



**HAL**  
open science

## Synthèse du RMT MAELE MAcro-ELevages-Environnement

Maxime Fossey, Laurence Ligneau, Sandrine Espagnol

► **To cite this version:**

Maxime Fossey, Laurence Ligneau, Sandrine Espagnol. Synthèse du RMT MAELE MAcro-ELevages-Environnement. Ifip; Idele; Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne. 2023, pp.67. hal-04096383

**HAL Id: hal-04096383**

**<https://hal.science/hal-04096383>**

Submitted on 12 May 2023

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

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



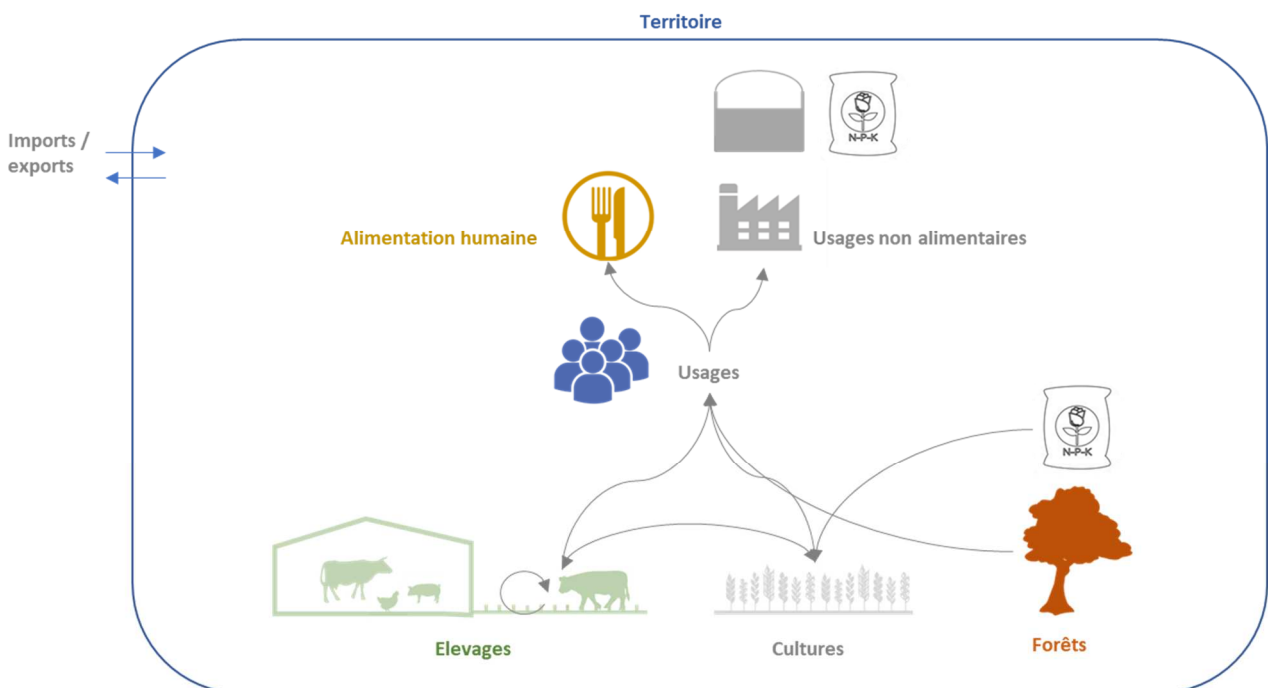
Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

RMT MAELE



# Synthèse du RMT MAELE

## MAcro-Elevages-Environnement



Avril 2023

**Rédacteurs :**

**Maxime Fossey (IDELE), Laurence Ligneau (Chambre d'agriculture de Bretagne),  
Sandrine Espagnol (IFIP)**

**Avec la contribution également de Yannick Le Cozler (Agrocampus-ouest) et des  
étudiants M1 SAED 2020-2021 Agrocampus-ouest : Alexandra Bell-Montembault,  
Pauline Bonvoisin, Apolline Bouteloup, Margot Danglot, Celia Julliot, Yoann Lucas**



Ce travail a été réalisé sur la base d'une synthèse bibliographique de documents recensés dans le cadre du RMT MAELE en lien avec les incidences environnementales des élevages à l'échelle des systèmes agro-alimentaires et des territoires.

Une enquête réalisée auprès des membres du réseau a permis d'identifier un premier lot de références bibliographiques. Ces références ont été analysées par un groupe d'étudiants de l'Institut Agro de Rennes pour une première courte synthèse.

Cette dernière a été étoffée et développée par les animateurs de l'axe 1 du réseau et grâce à l'apport de l'expertise des membres du comité d'orientations. Dans cette étape de finalisation, les références ont été complétées.

Basé sur un corpus bibliographique de 53 références et 29 projets, ce rapport bibliographique met en perspective les principaux enjeux actuels et à venir et synthétise les voies de réponses dominantes recensées dans les ressources consultées au regard des questions posées par le RMT<sup>1</sup>.

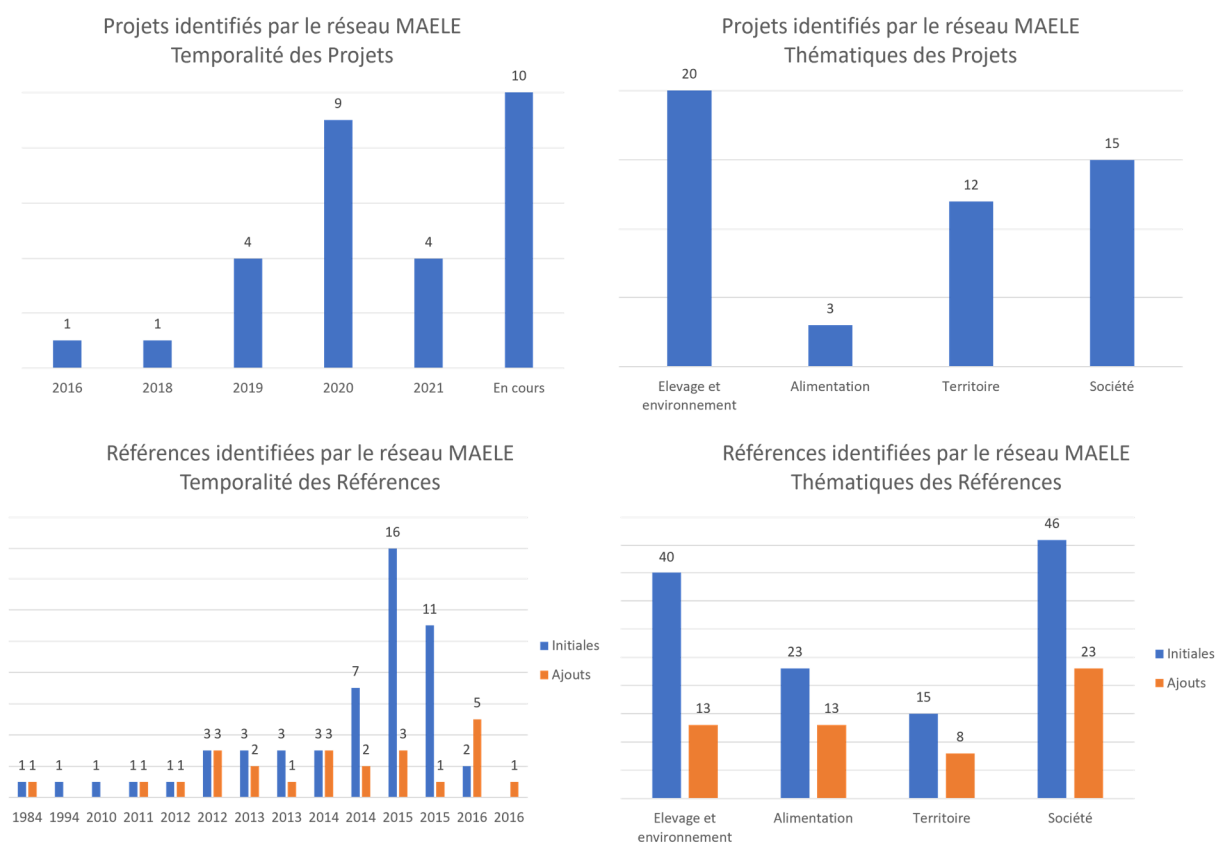


Figure 1: Analyse descriptive du corps bibliographique au regard des questions du RMT MAELE

<sup>1</sup> Le RMT MAELE a identifié 59 questions structurantes qui sont listées sur le site internet du réseau : <http://www.maele.fr>

## Table des matières

### Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>8</b>
<b>I. ELEVAGES .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Moteurs d'évolution des élevages vers plus de durabilité.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Métrique environnementale des élevages .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Flux globaux des élevages et lien avec l'environnement .....</b>	<b>17</b>
3.1. Focus sur l'alimentation des animaux .....	19
<b>4. Prise en compte des élevages dans les perspectives : quantité et type d'élevage .....</b>	<b>23</b>
<b>5. Synthèse : Acquis, manques et besoins sur l'élevage.....</b>	<b>26</b>
<b>II. REGIMES ALIMENTAIRES .....</b>	<b>28</b>
<b>1. Moteurs d'évolution des régimes alimentaires .....</b>	<b>28</b>
<b>2. Alimentation humaine durable .....</b>	<b>29</b>
<b>3. Composition et impacts des régimes alimentaires.....</b>	<b>32</b>
3.1. Régimes alimentaires actuels à différentes échelles.....	32
3.2. Régimes alimentaires prospectifs.....	34
<b>4. Méthodologies pour identifier des régimes durables .....</b>	<b>38</b>
<b>5. Synthèse : Acquis, manques et besoins sur les régimes alimentaires .....</b>	<b>40</b>
<b>III. LES TERRITOIRES .....</b>	<b>41</b>
<b>1. Occupation des sols et contraintes foncières .....</b>	<b>42</b>
<b>2. Services écosystémiques .....</b>	<b>43</b>
<b>3. Production et utilisation de biomasses.....</b>	<b>44</b>
<b>4. Complémentarité des systèmes de production et économie circulaire .....</b>	<b>47</b>
<b>5. Entité politique : planification, projet de territoire et perspectives.....</b>	<b>49</b>
<b>6. Synthèse : Acquis, manques et besoins sur les territoires .....</b>	<b>52</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>53</b>
<i>Références bibliographiques citées dans cet ouvrage .....</i>	<i>54</i>

<b>Références bibliographiques identifiées mais non exploitées dans cette synthèse .....</b>	<b>58</b>
<b>Projets.....</b>	<b>60</b>
<b>ANNEXE : Présentation de 5 prospectives .....</b>	<b>62</b>

## Liste des figures

Figure 1: Analyse descriptive du corps bibliographique au regard des questions du RMT MAELE .....	3
Figure 2 : Limites planétaires (Data 2022, source : Stephen et al., 2015).....	8
Figure 3 : Impact C de notre alimentation en France (Barbier et al., 2019).....	9
Figure 4 : Nature des attentes sociétales concernant les élevages (Projet ACCEPT, sondage 2016) .....	9
Figure 5 : Indicateurs complémentaires proposés dans les méthodes Eco-Score et Planet-Score pour compléter les résultats ACV d'Agribalyse (Brimont et Saujot, 2021).....	16
Figure 6 : Evolution souhaitable de la consommation des différents produits animaux suivant les périmètres et méthodes d'évaluation considérées (Brimont et Saujot, 2021) .....	17
Figure 7 : Représentation des flux de nutriments dans une exploitation d'élevage (Dourmad et al., 2019) .	17
Figure 8 : Flux environnementaux des élevages à l'origine des principaux impacts potentiels (d'après Shaeffler, 2010) .....	18
Figure 9 : Flux des élevages en lien avec les sols, les systèmes de culture et l'alimentation (Peyraud, 2020)	18
Figure 10 : Flux de sous-produits animaux et leur valorisation (France, tonnes de matières brutes, d'après SIFCO, 2010) .....	19
Figure 11 : Flux de sous-produits animaux (SPA) et leur valorisation (France, tonnes de matières brutes, d'après SIFCO, 2021) .....	19
Figure 12 : Flux d'azote mondiaux (le Noé et al., 2016).....	20
Figure 13 : Dépendance au soja au niveau de UE (Estimation Terres Inovia).....	21
Figure 14 : Contribution de l'alimentation animale à la valorisation des coproduits de différentes bioindustries (Reseda, 2017).....	21
Figure 15 : Aspects de durabilité de l'alimentation animale en porc (Espagnol, 2017).....	22
Figure 16 : Efficacité protéique nette d'élevages bovins, porcins et avicoles avec les scénarios d'alimentation actuels et potentiels (Laisse et al., 2017).....	23
Figure 17 : Efficacité d'utilisation de l'azote (N), du phosphore (P) et du carbone (C) par différentes espèces et productions animales (Dourmad et al., 2019) .....	23
Figure 18 : Illustration de l'effet du réchauffement par accumulation de GES à vie longue (CO2) et courte (CH4) (Source : Eclairage scientifique et compréhension des enjeux, webinar PRG* méthane, Poux, 2022) .....	25
Figure 19 : Consommation de protéines dans le monde (Agrimonde-Terra) .....	28
Figure 20 : Contribution des produits animaux aux apports moyens d'énergie, de protéines, de lipides, de calcium et de vitamines D et B12, chez les jeunes (J <18 ans) et les adultes (A) (d'après Anses, 2017) .....	31
Figure 21 : Répartition des protéines corporelles des animaux, ou de leurs produits, entre les parties consommables ou non (d'après Laisse et al., 2017).....	31
Figure 22 : composition de l'assiette des individus en France (Barbier et al., 2019).....	33
Figure 23 : Part des différentes étapes dans les impacts ACV de notre alimentation en France (Coelho et al., 2016) (GWP : changement climatique ; CED : consommations d'énergie non renouvelable ; AC : acidification ; EU : eutrophisation ; LO : occupation des sols).....	33
Figure 24 : Part des différents ingrédients dans l'impact GES de l'alimentation des Français .....	33
Figure 25 : Régimes alimentaires mondiaux actuels et futurs considérés dans Agrimonde (Dumas 2022 : calculon from Globagri-AgTdata) .....	36
Figure 26 : Régimes alimentaires européens actuel et futur considéré dans TYFA (Poux et Aubert, 2022) ..	37
Figure 27 : Assiettes France dans la prospective Ademe 2050 (Ademe, 2021) .....	37
Figure 28 : Assiette durable de Eat-Lancet (d'après Willet et al., 2019).....	38
Figure 29 : Exemple de travaux visant à réduire les impacts environnementaux de régimes alimentaires en réduisant la viande sans et avec remplacement (Darmon, 2021).....	39
Figure 30 : Corrélation entre des consommations alimentaires et des impacts de changement climatique de régimes (Darmon, 2021).....	39
Figure 31 : Optimisation multicritère sous contraintes d'éco-régimes (Perignon, 2016 dans Darmon, 2021) .....	40
Figure 32 : Schéma de la bioéconomie avec représentation de l'élevage (Dourmad et al., 2019).....	41

Figure 33 : Occupation des sols en France (IGN et Agreste 2020/2021) et dans le monde (Agrimonde-Terra) .....	42
Figure 34 : Domaine et critères à considérer pour évaluer les services positifs et négatifs rendus par l'élevage (Dumont et al., 2016) .....	43
Figure 35 : Formalisation des services écosystémiques rendus par les élevages à l'échelle des territoires (Dumont et al., 2019) .....	44
Figure 36 : Production nette de de biomasse en France (en petajoules PJ). Les surfaces non hachurées correspondent à de la biomasse extraite pour l'alimentation humaine, animale et d'autres usages. Les surfaces hachurées correspondent à de la biomasse résiduelle. La ligne en pointillée représente la surface agricole totale en million d'hectares (Mha) (Harchaoui et Chatzimpiros, 2018) .....	45
Figure 37 : Flux de matières premières en France (Cordier et al., 2020, source : 2015) .....	45
Figure 38 : Catégories et usages des biomasses agricoles (France stratégie - Mourjane et Fosse, 2021) .....	46
Figure 39 : Flux de biomasses à l'échelle d'un territoire (SNMB, 2017).....	46
Figure 40 : Répartition du potentiel de production de biométhane (barres verticales, millions Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ) des effluents d'élevages selon les régions et les espèces animales (d'après Elba, 2018) .....	47
Figure 41 : Modalités de gestion des PRO .....	48
Figure 42 : Valeurs fertilisantes et amendaires des PRO (gauche) et proportion de N organique et minéral (droite) (source : Colloque de restitution des conclusions de l'expertise scientifique collective (INRA, IRSTEA, CNRS), juillet 2014) .....	48

## Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau synthétique du bilan de la revue sur l'élevage .....	27
Tableau 2 : Recommandations pour des régimes sains (ANSES, 2016, EFSA, 2017 et OMS, 2018).....	31
Tableau 3: Recommandations de EAT Lancet pour de régimes sains et durables pour la planète (Willet et al., 2019).....	38
Tableau 4: Tableau synthétique du bilan de la revue sur les régimes alimentaires .....	40
Tableau 6: Tableau synthétique du bilan de la revue sur les territoires.....	52



## Introduction

L'élevage, questionné sur de multiples aspects prenant en compte le bien-être animal, l'environnement, les modèles de production, leur place dans nos territoires et nos systèmes d'alimentation, est contraint d'évoluer.

Une première source de pression vient de l'environnement. En effet, une urgence environnementale s'exprime par des limites planétaires franchies (Steffen et al., 2015), sur le changement climatique (également fortement relayée par les rapports du GIEC), la biodiversité et les flux biogéochimiques (Figure 2).

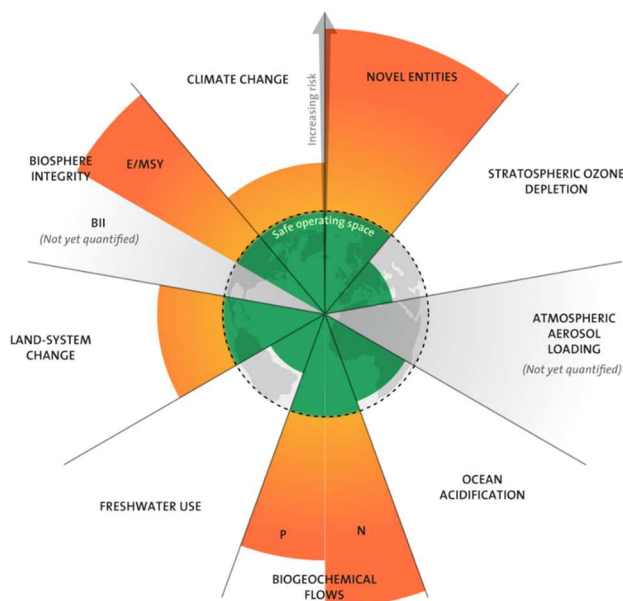


Figure 2 : Limites planétaires (Data 2022, source : Stephen et al., 2015)

Il en découle des politiques publiques avec des objectifs à atteindre et des échéances, qui nécessitent notamment des évolutions et changements de système agricole (dont les élevages font partie). Sur le plan climatique, la loi européenne sur le climat vise la neutralité carbone pour l'Europe en 2050. En France, ces objectifs sont repris par la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC2) avec une trajectoire de réduction des émissions de GES jusqu'à 2050 et des objectifs intermédiaires à courts et moyens termes (en prenant 2015 comme référence) : pour l'agriculture -18 % d'émissions de GES pour 2030 et -46 % pour 2050. Ces nouveaux objectifs s'ajoutent à des précédents sur les gaz à effet de serre en France avec la loi fixant les orientations de la politique énergétique (POPE, 13 juillet 2005), donnant pour objectif une division par quatre des émissions de GES entre 1990 et 2050 (Martin et al., 2015).

Un des leviers, pointé aux consommateurs est notre alimentation. Cette dernière est évaluée notamment du point de vue des émissions de gaz à effet de serre qu'elle représente : l'alimentation des ménages en France représente 163 Mt eqCO<sub>2</sub> ce qui correspond à 25 % de l'empreinte C des ménages.

La partie production agricole (Figure 3) y est le premier poste (2/3 de l'empreinte C de notre alimentation) avec des émissions, de méthane (CH<sub>4</sub> lié à la fermentation entérique des ruminants et à la gestion des effluents d'élevages), de protoxyde azote (N<sub>2</sub>O lié à la fabrication et l'usage des engrais azotés sur sols agricoles) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub> lié à la consommation d'énergie des exploitations et les émissions indirectes des intrants tels que les fertilisants, les produits phytosanitaires, la fabrication de matériel et la construction de bâtiments), qui représentent respectivement 44 %, 34 % et 22 % des émissions agricoles.

Dans notre alimentation, la place des produits carnés au sein des régimes est questionnée du fait notamment de leur impact C au kilogramme de produit plus élevé que pour les produits végétaux (Solagro, 2019 ;

Raimbault et al., 2020).

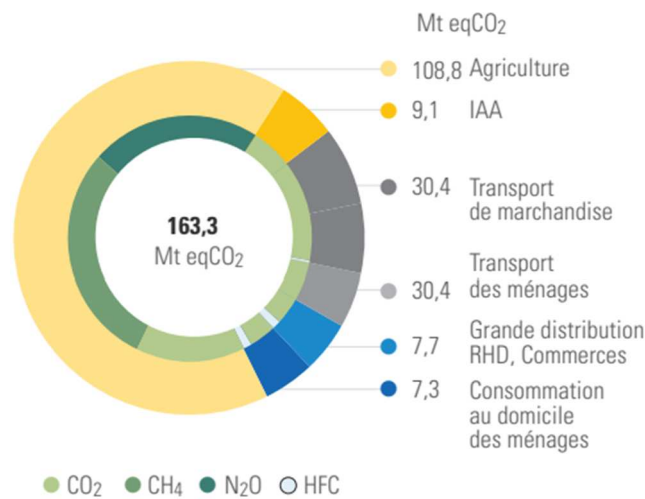


Figure 3 : Impact C de notre alimentation en France (Barbier et al., 2019)

Une deuxième source de pression vient des attentes sociétales exprimées notamment via des controverses touchant l'élevage (Delanoue et al., 2015). La première attente est que les animaux élevés en France aient un accès au plein air (Figure 4). La deuxième est de renforcer la prise en compte du bien-être animal notamment par le biais de la réglementation. Suivent ensuite des aspects sur les qualités sanitaires et gustatives des produits et les questions environnementales.

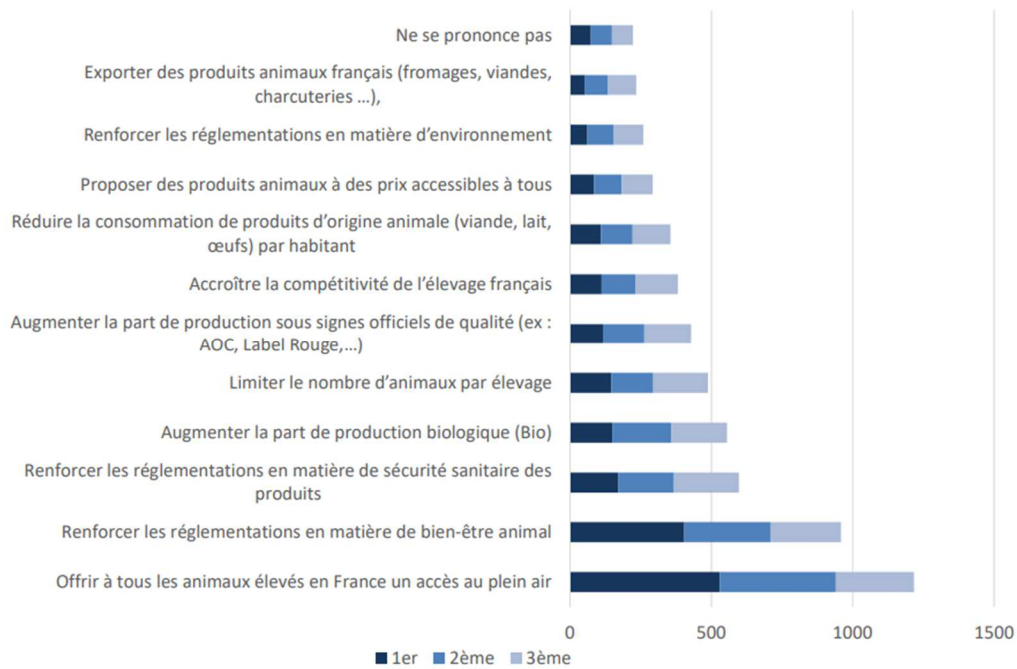


Figure 4 : Nature des attentes sociétales concernant les élevages (Projet ACCEPT, sondage 2016)

Ce contexte questionne le devenir de l'agriculture et des élevages. Une évolution est nécessaire pour un changement global et consolidé avec des leviers macroscopiques (part des élevages dans le système agricole global et localisation de ces derniers) et des leviers microscopiques (choix de systèmes d'élevage et de pratiques).

