOLZE, Friederike et STOLT-NIELSEN MEINL, Olivia. The Untapped Climate Opportunity in Alternative Proteins. *BCG Global*. [en ligne]. 4 juillet 2022. [Consulté le 15 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.bcg.com/publications/2022/combating-climate-crisis-with-alternative-protein>
616. THEROND, Olivier, TICHIT, Muriel, TIBI, Anaïs, ACCATINO, Francesco, BIJU-DUVAL, Luc, BOCKSTALLER, Christian, BOHAN, David, BONAUDO, Thierry, BOVAL, Maryline, CAHUZAC, Eric, CASELLAS, Eric, CHAUVEL, Bruno, CHOLER, Philippe, CONSTANTIN, Julie, COUSIN, Isabelle, DAROUSSIN, Joël, DAVID, Maia M., DELACOTE, Philippe, DEROCLES, Stéphane, SOUSA, Laetitia de, DOMINGUES, Joao Pedro, DROSS, Camille, DURU, Michel, EUGÈNE, Maguy, FONTAINE, Colin, GARCIA, B., GEIJZENDORFFER, Ilse R., GIRARDIN, Annette, GRAUX, Anne-Isabelle, JOUVEN, Magali Jouven Pouderoux, LANGLOIS, Barbara, BAS, Christine Le, BISSONNAIS, Yves Le, LELIEVRE, Virginie, LIFRAN, Robert, MAIGNÉ, Élise, MARTIN, Guillaume, MÄRTIN, R., MARTIN-LAURENT, Fabrice, MARTINET, Vincent, MCLAUGHLIN, Orla, MEILLET, Anne, MIGNOLET, Catherine, MOUCHET, M., NOZIERES-PETIT, Marie-Odile, OSTERMANN, O. P., PARACCHINI, Maria Luisa, PELLERIN, Sylvain, PEYRAUD, Jean-Louis, PETIT, Sandrine, PICAUD, Calypso, PLANTUREUX, Sylvain, POMÉON, Thomas, PORCHER, Emmanuelle, PUECH, Thomas, PUILLET, Laurence,

RAMBONILAZA, Tina, RAYNAL, Helene, RESMOND, Rémi, RIPOCHE, Dominique, RUGET, Françoise, RULLEAU, Bénédicte, RUSCH, Adrien, SALLES, Jean-Michel, SAUVANT, Daniel, SCHOTT, Céline et TARDIEU, Léa. *Volet « écosystèmes agricoles » de l'Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques*. [en ligne]. report. INRA, 2017. [Consulté le 25 août 2024].

617. FRESÁN, Ujué, MARRIN, D. L., MEJIA, Maximino Alfredo et SABATÉ, Joan. Water Footprint of Meat Analogs: Selected Indicators According to Life Cycle Assessment. *Water*. avril 2019. Vol. 11, n° 4, pp. 728. DOI 10.3390/w11040728.

618. THOMAS, M., FORTUN-LAMOTHE, L., JOUVEN, M., TICHIT, M., GONZÁLEZ-GARCÍA, E., DOORMAD, J.Y. et DUMONT, B. Agro-écologie et écologie industrielle : deux alternatives complémentaires pour les systèmes d'élevage de demain. *INRAE Productions Animales*. 1 juin 2014. Vol. 27, n° 2, pp. 89-100. DOI 10.20870/productions-animales.2014.27.2.3057.

619. FISHER, Mark. *Le réalisme capitaliste : n'y a t'il aucune alternative ?*. entremonde. 2018.

620. LAROUSSE. Définitions : résilience - Dictionnaire de français Larousse. [en ligne]. [sans date]. [Consulté le 1 octobre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/r%C3%A9silience/68616>

621. NAGELS, Nora. Pérou vs. Bolivie Représentations de la pauvreté. *Outre-Terre*. février 2015. N° 43, pp. 330-341.

622. ESPINOZA, Jhan-Carlo, JIMENEZ, Juan Carlos, MARENGO, José Antonio, SCHONGART, Jochen, RONCHAIL, Josyane, LAVADO-CASIMIRO, Waldo et RIBEIRO, João Vitor M. The new record of drought and warmth in the Amazon in 2023 related to regional and global climatic features. *Scientific Reports*. 6 avril 2024. Vol. 14, n° 1, pp. 8107. DOI 10.1038/s41598-024-58782-5.