Dans ce contexte, le Réseau Mixte Technologique « Macro-Elevages-Environnement », dit MAELE, a pour objectif d'évaluer les incidences environnementales de systèmes d'élevages, en lien avec leur territoire et

connecté à des systèmes alimentaires. La finalité pour 2024 est de produire des bases scientifiques et techniques génériques et robustes pour alimenter la réflexion sur la place des élevages dans le système agri-alimentaire de demain. Le RMT MAELE aidera la vision globale en connectant les systèmes d'élevage, les territoires et les systèmes alimentaires autour de la question environnementale.

Cette synthèse est structurée autour de 3 clés d'entrée : l'élevage, l'alimentation et le territoire.

- L'élevage est l'entité qui génère les produits animaux, pour notre alimentation, et qui interagit avec le territoire dans la mise en œuvre des cycles biogéochimiques et dans l'implication des acteurs. C'est à son niveau que se font les choix de systèmes de production et de pratiques.
- L'alimentation est la finalité des produits agricoles. Elle a ses propres règles qui visent à choisir les ingrédients qui la composent avec pour objectif d'être en bonne santé et d'être source de plaisir. Les produits animaux font partie de notre alimentation. C'est par le biais de l'alimentation que les consommateurs peuvent agir sur les systèmes agricoles en choisissant des produits suivant des critères environnementaux, de rémunération des producteurs... (Si ces critères sont explicites)
- Le territoire. Ce dernier, au carrefour des enjeux, est une entité géographique d'accueil de l'agriculture avec toute sa diversité. Il est le lieu d'une mise en cohérence du « consommer mieux » et du « manger sain ». La potentialité des territoires quant à leur (re)structuration pour faire face à ces enjeux se questionne alors tout autant en termes d'environnement (artificialisation des sols, plan climat, contraintes géomorphologiques), d'économie (structuration des filières et développement) ou encore de politique (plans territoriaux pour la sécurité alimentaire, planification territoriale).

## I. ELEVAGES

### 1. Moteurs d'évolution des élevages vers plus de durabilité

Les filières de l'élevage se remettent en question depuis plusieurs années pour mieux répondre aux évolutions réglementaires et aux attentes sociétales. De nombreux éleveurs font évoluer leurs pratiques autour de quatre thématiques principales :

- L'environnement avec les émissions gazeuses (gaz à effet de serre, ammoniac), la pression sur les ressources (eau et énergie) et les nuisances. La réglementation (Directive IED) et le Label Bas Carbone sont des moteurs d'évolution déterminants sur les aspects environnementaux.
- Le bien-être animal couvrant les conditions d'élevage, les pratiques et traitement en aval de l'élevage (transport, abattage). La thématique du bien-être animal est fortement impulsée par la réglementation et la prise en compte des attentes sociétales.
- Les aspects sanitaires liés aux questions d'antibiorésistance, d'épizooties et de pathologies humaines.
- La structure et l'organisation des exploitations avec leur taille, leur spécialisation et leur localisation. Les principaux facteurs d'évolution de ces aspects sont d'ordre socio-économiques.

Des pratiques qui améliorent un aspect peuvent en dégrader un autre, ce qui complexifie l'exercice. En guise d'exemple en porc, une ouverture des bâtiments d'élevage et l'ajout de litière pour améliorer le bien-être des animaux peuvent conduire à plus d'émissions de gaz à effet de serre, de plus non maîtrisables, ce qui dégrade l'environnement. Pour autant, les fumiers peuvent participer au redressement du taux de matière organique des sols (accroît le stock d'humus du sol, plus perméable à l'eau et l'air) (Devienne et Garambois, 2014). Progresser sur les différents aspects revient donc à trouver une logique d'optimisation et à réaliser des compromis (Espagnol et al., 2021).

Voici trois logiques d'évolutions d'élevage qui sont à l'œuvre sur le terrain. Ces dernières ne sont pas forcément incompatibles et ne sont de fait pas à opposer.

#### **L'agriculture « agroécologique »**

L'agroécologie, résolument tournée vers un enjeu environnemental, se développe progressivement sous l'impulsion des pouvoirs publics. Elle intègre différentes problématiques comme la diminution d'utilisation d'intrants, l'optimisation du fonctionnement métabolique des élevages pour en réduire les pollutions, l'augmentation de la résilience des élevages (au climat et aux contextes économiques), l'amélioration de la santé animale, tout en gérant sa diversité et l'adaptation des pratiques d'élevages pour préserver la biodiversité (Maisse et al., 2019 ; Ademe, 2016 ; Espagnol et al., 2019). Cette agriculture est le plus souvent associée à une baisse de rendement inhérente à l'abandon des intrants de synthèse, mais elle intègre la biodiversité et les paysages comme des composantes endogènes à la production, et ce, dans une optique de land sharing <sup>2</sup>(Poux et Aubert, 2018).

#### **L'agriculture « raisonnée ou intensification durable »**

Dans le contexte européen, visant à une sécurité alimentaire, l'agriculture raisonnée ou d'intensification durable, est, à ce jour, encore privilégiée par rapport à l'agroécologie (Paillard et al., 2010 ; Poux et Aubert,

---

<sup>2</sup> Selon la définition de la Royal Society, le land sparing implique des grandes zones séparées d'agriculture et de nature sauvage intensifiée de manière durable, tandis que le land sharing implique un patchwork d'agriculture de faible intensité intégrant des caractéristiques naturelles.

2018). En effet, ce moteur ne suppose pas de baisse de rendement, mais de faire « mieux avec moins » en améliorant l'efficacité dans l'usage des ressources et des intrants. Pour autant, basée généralement sur des solutions techniques conduisant à un agrandissement des exploitations, cette agriculture permet plus difficilement d'améliorer les performances des systèmes agricoles en termes de biodiversité. En effet, ce moteur intègre davantage la biodiversité comme une composante exogène du système dans une logique de land sparing ou de compensation écologique (Weltin et al., 2018 dans Poux et Aubert, 2018).

### **L'agriculture de proximité**

L'économie circulaire est un autre moteur d'évolution et peut conduire à de l'agriculture de proximité lorsqu'il y a une volonté de boucler les cycles en « local ». En France, différentes stratégies de développement de bioéconomie circulaire pourraient être envisagées pour l'élevage, en adaptant le cheptel à la disponibilité locale des matières premières, en adaptant les rations en fonction de la disponibilité des matières premières végétales locales et nationales. À noter que l'économie circulaire peut aussi se raisonner à des échelles interrégionales, notamment en favorisant les échanges d'aliments et d'effluents entre régions (Dourmad, 2019). Une agriculture de proximité, répondant à des attentes sociétales de reconnexion avec le système alimentaire, peut également chercher à répondre à la question des difficultés du renouvellement des générations. Cette contrainte du local peut conditionner des exploitations de taille plus réduite (pas de recherche systématique des économies d'échelle), qui permettent une mise en œuvre de pratiques souhaitées par la société (agroécologie et/ou raisonnée) et cela est perçu par Peyraud et al. (2019) comme un facteur déterminant dans les élevages de demain, la reprise des activités se faisant alors sous conditions d'attractivité de ces modèles d'élevage pour les éleveurs. A contrario, le local, peut vouloir dire également une perte d'efficacité et de rendement comme dans le moteur agroécologique.

Les thématiques de changements des élevages et les logiques d'évolution se combinent et dessinent les élevages de demain. Des spécificités s'observent dans chacune des filières animales.

### **Focus 1 : la filière porcine**

En filière porcine, deux principaux moteurs d'évolution sous contrainte s'observent en parallèle des moteurs socio-économiques qui conduisent vers l'intensification et l'agrandissement des élevages. L'environnement d'une part, à l'œuvre depuis plusieurs années et mu principalement par la réglementation (sur les rejets d'azote, les consommations de ressources et les émissions d'ammoniac principalement, en lien notamment avec les directives Nitrates, NEC et IED). Les élevages ont donc évolué vers des pratiques d'alimentation par phase, et ont investi dans des techniques pour réduire leurs consommations et leurs émissions. Cette évolution accompagne la spécialisation des élevages et les tendances d'agrandissement permettant aux éleveurs d'investir dans des technologies. On peut citer le cas d'une coopérative porcine qui a développé un système à l'échelle de la filière permettant d'associer à la production de porc et à leur abattage/découpe, des activités de production de biogaz et de chaleur, de traitement et de recyclage de l'eau, de traitement d'effluents et de coproduits animaux et de production d'engrais organiques (Dourmad, 2019).

Un autre moteur d'évolution a pris de l'ampleur plus récemment : il s'agit de la prise en compte du bien-être animal. Cette attente est fortement relayée par la société et la filière explore comment y répondre. Les réponses apportées portent sur les interventions réalisées sur les animaux et les modes de logement avec plus d'espace, une différenciation des zones de vie, de l'accès à des matériaux manipulables et des accès à l'extérieur. Les évolutions liées à l'environnement et au bien-être animal étant sur des trajectoires différentes, un des enjeux pour la filière porcine est de réfléchir à des modèles combinant les deux aspects, sans améliorer l'un au détriment de l'autre (Espagnol et al., 2021). D'autres facteurs comme le sanitaire ou les conditions de travail des éleveurs sont pris en compte dans cette recherche de modèles optimaux.

Des initiatives locales avec des marchés de niche voient également le jour pour répondre à des attentes sociétales : c'est le cas d'un collectif d'éleveurs accompagné d'une association écologiste, qui a mis en place un cahier des charges sur l'élevage de porc sur paille et la vente en circuits courts (Fraboulet, 2018).

### **Focus 2 : la filière bovine**

En filière bovine, la spécialisation des systèmes au détriment des systèmes mixtes (polyculture-élevage) à favoriser des déséquilibres écologiques et la dépendance vis-à-vis de la complémentation alimentaire (Peyraud et al., 2019). Par ailleurs, des controverses ont plus récemment émergé quant à la question du bien-être animal et des conditions d'élevage dans le cadre des modèles « intensifs » (Delanoue et al., 2015). Dès lors, afin de concilier les enjeux environnementaux et sociétaux, les élevages de demain reposent sur la meilleure appréhension de la multifonctionnalité des systèmes herbagers (biodiversité, séquestration du carbone) (Poux et Aubert, 2018) ainsi que la valorisation des qualités de production (sécurité sanitaire, bien-être animal) (Peyraud et al., 2019). La valorisation de l'image qualitative des produits à travers l'évolution des productions sous signe officiel de qualité (SIQO) ainsi que la mise en avant des services écosystémiques rendus par l'élevage herbivore à l'échelle des territoires apparaissent comme des moteurs majeurs (projet OekoBeef, 2020-2022).

### **Focus 3 : la filière avicole**

En filière avicole, la spécialisation de chacun des maillons de la filière a contribué à l'ouverture des cycles de nutriments. Ces dernières années, la prise en compte des attentes sociétales pour plus de bien-être animal a été le principal moteur de l'évolution des systèmes de production avicoles (multiplication par 3 en 20 ans des effectifs de poules pondeuses ayant accès à l'extérieur). Il faut aujourd'hui réussir à concilier les attentes sociétales et une réduction de l'empreinte environnementale de l'élevage avicole. Cela passera par un travail à l'échelle territoriale en faveur de plus de circularité (approvisionnements plus locaux en matières premières alimentaires et en litières, meilleure valorisation des effluents) (Dourmad, 2019, Harchaoui et al. 2022). Pour cela, chaque maillon de la filière, de la sélection à l'abattage, aura des leviers d'action à activer. L'organisation avec les autres filières du territoire sera aussi primordiale.

## **2. Métrique environnementale des élevages**

Les évaluations environnementales des élevages à des échelles macroscopiques vont considérer les flux unitaires des élevages sur la base d'inventaires et ensuite les multiplier par un volume de production.

L'inventaire unitaire peut être une production en tant que tel et être interprété du point de vue environnemental. C'est le cas des inventaires de cycle de vie exprimés par kg de produits animaux via une approche d'analyse de cycle de vie (ACV).

### **Focus 4 : l'Analyse de Cycle de Vie (ACV)**

L'analyse du cycle de vie recense et quantifie, tout au long de la vie d'un produit (ou d'un service), les flux physiques de matières et d'énergie associés à son activité de production. L'ensemble de ces flux constitue l'Inventaire de Cycle de Vie du produit (ICV). Elle en évalue les impacts potentiels sur la base d'une double approche :

- Une approche « Cycle de Vie » dite du « berceau à la tombe » : depuis l'extraction des matières premières énergétiques et non énergétiques nécessaires à la fabrication/production /distribution/utilisation/collecte et élimination des substances résiduelles d'un produit en y intégrant toutes les phases de transport. À l'échelle de la production agricole, il est courant que ce périmètre de cycle de vie soit défini depuis le berceau jusqu'aux portes de la ferme, c'est-à-dire jusqu'à la production de produits agricoles bruts (viande, lait, œuf, etc..).

- Une approche « Multicritère » : elle intègre plusieurs critères d'analyse des flux entrants (ressources en eau, énergie, etc ...) et sortants (émissions gazeuses, effluents, etc ...), et de les traduire en plusieurs impacts (changement climatique, consommation d'énergie non-renouvelable, acidification, occupation de surface...).

L'ACV est un outil normalisé au niveau international (ISO 14040 à 14043) dont les bases méthodologiques et déontologiques sont fixées pour favoriser la réalisation d'études plus reproductibles, comparables et vérifiables. Ces bases sont fixées par voie de consensus et/ou de recommandations et sont établies dans des guides de bonnes pratiques. C'est le cas du Joint Research Center (JRC) pour l'Union Européenne avec la méthode d'évaluation de l'empreinte environnementale du produit (méthode PEF). Elle a défini des référentiels par catégorie de produits (PEFCR – Product Environmental Footprint Category Rules) qui complètent et précisent les exigences du PEF. Ces règles définissent notamment les modèles de caractérisation des flux devant être utilisés pour l'évaluation environnementale de chacune des 16 catégories d'impact constituant l'évaluation. Par exemple pour la catégorie changement climatique, l'indicateur de catégorie d'impact est le forçage radiatif PRG100 basé sur le modèle du GIEC.

Dans la dynamique d'affichage environnemental des produits de consommation (loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire – AGEC), l'impact environnemental de l'élevage, et des produits agricoles qui en découlent, est actuellement classiquement évalué selon cette méthode ACV. Les résultats d'Agribalyse (base de données nationale des Inventaires de Cycles de Vie des produits du secteur agricole et alimentaire) sont exprimés par kg de produit ce qui valorise l'efficacité des systèmes avec peu d'intrants et peu d'émissions par kg de produit. Les impacts classiquement considérés sont le changement climatique, la consommation d'énergie non-renouvelable, l'acidification, l'eutrophisation, l'occupation des sols, et l'écotoxicité.

Si la logique de la méthode ACV n'est pas remise en cause sur ses apports conséquents pour les scientifiques, les éleveurs, les acteurs des filières ou encore le consommateur (Vertès et al., 2019), certaines lacunes sont soulignées pour couvrir une évaluation environnementale complète des activités agricoles (Gac et al., 2020 ; van der Werf et al., 2020). Elles concernent notamment l'absence ou la faible prise en compte à l'heure actuelle des services rendus par l'élevage, tels que le maintien de la biodiversité, ou encore la séquestration du carbone (Gac et al., 2010). Ces lacunes portent également sur des enjeux majeurs tels que l'usage des pesticides, ou encore la qualité des sols, et tendent à défavoriser certains modes d'élevage et notamment les plus extensifs et les modes biologiques en comparaison de systèmes conventionnels basés sur l'efficacité (van der Werf et al., 2020).

Des travaux de recherche sont à l'œuvre pour pallier ces lacunes, notamment dans le GIS REVALIM, avec des ajustements pour une meilleure prise en compte, des pesticides dans l'impact écotoxicité, du stockage de carbone et de la biodiversité.

Toutefois, pour répondre aux échéanciers politiques de l'affichage environnemental, des réponses de courts termes sont proposées avec les méthodes Planet-Score, Ecoscore (Figure 5), la Note Globale ou encore le score analytique et agrégé INRAE. Ces dernières ont été en phase de test sur l'année 2022. Si Agribalyse (v3.01) montre de meilleurs bilans environnementaux pour des systèmes efficaces, ces nouvelles méthodes valorisent davantage des modes d'élevages extensifs. Cela vient à la fois de modifications méthodologiques apportées sur certains des indicateurs composant le score agrégé (score unique selon la méthode européenne du Product Environmental Footprint), repris par Agribalyse, et par l'ajout d'indicateurs complémentaires venant pondérer ce score unique. Ces indicateurs complémentaires sont essentiellement des indicateurs de moyens (bonus/malus sur des pratiques agricoles du Planet-score par exemple) et peuvent couvrir des aspects déjà pris en compte dans les ACV (malus transport avion par exemple de la méthode Planet-Score).



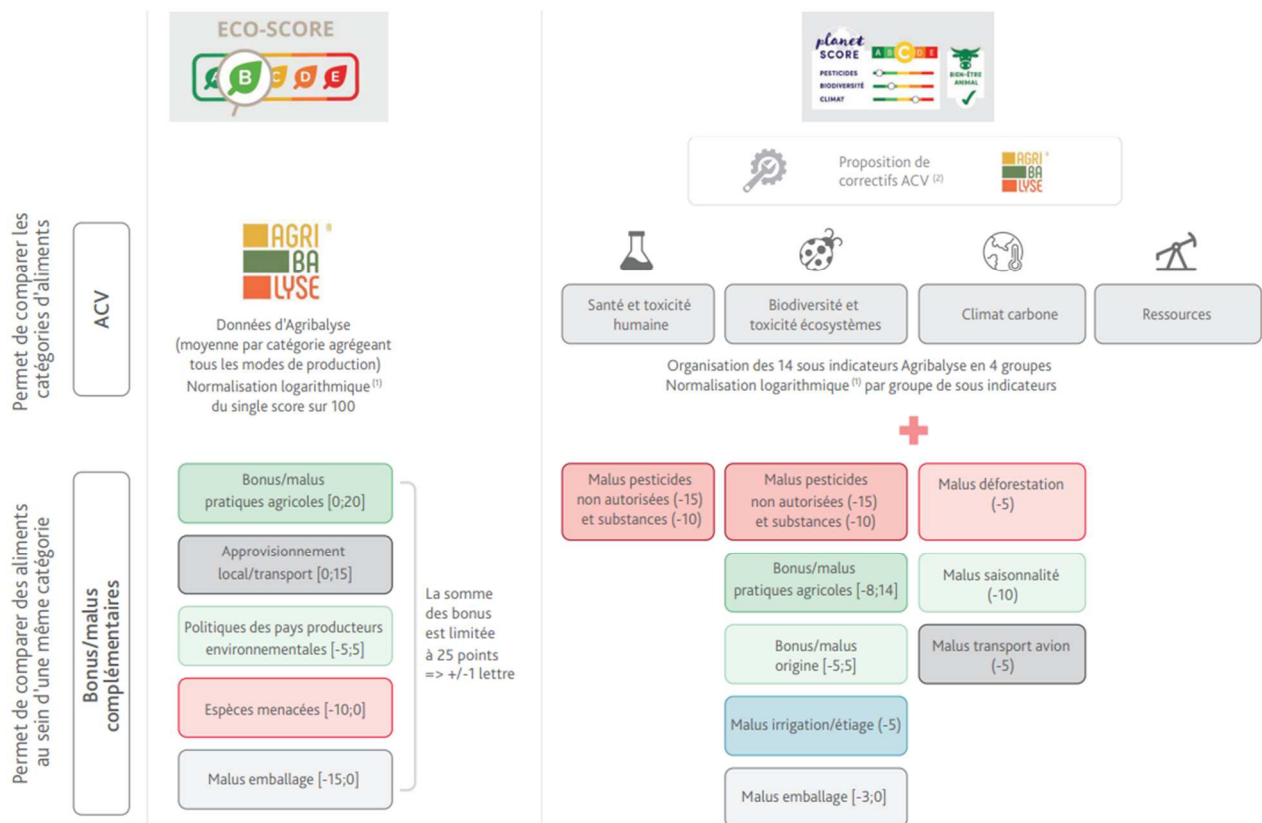


Figure 5 : Indicateurs complémentaires proposés dans les méthodes Eco-Score et Planet-Score pour compléter les résultats ACV d'Agribalyse (Brimont et Saujot, 2021)

*Il est fondamental de caler ces méthodes d'évaluation en prenant en compte, les bonnes pratiques mises en œuvre par les éleveurs, tous les aspects d'importance ayant un impact ou un service sur l'environnement, et en pondérant le plus justement possible les différents impacts. En effet, les choix de périmètres et de méthodes de calcul peuvent changer de façon importante les performances relatives des différentes productions animales comme le montrent Brimont et Saujot (2021) (*

Figure 6) : ils comparent la hiérarchie des productions animales entre l'ACV d'Agribalyse, la vision agroécologique de Poux et Aubert (2018 ; TYFA) et la vision d'intensification durable avec le scénario de Eat-Lancet (Willett et al., 2019). La production bovine qui est celle qui a le plus d'impacts dans la méthode ACV issue d'Agribalyse, est celle qui a relativement le moins d'incidence environnementale dans la vision agroécologique de TYFA. Les avantages systémiques qui lui sont associés reposent sur la valorisation des prairies et l'entrée d'azote par la fixation symbiotique des légumineuses des prairies. Dans cette vision agroécologique de TYFA, les granivores sont davantage présentés comme des productions en concurrence avec l'alimentation humaine pour l'accès aux surfaces et de fait moins bien évaluées.

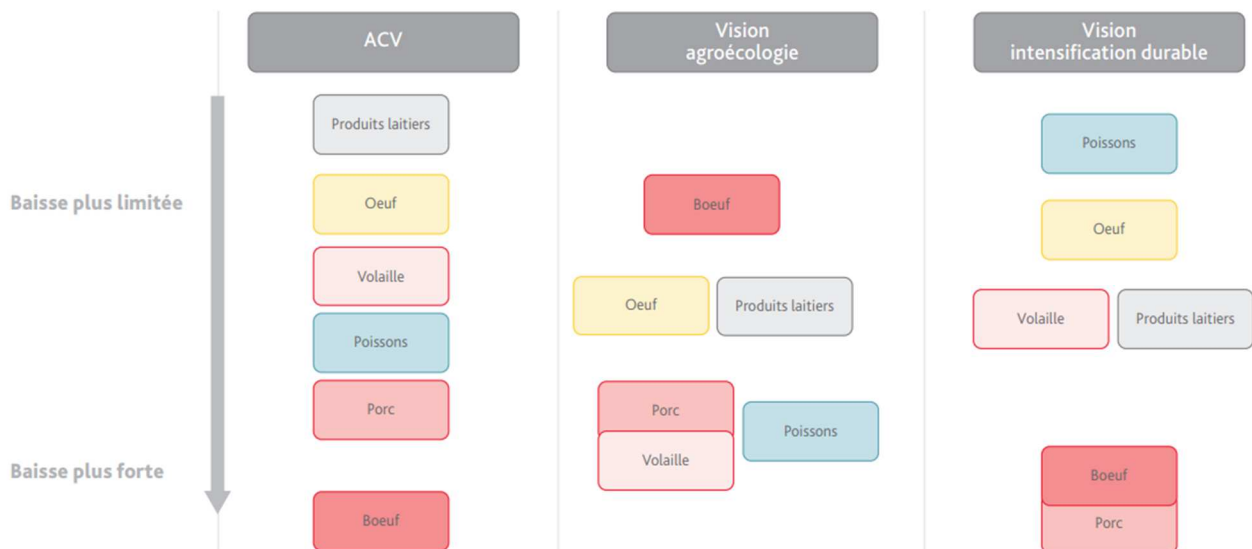


Figure 6 : Evolution souhaitable de la consommation des différents produits animaux suivant les périmètres et méthodes d'évaluation considérées (Brimont et Saujot, 2021)

### 3. Flux globaux des élevages et lien avec l'environnement

L'interaction des élevages avec l'environnement à différentes échelles d'analyse (exploitation, territoire) se fait en lien avec les flux de nutriments d'une exploitation d'élevage (

Figure 7) et se manifeste par des pertes vers l'air, l'eau et le sol et des consommations de ressources (Figure 8), mais également par des recyclages internes dans une logique d'économie circulaire avec des liens notamment entre productions végétales et productions animales (Figure 9). A des échelles macroscopiques, ces flux agrégés sont comptabilisés considérant la zone d'étude avec par exemple les effectifs animaux.

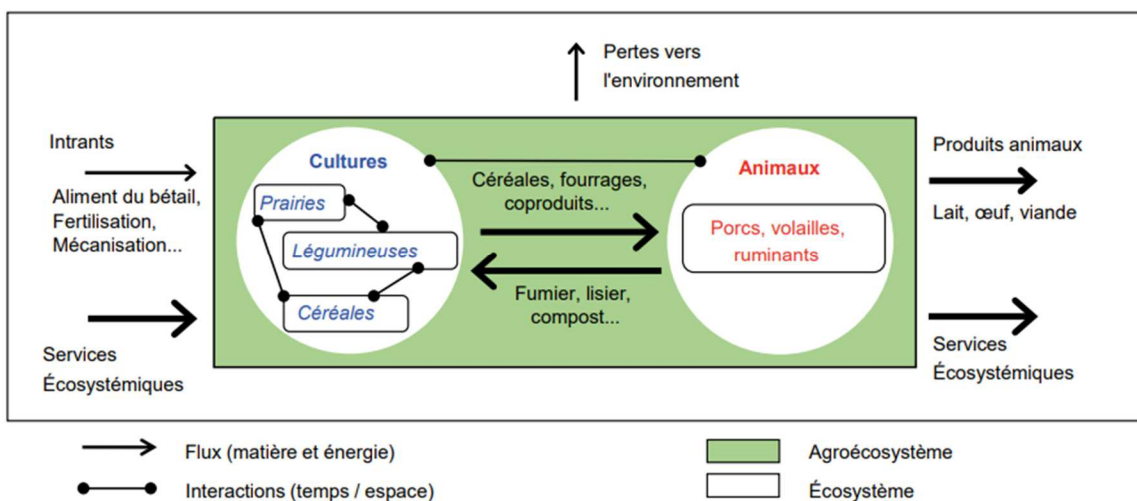


Figure 7 : Représentation des flux de nutriments dans une exploitation d'élevage (Dourmad et al., 2019)

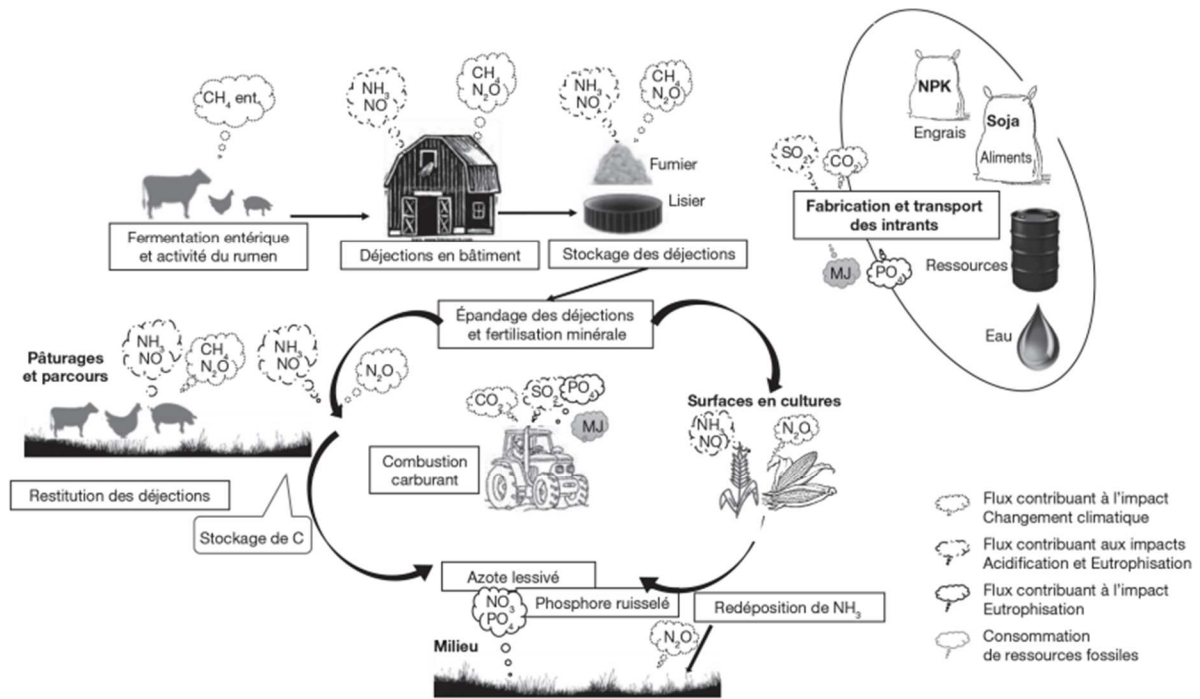


Figure 8 : Flux environnementaux des élevages à l'origine des principaux impacts potentiels (d'après Shaeffler, 2010)

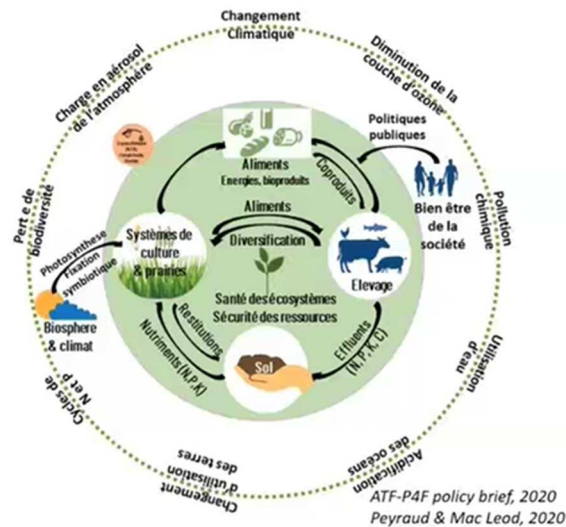


Figure 9 : Flux des élevages en lien avec les sols, les systèmes de culture et l'alimentation (Peyraud, 2020)

Pour le changement climatique qui est une préoccupation mondiale aujourd'hui : avec une approche cycle de vie, l'élevage est identifié comme un acteur clé avec une contribution à hauteur de 14.5 % des émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial selon la FAOSTAT (2016).

D'autres approches d'inventaires à l'échelle des pays comptabilisent les émissions de gaz à effet de serre de chaque secteur. En 2014, la part des émissions de GES agricoles dans les émissions totales était plus importante en France (environ 20 %) qu'au niveau européen (9-10 %) (Delgoulet et al., 2014). La tendance est à la baisse avec une contribution de l'agriculture dans la part des émissions de GES en 2018 à hauteur de 17 % (source : IDELE, 2018).

Les incidences en aval de l'élevage peuvent également être considérées dans les approches globales. Elles intègrent de fait les différentes valorisations qui sont faites des produits et sous-produits animaux (Figure 10 ; Figure 11) (Doumad et al., 2019).

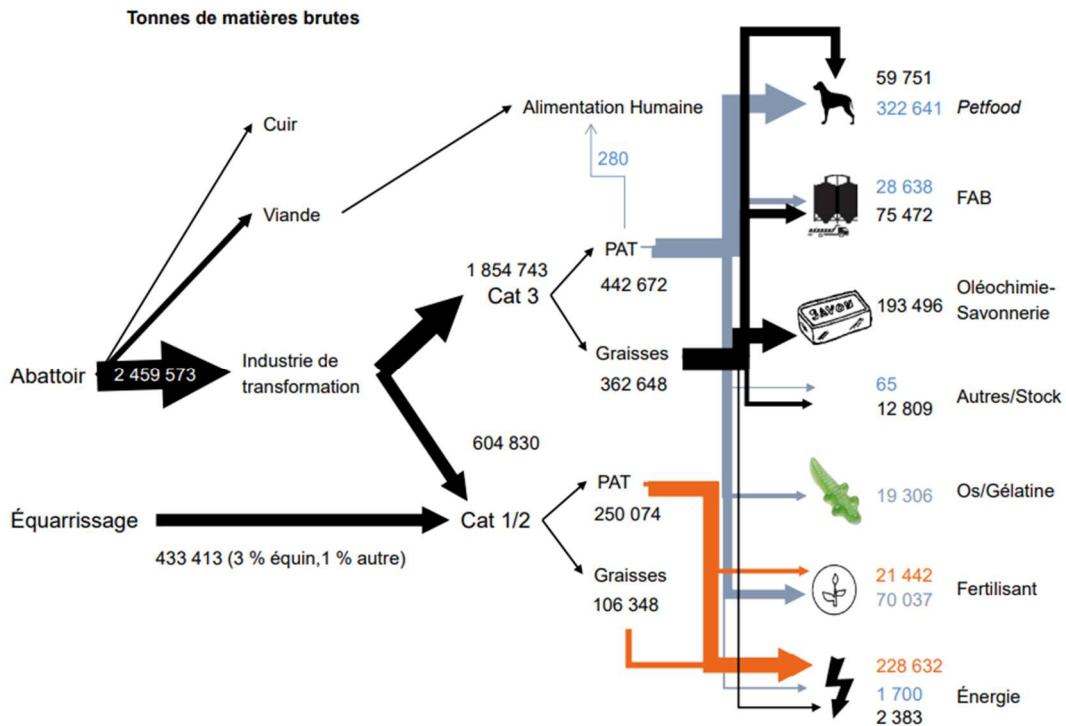


Figure 10 : Flux de sous-produits animaux et leur valorisation (France, tonnes de matières brutes, d'après SIFCO, 2010)

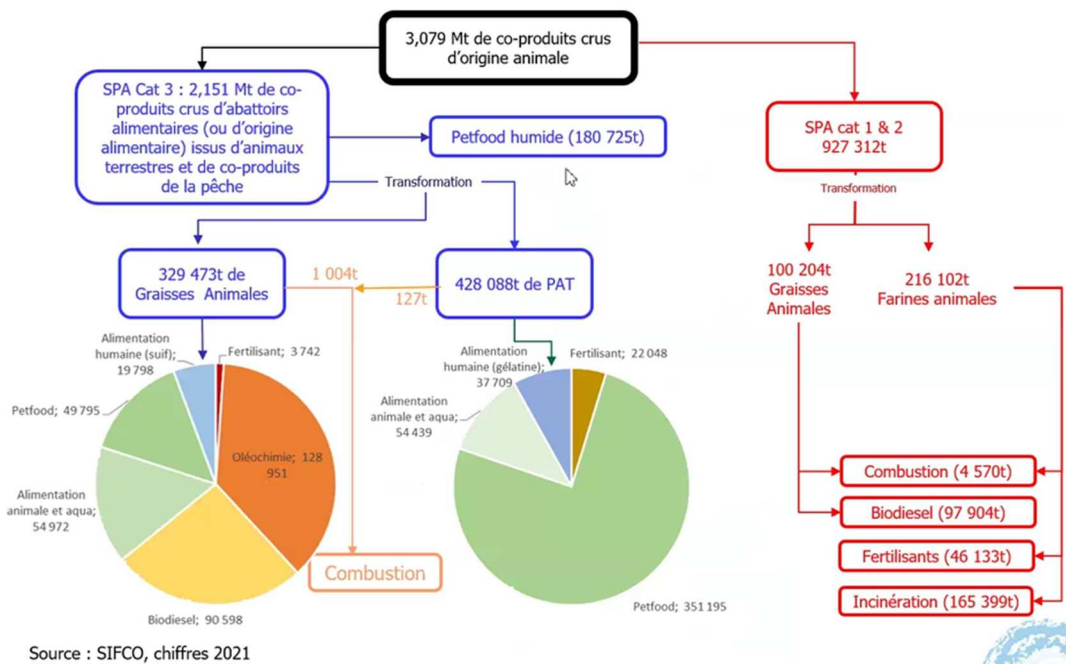


Figure 11 : Flux de sous-produits animaux (SPA) et leur valorisation (France, tonnes de matières brutes, d'après SIFCO, 2021)

### 3.1. Focus sur l'alimentation des animaux

Les animaux d'élevage consomment en France environ 100 millions de tonnes de fourrages et concentrés, dont 30 Mt de concentrés.

#### 1/ Occupation de surface

Le cheptel mondial utilise directement ou indirectement 70 % des terres agricoles, principalement pour l'alimentation des animaux (Steinfeld et al., 2006). Le même pourcentage est estimé pour l'échelle

européenne. En France, Dourmad et al. (2019) évaluent que le cheptel utilise directement (pâturages et fourrages) ou indirectement (concentrés) près de 55 % de la SAU, avec 12,5 M ha de prairies (3,2 M ha de prairies temporaires et 9,3 M ha de prairies permanentes), 1,5 M ha de fourrages issus de plantes annuelles et 1,5 M ha de céréales. Cette surface se ventile ensuite entre les productions animales : 82,4 % pour les productions bovines (43,2 % pour la production de viande issue du troupeau allaitant, 13,3 % pour la production de viande issue du troupeau laitier, 23,7 % pour la production de lait et 2,2 % pour la production de veaux de boucherie) et respectivement 3,7, 5,6, 6,1 et 1,9 % pour les productions d'agneaux, de porcs, de volailles et d'œufs (d'après Agribalyse, Ademe, 2014).

Ainsi, les prairies représentent à l'échelle française environ 45 % de la SAU et la séquestration du carbone associée est estimée à 500 à 1 200 kg C/ha/an (Soussana et Lüscher, 2007 ; Dollé et al., 2013).

## 2/ Matières azotés pour l'alimentation animale

Dourmad et al. (2019) rapportent que 70 % des matières azotées des cultures agricoles mondiales sont destinées à l'alimentation animale ; ce pourcentage atteint 80 % pour l'Europe. Cette consommation d'azote pour les productions animales est à l'origine d'importants échanges internationaux (Figure 12).

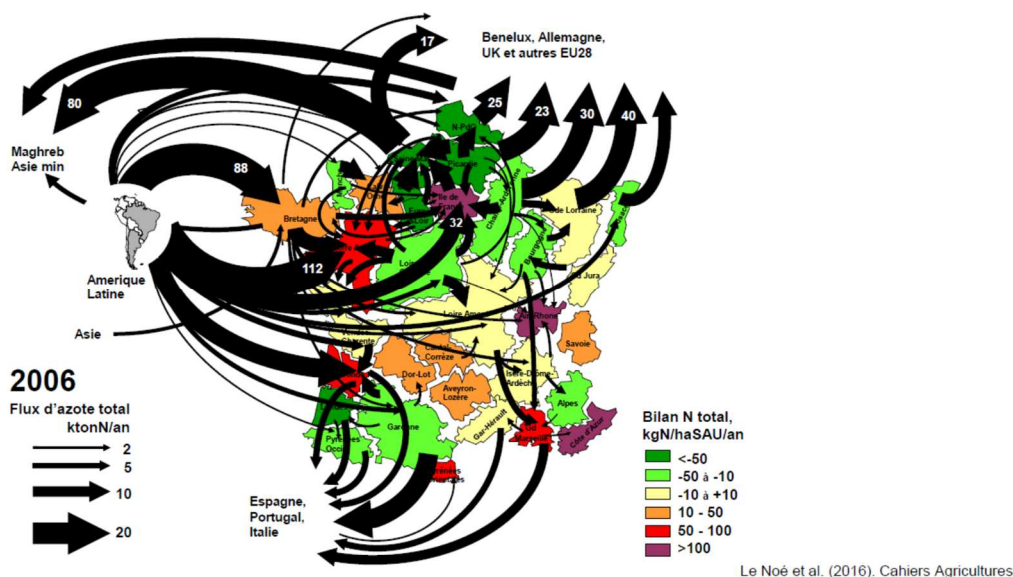


Figure 12 : Flux d'azote mondiaux (le Noé et al., 2016)

D'après Dourmad et al. (2019), le taux de couverture des besoins en matières premières riches en protéines (tourteaux, protéagineux, drèches) pour l'alimentation animale s'élève environ à 30 % au niveau de l'UE (

Figure 13), et à 55 % en France. Les incorporations de tourteaux importés, y compris sous forme de graines oléagineuses représentent en quantité 18 % des aliments concentrés (hors fourrage) dans UE et 11% en France.

En France, les matières premières riches en protéines majoritairement utilisées en alimentation animale sont le soja (52 %), le colza (28 %), le tournesol (14 %), les fourrages déshydratés (3 %), les protéagineux (2 %) et le lin (1 %) (enquête Valoriscop 2013/2014). Ces dernières sont utilisées en priorité pour les volailles (64 %), puis pour les vaches laitières (26.7 %), pour les porcs (5.7 %) et pour les bovins viande (3.6 %).

Sur les concentrés consommés par les animaux d'élevage en France, il y a environ 3 Mt d'équivalent graines de soja. La part de soja non sourcé représente 2.2% de l'alimentation totale des animaux d'élevage, ce qui représente 0.57 Mha au Brésil (représentant 1.5% des surfaces récoltées au Brésil sur la campagne 2019/2020) (Cereopa, 2021).



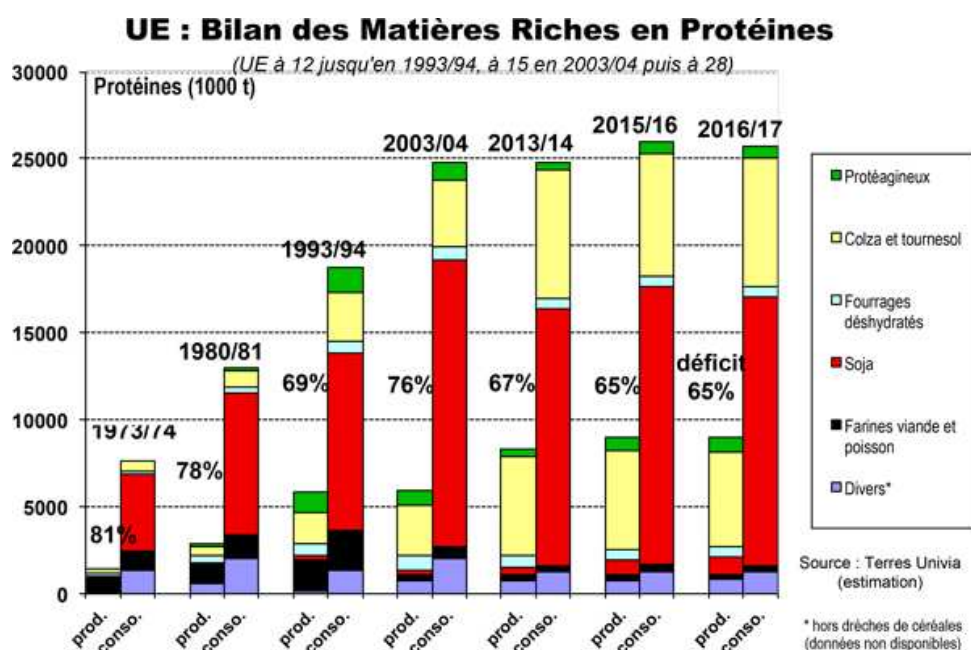


Figure 13 : Dépendance au soja au niveau de UE (Estimation Terres Inovia)

### 3/ Co-produits utilisés en alimentation animale

La

Figure 14 précise la contribution de l'alimentation des animaux du bétail à la valorisation des coproduits. Cette valorisation participe à une logique d'économie circulaire.

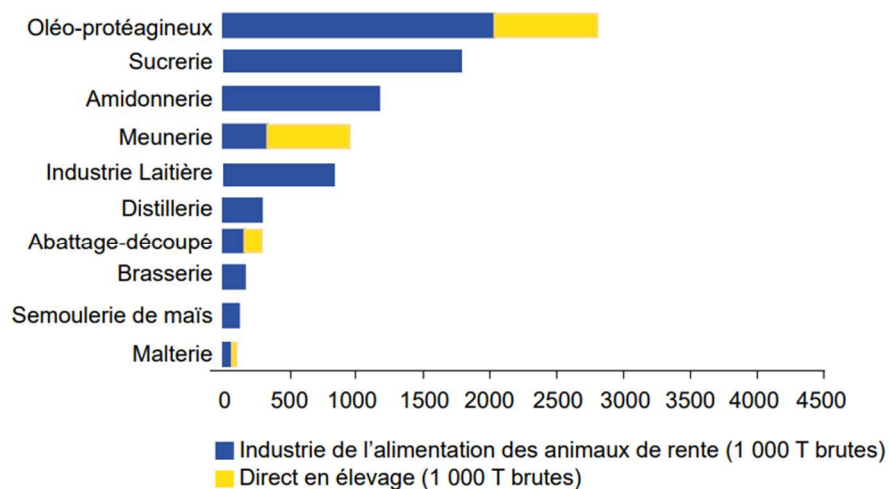


Figure 14 : Contribution de l'alimentation animale à la valorisation des coproduits de différentes bioindustries (Reseda, 2017).

De nouvelles pistes de valorisation en alimentation animale sont à l'étude avec les algues, les champignons, les insectes, les restes alimentaires et pourraient diminuer la compétition entre alimentation animale et alimentation humaine.

### 4/ Durabilité de l'alimentation animale

Les aspects de durabilité de l'alimentation animale sont résumés dans la figure 13. Ils visent conjointement une alimentation, économe en mobilisation de surface avec peu de concurrence avec l'alimentation humaine, avec une utilisation de matières premières plus écologiques (notamment des coproduits d'autres filières), favorisant le bouclage des cycles sur le territoire et permettant d'améliorer l'efficacité de rétention

des animaux et de limiter les rejets.

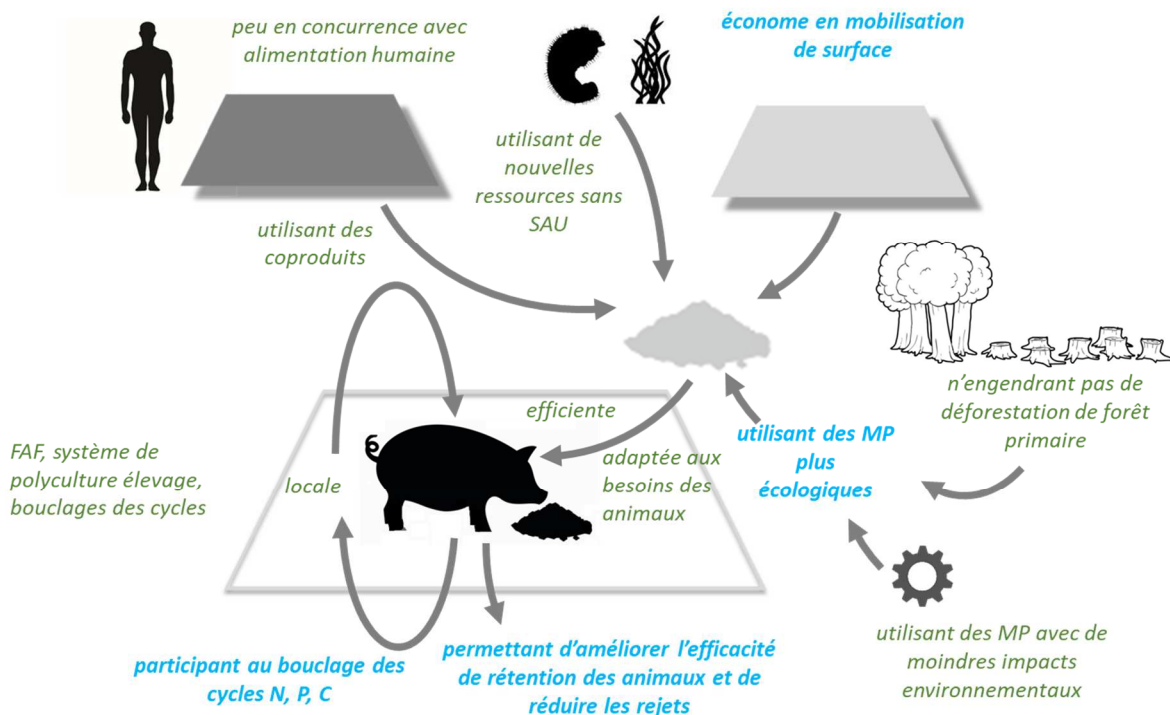


Figure 15 : Aspects de durabilité de l'alimentation animale en porc (Espagnol, 2017)

Concernant la limitation de la concurrence avec l'alimentation humaine, Laisse et al. (2017) ont évalué la contribution nette des élevages à l'alimentation humaine. L'approche consiste à dissocier la part des végétaux qui est effectivement consommable par l'Homme de celle qui ne l'est pas. De la même façon, les produits animaux non-consommables (saisies, pertes, abats, laine, peaux et autres coproduits à usages non-alimentaires) sont aussi écartés du calcul. Ensuite, l'efficacité est calculée en considérant le ratio entre les produits de l'élevage « consommables par l'Homme » (lait, œufs propres à la consommation humaine, viande, abats, coproduits alimentaires des carcasses) et les consommations par l'élevage qui entrent en compétition avec l'alimentation humaine, c'est-à-dire qui sont « consommables par l'Homme » (grains décortiqués de céréales, protéagineux, etc.).