623. ESPINOZA, Jhan-Carlo. La déforestation en Amazonie menace le climat régional et la saison des pluies. *Institut des Géosciences de l'Environnement - UMR 5001*. [en ligne]. 2023. [Consulté le 20 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ige-grenoble.fr/La-deforestation-en-Amazonie-menace-le-climat-regional-et-la-saison-des-pluies>

624. KWIATKOWSKI, Lester. Éliminer le CO₂ grâce au puits de carbone océanique, une bonne idée ? *Sorbonne Université*. [en ligne]. mars 2024. [Consulté le 20 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.sorbonne-universite.fr/actualites/eliminer-le-co2-grace-au-puits-de-carbone-oceanique-une-bonne-idee>

625. PAŞCA PALMER, Cristiana. La biodiversité marine et les écosystèmes marins assurent la santé de la planète et le bien-être social | Nations Unies. *United Nations*. [en ligne]. 2020. [Consulté le 20 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.un.org/fr/chronicle/article/la-biodiversite-marine-et-les-ecosystemes-marins-assurent-la-sante-de-la-planete-et-le-bien-etre>

626. VALENTIN, Lucia. « Les éleveurs de viande bovine, délaissés malgré la PAC » : Chiffre d'affaires ne signifie pas bénéfices. *Coordination Rurale (CR)*. [en ligne]. 17 décembre 2013. [Consulté le 21 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.coordinationrurale.fr/nos-cr-locales-actualites/aquitaine-limousin-poitou-charentes/les-eleveurs-de-viande-bovine-delaisses-malgre-la-pac-chiffre-daffaires-ne-signifie-pas-benefices/>

627. TURLLOT, Amélie. Des agriculteurs wallons expriment leur ressenti vis-à-vis du travail. [en ligne]. 2 août 2016. [Consulté le 21 septembre 2024]. Disponible à l'adresse: https://idele.fr/rmt-travail/publications/detail-article?tx_atolidelecontenus_publicationdetail%5Baction%5D=showArticle&tx_atolidelecontenus_publi

cationdetail%5Bcontroller%5D=Detail&tx_atolidelecontenus_publicationdetail%5Bpublication%5D=9729&cHash=313211cfb36bab69cd34eccde79d0c1b

628. VEYSSET, Patrick, SARZEAUD, P., BROUTARD, Julien, CARTERON, P. et INGRAND, Stéphane. Transmission des exploitations en élevage bovins allaitant : problématiques de la fin de carrière et leviers de réussite pour l'installation. In : *15. Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*. [en ligne]. Paris, France : Institut de l'Elevage, décembre 2008. pp. np. [Consulté le 8 juillet 2024]. Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. Disponible à l'adresse: <https://hal.science/hal-01195240>

629. DE SAINT-EXUPÉRY, Antoine. *Citadelle*. 1948.

630. COLLIER, Robert, HALL, Laun, RUNGRUANG, Supapit et ZIMBELMAN, Rosemarie. Quantifying Heat Stress and Its Impact on Metabolism and Performance. *Proc. Florida Ruminant Nutrition Symp.* 1 janvier 2012.

Annexes

Annexe n°1 : Température humide pour les bovins laitiers (630)

THI = 0,8*T + HR*(T-14,4) + 46,4

avec T la température (°C) et HR l'humidité relative (%)

		Humidité relative (%)																				
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Température	22.0	64	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	71	71	72	72	72
	23.0	65	65	66	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	73
	23.5	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	74
	24.0	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
	24.5	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76
	25.0	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
	25.5	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78
	26.0	67	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79
	26.5	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78	79	79	80
	27.0	68	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81
	28.0	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82
	28.5	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	83
	29.0	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84
	29.5	70	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
	30.0	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
	30.5	71	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85	86	87
	31.0	72	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88
	31.5	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89
	32.0	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90
	33.0	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91
	33.5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92
	34.0	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	85	85	86	87	88	89	90	91	92	93
	34.5	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	86	86	87	88	89	90	91	92	93	94
	35.0	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
	35.5	75	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	36.0	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97
	36.5	76	77	78	80	80	82	83	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	98
	37.0	76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	98	99
	38.0	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	98	99	100
	38.5	77	79	80	81	82	83	84	86	87	88	89	90	92	93	94	95	96	98	99	100	101
39.0	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102	
39.5	78	79	81	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	94	96	97	98	99	101	102	103	
40.0	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101	103	104	
40.5	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	101	102	103	105	
41.0	80	81	82	84	85	87	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103	104	106	
41.5	80	81	83	84	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98	99	100	102	103	104	106	107	
42.0	81	82	83	85	86	88	89	90	92	93	94	96	97	98	100	101	103	104	105	107	108	
43.0	81	82	84	85	87	89	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	108	109	
43.5	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97	99	100	101	103	104	106	107	109	110	
44.0	82	83	85	86	88	90	91	92	94	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111	
44.5	82	84	85	87	88	90	91	93	94	96	97	99	100	102	103	105	106	108	109	111	112	
45.0	83	84	86	87	89	91	92	93	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111	113	
45.5	83	85	86	88	89	92	92	94	96	97	99	100	102	103	105	106	108	109	111	112	114	
46.0	84	85	87	88	90	92	93	95	96	98	99	101	102	104	106	107	109	110	112	113	115	
46.5	84	86	87	89	90	93	94	95	97	98	100	102	103	105	106	108	110	111	113	114	116	
47.0	85	86	88	89	91	93	94	96	98	99	101	102	104	106	107	109	111	112	114	115	117	
48.0	85	87	88	90	92	94	95	97	98	100	102	103	105	106	108	110	111	113	115	116	118	
48.5	85	87	89	90	92	94	96	97	99	101	102	104	106	107	109	111	112	114	116	117	119	
49.0	86	88	89	91	93	95	96	98	100	101	103	105	106	108	110	111	113	115	117	118	120	

Annexe n°2 : Température humide chez les truies reproductrices (139)

Hygrométrie (%) 

	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
19°	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	66
20°	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68
21°	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	69	70
22°	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
23°	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24°	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25°	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26°	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79
27°	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28°	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29°	74	75	76	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30°	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31°	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88
32°	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90
33°	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34°	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35°	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36°	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97
37°	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97	99
38°	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100



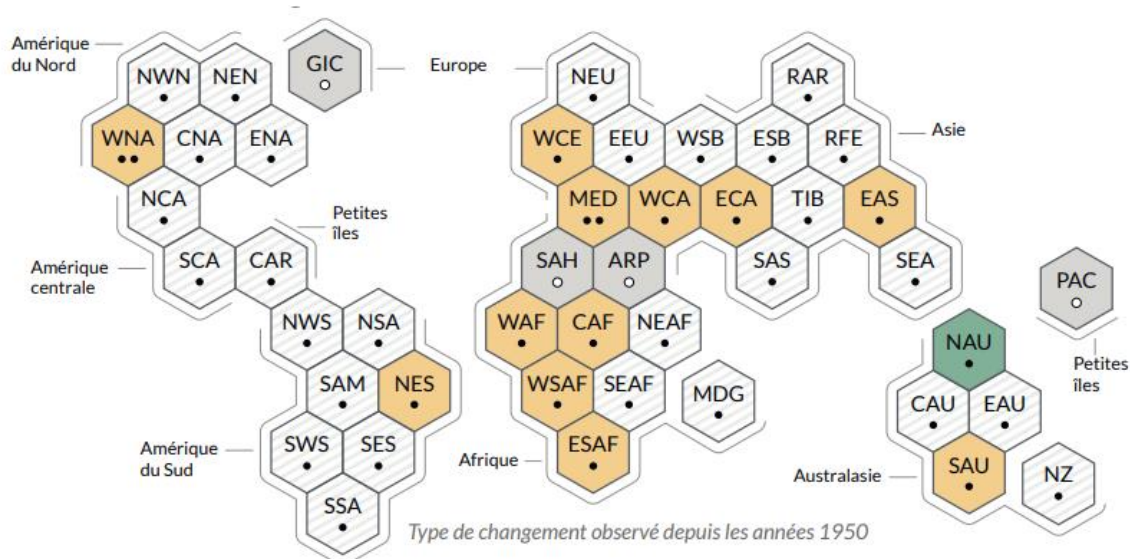
Température (°C)

$$THI = (1.8 \cdot T + 32) - [(0.55 - 0.0055 \cdot H) \cdot (1.8 \cdot T - 26)]$$

Annexe n°3 : Listes non exhaustives de mesures possibles pour limiter les émissions de méthane par les ruminants ainsi que leurs avantages et inconvénients