Les résultats obtenus (Figure 16) montrent qu'entre 50 % et 95 % des protéines des aliments des animaux d'élevage ne sont pas consommables par l'homme. De fait, des systèmes d'élevage sont producteurs nets de protéines (ratio >1) et non consommateurs. L'efficacité dans les scénarios potentiels diminue, car il y est considéré une plus haute valorisation des tourteaux ou une consommation de céréales complètes en alimentation humaine.

Concernant l'utilisation de matières premières plus écologiques, un des leviers sur lesquels les filières d'élevage travaillent est la réduction des importations de soja associé à de la déforestation. La charte d'engagement Duralim des fabricants d'aliments du bétail vise un objectif pour la France de zéro déforestation importée pour 2025.

Cet objectif passe par l'achat de soja garanti sans déforestation d'une part et par un accroissement des surfaces de production du soja en Europe. Guilpart et al. (2020) ont estimé les surfaces nécessaires pour atteindre 50 % et 100 % d'auto-suffisance en soja en Europe. Ils trouvent qu'une autosuffisance de 50 % est réalisable avec 4 à 5 % des terres cultivées européennes (ce qui représente 2 à 3 fois la surface actuelle de soja). Une autosuffisance de 100 % requiert 9 à 12 % des terres cultivées européennes, ce qui représente 5 à

7 fois la superficie actuelle en soja. Guilpart et al. (2020) associe à cette production de soja, des économies d’engrais azotés, de 5 à 8% avec le scénario d’une autosuffisance à 50%, et de 13 à 18% avec le scénario 100%.

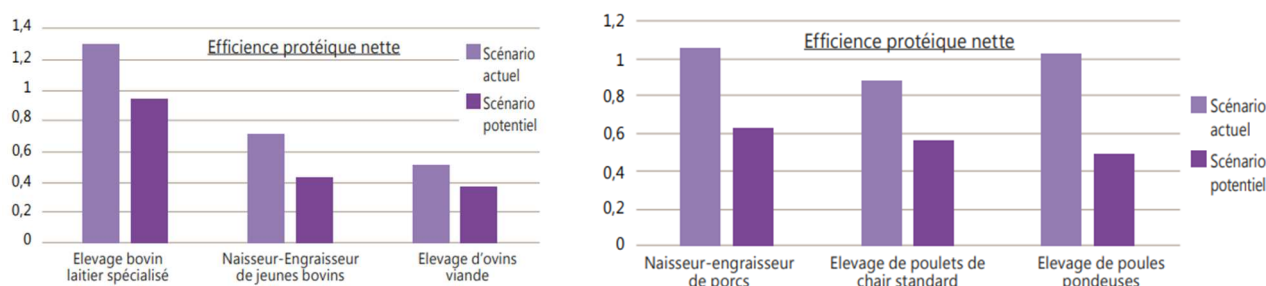


Figure 16 : Efficacité protéique nette d'élevages bovins, porcins et avicoles avec les scénarios d'alimentation actuels et potentiels (Laisse et al., 2017)

Les déjections animales en sortie d'élevage résultent de l'alimentation du bétail, des performances techniques des animaux, des types de sol et des modalités de gestion des déjections. Les quantités de N, P et C ingérées se retrouvent ventilées entre la rétention corporelle des animaux, les pertes gazeuses au bâtiment et lors de la gestion des effluents, et la partie épandable (Figure 17).

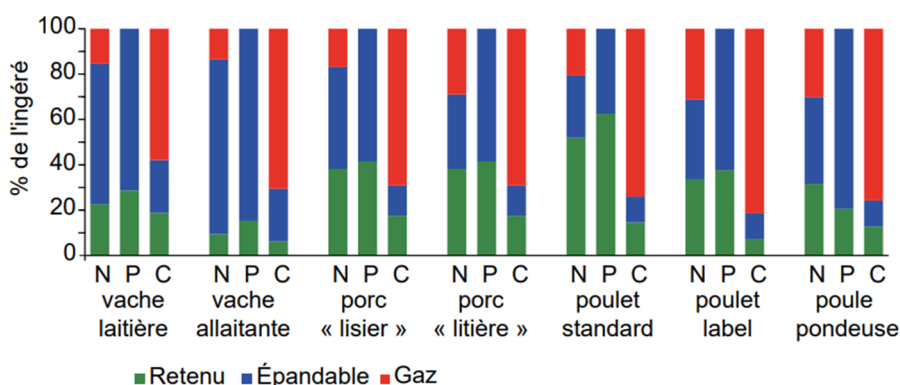


Figure 17 : Efficacité d'utilisation de l'azote (N), du phosphore (P) et du carbone (C) par différentes espèces et productions animales (Dourmad et al., 2019)

L'ensemble de ces rejets, et notamment les émissions azotées et carbonées, relativement à leur efficacité d'utilisation (part épandable et volatile), contribuent aux émissions totales de GES des productions animales à hauteur de 44 % pour le CH<sub>4</sub> (fermentation entérique et gestion des effluents au stockage), 32 % pour le N<sub>2</sub>O (gestion des effluents au stockage et à l'épandage), et 26 % pour le NH<sub>3</sub> (source indirecte de N<sub>2</sub>O – gestion des effluents au stockage et à l'épandage) (Beltran et al., 2021).

En contrepartie, les effluents résiduels (fumiers et lisiers) forment une ressource pour la fertilisation des productions végétales. Dourmad et al. (2019) indique que les déjections animales sont la deuxième source d'azote en France avec 1,82 Tg N/an (1 Tg = 1012 g = 1 million de tonnes) juste derrière les 2,11 Tg N/an d'engrais minéraux.

#### 4. Prise en compte des élevages dans les perspectives : quantité et type d'élevage

L'annexe précise comment sont pris en compte les élevages dans cinq perspectives agricoles. Dans ces



dernières, l'élevage, comme élément d'un système agricole plus large, est couramment défini selon deux paramètres clés que sont la demande alimentaire et la disponibilité en foncier. La demande alimentaire, basée sur les recommandations du PNNS et sur les tendances d'évolutions de la composition des régimes, définit pour partie le besoin en production de protéines animales. La disponibilité en foncier détermine les équilibres de répartition des différents systèmes selon leur occupation au sol.

**En termes de nombre d'élevages**, un objectif de division par 4 des émissions de France en GES entre 1990 et 2050 (loi POPE) est jugé inatteignable par Doublet et al. (2011) en gardant stable les effectifs animaux. De ce fait, plusieurs scénarios de prospectives prennent en compte une diminution des élevages sous la forme d'une réduction des cheptels (Springmann et al., 2018 ; Martin et al., 2015 ; FranceAgriMer, 2018 ; Poux et Aubert, 2019) pour avoir un impact significatif sur les deux principaux GES issus de l'agriculture (méthane et protoxyde d'azote). La mise en place de différents scénarios basés sur une diminution des produits d'origine animale dans notre alimentation de 25 à 100 % (Springmann et al., 2018) se montre efficace dans les pays à revenu élevé avec une réduction de certains impacts environnementaux, en particulier les émissions de GES (jusqu'à 84 %), au détriment, cependant, d'une augmentation de l'utilisation d'eau douce (jusqu'à 16 %) en lien avec l'augmentation de la production de fruits et de légumes. Au niveau de l'élevage, le nombre de bovins est un facteur défini comme majeur concernant les émissions de GES : l'influence de ce nombre sur les impacts environnementaux s'avérerait supérieure aux mesures d'atténuation (par exemple : méthanisation des déjections animales) (Martin et al., 2015). Les différents scénarios suggèrent donc souvent une diminution du cheptel de bovins allaitants qui, associée à d'autres mesures, permet un potentiel de réduction de 18 à 19 % sur les émissions directes, et de 26 à 35 % sur les émissions indirectes de GES en France (Martin *et al.*, 2015). Au niveau du système agri-alimentaire français, deux scénarios prospectifs sont envisagés par FranceAgriMer (2018) en lien avec une diminution du cheptel bovin en France. Ces exercices de prospectives, basés sur des propositions d'évolutions des filières agricoles en lien aux contextes socio-économiques, sont destinés à alimenter les réflexions quant aux futurs possibles des marchés <sup>3</sup>:

- Soit une augmentation de l'importation de viandes à forte compétitivité-prix (notamment en provenance d'Amérique du Sud) sous l'effet du faible consentement à payer des consommateurs. Dans ces conditions, la normalisation et la rémunération de la qualité de la viande ne sont pas la priorité d'une filière dont le marché s'effondre.
- Soit un repli national avec, dans un premier temps, l'intensification de l'élevage dans des zones riches en sous-produits alimentaires s'accompagnant d'un niveau de pollution plus élevé, notamment des eaux et des sols ce qui engendre des réactions locales et aboutit à l'application du principe « pollueur-payeur ». En conséquence de l'application de ce principe, les exploitations bovines françaises doivent tendre, dans un second temps, vers des systèmes de productions plus extensifs et performants en matière de respect des contraintes environnementales (élevages à l'herbe plus performants en matière d'effluents, de stockage de carbone, d'impact sur la fertilisation des sols, etc...).

Cette tendance à la diminution des cheptels ruminants est inhérente à la méthodologie reposant notamment sur l'indicateur PRG100 du GIEC. A la lumière de nouvelle métrique telle que le PRG\* (Focus 5), la diminution de ces cheptels n'apparaîtrait plus comme une solution prédominante en comparaison des actions d'atténuation et redéfinirait, de facto, les scénarii prospectifs se reposant sur cette solution.

---

<sup>3</sup> Les conséquences environnementales peuvent être abordées de manière qualitative mais ne sont pas quantifiées.

### **Focus 5 : Métrique environnementale et évolution des cheptels de ruminants**

Comme mentionné dans l'encart « Focus sur l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) » certaines bases méthodologiques sont adoptées par consensus bien qu'il n'y ait pas d'obligation, mais seulement des recommandations. C'est le cas notamment pour la catégorie d'impact changement climatique avec l'usage conventionnel de l'indicateur PRG100 issu du GIEC.

Les rapports du GIEC soulignent que le PRG 100 ans n'est pas la seule métrique possible MAIS est retenue par convention sans obligation d'usage. Ainsi, de récents travaux (Allen et al., 2018, Cain et al., 2019 ; Lynch, 2019 ; Smith et al., 2021 ; Costra et al., 2021) proposent un facteur de conversion alternatif qui est le PRG\* permettant de corriger les PRG actuels pour tenir compte des durées de vie plus courte de certains GES (dont le méthane) dans l'atmosphère.

En effet, le PRG est un indicateur de la perturbation du bilan radiatif de l'atmosphère et est défini comme le forçage radiatif intégré d'un gaz (comparativement au CO<sub>2</sub>) entre le moment de l'émission et un horizon de temps choisi. Il traduit un effet cumulé d'une émission d'un GES jusqu'à un horizon de temps avec un poids identique pour toutes les années. Or, cette manière de comptabiliser ne prend pas en compte les dynamiques engendrées par la courte durée de vie du CH<sub>4</sub> et considère les émissions en valeur absolue (comme si les émissions s'accumulaient) alors qu'il faut tenir compte de la variation du « stock » dans le temps puisque les molécules de CH<sub>4</sub> disparaissent après 12 ans.

Ainsi, en appliquant la métrique du PRG\*, il apparaît que l'effet cumulatif du réchauffement en lien aux émissions de CH<sub>4</sub>, de 1981 à 2019 est de 35 % inférieur à la valeur obtenue avec le PRG100, actuellement utilisé. Parallèlement à ces résultats, il faut intégrer la relation entre émissions et réchauffement qui implique directement l'évolution des cheptels en tant que source des émissions.

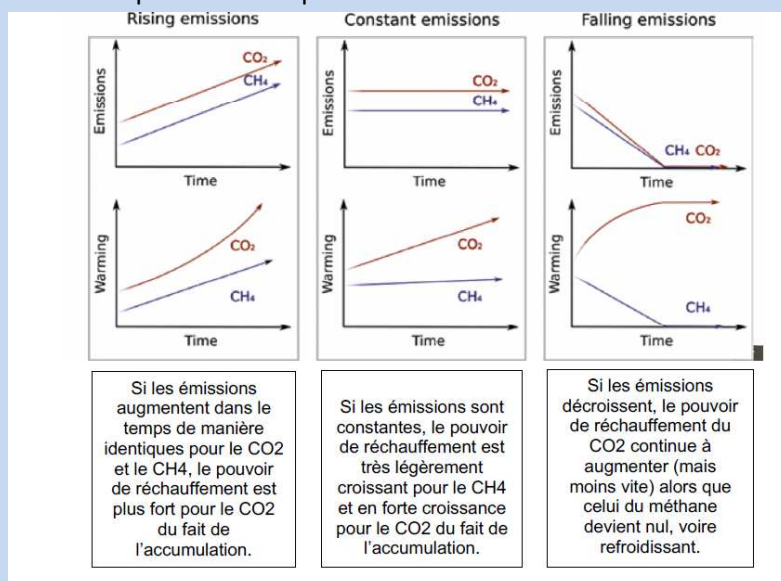


Figure 18 : Illustration de l'effet du réchauffement par accumulation de GES à vie longue (CO<sub>2</sub>) et courte (CH<sub>4</sub>) (Source : Eclairage scientifique et compréhension des enjeux, webinaire PRG\* méthane, Poux, 2022)

**En termes de types d'élevages**, deux modèles sont le plus souvent considérés : un mode conventionnel (avec prise en compte d'une amélioration de l'efficacité et le développement de la méthanisation à minima) et un mode diversifié (biologique, label) avec une moindre productivité et efficacité (pour les bovins, c'est un système à l'herbe ; pour les granivores c'est un système avec paille, courette, plein air).

En ce qui concerne les systèmes bovins, la typologie des élevages est également discutée en termes de systèmes laitiers et de systèmes allaitants. Dans ces perspectives, la viande bovine est considérée majoritairement comme un sous-produit des troupeaux laitiers où la place des races mixtes plus herbagères

se développe, le troupeau bovin allaitant tend à diminuer.

En termes de caractéristiques des élevages interagissant avec durabilité, voici celles qui sont le plus souvent prises en compte dans les prospectives : capacité des surfaces d'alimentation des animaux à capter de l'azote (fixation symbiotique), effluents collectables et valorisables pour fertiliser les cultures, concurrence des surfaces pour une utilisation entre alimentation animale et humaine. D'autres caractéristiques sont moins prises en compte : l'intérêt en termes de durabilité de l'efficacité, en opposition à des systèmes tournés vers le bien-être animal, capacité des élevages à conserver l'azote excrété, la valorisation des co-produits. Enfin, il ressort que ce sont souvent les mêmes leviers de progrès et d'évolution qui sont considérés pour les différentes productions animales (bovins, porcs et volailles), alors que des clés de durabilité spécifiques sont à considérer pour chaque production.

**En termes d'enseignements pour les élevages**, il y a souvent dans les prospectives une combinaison de systèmes d'élevage et d'éléments du narratif qui empêchent une lecture linéaire du lien entre système d'élevage souhaitable et des performances environnementales et durables.

- Ex 1 : Dans le cas d'Afterres (Solagro, 2016) les consommateurs de produits biologiques mangent moins de produits animaux que les consommateurs de produits traditionnels. Il est donc compliqué de conclure sur la part stricte des systèmes d'élevage.
- Ex 2 : Dans le cas de TYFA (Poux et Aubert, 2018), les productions de granivores sont choisies avec des systèmes peu efficaces (consommateurs d'intrants et émetteurs) : leur nombre est donc d'autant plus réduit qu'il n'y a pas assez de surfaces restantes pour les produire et qu'il y a un souhait de réduire les émissions globales.
- Ex3 : Dans Transition(s) 2050 (Ademe, 2021), le scénario avec des élevages efficaces utilisant de la technologie est croisé avec une alimentation basée sur des produits ultra-transformés. Les deux ne sont pas pour autant connectés obligatoirement.

Par ailleurs, intégrant pleinement ces narratifs dans les prospectives, les éléments économiques et les hypothèses sur de potentiels soutiens aux filières par les acteurs publics ou par le consentement à payer par les consommateurs qui en découlent, orientent également largement la viabilité des systèmes et donc leur maintien ou non dans les stratégies de développement des filières. Il apparaît alors que les types et nombres d'élevages dans les prospectives dépendent principalement de leurs résultats environnementaux (paramètre d'entrée des prospectives) et donc des métriques et valeurs d'évaluations disponibles. Ces éléments d'entrée des prospectives (réduction des émissions, neutralité carbone, etc...) sont ensuite intégrés dans des narratifs intégrant les tendances de consommation, influençant la demande et les marchés et donc l'économie des filières qui à son tour oriente vers les systèmes « rentables » ou implique des modifications importantes dans les comportements alimentaires.

## **5. Synthèse : Acquis, manques et besoins sur l'élevage**

Sur la base des éléments exposés, voici ce qui ressort en termes de notions acquises et de manques. Ces constats font émerger des perspectives de recherche pour fournir des informations clés nécessaires à la bonne prise en compte des élevages dans les prospectives, outils actuels de scénarisation déterminant pour partie le devenir de ces derniers.

<b>Notions acquises</b>	<b>Manques identifiés</b>	<b>Perspectives et contributions</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observation d'une baisse globale de la consommation du produit viande bovine</li> <li>• Observation de la stagnation de la consommation des produits animaux (lait et dérivé, œufs, etc ...)</li> <li>• Efficacité des systèmes « conventionnels » et vertu environnementale associée</li> <li>• Une transition agricole est nécessaire et souhaitée par la société</li> <li>• Reconnaissance de la base de données agricole nationale Agribalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuffisance dans la caractérisation de la diversité des élevages</li> <li>• Trajectoires des perspectives dans les schémas de transition peu documentées</li> <li>• Multifonctionnalité des systèmes de production et perception des co-produits des systèmes spécialisés (ex., produit viande dans les systèmes lait et œuf)</li> <li>• Lien avec l'acceptabilité des régimes alimentaires pour une efficacité de production/valorisation complète des productions et produits)</li> <li>• Usage et valorisation des effluents d'élevages (recyclage, méthanisation/valeurs des PRO)</li> <li>• Identification et quantification des services écosystémiques rendus par l'élevage</li> <li>• Peu de prise en compte du changement climatique (impact/adaptation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Référentiel des données prises en compte dans les perspectives</li> <li>• Référentiel des co-produits de l'élevage pouvant contribuer à une circularité territoriale</li> <li>• Détermination des optimums de production par filière et par type d'élevage</li> <li>• Evolution des modes d'élevages sur l'environnement selon une échelle des limites « France »</li> <li>• Vision de l'adaptation de l'élevage au changement climatique</li> </ul>

*Tableau 1: Tableau synthétique du bilan de la revue sur l'élevage*

## II. REGIMES ALIMENTAIRES

### 1. Moteurs d'évolution des régimes alimentaires

Les deux principaux moteurs d'évolution des régimes alimentaires sont de **manger mieux** et de **manger sain**. La diminution constatée de près de 12 % de la consommation des produits carnés sur les 10 dernières années (CREDOC, 2018) et l'augmentation moyenne de 52 % des produits issus de l'agriculture biologique (Raimbault et al., 2020) sur la seule année 2018 sont des témoins d'une évolution des régimes alimentaires. La production biologique, et par extension les systèmes de production plus extensifs semblent répondre, en effet, à certaines préoccupations sociétales comme le respect de l'environnement et du bien-être animal. Cela rentre dans le cadre du « consommer mieux » que la moitié des Français semble approuver (Ademe, 2014) et qui se traduit également par des comportements d'achat se tournant vers des mouvements alternatifs, comme la vente en circuit-court/local (Faure et al., 2018), qui voient une augmentation approximative de leur fréquentation de 5 % sur cette dernière décennie (Raimbault et al., 2020) et sont perçus comme des liens privilégiés entre consommateurs et producteurs. Ces liens privilégiés véhiculent également une notion de « manger sain » de plus en plus plébiscitée par les consommateurs. Dans les pays où la consommation de protéines par habitant est élevée (>80 g/j, cf. Figure 19) et où la consommation d'aliments transformés et ultra-transformés a bondi de près de 53 % ces quinze dernières années (Solagro, 2019 – selon études INCA 2 et 3), une diminution de la sous-nutrition est observée en même temps qu'une augmentation des problèmes de surpoids et d'obésité (Carton et Fichet, 2020).

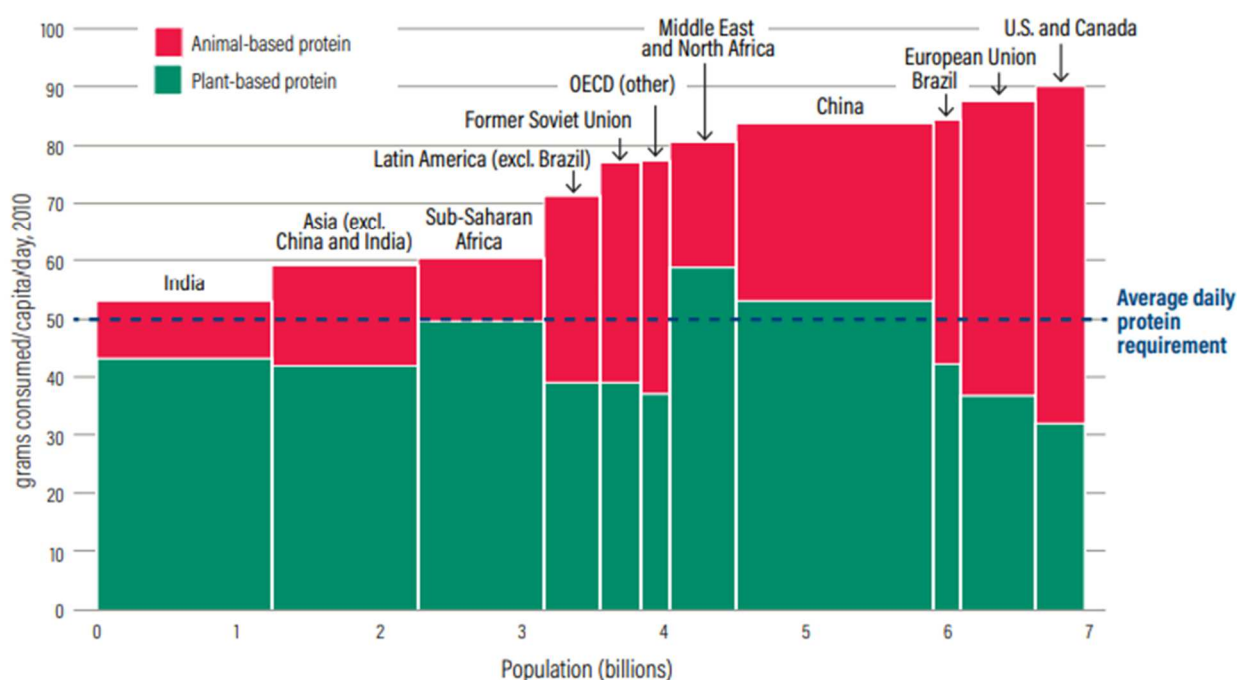


Figure 19 : Consommation de protéines dans le monde (Agrimonde-Terra)

Cette volonté de « manger sain » se traduit par une recherche de qualités nutritionnelles en plus des qualités hédoniques de l'aliment (Ademe, 2014 ; Birlouez, 2019 ; Willett et al., 2019 ; Raimbault et al., 2020 ; Huber et al., 2020). Cela entraîne l'émergence d'une volonté de rééquilibrage des régimes alimentaires, caractérisés par un apport calorique optimal et se composant principalement d'une diversité d'aliments d'origine végétale, de plus faibles quantités d'aliments d'origine animale (Willett et al., 2019 ; Huber et al., 2020 ; Carton et Fichet, 2020), de graisses insaturées plutôt que saturées, de quantités limitées de céréales raffinées,

d'aliments hautement transformés et de sucres ajoutés (Willet et al., 2019), et moins de gaspillage (Ademe, 2014 ; Carton et Fichet, 2020). Avec d'un autre côté une augmentation globale annoncée de la demande mondiale en protéines (animales et végétales) de l'ordre de 40 % (Vertier, 2017) du fait de l'évolution démographique, et selon les recommandations nutritionnelles favorisant le maintien d'une part de produits carnés (Swinburn et al., 2019 ; Willett et al., 2019), l'élevage doit trouver une juste place au sein des régimes alimentaires et des territoires.

Cette question de la juste place de l'élevage entend trouver une réponse par la voie notamment de **l'affichage environnemental**. Après une phase d'expérimentation<sup>4</sup>, il s'agit à terme de proposer un cadre à l'affichage environnemental afin de permettre aux consommateurs de faire des choix alimentaires durables d'ici 2024<sup>5</sup>. Si, pour le moment, cela ne semble pas avoir d'impact sur les habitudes alimentaires des consommateurs (Raimbault et al., 2020), les évolutions méthodologiques supportant cet affichage pourraient contribuer à une meilleure acceptation de ce dernier. En effet, basé sur l'analyse de cycle de vie (ACV), l'affichage environnemental des produits alimentaires, et plus particulièrement les produits issus de l'élevage, est questionné quant aux limites méthodologiques reconnues de l'ACV (Gac et al., 2020 ; van der Werf et al., 2020). La faible prise en compte actuelle des externalités positives de l'élevage (biodiversité, stockage de carbone) apparaît préjudiciable pour les systèmes de production extensifs et notamment ceux issus de l'agriculture biologique. Dès lors, des ajustements sont en cours de réflexion concernant une meilleure prise en compte des impacts positifs de l'élevage sur l'environnement et intégrant au-delà des questions environnementales également le bien-être animal (Denhartigh et Descamps, 2019).

## 2. Alimentation humaine durable

En lien avec ces préoccupations de « consommer mieux » et de « manger sain » se retrouve la question de la durabilité de nos régimes alimentaires. Les controverses émergentes sur la perception de l'élevage au sein de la société (Delanoue et al., 2015 ; Peyraud et al., 2019) et la question de leurs impacts sur l'environnement et la santé (Baudry et al., 2019 – BioNutriNet ; Willett et al., 2019) ont conduit à de nombreux travaux sur la durabilité de nos régimes alimentaires aux échelles nationale, européenne et mondiale (Paillard et al., 2010 ; Solagro, 2016 ; Poux et Aubert, 2018 ; SNBC2, 2020-2022). Ces scénarii agri-alimentaires élaborent ainsi des portraits possibles et soutenables d'une agriculture répondant à la fois aux enjeux environnementaux et aux attentes quant aux recommandations nutritionnelles. L'ensemble de ces scénarii s'accordent pour une diminution de la consommation des protéines animales pour les pays développés considérés en surconsommation moyenne de 66 % d'après Deschamps et al. (2019). Ainsi, des sources de protéines alternatives aux produits animaux sont explorées, comme les haricots secs, les pois, les lentilles, le soja ou encore les noix (Willett *et al.*, 2019) : elles offrent potentiellement un impact environnemental moindre (Descamps et al., 2019).

Dans ce contexte, il est nécessaire de préciser ce que recouvre une alimentation durable et comment elle est définie (Focus 6).

---

<sup>4</sup> Des propositions d'amendements ont été déposées par différents acteurs des filières

<sup>5</sup> European Commission (2020). A Farm to Fork strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. [https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f\\_action-plan\\_2020\\_strategy-info\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf)

### **Focus 6 : Définition d'une alimentation durable**

La FAO (2010) définit l'alimentation durable comme une alimentation, (1) nutritionnellement adéquate, saine et sûre, (2) culturellement acceptable, (3) protectrice et respectueuse de la biodiversité et de ses écosystèmes, (4) économiquement viable, accessible et abordable.

À l'échelle de la France, l'Ademe (2019) communique également sur une vision de l'alimentation durable en lien avec les enjeux suivants :

- Occupation des terres et souveraineté alimentaire : 26 millions d'hectares sont nécessaires pour nourrir les Français sachant que la France compte environ 29 millions d'hectares.
- Sécurité alimentaire mondiale : si la croissance de la population mondiale atteint 9.5 milliards d'habitants en 2050 et que les régimes alimentaires ne sont pas changés, cela représentera une augmentation de consommation de viande de 40 %.
- Accessibilité économique : l'alimentation représente 20 % du budget des ménages en 2015 vs 35 % en 1960 (source : Insee).
- Santé : il y a une hausse des maladies liées à l'alimentation en France avec notamment une augmentation de l'obésité (de 8.5 % de la population en 1997 à 15% en 2012 ; source : enquête Obépi-Roche)
- Environnement : l'alimentation des Français explique environ ¼ de leur empreinte carbone.
- Emploi et rémunération : l'alimentation des Français représente 12 % des emplois en France avec 3.3 % en lien avec l'étape agricole, 2.3 % liés à la transformation (industries agro-alimentaires), 2.8 % liés à la grande distribution et 4 % en lien avec l'artisanat, les commerces et la restauration.

Du fait de ces enjeux, les recommandations de l'Ademe pour aller vers une alimentation plus durable sont les suivantes :

- Limiter le gaspillage et notamment à l'échelle des consommateurs où se fait 33 % du gaspillage total avec, la mobilisation de quantité non adaptée à la faim, le dépassement de date limite de consommation et des pertes lors de la préparation.
- Consommer local et de saison des fruits et légumes cueillis à maturité (plus de vitamines et moins d'impacts lié au transport).
- Manger des produits issus de l'agriculture biologique pour favoriser des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement et notamment de la biodiversité.
- Manger moins de viande pour limiter la part des élevages au niveau mondial dans le réchauffement planétaire.
- Manger des viandes de qualité : labellisées ou provenant de systèmes diversifiés.
- Diversifier le régime alimentaire et notamment avec des protéines végétales (légumineuses...) avec un objectif de réduire la consommation de protéines animales et de diminuer les flux polluants d'azote au champ.
- Privilégier des produits non transformés pour éviter les sels, sucres, additifs et colorants.

Dans ce cadre d'alimentation durable, sont déclinées des recommandations. Celles-ci sont nutritionnelles mais englobent progressivement d'autres enjeux comme l'environnement (Focus 7).

### Focus 7 : Recommandations nutritionnelles

L'ANSES (2016), l'EFSA (2017) et l'OMS (2018) donnent des recommandations pour des régimes sains d'un point de vue nutritionnel (Tableau 2).

L'ANSES considère que la référence nutritionnelle en protéines des adultes en bonne santé (RNP) est de 0,83 g/kg/j. Il est difficile de définir une limite supérieure de sécurité mais dans l'état actuel des connaissances, des apports entre 0,83 et 2,2 g/kg/j de protéines (soit de 10 à 27 % de l'apport énergétique) peuvent être considérés comme satisfaisants pour un individu adulte de moins de 60 ans. La référence nutritionnelle en protéines chez les personnes âgées est légèrement plus élevée, de l'ordre de 1 g/kg/j, ainsi que chez les femmes enceintes et allaitantes, au moins 70 g/j ou 1,2 g/kg/j.

		Repères nutritionnels
Prise calorique totale (kcal/jour)		2300
Protéines (g/jour)		50
Glucides (kcal/jour)		950-1400
	<i>Dont limite supérieure en sucres (g/jour)</i>	100
Lipides (kcal/jour)		690-920
	<i>Dont rapport conseillé entre oméga 6 et oméga 3</i>	3-8
Fibres (g/jour) – apport satisfaisant vs minimum		30-100
Fruits et légumes (g/jour)		400

Tableau 2 : Recommandations pour des régimes sains (ANSES, 2016, EFSA, 2017 et OMS, 2018)

Au niveau de la viande rouge le PNNS4 recommande de ne pas dépasser 500 g/semaine soit 62.5 g/jour et 150 g/semaine de charcuterie. A noter que ces quantités sont des quantités de brutes et ne sont pas des quantités de protéines.

Dans ces recommandations, l'ANSES précise la contribution des produits animaux aux apports moyens d'énergie, de protéines, de lipides, de calcium et de vitamines D et B12, chez les jeunes et les adultes (Figure 20). Ils représentent une part significative pour les apports en protéines, vitamine D et vitamine B12.

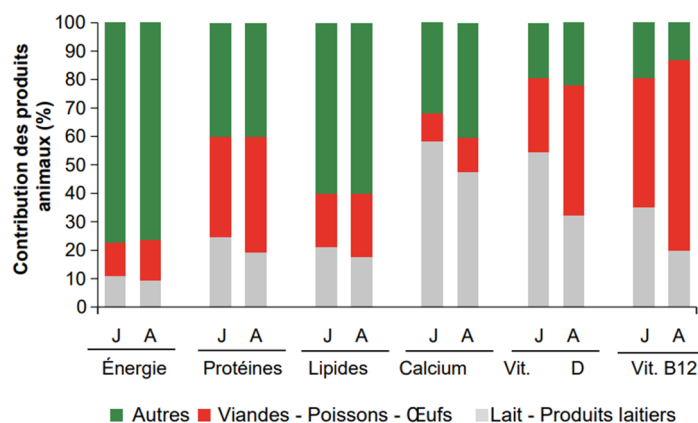


Figure 20 : Contribution des produits animaux aux apports moyens d'énergie, de protéines, de lipides, de calcium et de vitamines D et B12, chez les jeunes (J <18 ans) et les adultes (A) (d'après Anses, 2017)

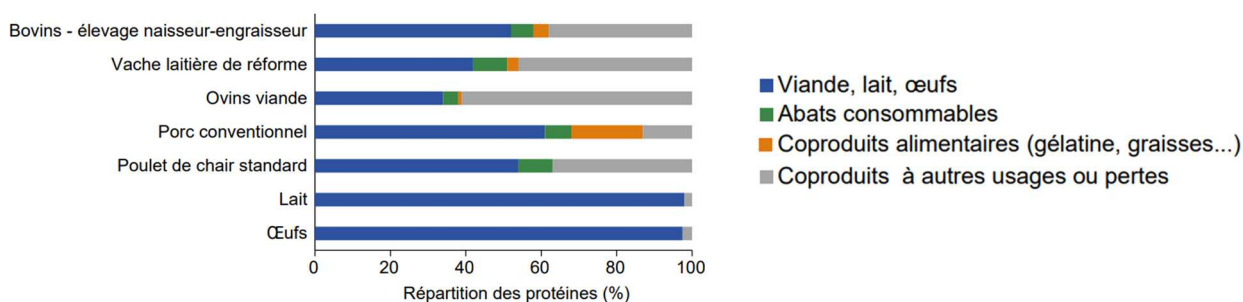


Figure 21 : Répartition des protéines corporelles des animaux, ou de leurs produits, entre les parties consommables ou non (d'après Laise et al., 2017)



Des travaux précisent par ailleurs la part de protéines présente dans les produits d'origine animale (Laisse et al., 2017 ; Figure 21). Elle est de fait très dominante pour des produits comme le lait et les œufs (environ 98 %). A l'échelle des animaux d'élevage, la part valorisable sous forme de viande pour l'alimentation humaine varie entre 35 % et 60 %, et si on considère également les valorisations autres, elle s'échelonne entre 86 % (pour les porcs) et 40 % (pour les ovins).

### **3. Composition et impacts des régimes alimentaires**

#### ***3.1. Régimes alimentaires actuels à différentes échelles***

L'alimentation et les enjeux environnementaux sont fortement corrélés. A l'échelle mondiale, l'alimentation mobilise environ 40 % des terres, représente 70 % de la consommation d'eau douce et est responsable de près de 30 % des GES. Ces émissions de GES sont en partie dues au gaspillage alimentaire, qui représente 24 à 37 % de l'empreinte climatique de l'alimentation mondiale. Le gaspillage des produits d'origine végétale représente 70 % de ces émissions, et ceux d'origine animale 34 % (Descamps *et al.*, 2019).

Au niveau mondial, la prospective Agrimonde considère un régime moyen à environ 2800 kcal par personne par jour avec environ 14 % de produits animaux (Figure 25). En Europe, le régime moyen de 2010 de la prospective TYFA est estimé à environ 2600 kcal par personne et par jour avec près de 25% de produits animaux (Poux et Aubert *al.*, 2022) (Figure 26). Pour la France, Barbier *et al.* (2019) et l'Ademe (2021) évaluent une consommation journalière moyenne par individu à un peu moins de 2500 g avec 48 % d'aliments solides dont près de 33 % de produits d'origine animale (Figure 27). Cette part en quantité de protéines animales est estimée davantage à 25% dans les régimes types du programme Agralid (3% de bœuf, 3 % de volailles, 5.6 % de porc, 2 % de poissons, 1 % d'œufs et 9 % de produits laitiers) (Dourmad, 2019). Exprimée en part de contribution aux apports en protéines, elle s'élève à près de 55 % ; et elle représente environ 16% des apports en énergie (Dourmad, 2019).

Les impacts environnementaux de notre alimentation en France ont été estimés (Coelho *et al.*, 2016 ; Pointereau *et al.*, 2019 ; Barbier *et al.*, 2019) (Figure 24). Pour le changement climatique, les produits animaux expliquent entre 50 % et 78 % de l'impact de notre alimentation suivant les estimations. Les résultats sont très liés aux types de régimes considérés et l'impact changement climatique et la part des produits animaux sont réduits avec des régimes qui réduisent la consommation de produits animaux et notamment de viande (Coelho *et al.*, 2016 ;(Figure 24).

En ce qui concerne les étapes responsables des impacts de notre alimentation, la plus déterminante est l'étape de production agricole des denrées alimentaires pour les impacts changement climatique, acidification, eutrophisation et occupation des sols (Figure 26). Pour l'impact consommation d'énergie non-renouvelable, les étapes suivantes (transformation industrielle, emballage, distribution et cuisson) sont de façon agrégée prépondérante à l'étape de production agricole.

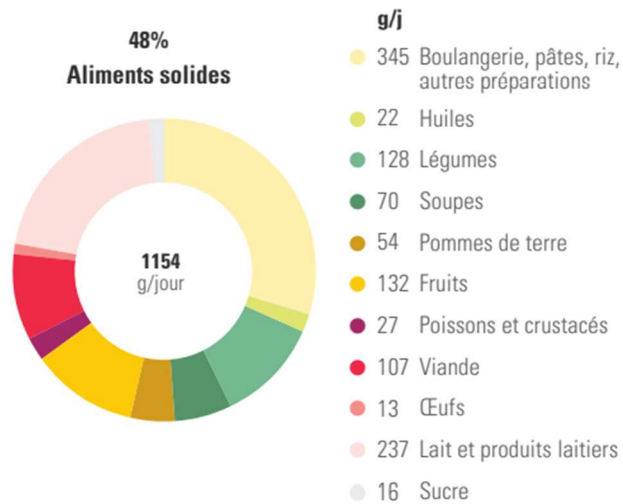


Figure 22 : composition de l'assiette des individus en France (Barbier et al., 2019)

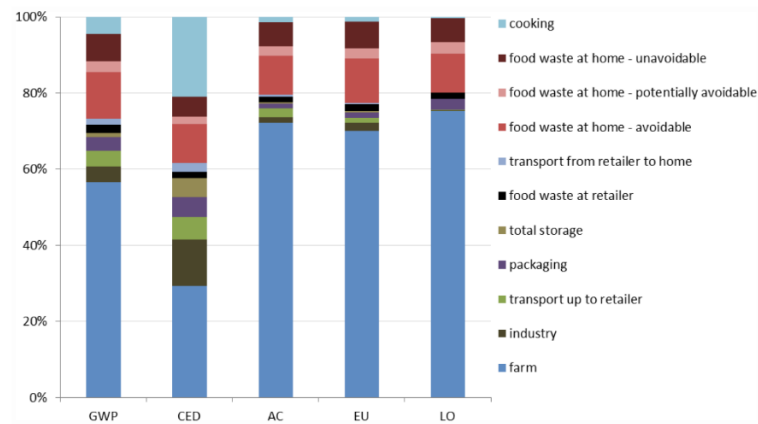


Figure 23 : Part des différentes étapes dans les impacts ACV de notre alimentation en France (Coelho et al., 2006) (GWP : changement climatique ; CED : consommations d'énergie non renouvelable ; AC : acidification ; EU : eutrophisation ; LO : occupation des sols)

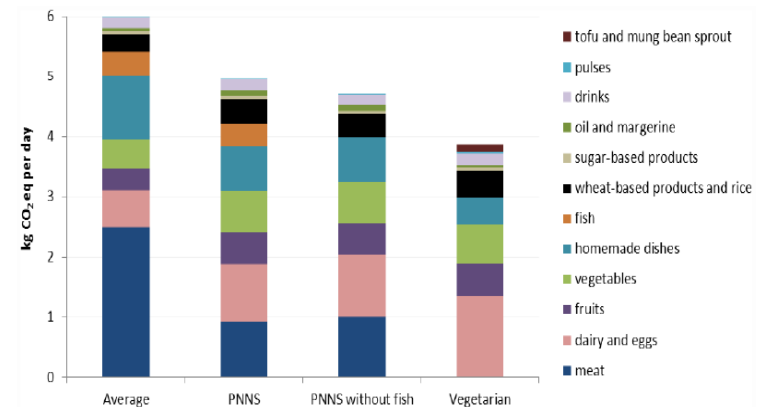
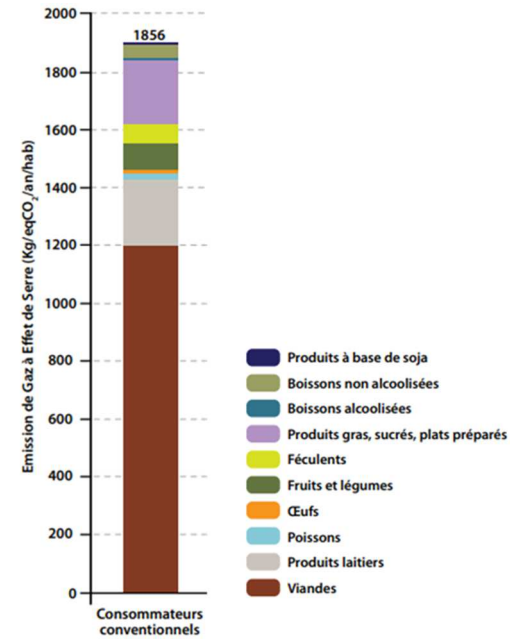


Figure 24 : Part des différents ingrédients dans l'impact GES de l'alimentation des Français (Pointereau et al., 2019 ; Coelho et al., 2016)

### **3.2. Régimes alimentaires prospectifs**

Dans Agrimonde (Dumas, 2022), un régime sain est qualifié par un apport calorique journalier entre 2750 et 3000 kcal par personne et a pour contenu moyen 20 % de produits animaux, 50 % de céréales, 15 % de fruits et légumes, 10 % d'huiles, et 2,5 % sucre (Figure 25) : les régimes des scénarios étudiés diffèrent avec des apports caloriques allant de 2800 à 3100 kcal/personne/j ; la part des produits animaux varie de 12 % à 19 %. Dans la prospective TYFA, le régime compatible avec l'Europe agroécologique est un régime avec un moindre apport calorique (2300 kcal/personne/jour) et une part des produits animaux réduite à 15% (Figure 26). Dans les scénarios alimentaires de l'Ademe (2021) compatibles avec une neutralité carbone en 2050, les apports journaliers sont très contrastés allant de 1750 à 2300 g/personne/j avec des apports en produits animaux représentant entre 11 % et 19 %.

La grande majorité de ces prospectives (Agrimonde 2050, Afterres, 2050, TYFA 2050) et plus largement les travaux de transition énergétique (SNBC 2050, Transition(s) 2050) préconisent une diminution de la consommation des protéines animales (produits carnés et laitiers). En effet, en plus de la diminution du gaspillage alimentaire, l'adoption d'un régime plus pauvre en protéines animales, entraîne une réduction de l'empreinte climat (Descamps *et al.*, 2019). De ce fait, le régime alimentaire apparaît comme un des leviers d'action pour réduire les émissions de GES et les impacts environnementaux plus généralement.

### **Focus 8: perspectives agri-alimentaires et transitions énergétiques**

Etude	Echelle	Méthodologie	Postulats et forçage	Conso. Produits laitiers (%)	Conso viande (%)	Evolution GES (%)
<b>AFTERRES</b>	France	Modélisation (1 scénario + variantes)	Modification des régimes alimentaires et agriculture « raisonnée »	-48%	-49%	-54%
<b>TYFA</b>	Europe	Modélisation (1 scénario)	Modification des régimes alimentaires et « agriculture agroécologique »	-40%	-43% (- 3% pour viande bovine)	-40%
<b>AGRIMONDE</b>	Monde	Modélisation (5 scénarii)	Nourrir le monde	Entre +17% et - 5%	Entre +11% et -22%	?
<b>TRANSITIONS 2050</b>	France	Modélisation (4 scénarii) + Scénarisation objective	Neutralité carbone	S1 : - 70% viande et produits animaux S2 : -50% viande et produits animaux S3 : -30% viande et produits animaux S4 : -10% viande et produits animaux		Entre -6% et -46%
<b>SNBC</b>	France	Scénarisation objective (1 scénario + orientations)	Economie bas-Carbone	Baisse du cheptel bovin lait de 7% avec augmentation du rendement moyen de 20%	Baisse des cheptels bovins, Porcin et ovin de respectivement 15% - 30% et 7% Augmentation de la production avicole de 0,3%	-46%

Ces scénarii se distinguent par leur échelle de réflexion ainsi que par leurs postulats initiaux qui définissent la diminution de la part des protéines animales dans les régimes alimentaires. Les scénarii Afterres et TYFA proposent deux visions contrastées du portrait agricole de demain, qui est au cœur du projet, répondant aux mêmes recommandations nutritionnelles. Les scénarii Agrimonde et Transitions 2050, sont un peu moins centrés sur l'agriculture et proposent respectivement une vision socio-économique plus importante et intègrent l'agriculture comme une composante parmi d'autres. Enfin, le scénario SNBC n'applique que des hypothèses à des tendances observables et vise avant tout une diminution des émissions de carbone et n'intègre l'agriculture que comme une composante sans faire de liens entre terres, régimes alimentaires et pratiques.

Dans ces perspectives, les régimes ayant le plus faible impact environnemental sont ceux réduisant les apports en protéines animales (Solagro, 2019 ; Springmann et al., 2018 ; Descamps et al., 2019). Cependant, les impacts liés à ces évolutions de régimes alimentaires varient en fonction du pays du fait des ajustements nutritionnels et des capacités de productions conditionnant l'importance des importations (Kim et al., 2020).