Solutions proposées		Avantages	Inconvénients
Alimentation	Augmenter la part de concentrés (amidon) et limiter les fibres	Mise en place plus simple que certaines solutions, efficacité	Déjà beaucoup de concentrés dans les rations, pas de valorisation des pâtures, faisabilité (cultures en assez grandes quantité), diminution de l'efficacité alimentaire nette, faisabilité en système extensif, poursuite du modèle intensif conventionnel
	Valoriser les légumineuses (tanins)	Facilement implémentable au sein des prairies, certaines légumineuses riches en tanins, amélioration de l'efficacité azotée, compatible avec les modèles extensifs, efficacité	Certains tanins peuvent être toxiques, acceptation sociale (tanins), études pas assez nombreuses (tanins)
Compléments alimentaires	Inhibiteurs 3NOP Bovaer®	Amélioration de l'efficacité alimentaire, améliore la qualité du lait (TB/TP), GES à la production assez faibles	Acceptation sociale, prix, faisabilité en système extensif, études pas assez nombreuses (pas assez de recul)
	Algues rouges (<i>Asparagus sp.</i>)		Etudes pas assez nombreuses, faisabilité (cultures en assez grande quantité), prix, innocuité, faisabilité en système extensif, faisabilité en système extensif
	Huiles essentielles Huiles végétales (coprah, lin...) Micro-organismes (levures)		Etudes pas assez nombreuses, faisabilité (cultures en assez grande quantité), prix, innocuité, efficacité (huiles essentielles), altération des qualités, faisabilité en système extensif
Atténuation précoce	Vaccins (contre les archées méthanogènes) Modification des microbiotes des pré-ruminants, génétique	Action précoce	Au stade de recherche, acceptation sociale, prix, poursuite du modèle intensif conventionnel
Antibiotiques	Monensin (pas en Europe)	Diminution des émissions pas très élevée	Risque de développement d'antibiorésistance croisée (d'où l'interdiction en Europe)
Gestion de troupeau	Ex : Réforme précoce des vaches laitière, diminution du temps d'engraissement,		Poursuite du modèle intensif conventionnel

Annexe n° 4 : Régions de référence du GTI du GIEC dans l'AR6 (149)



Amérique du Nord : NWN (Nord-Ouest de l'Amérique du Nord), NEN (Nord-Est de l'Amérique du Nord), WNA (Ouest de l'Amérique du Nord), CNA (Centre de l'Amérique du Nord), ENA (Est de l'Amérique du Nord), Amérique centrale : NCA (Nord de Amérique centrale), SCA (Sud de Amérique centrale), CAR (Caraïbes), Amérique du Sud : NWS (Nord-Ouest de l'Amérique du Sud), NSA (Nord de l'Amérique du Sud), NES (Nord-Est de l'Amérique du Sud), SAM (Mousson d'Amérique du Sud), SWS (Sud-Ouest de l'Amérique du Sud), SES (Sud-Est de l'Amérique du Sud), SSA (Sud de l'Amérique du Sud), Europe : GIC (Groenland/Islande), NEU (Nord de l'Europe), WCE (Europe du centre et de l'ouest), EEU (Est de l'Europe), MED (Méditerranée), Afrique : MED (Méditerranée), SAH (Sahara), WAF (Afrique de l'Ouest), CAF (Afrique centrale), NEAF (Nord-Est de l'Afrique), SEAF (Sud de l'Afrique de l'Est), WSAF (Sud-Ouest de l'Afrique), ESAF (Est de l'Afrique du Sud), MDG (Madagascar), Asie : RAR (Arctique russe), WSB (Ouest de la Sibérie), ESB (Est de la Sibérie), RFE (Extrême-Orient russe), WCA (Ouest de l'Asie centrale), ECA (Est de l'Asie centrale), TIB (Plateau tibétain), EAS (Est de l'Asie), ARP (Péninsule arabique), SAS (Sud de l'Asie), SEA (Asie du Sud-Est), Australasie : NAU (Nord de l'Australie), CAU (Centre de l'Australie), EAU (Est de l'Australie), SAU (Sud de l'Australie), NZ (Nouvelle-Zélande), Petites îles : CAR (Caraïbe), PAC (Petites îles du Pacifique)

Annexe n°5: Les différentes maladies animales classées dans le cadre de la loi santé animale (rapport 2016/429), selon l'annexe du règlement d'exécution 2018/1882 de l'Union Européenne (432)