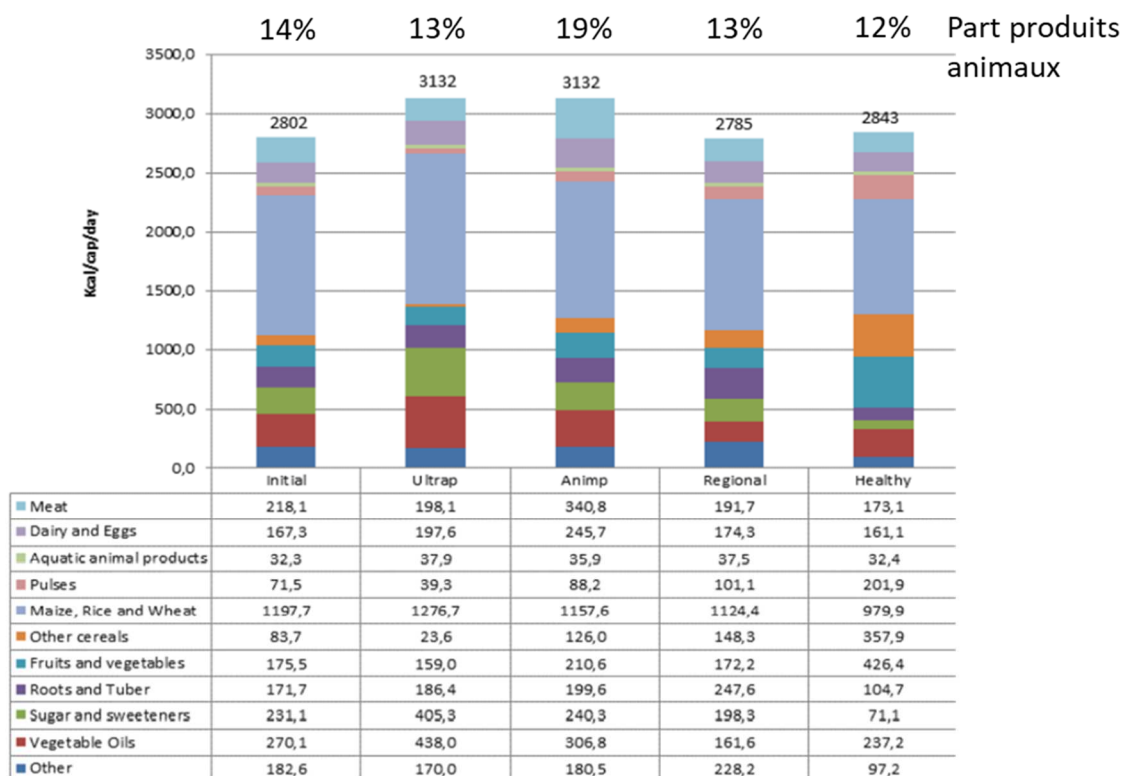


Figure 25 : Régimes alimentaires mondiaux actuels et futurs considérés dans Agrimonde (Dumas 2022 : calculaton from Globagri-AgTdata)

Au-delà de la réduction de la part de protéines animales dans les régimes alimentaires, la question des modes de production est également posée dans ces prospectives. Il apparaît que les régimes alimentaires comportant le plus de « protéines végétales » soient adoptés par des consommateurs « biologiques » (Solagro, 2019 ; BioNutrNet, 2019). Cette relation intime conduit à conclure que les régimes « biologiques » (avec une part plus importante de protéines végétales – 48 % en comparaison des 27 % pour les profils « conventionnels ») sont moins consommateurs de surfaces (-23 %), d'énergie (-26 %), et moins émetteurs de GES (-37 %). Cependant, il apparaît que c'est le régime plus végétal qui marque ces tendances. En effet, si l'on considérait un passage total en « biologique » du régime actuel, l'étude démontre que les impacts seraient sensiblement différents avec une empreinte sol supérieure de 37 %, une consommation d'énergie inférieure de 7 % et enfin des émissions de GES qui présenteraient une légère augmentation de 3 %. Aussi, l'empreinte seule des produits animaux reste relativement stable pour les deux régimes avec une contribution à hauteur de 77 % pour les régimes « conventionnels » et de 73 % pour les régimes « biologiques ». À l'heure actuelle et selon les méthodologies d'évaluation de l'impact environnemental des produits agricoles, la réduction de consommation des protéines animales apparaît comme majeur dans l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de GES et des impacts environnementaux. Cependant, la remise en question de ces méthodes (Voir encart « Focus sur les méthodologies d'évaluation des impacts de l'élevage ») pourrait venir conforter l'intérêt des modes d'élevage biologique (et également extensif) dans les régimes alimentaires de par leurs effets favorables sur la biodiversité ou encore la séquestration du carbone (mais également leur moindre usage d'intrants).

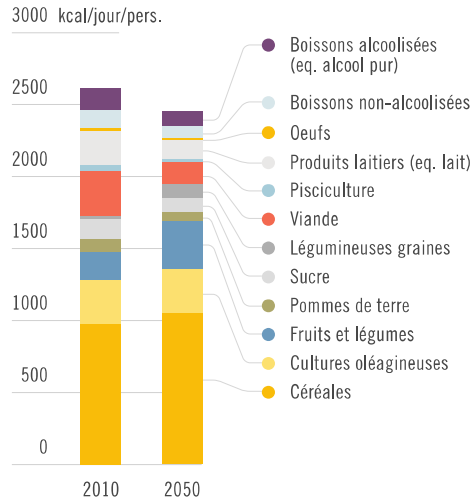


Figure 26 : Régimes alimentaires européens actuel et futur considéré dans TYFA (Poux et Aubert, 2022)

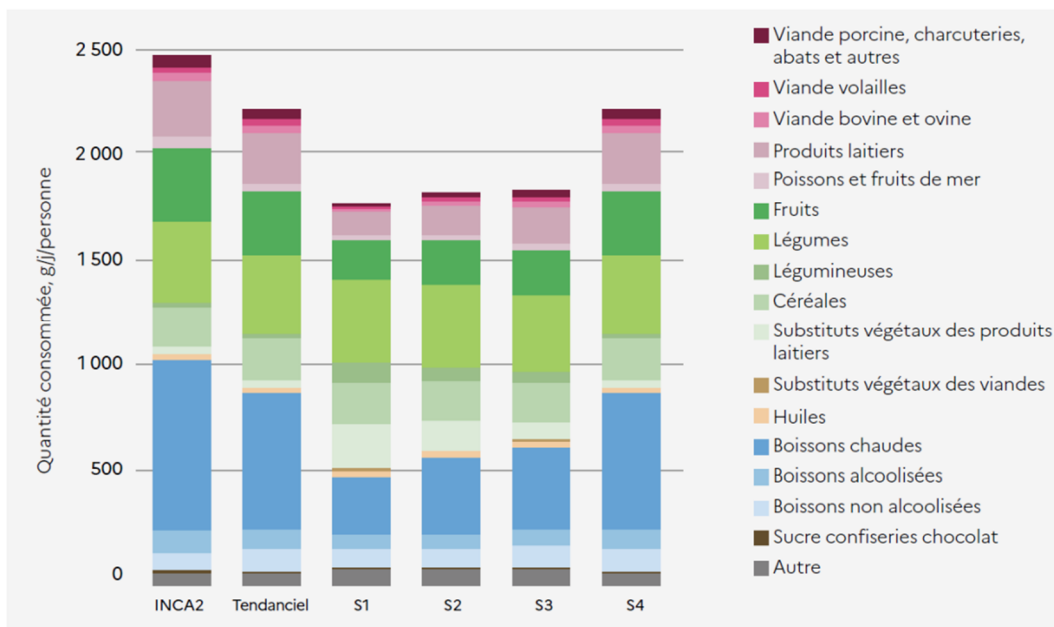


Figure 27 : Assiettes France dans la prospective Ademe 2050 (Ademe, 2021)

Au niveau mondial, la prise en compte des enjeux environnementaux peut contraindre davantage le régime alimentaire comme le montrent les travaux de Eat-Lancet (Figure 28). Dans l'assiette durable communiquée à l'issue du projet (Figure 28), il y a une réduction bien plus drastique des produits animaux en comparaison aux autres prospectives préalablement citées. Il est à noter que ce régime proposé ne prend en compte que le levier sur les changements alimentaires et n'active pas le levier sur les modes de production et la réduction du gaspillage. Ce régime est également la version la plus sévère concernant les produits animaux, car l'étude proposait une fourchette de variation plus large (Tableau 3).



Figure 28 : Assiette durable de Eat-Lancet (d'après Willet et al., 2019)

Ingrédients		Régimes de référence avec variabilité possible (g/jour)
Céréales		232
Tubercules, féculents		50 (0 à 100)
Légumes		300 (200 à 600)
Fruits		200 (100 à 300)
Produits laitiers		250 (0 à 500)
Sources de protéines	Bœuf, agneau, porc	14 (0 à 28)
	Poulet et autres volailles	29 (0 à 58)
	Œufs	13 (0 à 25)
	Poisson	28 (0 à 100)
	Haricots secs, lentilles, pois	75 (0 à 100)
	Noix	50 (0 à 75)
Graisses ajoutées	Huiles insaturées	40 (20 à 80)
	Huiles saturées	11.8 (0 à 11.8)
Sucres ajoutés		31 (0 à 31)

Tableau 3: Recommandations de EAT Lancet pour de régimes sains et durables pour la planète (Willet et al., 2019)

#### 4. Méthodologies pour identifier des régimes durables

Darmon (2021) définit plusieurs voies d'amélioration environnementales des régimes alimentaires :

Une première approche réalise des réductions des aliments ayant le plus d'impact comme les produits animaux. Ce type d'approche a pu conduire à des augmentations d'impacts du fait de la substitution opérée qui va remplacer la viande par des ingrédients moins impactant, mais en plus grande quantité ce qui annule le bénéfice voire augmente les impacts (Figure 29).

## → Réduction de la viande : scénario le plus fréquemment étudié

(Vieux et al, Ecol, Econ 2012)

N=1918 adultes (INCA2)	Quantité (g/j)	Energie (kcal/d)	EGES	
			g CO <sub>2</sub> eq/j	Variation vs Observé
<b>Observé</b>	2685	2035	4090	-
<b>Réduction de la viande* sans remplacement</b>	-46	-133	3602	<b>-12%</b>
<b>Réduction et remplacement iso-calorique:</b>				
avec fruits et légumes	426	-	4203	<b>+2.7%</b>
avec lait et produits laitiers	191	-	3943	<b>-3.5%</b>
avec un mélange de différentes catégories	139	-	3789	<b>-7.2%</b>

\* Réduction de toutes les viandes excepté la volaille

- Sans remplacement : 133 kcal en moins => EGES baissent de 12%
- Avec remplacement: - avec pdts laitiers => EGES baissent de 3.5%
- avec F&V => EGES **augmentent** de 2.7%

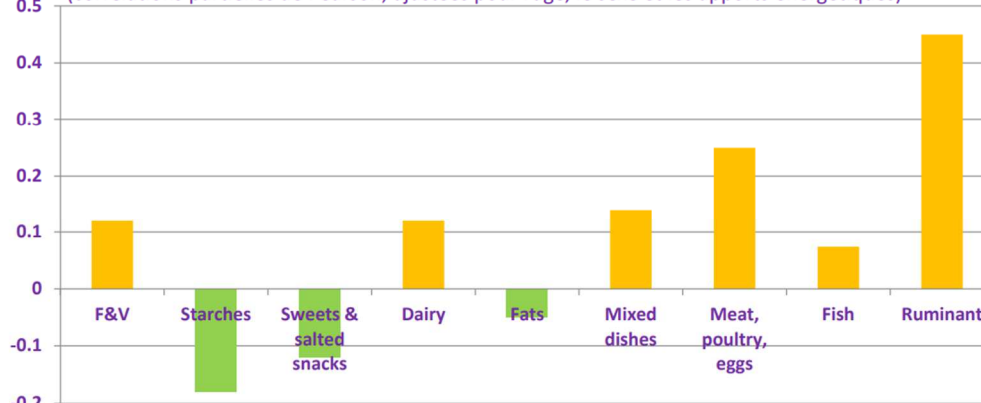
Figure 29 : Exemple de travaux visant à réduire les impacts environnementaux de régimes alimentaires en réduisant la viande sans et avec remplacement (Darmon, 2021)

Une deuxième approche vise à étudier des régimes existants et à évaluer leurs impacts environnementaux. L'objectif est ensuite de trouver parmi ces régimes, les moins impactant. À l'échelle de l'Europe Vieux et al. (2020) identifie un régime avec un impact carbone réduit de 20 % caractérisé par une diminution du ratio Animal/végétal avec moins de boissons (chaudes, alcoolisées et sucrées). La diète contient par jour 1kg de produits végétaux (400 g de fruits et légumes, 100 g de fruits et 500 g d'autres produits végétaux) et 400 g de produits animaux (100 g œuf/viande/poisson, 50g plats mixtes et 250 g de produits laitiers). Sur la base de l'analyse de régimes existants, des corrélations peuvent être trouvées entre des ingrédients et des impacts environnementaux (Figure 30).

(Vieux et al, Am J Clin Nutr 2013)

## Corrélations entre EGES et consommations alimentaires

(corrélations partielles de Pearson, ajustées pour l'âge, le sexe et les apports énergétiques)



- Viande de ruminants : association positive et forte avec les EGES
- Produits laitiers : association positive mais faible
- F&L : association faible MAIS *positive*
- Féculents, produits sucrés ou salés, graisses ajoutées : association *négative*

Figure 30 : Corrélation entre des consommations alimentaires et des impacts de changement climatique de régimes (Darmon, 2021)

Une dernière approche est d'intégrer dans une formulation de régime, différents aspects pour permettre conjointement de prendre en compte les aspects nutritionnels et les impacts environnementaux (Gazan et al., 2018 dans Darmon, 2021). Dans cette approche, les aliments sont formulés avec une optimisation mathématique sous contrainte de durabilité avec une approche multicritère. Le travail part d'une diète observée et demande à une fonction d'objectif de minimiser l'écart avec cette diète en respectant comme contraintes d'avoir des régimes iso-énergétiques, respectant toutes les contraintes nutritionnelles, sans



augmentation de coût, en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (Figure 31).

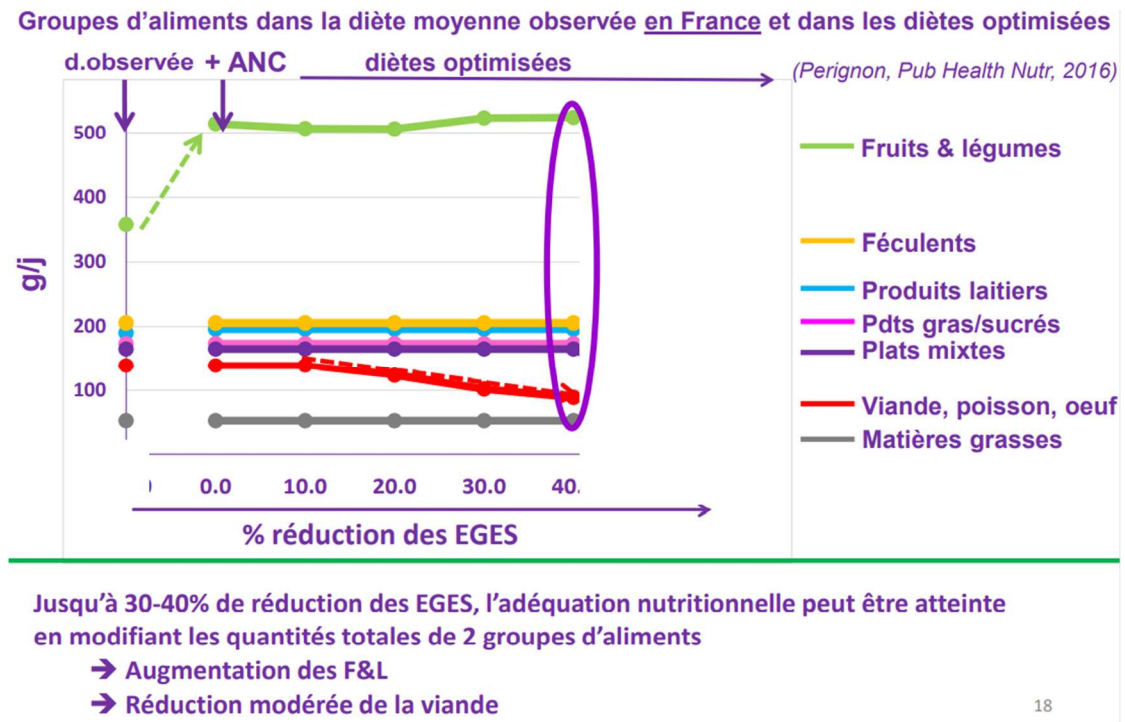


Figure 31 : Optimisation multicritère sous contraintes d'éco-régimes (Perignon, 2016 dans Darmon, 2021)

## 5. Synthèse : Acquis, manques et besoins sur les régimes alimentaires

Au regard des références et projets revus dans cette synthèse, et à la lumière des contributions expertes d'acteurs des filières, un certain nombre de constats ressortent quant aux notions acquises et à certains manques identifiés. Ces constats font émerger des perspectives de recherche permettant de fournir des informations clés nécessaires à la bonne perception des attentes et des compromis socialement acceptables en termes de régimes alimentaires. En effet, paramètre d'ajustement dans les prospectives, les régimes alimentaires conditionnent pour partie les besoins en production et orientent de ce fait les stratégies d'évolution des filières.

Notions acquises	Manques identifiés	Perspectives et contributions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consensus sur un état global de surconsommation de protéines en France</li> <li>• Une convergence vers la notion de durabilité en lien avec une moindre consommation de produits carnés</li> <li>• Observation d'une diversification des régimes alimentaires</li> <li>• Observation d'une diversification des produits consommés</li> <li>• Importance de la prise en compte et du respect des besoins nutritionnels</li> <li>• Importance de la prise en compte de l'acceptabilité sociale des régimes alimentaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas toujours de liens entre régimes et modes de production associés dans les prospectives</li> <li>• L'acceptabilité sociale des régimes et leur comparaison ne se font pas systématiquement sur des bases iso-caloriques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Référentiel sur les recommandations nutritionnelles</li> <li>• Méthodologie pour l'établissement d'éco-régimes avec des formulations multi-objectives sur une base iso-calorique</li> <li>• Lien entre qualité nutritionnelle des éco-régimes et émissions de GES</li> </ul>

Tableau 4: Tableau synthétique du bilan de la revue sur les régimes alimentaires

### III. LES TERRITOIRES

La perception de l'agriculture et de son rôle au niveau des territoires a évolué depuis les années 50, où les objectifs du secteur agricole étaient avant tout portés sur l'autosuffisance alimentaire, puis sur une « vocation exportatrice » et donc sur l'augmentation de la productivité (Mollard, 2003). Ce modèle de production, favorisé par les lois d'orientation agricoles des années 60 et les PAC successives a fortement contribué à restructurer les exploitations agricoles et l'espace rural.

Outre ces fournitures de services de production, des attentes s'expriment désormais sur la vocation « environnementale et sociale » de l'agriculture, à travers des fonctions « économiques, sociales, spatiales et environnementales ». La tendance observée est à la réappropriation de la question alimentaire et à la territorialisation des politiques publiques alimentaires et agricoles (Chiffolleau et Prévost, 2012 ; Bognon et Marty, 2015 ; Bouré, 2017). Elle inscrit l'élevage dans une démarche de transition impliquant le rôle d'acteurs et de réseaux débordant le seul système agricole. Cette vocation récente s'accompagne de préoccupations en lien avec l'interdépendance des activités à différentes échelles spatiales, depuis les exploitations agricoles jusqu'aux autres activités économiques et sociales d'un territoire formant ainsi le système agri-alimentaire tel que défini par Lamine (2012) comme un système socio-technique englobant « les agriculteurs, le conseil, la recherche, les acteurs de l'amont et de l'aval des filières, les politiques publiques et les instances de régulations, les consommateurs et la société civile » pouvant se rapprocher de la notion du territoire.

En effet, le territoire ou la notion de territorialité, pourraient se définir ici comme le lieu de production, d'échanges et de consommation des produits, un espace socio-économique vécu et « produit » par ses habitants. Le rapport au territoire pour l'agriculture, en général, et pour l'élevage, en particulier, reste primordial. Si l'agriculture moderne tend à rendre secondaire la « servitude de la terre », la localisation de la terre par rapport aux marchés et ses qualités agro-écologiques intrinsèques peuvent encore déterminer le dynamisme de l'agriculture d'un territoire donné (Boulaine, 1992). Les élevages ont ainsi un important potentiel d'interaction avec les territoires dans une logique de bioéconomie et de circularité des flux (Figure 32) par une facilitation ou potentialité de bouclage des cycles et des flux de matière. Par ailleurs, il est également nécessaire de prendre en compte la dynamique sociale et économique que l'élevage soutient à l'échelle d'un territoire en termes de création d'emplois directs (éleveurs) et indirects (conseiller, chercheur, agro-alimentaire, etc.) (Lang et al., 2015).

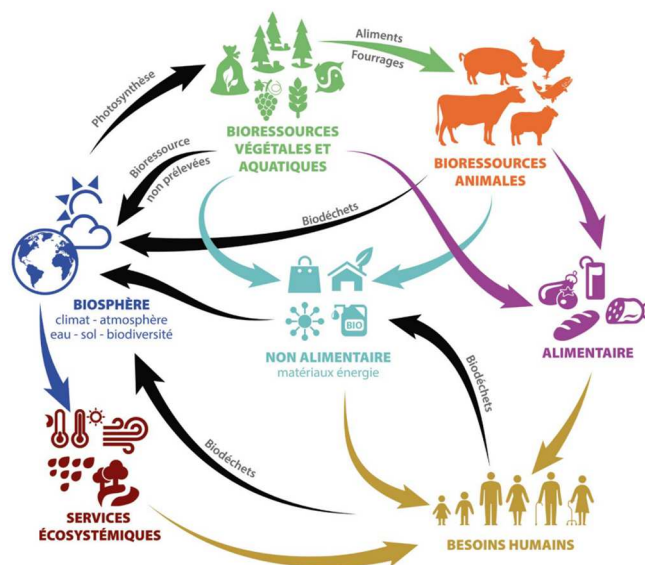


Figure 32 : Schéma de la bioéconomie avec représentation de l'élevage (Dourmad et al., 2019)

Dès lors, les capacités intrinsèques d'un territoire impactent fortement la durabilité du système de production eu égard aux contraintes économiques, sociales et environnementales qui s'y rattachent, telles que la disponibilité en terres, en nutriment, la capacité d'absorption des déchets par l'environnement et la capacité à préserver la biodiversité, ou encore les coûts de production et la pérennité de l'identité au territoire (Mollard, 2003 ; Dourmad et al., 2019).

### 1. Occupation des sols et contraintes foncières

La terre, par son caractère non-extensible, reste un paramètre majeur dans les stratégies possibles d'évolution des agricultures. D'autant plus dans un contexte où la population présente une projection de croissance démographique positive continue au niveau mondial jusqu'en 2100 (avec une population mondiale pouvant atteindre entre 8,8 et 10,4 milliards d'habitants (Lancet, 2020 ; World population prospects, 2022)). Une croissance de la population est également annoncée pour la France avec a minima 700 000 habitants de plus en 2044 (Insee, 2021 et reporté dans Toulemon et al., 2022). Cela pose la question de la gestion du foncier pour faire face à cette croissance démographique. C'est le cas de l'augmentation de l'artificialisation des sols (en France, baisse de la surface agricole de 73 000 ha/an entre 1989-2017) marquant une concurrence des surfaces utilisées pour nourrir la population, produire des vêtements, de l'énergie et des matériaux, etc... Ainsi, Solagro (2019) évalue en France une surface agricole disponible par habitant de 8 300 m<sup>2</sup>/hab en 1930, de 4 439 m<sup>2</sup>/hab en 2017 et estimé cette dernière à 3800 m<sup>2</sup>/hab en 2050.

Sur les 55 millions d'hectares que compte le territoire français, environ 29 millions sont occupés par des activités agricoles (Figure 33). Il ressort également qu'environ 2 % du territoire est constitué de sols sans affectation réelle. Ces surfaces pourraient dès lors, si besoin, et selon leurs caractéristiques intrinsèques et localisation être mobilisées soit à des fins de productions agricoles soit à des fins de compensation/atténuation des effets du changement climatique.