	Bovins	Ovins & caprins	Porcins	Volailles
ADE	<ul style="list-style-type: none"> - Fièvre aphteuse - Peste bovine - Fièvre de la vallée du Rift - Dermatose nodulaire contagieuse - Péripleumonie contagieuse bovine (<i>Mycoplasma mycoides</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fièvre aphteuse - Peste bovine - Fièvre de la vallée du Rift - Clavelée et variole ovine - Peste des petits ruminants - Pleuropneumonie contagieuse caprine - Morve (<i>Burkholderia mallei</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fièvre aphteuse - Peste bovine - Peste porcine classique - Peste porcine africaine 	<ul style="list-style-type: none"> - Influenza aviaire hautement pathogène - Maladie de Newcastle
BDE	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Brucella abortus</i>, <i>B. melitensis</i> et <i>B. suis</i> - Complexe <i>Mycobacterium tuberculosis</i> - Rage 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Brucella abortus</i>, <i>B. melitensis</i> et <i>B. suis</i> - Rage 	<ul style="list-style-type: none"> - Rage 	
CDE	<ul style="list-style-type: none"> - Fièvre catarrhale ovine (sérotypes 1-24) (FCO) - Rhinotrachéite infectieuse bovine - Diarrhée virale bovine 	<ul style="list-style-type: none"> - Fièvre catarrhale ovine (sérotypes 1-24) 	<ul style="list-style-type: none"> - Maladie d'Aujeszky 	

	- Leucose bovine enzootique			
DE	- Maladie hémorragique épizootique - Fièvre charbonneuse - Surra - Campylo- bacteriose génitale bovine - Trichomonose	- Maladie hémorragique épizootique - Complexe <i>Mycobacterium tuberculosis</i> - Fièvre charbonneuse - Surra - Epididymite ovine	- <i>Brucella abortus, B. melitensis et B. suis</i> - Complexe <i>Mycobacterium tuberculosis</i> - Fièvre charbonneuse - Surra - Syndrome dysgénésique et respiratoire du porc	- Mycoplasmosse aviaire - Salmonellose aviaire - Influenza aviaire faiblement pathogène - Chlamydiose aviaire
E	- Paratuberculose - Fièvre Q	- Paratuberculose - Fièvre Q		- Fièvre de West Nile

Annexe n°6 : Avantages inconvénients parasites en cas de pâturage mixte

Table 1
Summary of benefits (+), limitations (-) and absence of effects (=) on farm sustainability for the reviewed multi-species livestock systems and related knowledge gaps.