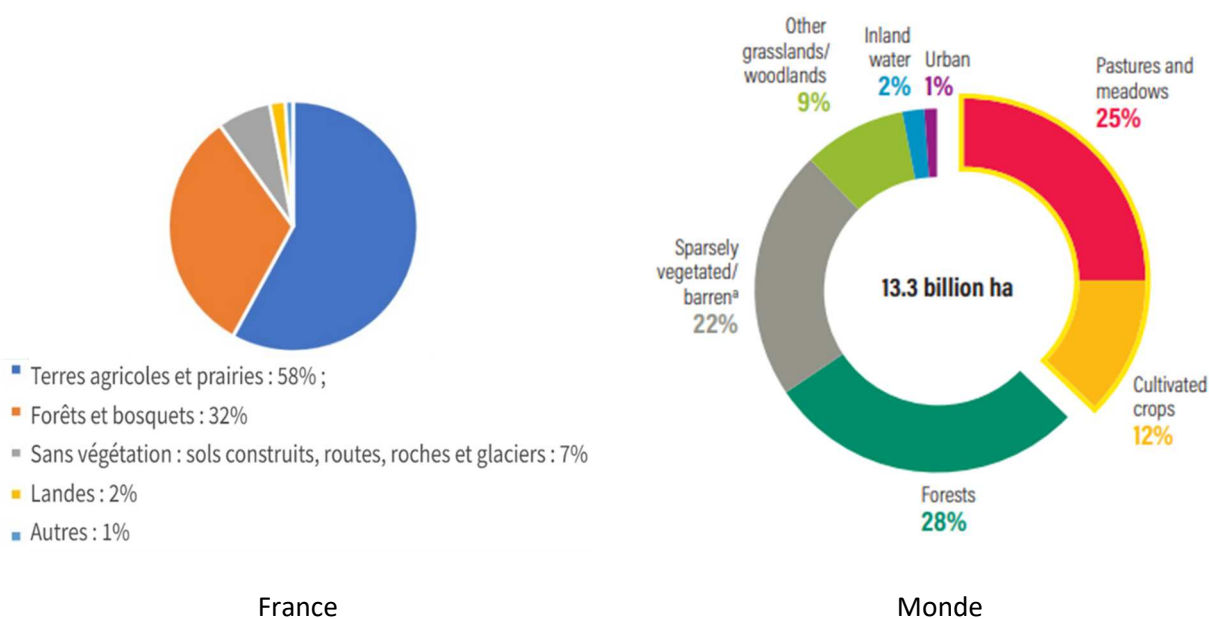


Figure 33 : Occupation des sols en France (IGN et Agreste 2020/2021) et dans le monde (Agrimonde-Terra)

Concernant l'évolution de l'occupation des sols agricoles, le dernier rapport « Panorama de la quantification de l'évolution nationale des surfaces agricoles (MAAF, 2014), sur la base des sources Agreste Teruti-Lucas, ce sont en moyenne 73 000 ha d'espaces agricoles qui auraient disparus chaque année, sur la période 2000-2010 et 42 000 ha/an sur la période 2010-2012. Ces hectares rejoignent la catégorie « surfaces urbanisées ... » qui représente en 2020 7 % de la surface en France (Figure 33). Au niveau mondial, 37 % de la surface (en excluant l'antarctique) est utilisée pour produire notre alimentation (Figure 33). Pour arriver à cela, l'agriculture mondiale a défriché ou converti 70 % des terres herbeuses, 50 % de la savane, 45 % de forêts de feuillus tempérées et 27 % des forêts tropicales.

L'occupation des sols, par le biais de la notion de paysage et l'aménagement du foncier, constitue une clé d'entrée intéressante pour porter une réflexion sur le devenir de l'élevage au sein des territoires. En lien à cette affectation des usages des sols, chaque région, chaque commune possède des atouts et des contraintes naturelles et humaines. Deux textes importants précisent les modalités d'aménagement de l'espace. Avec la loi sur le développement des territoires ruraux (Loi DTR, 2005), les objectifs de l'aménagement foncier évoluent et concernent simultanément la réorganisation du parcellaire au service de la production agricole, la bonne gestion de l'environnement, et l'aménagement du territoire. Par ailleurs, la ratification par la France de la Convention européenne du paysage (2000) contribue au développement de l'approche paysagère comme levier d'optimisation de la gestion de l'espace de production agricole, énergétique et environnementale en harmonisant les actions en faveur d'une logique de développement durable. Ces approches et notions sont fondamentales pour réfléchir à une organisation de chaque territoire qui permette une expression maximale de ses potentiels.

## 2. Services écosystémiques

Une diminution de l'impact environnemental par l'augmentation de la productivité est limitée tant par sa faisabilité d'après Hedenus et al. (2014) que par son acceptabilité d'après Delanoue et Roguet (2015). L'intensification des systèmes n'est pas jugée envisageable dans ce contexte, la valorisation des systèmes d'élevage ne doit pas être tournée uniquement vers la recherche de productivité supplémentaire mais vers une meilleure appréhension de la multifonctionnalité de ces derniers.

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	Gaspillage 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 34 : Domaine et critères à considérer pour évaluer les services positifs et négatifs rendus par l'élevage (Dumont et al., 2016)

Si la fonction première de l'élevage est l'approvisionnement alimentaire, dans les pays industrialisés, ces systèmes sont de plus en plus qualifiés pour les bienfaits environnementaux qu'ils procurent sur des aspects environnementaux (régulation de l'eau, fertilité des sols ou encore de régulation climatique - Herrero et al., 2015 ; Dollé et Gac, 2016), socio-économiques (Lamine, 2012 ; Mollard, 2003) et sanitaires (Willett et al., 2019 ; Dumont et al., 2019 ; Carton et Fichet, 2020), et dont la capacité de fourniture dépend à la fois de leur gestion et du contexte pédoclimatique local (Garnett et al., 2017 ; Fossey et al., 2020). Ces services rendus sont dénommés services écosystémiques (SE). Dumont et al. (2016) proposent une grille d'indicateurs d'évaluation des services rendus par l'élevage (Figure 34).

Grace à la mise en œuvre de cette grille, les services rendus par les élevages à l'échelle territoriale ont été mis en évidence par Dumont et al. (2019). Six types de zones d'élevage européennes ont été caractérisés par des ensembles contrastés de services et d'impacts en utilisant deux facteurs clés (la densité du bétail et la proportion de prairies permanentes dans la zone agricole utilisée) (Figure 35). Ces différents services se rapportent à la notion de multifonctionnalité et répondent ainsi à l'idée précédemment énoncée que l'activité agricole assure simultanément des « fonctions économiques, sociales, spatiales et environnementales ».

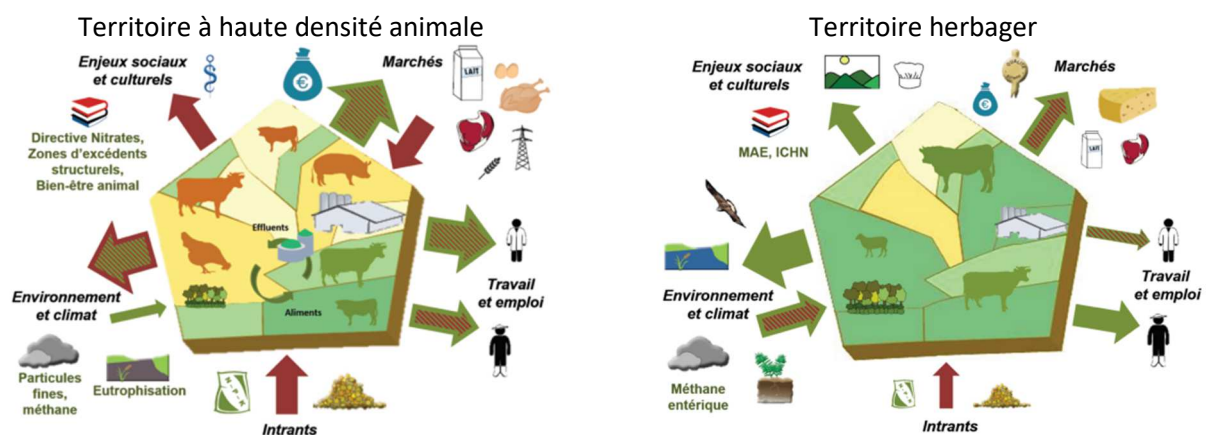


Figure 35 : Formalisation des services écosystémiques rendus par les élevages à l'échelle des territoires (Dumont et al., 2019)

Concurrence de fonctions ou rôles : la cartographie des services écosystémiques du paysage à l'échelle européenne révèle un compromis fréquent entre la production animale d'un côté et la régulation et les services culturels de l'autre (Dumont et al., 2019).

### 3. Production et utilisation de biomasses

En France, la production agricole a doublé entre 1960 et 2010 tandis que la surface agricole a diminué de 10 % (Figure 36). À l'échelle mondiale, sur ce même intervalle, le rendement du riz augmente de 126 % et les surfaces cultivées de 41 %. Cela monte respectivement à 174 % et 55 % pour le maïs. Cette période de mutation radicale d'un certain type d'agriculture porte le nom de révolution verte. Le système alimentaire industrialisé que l'on connaît aujourd'hui est le résultat de cette révolution. Cette révolution a été possible grâce à, une augmentation de rendements (irrigation, utilisation d'engrais minéraux, sélection de variétés à hauts rendements et développement de produits phytosanitaires), et une productivité démultipliée par le machinisme agricole.

Cette biomasse agricole présente donc un potentiel de ressource multifonctionnelle pouvant être considérée comme source alimentaire, de matériaux renouvelables (fertilisants et matériaux divers) et énergétique. Cette hiérarchisation des usages des biomasses est proposée dans les critères de durabilité de la *Stratégie*





nécessaire de les articuler au regard des enjeux environnementaux mais également socio-économiques.

	Exemple de ressource	Usages possibles
<b>Cultures alimentaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Céréales</li> <li>• Oléagineux</li> <li>• Protéagineux</li> <li>• Cultures industrielles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentation humaine</li> <li>• Alimentation animale</li> <li>• Biocarburants/méthanisation</li> </ul>
<b>Résidus de cultures</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pailles</li> <li>• Fanes de betteraves</li> <li>• Cannes de maïs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retour au sol</li> <li>• Litière animale/paillage</li> <li>• Biomatériaux</li> <li>• Combustion/méthanisation/biocarburants</li> </ul>
<b>Effluents d'élevage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fumier/lisier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amendements et engrais organiques</li> <li>• Méthanisation</li> </ul>
<b>Cultures intermédiaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorgho</li> <li>• Orge</li> <li>• Avoine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usages agronomiques (sols)</li> <li>• Alimentation animale</li> <li>• Méthanisation/combustion/biocarburants</li> </ul>
<b>Cultures dédiées pérennes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miscanthus</li> <li>• Taillis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usages agronomiques (sols)</li> <li>• Biomatériaux</li> <li>• Combustion/biocarburants</li> </ul>
<b>Plantes à fibres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lin</li> <li>• Chanvre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomatériaux</li> <li>• Litière animale/paillage</li> </ul>
<b>Résidus de vignes et vergers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bois d'entretien (taille)</li> <li>• Sarments &amp; ceps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retour au sol</li> <li>• Combustion/biocarburants/méthanisation</li> </ul>
<b>Issues de silos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Issues de stockage de grains (blé, maïs...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentation animale</li> <li>• Compost</li> <li>• Méthanisation/combustion</li> </ul>
<b>Plantes à parfum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavande/lavandin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usages agronomiques (sols)</li> <li>• Combustion</li> </ul>
<b>Surplus d'herbes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herbes de prairies</li> <li>• Surfaces toujours en herbe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retour au sol</li> <li>• Méthanisation</li> </ul>
<b>Agroforesterie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haies et alignements d'arbres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usages agronomiques (sols)</li> <li>• Combustion/méthanisation/biocarburants</li> </ul>

Figure 38 : Catégories et usages des biomasses agricoles (France stratégie - Mourjane et Fosse, 2021)

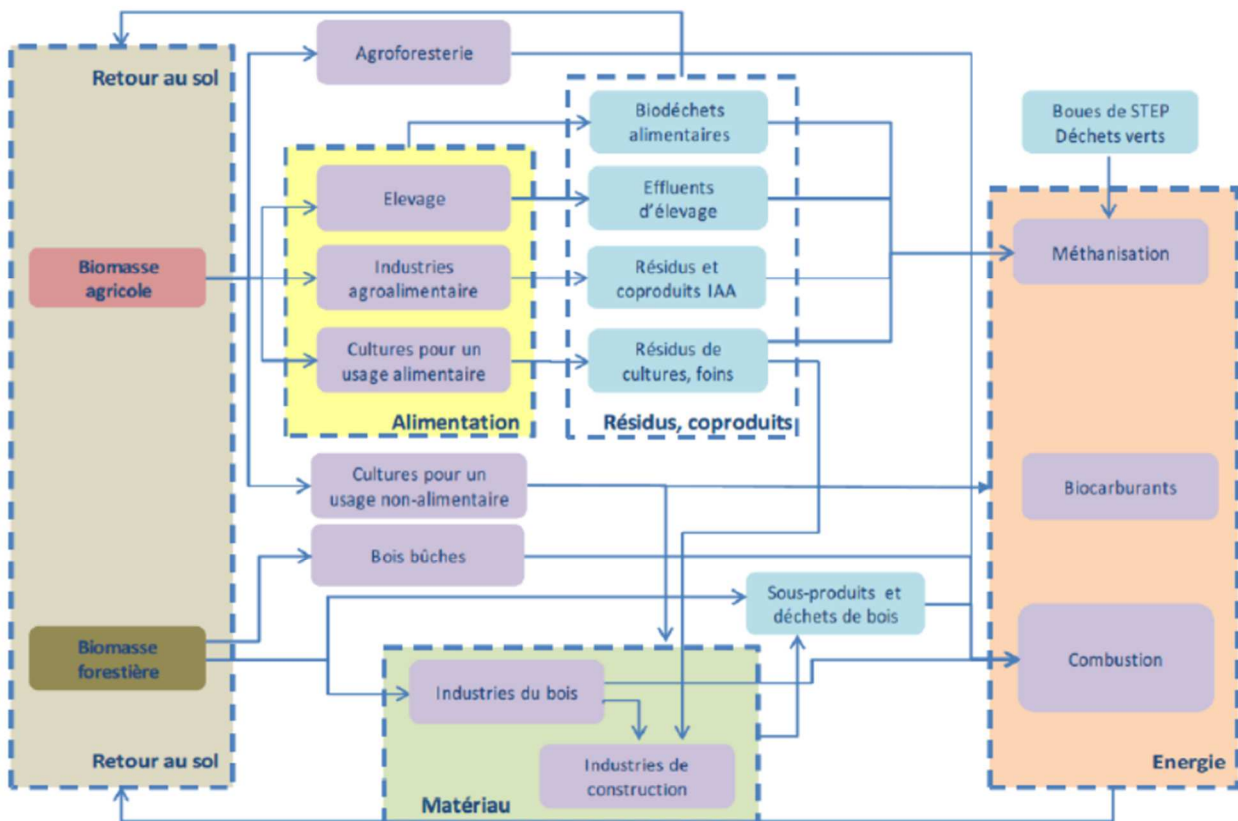


Figure 39 : Flux de biomasses à l'échelle d'un territoire (SNMB, 2017)

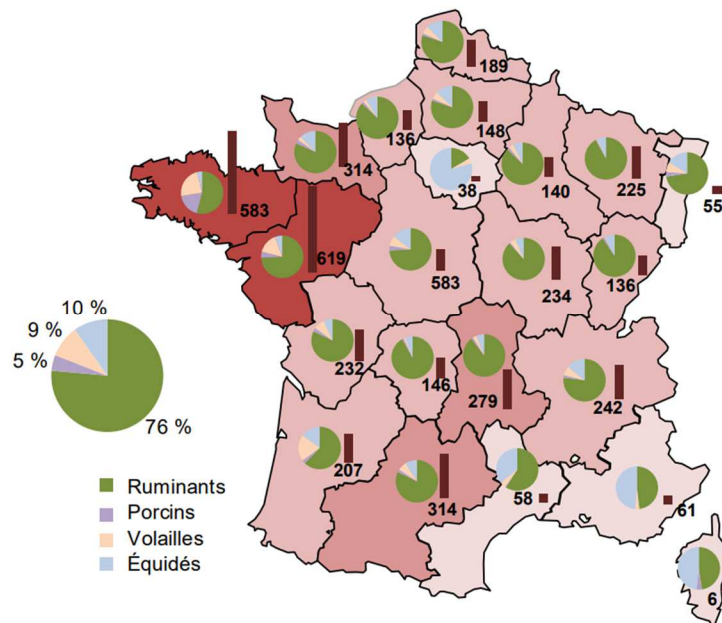


Figure 40 : Répartition du potentiel de production de biométhane (barres verticales, millions Nm3 CH4 ) des effluents d'élevages selon les régions et les espèces animales (d'après ELBA<sup>6</sup>, 2018)

#### 4. Complémentarité des systèmes de production et économie circulaire

A l'échelle des exploitations, les productions végétales sont souvent présentées comme complémentaires aux productions animales du fait de leur utilisation pour nourrir les animaux et pour valoriser les effluents d'élevage. Plus globalement, une logique d'économie circulaire s'appuie sur cette complémentarité entre les filières animales et végétales à l'échelle des territoires. Ces interactions directes (pâturage d'intercultures, rotations avec prairies temporaires...) et indirectes (épandage d'effluents, affouragement en vert) entre ces ateliers de production d'une même exploitation ou d'exploitations différentes amènent une autonomie locale en intrants, une valorisation de la biomasse et le bouclage des cycles biogéochimiques. Aux échelles exploitations, une quantification de cette complémentarité a été effectuée (NiCC'EI, RMT SPICEE. IDELE, 2020-2023) indiquant de moindres charges opérationnelles, une efficacité économique supérieure ainsi qu'un bilan N moins excédentaire assorti d'une moindre consommation de pesticides et de fioul.

Au-delà, du meilleur bouclage des cycles biogéochimiques et de l'économie d'usage des ressources par une complémentarité directe des pratiques de production (élevages/cultures), l'optimisation du recyclage des Produits Résiduels Organiques (PRO) ou Matière Fertilisantes d'Origine Résiduelles (MAFOR), comme levier de la durabilité des systèmes de production agricole dans un territoire, contribuent aux services écosystémiques rendus par les sols agricoles (projet PROTERR, 2018-2021) et permet la prise en compte de tous les acteurs concernés. En effet, outre l'encouragement à l'usage de ces matières pour le potentiel d'amélioration de la qualité des sols (apports d'éléments nutritifs), le recyclage de ces matières d'origines urbaines et industrielles permet d'abaisser les coûts de traitement (Ademe, 2016 ; Jarousseau et al., 2016).

<sup>6</sup> outil d'évaluation de la biomasse agricole en France - Le projet ELBA (EvaLuation de la Biomasse Agricole), réalisé par le GIE GAO (ARVALIS/Terres Univia/Terres Inovia) (coordinateur) et les Instituts Techniques Animaux (Ifip, Idele et Itavi), a produit un outil partagé d'évaluation et de représentation géographique des ressources en biomasse agricole en France : résidus de grandes cultures, cultures dédiées, effluents des élevages de porcs, ruminants, volailles et chevaux



Ces considérations contraignent ainsi l'ensemble des acteurs à organiser les filières de valorisation afin d'en optimiser les flux en maximisant les bénéfices et minimisant les effets négatifs (Figure 41). En termes de chiffres, ces PRO sont principalement représentés par les fumiers et lisiers de bovins (57,4 % et 15 % respectivement), puis par les lisiers et fumiers de porcs (11,7 % et 3,2 % respectivement) et enfin les effluents issus des volailles (2,5 %). Les PRO issus des sphères urbaine et industrielle ne représentent alors que 6,1 % (Cordier, 2020).

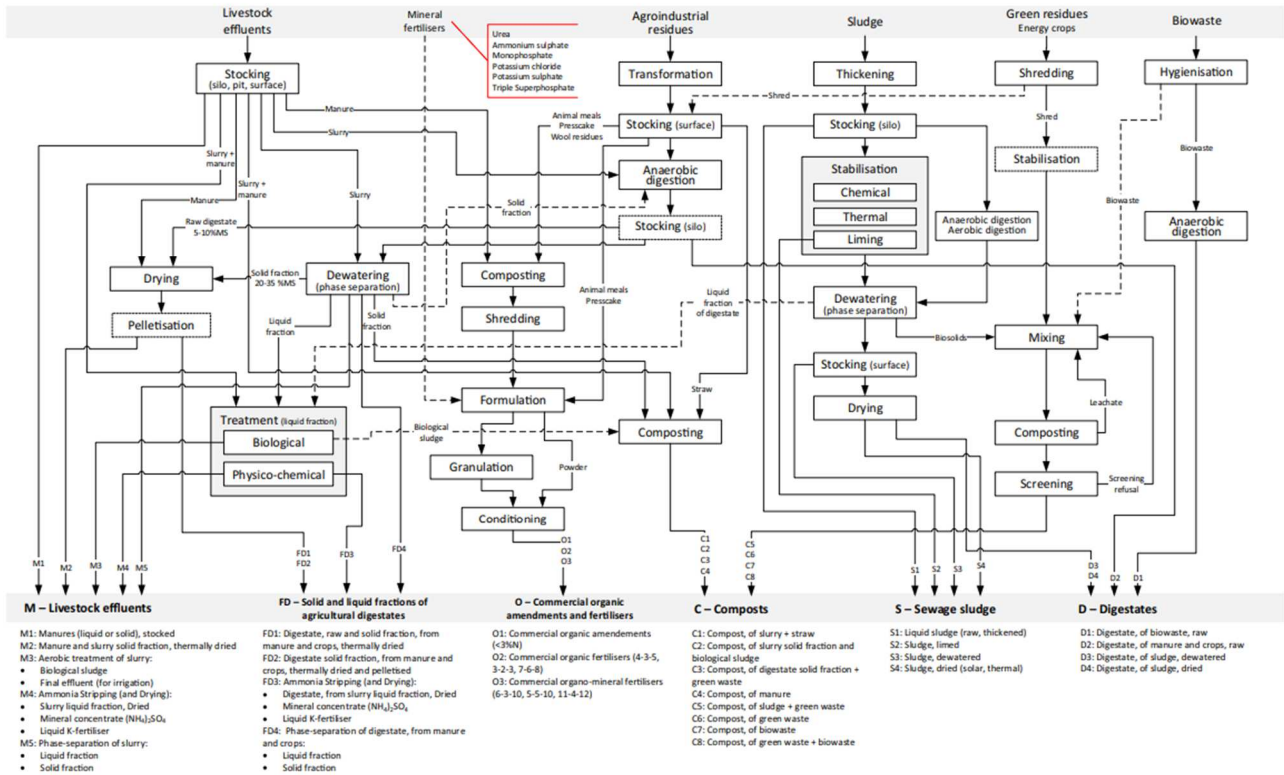


Figure 41 : Modalités de gestion des PRO (Avadi, 2019)

En France, 25 % de l'azote, 54 % du phosphore et 71 % de la potasse épandus proviennent des PRO (Houot et al., 2014). Ces intérêts agronomiques en termes de fertilisation, mais également en termes d'amendement varient selon les différentes typologies de PRO (Figure 42). Le constat de la croissance démographique (Insee, 2021 et reporté dans Toulemon et al., 2022) implique deux phénomènes à venir : une augmentation de la production de déchets et une augmentation en demande de produits agricoles (Joncoux, 2013). Ce recyclage des PRO par les sols agricoles pourrait jouer un rôle de plus en plus important et s'inscrit dans la notion d'économie circulaire.

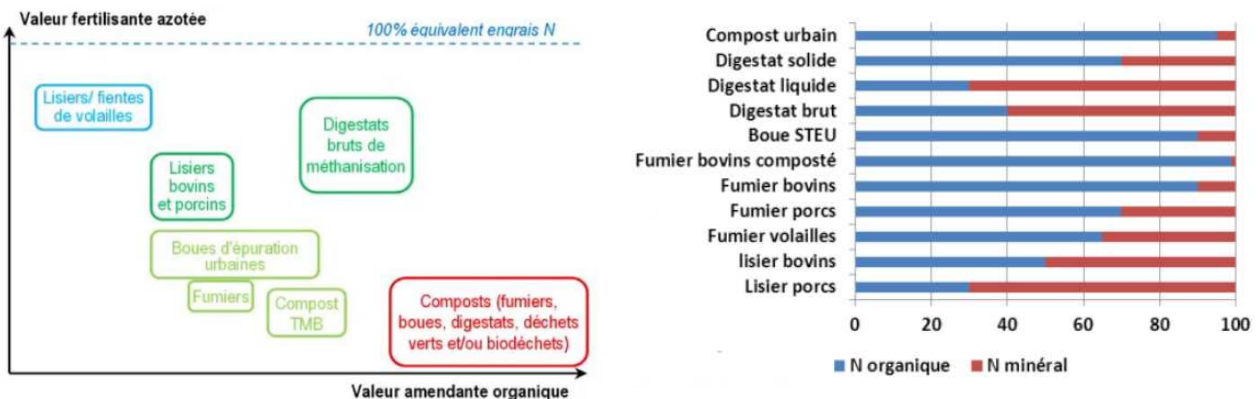


Figure 42 : Valeurs fertilisantes et amendaires des PRO (gauche) et proportion de N organique et minéral (droite) (source : Colloque de restitution des conclusions de l'expertise scientifique collective (ESCO, 2014))

La mise en place d'une économie circulaire est possible entre différentes activités d'un territoire, entre des activités au sein de différentes exploitations ou d'un même élevage. Le remplacement de la litière en paille par des plaquettes de bois permet une complémentarité entre filières bois et ovine, selon un itinéraire technique de gestion durable (CLIMAGROF, Sagot et Manier, 2019). De la même façon, une économie circulaire entre culture et élevage à l'échelle territoriale amène une efficacité et une économie des ressources peu ou pas renouvelables tout en assurant une gestion de ces dernières favorisant l'autonomie locale en intrants, la valorisation de la biomasse et le bouclage des cycles biogéochimiques (RMT SPICEE, Institut de l'Élevage, 2020). Les interactions entre structures de production (élevages, exploitations céréalières et légumières, établissements agroalimentaires, etc.) permettent ainsi d'approcher le caractère agroécologique d'un bassin de production (Maisse et Béranger, 2019). Notons également, qu'au-delà de la valorisation de ces flux, il est également nécessaire d'inclure d'autres services participant au développement durable d'un territoire : emplois, protection de la biodiversité, etc. (Maisse et Béranger, 2019) qu'intègrent également les principes fondamentaux de l'économie circulaire. Ces fondamentaux intègrent en effet, à la fois la préservation des ressources et le développement économiques comme rappelé par les deux principales définitions proposées au niveau mondial par les Nations unies « L'économie circulaire est un système de production, d'échanges et de partage permettant le progrès social, la préservation du capital naturel et du développement économique » et par l'Ademe, au niveau français « L'économie circulaire est un système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en permettant le bien-être des individus. »

## **5. Entité politique : planification, projet de territoire et prospectives**

Aujourd'hui, l'urgence est à la lutte contre le dérèglement climatique, dont la chaîne agroalimentaire contribue à environ un quart de l'empreinte carbone des ménages (Barbier et al., 2019). Les initiatives des politiques publiques portent ainsi sur l'amélioration de l'alimentation intégrant à la fois des impacts de la production sur l'environnement et les impacts de la consommation à des échelles territorialisées.