Sustainability dimension	Sheep-cattle	Sheep-goat	Goat-cattle	Cattle-horse	Cattle-pig	Knowledge gaps
Environmental	<p>Resource use efficiency</p> <p>+ (± forage availability) (Cuchillo-Hilario et al., 2018; Jordan et al., 1988; Nolan and Connolly, 1989; Walker, 1994)</p> <p>Methane emissions + (Fraser et al., 2014)</p> <p>Pasture plant diversity + Insects + Soil organisms + (Wang et al., 2019)</p> <p>Butterflies + Birds + (Fraser et al., 2014)</p>	<p>+ (± forage availability) (Squires, 1982; Norton et al., 1990)</p>	<p>+ (± forage availability) (Squires, 1982; Norton et al., 1990)</p>	<p>+ (± forage availability) (Fleurance et al., 2016)</p> <p>Pasture plant diversity + (Loucougaray et al., 2004)</p> <p>Invasive sp. control + (Loiseau and Martin-Rosset, 1988; Loucougaray et al., 2004; Menard et al., 2002)</p>	<p>+</p> <p>(Scheested et al., 2004)</p>	<p>Sub-dimension poorly studied</p> <p>Effects of pasture composition and forage availability via grazing management requiring further investigation</p> <p>Sub-dimension poorly studied</p> <p>Few studies on sheep-cattle and cattle-horse systems but many other unexplored combinations</p> <p>Strong management effect (e.g. stocking rate at grazing) remaining underexplored</p> <p>Consistent indicators needed</p> <p>Sheep-cattle systems well studied but many other unexplored combinations</p> <p>Strong management effect (e.g. simultaneous vs. sequential grazing) remaining underexplored</p>
Technical and economic	<p>Overall productivity</p> <p>+ (D'Alexis et al., 2014; Fraser et al., 2014; Walker, 1994)</p> <p>Sheep + Cattle =/+ (Abaye et al., 1994; D'Alexis et al., 2014; Fraser et al., 2007; Fraser et al., 2014; Jordan et al., 1988; Nolan and Connolly, 1989; Taylor Jr, 1985; Walker, 1994; Wright et al., 2006)</p> <p>Sheep +; calves - (Olson et al., 1999)</p> <p>Net income + (Umberger et al., 1983)</p> <p>Fixed costs - (Walker, 1994)</p> <p>Economic efficiency / Economies of scale - (Meyer and Harvey, 1985)</p>	<p>+ (± forage availability) (Squires, 1982; Norton et al., 1990)</p> <p>Sheep + Goat = (Taylor Jr, 1985)</p>	<p>Cattle = Goat = (Taylor Jr, 1985)</p>	<p>+</p> <p>(Scheested et al., 2004)</p> <p>Sows + Heifers + (Scheested et al., 2004)</p>	<p>+</p> <p>(Scheested et al., 2004)</p>	<p>Sub-dimension poorly studied</p> <p>Strong management effect (e.g. ratio between species, sales management) remaining underexplored</p> <p>Analysis of lock-ins needed</p> <p>Inconsistent indicators needed</p> <p>Consistent indicators needed</p> <p>Incomplete knowledge due to the diversity of nematodes, bacterial and viral diseases</p> <p>Livestock management effect especially grazing management effect (e.g. simultaneous vs. sequential grazing) underexplored</p>
Social	<p>Animal health and welfare</p> <p>Nematodes - for sheep (Arundel and Hamilton, 1975; Brito et al., 2013; Jordan et al., 1988; Masfey et al., 2006)</p> <p>but causes of inter-species transmissions for nematodes (Almeida et al., 2018; Chaudhry et al., 2015; Riggs, 2001) and bacterial and viral diseases (Belay et al., 2004; Braun et al., 2014; Gökuna et al., 2017; Moloney and Whittington, 2008; Passler and Walz, 2010; Raymond et al., 2000; Rogdo et al., 2012; Sýrjälä et al., 2006)</p>	<p>Nematodes = (Deplazes et al., 2013)</p> <p>Cases of inter-species transmissions of bacterial and viral diseases (Nevilleton et al., 1998; Minguijón et al., 2015; de Pablo-Maloso et al., 2018)</p>	<p>Nematodes - for both cattle and goat (Mablieu, 2013)</p>	<p>Nematodes - for horse (Fortesu et al., 2020)</p>	<p>Cases of inter-species transmissions of bacterial and viral diseases (Gökuna et al., 2017; Passler and Walz, 2010)</p>	<p>Sub-dimension not studied yet</p> <p>Consistent indicators needed</p>
Farmer welfare						

L'élevage français : contexte actuel, enjeux et perspectives d'avenir

Résumé

La France est l'une des principales puissances européennes en production animale. L'élevage y joue donc un rôle clé, à la fois économique et culturel. Pourtant, ces dernières années, le secteur est confronté à de nombreux défis : conditions climatiques difficiles, crises sanitaires, instabilité économique, image négative auprès du public, vieillissement des agriculteurs, et une rupture grandissante entre éleveurs et citoyens. Ces derniers reprochent à l'élevage son impact sur le climat et le bien-être animal. Cela soulève des inquiétudes sur l'avenir de l'élevage et la place des éleveurs dans la société. Cet écrit présente cinq scénarios, issus de données bibliographiques, et les confronte face aux enjeux futurs : une intensification massive, une approche agroécologique, une industrialisation durable, un verdissement de l'élevage intensif, et enfin, une perspective végétarienne, sans exploitation animale. Trois d'entre eux offrent des réponses à la majorité des enjeux soulevés.

Mots-clés : revue bibliographique, élevage, avenir, scénarios, enjeux, environnement, société, économie, sanitaire, énergie

French Livestock Farming : current context, challenges, and future outlook

Abstract

France is one of Europe's leading livestock producers. Therefore, livestock farming is playing a key role, both economically and culturally. In recent years, however, the sector has faced a lot of challenges: difficult weather conditions, health crises, an economic instability, a negative public image, ageing farmers, and a growing rift between farmers and consumers. The latter criticise livestock farming for its impacts on the climate and on the animal welfare. This raises concerns about the future of livestock farming and the place of farmers in society. This paper presents five scenarios, based on bibliographical data, and compares them in the face of future challenges: a massive intensification, an agro-ecological approach, a sustainable industrialisation, a greening of livestock farming based on intensive practices, and finally, a vegan perspective, with no animal exploitation. Three of them seem to offer answers to most of the issues raised.

Key-words: literature review, livestock farming, future, scenarios, issues, environment, society, economy, health, energy