Les objectifs de planification des territoires pouvant être partagés par les différentes échelles couvertes par les PLU, SCoT et SAGE sont : (i) l'anticipation des conflits d'usage, (ii) la valorisation du potentiel territorial, (iii) la limitation des émissions de GES, (iv) le maintien des espaces agricoles, (v) la préservation des ressources en eau et des sols, (vi) l'identification des secteurs sensibles, et (vii) l'évaluation de la maîtrise et des besoins (Fossey et al., 2021). L'ensemble de ces objectifs peuvent répondre à des enjeux territoriaux intégrant notamment, l'eau, le sol, le climat, la biodiversité et l'alimentation (Fossey et al., 2020). Il ressort en effet que (i) la capacité d'un sol agricole à fournir un SE varie en fonction du SE considéré, (ii) la sensibilité de réponse d'un sol agricole à une modification de gestion affecte différemment la fourniture du SE, et (iii) cette capacité de fourniture et la sensibilité de réponse peut varier de manière saisonnière (Fossey et al., 2021 – Projet SoilServ). L'évaluation des services écosystémiques (SE) rendus par les sols agricoles (systèmes prairiaux) et leur prise en compte dans les processus de planification permettent un support de communication et de compréhension des liens existants entre enjeux environnementaux et sociétaux (Schleyer et al., 2015) aux échelles territoriales. Cette échelle d'intégration correspond notamment à la mise en place des Plans Climat Air Energie Territorial (PCAET) visant à l'atténuation des effets et l'adaptation aux effets du changement climatique et vise à soutenir la réflexion quant au maintien et/ou transition des types d'agriculture en cohérence avec les qualités intrinsèques des territoires.

Visant plus spécifiquement le secteur agri-alimentaire, le projet alimentaire territorial (PAT) est un dispositif lancé par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF) pour développer des systèmes alimentaires durables et visant à répondre aux enjeux du Plan National Alimentation (PNA) à l'échelle des territoires. Ils recoupent ainsi des dimensions économiques (structuration des filières, circuits-

courts), environnementales (préservation des espaces agricoles, production agroécologique, préservation des ressources et réduction des GES) et sociales (éducation alimentaire, accessibilité sociale à l'alimentaire). La grande majorité des politiques alimentaires mises en œuvre a pour but de favoriser le « choix informé » des consommateurs, principalement à travers des campagnes d'information et d'éducation à la nutrition dans les écoles (Descamps et Denhartigh, 2019). Les PAT<sup>7</sup> sont pensés afin de répondre à l'objectif de structuration de l'économie agricole et de mise en œuvre d'un système alimentaire territorial. Ils participent à favoriser les produits issus de circuits courts, en particulier ceux relevant de la production biologique (création de Systèmes Agricoles et Alimentaires Territorialisés (SAAT) (Réseau CIVAM, 2017). Ces acteurs économiques sont essentiels pour soutenir des projets de développement des techniques, des outils et des idées pour la reconception de chaînes de valeur agro-alimentaire (CO - FRESH, 2020), analyser différents scénarios en production agricole dans le but de diminuer les GES (projet "Agriculture et Facteur 4" – Ademe), ou encore permettre de faire avancer la compréhension des conditions politiques d'une transition agroécologique (BASIC, 2020 ; Demenois, 2020). Les travaux du Réseau national des PAT (RnPAT, 2021) ont défini deux grands types de PAT : (i) les PAT agri-alimentaires – mise en ressource de l'agriculture des savoir-faire alimentaires - et (ii) les PAT systémiques – accessibilité de tous à une alimentation locale de « qualité », tous deux se déclinant en PAT « générique » ou « de transition ». Si les PAT génériques visent à un certain ancrage territorial, les PAT de transition ont une approche plus fortement basée sur l'adaptation des pratiques au changement climatique et la préservation des sols et de la ressource en eau renforçant les liens avec les autres politiques de planification (PCAET par exemple).

L'ensemble de ces considérations se retrouvent dans la plupart des perspectives analysées dans les sections précédentes à travers les composantes nutritionnelles et économiques (Focus 9).

---

<sup>7</sup> Au 1<sup>er</sup> avril 2022, plus de 370 PAT étaient reconnus par le MAAF sur le territoire français

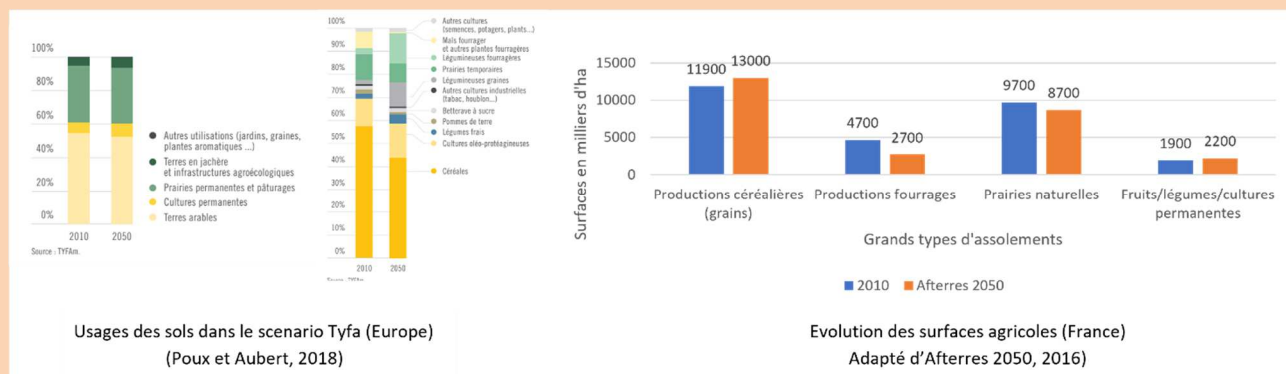
### Focus 9 : devenir des sols agricoles dans les perspectives

Les différents constats relatifs à l'occupation actuelle et les tendances évolutives des surfaces associées à ces occupations sont une des clés d'entrées des perspectives. D'une part, l'intensification des niveaux de production a conduit à l'hyperspécialisation des races d'animaux accompagnée par une augmentation de la part de concentrés dans les rations animales se traduisant pour les herbivores par une diminution du recours à l'herbe. Cette diminution du recours à l'herbe et l'augmentation de la productivité s'accompagnant d'une faible évolution des cheptels, expliquent, en partie, la déprise des surfaces agricoles jusqu'en 2010. Ainsi la correspondance être alimentation animale disponible et consommée en 2010, faisait état que seuls 75 % de l'alimentation animale disponible étaient consommés à l'échelle européenne (Figure ci-dessous, adaptée dans TYFA).

Type d'aliments	Quantité disponible (Mt)	Quantité nécessaire (Mt)	Taux de consommation (%)
Prairies permanentes	300 000 (estimée)	171 964	57 %
Fourrages en rotation	184 887	152 073	82 %
Composé alimentaire (céréales + protéines)	187 244	181 594	97 %
<b>Total</b>	<b>672 130</b>	<b>505 631</b>	<b>75 %</b>

Source : auteurs, d'après Hou *et al.* (2016) et Eurostat (2017)

Ce constat amène cette prospective à ne pas détailler les évolutions de surfaces qui restent relativement constantes, mais simplement à moduler l'assolement global sur la base des hypothèses de réduction de la consommation et de réduction de rendement, dans une perspective d'extensification des élevages. La part restante semble correspondre aux fractions de SAU nécessaires au maintien de végétation semi-naturelle pour accueillir une diversité d'espèces à l'échelle des paysages (Le Roux *et al.*, 2008). La prospective Afterres 2050 (échelle France) a estimé quant à elle les évolutions d'assolement par région, permettant d'adapter les évolutions aux atouts/contraintes des territoires.



Dans le scénario Afterres 2050, la SAU totale diminue d'environ 1 million d'hectares, et ce dans l'ensemble des scénarii, sous la pression de l'artificialisation. Cette réorganisation des surfaces s'apparente à des vases communicants, ce qui est perdu par une surface étant gagné par une autre. À l'échelle des territoires, les caractéristiques des sols imposent certaines exigences.

## 6. Synthèse : Acquis, manques et besoins sur les territoires

Au regard des références et projets revus dans cette synthèse, et à la lumière des contributions expertes d'acteurs des filières, un certain nombre de constats ressortent quant aux notions acquises et à certains manques identifiés. Ces constats font émerger des perspectives de recherche permettant de fournir des informations clés nécessaires à l'établissement d'une vision systémique des élevages à l'échelle des territoires. En effet, en tant qu'échelle d'évaluation dans les prospectives, les territoires conditionnent pour partie les capacités de production et orientent de ce fait les stratégies d'évolution des filières.

Tableau 5: Tableau synthétique du bilan de la revue sur les territoires

<b>Notions acquises</b>	<b>Manques identifiés</b>	<b>Perspectives et contributions</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance de considérer la notion de compétition alimentaire (feed-food)</li> <li>• Consensus sur le rôle clé potentiel de l'élevage dans le bouclage des cycles</li> <li>• Nécessité d'une approche multi-acteurs</li> <li>• Prise en compte nécessaire de la question du renouvellement des générations (attractivité métier et pérennité de l'activité)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de références sur la complémentarité des filières</li> <li>• Élargir la compréhension de l'optimisation des flux par d'autres signaux qu'économiques</li> <li>• Réflexion sur la disponibilité des ressources (eau, sol) sur les territoires</li> <li>• Difficulté à spatialiser les flux</li> <li>• Peu d'analyse quant à l'impact d'une diminution de la production agricole sur les inégalités territoriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Référentiel sur les capacités de développement des territoires en termes de développement de filières (méthanisation, bois, etc ...)</li> <li>• Grille synthétique de comparaison des systèmes d'élevage sur différents indicateurs (environnementaux, techniques, sociaux)</li> <li>• Développement des ACV territoriales par bouquet de services et par typologie de systèmes</li> <li>• Spatialisation des usages (potentialités, limites) des ressources aux échelles territoriales</li> </ul>

## **Conclusion**

Basé sur un corpus initial de 82 documents ayant permis de structurer cette synthèse autour des thématiques principales définies par le réseau du RMT MAELE que sont l'élevage, les régimes alimentaires et les territoires, ce sont finalement 127 références qui ont été analysées pour illustrer les enjeux et perspectives en lien aux évolutions de l'élevage dans les territoires.

Il ressort de cette synthèse que les débats et enjeux autour de l'élevage ne sont pas tant nouveaux dans leurs sujets que dans la manière de les aborder. En effet, dépassant le seul périmètre de l'exploitation, l'élevage se voit questionné plus globalement sur ses relations directes et indirectes avec les choix alimentaires et les portraits agricoles des territoires. Non plus limités à la seule fonction alimentaire, les systèmes d'élevage, du fait de l'ensemble des services écosystémiques qu'ils procurent, revêtent un caractère multifonctionnel (paysage, économie, environnement) leur donnant potentiellement un rôle propre de levier d'action en termes de développement durable au sein des territoires.

En effet, les questions que soulève cette synthèse au sujet de l'élevage résultent des évolutions de mentalité de nos sociétés en termes de considérations environnementales, sociétales et alimentaires. L'ensemble de ces considérations impliquent des modifications stratégiques à l'échelle de l'exploitation, dans les pratiques de gestion des systèmes herbagers, ainsi qu'à l'échelle des territoires, dans l'appréhension de ces systèmes en tant que maillon de filières plus globales. L'analyse de la littérature conduit à classer les réflexions que l'élevage doit mener en deux grands enjeux : l'impact et la durabilité environnementale, et l'impact et la durabilité sociétale. Ces réflexions, en lien constant avec la recherche de réduction de l'empreinte environnementale et plus récemment de l'amélioration du bien-être animal, se portent préférentiellement sur le potentiel de valorisation/transition des systèmes d'élevage en lien avec les changements de pratiques alimentaires ainsi que sur l'optimisation des processus d'échelle des filières, intégrant la réduction de consommation des ressources (économie circulaire). Ainsi, l'évolution des systèmes d'élevage ne doit pas systématiquement être tournée vers une recherche de productivité supplémentaire, mais vers une meilleure appréhension de la multifonctionnalité de ces derniers. En effet, au-delà des considérations de durabilité strictement environnementales, la capacité de projection des orientations de gestion en termes de fourniture de services environnementaux aux échelles territoriales devient cruciale pour estimer la durabilité sociétale de ces systèmes. L'ensemble des informations recueillies à travers cette synthèse démontrent les efforts nécessaires à poursuivre pour proposer des référentiels techniques adaptés aux conditions spécifiques des territoires permettant une prise en compte objective et la plus complète possible des impacts et bénéfices de l'élevage à ces échelles.

Finalement, ce questionnement quant à la place de l'élevage dans nos sociétés soulève l'enjeu de durabilité de ces systèmes et de résilience territoriale impliquant un changement de statut depuis l'unité de production locale vers un complexe agri-alimentaire multifonctionnel et multiscale.

## **Références bibliographiques citées dans cet ouvrage**

- Ademe, 2021. Transition(s) 2050 : Choisir maintenant, Agir pour le climat. Synthèse, 23p.
- Ademe, 2016a. Agriculture en transition, les filières en action. 17p, <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/climagri-la-ferme-france-en-2006-et-4-scenarios-pour-2030.pdf>
- Ademe, 2016b, Gérer les déchets organiques sur un territoire, fiche technique.
- Ademe, 2012 Agriculture et facteur 4. Synthèse de l'Ademe et du MAAF, 16p. [Agriculture et Facteur 4](#).
- Ademe, 2014. Alléger l'empreinte environnementale de la consommation des Français en 2030 : vers une évolution profonde des modes de production et de consommation. 19, p 1-19. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/alleger-empreinte-environnement-2030-resume.pdf>
- Agreste 2020/2021 <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/>
- Allen, M.R., Shine, K.P., Fuglestedt, J.S. et al., 2018. A solution to the misrepresentations of CO<sub>2</sub>-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation. *npj Clim Atmos Sci* 1, 16. <https://doi.org/10.1038/s41612-018-0026-8>
- Anses, 2016. Actualisation des repères du PNNS : révisions des repères du PNNS : révisions des repères de consommations alimentaires - Avis de l'Anses - Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort: Anses; 2016. 192 p.
- Anses, 2017. Troisième étude individuelle nationale des consommations alimentaires (Étude INCA3), avis de l'Anses, rapport d'expertise collective. Anses Édition, 535p
- Avadi, 2019. Screening LCA of French organic amendments and fertilisers. *The International Journal of Life Cycle Assessment* (2020) 25:698–718. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01732-w>
- Barbier C., Couturier C., Pourouchottamin P., Cayla J-M., Sylvestre M., Pharabod I., 2019. L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France. Club Ingénierie Prospective Energie et Environnement, Paris, IDDRI, 24p. <https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20iddri/Rapport/empreinte->
- Baudry J, Pointereau P, Seconda L, Vidal R, Taupier-Letage B, Langevin B, Allès B, Galan P, Herberg S, Amiot M-J, Boizot-Szantai C, Hamza O, Cravedi J-P, Debrauwer L, Soler L-G, Lairon D and Kesse-Guyot E 2019. Improvement of diet sustainability with increased level of organic food in the diet: findings from the BioNutriNet cohort. *The American Journal of Clinical Nutrition* 109, 1173–1188. <https://academic.oup.com/ajcn/>
- BASIC 2020 page 48
- Beltran I., van der Weerden T.J., Alfaro M.A., Amon B., de Klein C.A.M., Grace P., Hafner S., Hassouna M., Hutchings N., Krol D.J., Leytem A.B., Noble A., Salazar F., Thorman R.E., Velthof G.L., 2021. DATAMAN: A global database of nitrous oxide and ammonia emission factors for excreta deposited by livestock and land-applied manure. *Journal of Environment Quality*, 50 (2), 513-527. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20186>
- BioNutriNet, 2014-2018 – Etude sur l'impact des régimes alimentaires bio sur la santé et l'environnement pour l'Agence Nationale de la Recherche, INRA, INSERM et Commissariat général au développement durable.
- Birlouez E., 2019. L'évolution de la perception de la qualité alimentaire au cours des âges. *INRA Prod. Anim.*, Vol 32 No 1, p 25-36. Disponible via l'URL : <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.1.2419>
- Bognon S., et Marty P., 2015 – La question alimentaire dans l'action publique locale. Analyse croisée des trajectoires municipales de Paris et de Brive-la-Gaillarde. *Vertigo la revue électronique en sciences de l'environnement*, 15 (2)
- Boulaine J., 1992 – Histoire de l'Agronomie en France. Paris, 1992. Technique et Documentation, Lavoisier, 392 p.
- Bouré M., 2017 – Réappropriation des systèmes alimentaires par les citoyens : une logique de Communs urbains. *Netcom*, 31-1/2 : 175-192.
- Brimont L., Saujot M., 2021. Affichage environnemental alimentaire : révéler les visions pour construire un compromis politique. *Etude IDDRI*, 8, 44p.
- Cain M, Lynch J, Allen M R, Fuglestedt J S, Macey A H and Frame D J., 2019. Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants *NPJ Clim. Atmos. Sci.* 2 29
- Cartron F. et Fichet J.L., 2020. Vers une alimentation durable : un enjeu sanitaire, social, territorial et environnemental majeur pour la France. Rapport d'information N°476. Présidence du Sénat : mai 2020. Disponible via l'URL : <https://www.senat.fr/rap/r19-476/r19-4761.pdf>
- Chiffolleau Y., Prévost B., 2012, « Les circuits courts, des innovations sociales pour une alimentation durable dans les territoires », *Noréis*, n° 224.
- CIVAM, 2017. Replacer l'alimentation au cœur des territoires. Réseau CIVAM Campagnes vivantes, ISBN :979-10-97399-01-6, 48p. <https://www.civam.org/ressources/type-de-document/dossiers-thematiques/replacer-lalimentation-au-coeur-des-territoires/>
- Coelho CRV, Pernollet F, van der Werf HMG (2016) Environmental Life Cycle Assessment of Diets with Improved Omega-3 Fatty Acid Profiles. *PLoS ONE* 11(8): e0160397.
- Convention européenne du paysage 2000 page 41
- CORDIER C., SAILLEY M., COURTONNE J.Y., DUFLOT B., CADUDAL F., PERROT C., BRION A., LECADRE P., PEYRONNET C., BAUMONT R., 2020. Analyse des flux de matières premières en alimentation animale en France. Document édité par le GIS Avenir Elevages, 6 pages
- Costa Jr. C, Wironen M, Racette K, Wollenberg, E. 2021. Global Warming Potential\* (GWP\*): Understanding the implications for mitigating methane emissions in agriculture. CCAFS Info Note. Wageningen, The Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS)



- Credoc, 2018. Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie. Les nouvelles générations transforment la consommation de viande, 4p.
- Darmon N., 2021. Avantages et limites des approches mises en œuvre pour identifier des choix alimentaires plus durables. Journée AFZ sur l'évaluation et l'affichage environnemental des produits de l'élevage, 23 septembre 2021.
- Delanoue E., Roguet C., 2015. Acceptabilité sociale de l'élevage en France : remises en cause et controverses sur l'élevage, regards croisés de différents acteurs de la société. Productions Animales, INRA Editions, 20 p.
- Delgoulet E., Schaller N., et Claquin P., 2014. L'agriculture française face au défi climatique : quelles perspectives d'atténuation de ses émissions de gaz à effet de serre ? Centre d'études et prospective 8 : 1-8.
- Demenois, J., 2020. Stocker du carbone dans les sols agricoles et forestiers ultra-marins : état des connaissances et synergies avec la Trajectoire 5.0 de La Guadeloupe, de La Martinique, de Guyane, de La Réunion, de Mayotte, de Saint-Martin et de Saint-Barthélemy. Présentation de la note conceptuelle
- Denhartigh C., Descamps E., 2019. Politiques publiques : pour une alimentation bénéfique à la santé de tous et au climat. Solagro, Réseau Action Climat. : <https://solagro.org/travaux-et-productions/references/politiques-publiques-pour-une-alimentation-benefique-a-la-sante-de-tous-et-au-climat>
- Descamps E., Denhartigh C., et Réseau Action Climat, 2019. Climat : comment et pourquoi changer notre alimentation ? Revue de publications et d'expérimentation 20 : 1 – 20. ISBN : 978-2-919083-29-9. [https://solagro.org/images/imagesCK/files/publications/f95\\_revue-alimentation-climat-sante-2019.pdf](https://solagro.org/images/imagesCK/files/publications/f95_revue-alimentation-climat-sante-2019.pdf)
- Dollé, J-B., Faverdin, P., Agabriel, J., Sauvart, D., Klumpp, K., 2013. Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production", Fourrages, 215, 181-191
- Dollé J-B., Gac A., 2016. "Impacts environnementaux et services écosystémiques de l'élevage bovin français ». Viandes & Produits Carnés, Novembre 2016. 12 p. VPC-2016-32-4-7.
- Doublet, S. 2011. Un outil d'aide à la décision pour l'agriculture et la forêt à l'échelle des territoires 55p, <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/climagri-la-ferme-france-en-2006-et-4-scenarios-pour-2030.pdf>.
- Dourmad JY., Guilbaud T., Tichit M. and Bonaudo T., 2019. Les productions animales dans la bioéconomie. INRA Productions Animales 32, 205–220. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02377020/document>
- Dumas P., 2022. Agrimonde-Terra – Usage des terres et sécurité alimentaire en 2050 – étude prospective. Ecole chercheur MAELE, mai 2022.
- Dumont B., Ryschawy J., Duru M., Benoit M., Chatellier V., Delaby L., Donnars D., Dupraz P., Lemauiel-Lavenant S., Méda B., Vollet D., Sabatier R., 2019. Review: Associations among goods, impacts and ecosystem services provided by livestock farming. Animal, 13:8, p 1773–1784. doi:10.1017/S1751731118002586
- Dumont B. (coord), Dupraz P. (coord.), Aubin J., Benoit M., Bouamra-Mechemache Z., Chatellier V., Delaby L., Delfosse C. Dourmad J.Y., Duru M., Frappier L., Friant-Perrot M., Gagné C., Girard A., Guichet J.L., Havlik P., Hostiou N., Huguenin-Elie O., Klumpp K., Langlais A., Lemauiel-Lavenant S., Le Perchec S., Lepiller O., Méda B., Ryschawy J., Sabatier R., Veissier I., Verrier E., Vollet D., Savini I., Hercule J., Donnars C., 2016. Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe. Synthèse de l'expertise scientifique collective, INRA (France), 133 p
- EFSA, 2017. European Food Safety Authority, Dietary Reference Values for nutrients. Summary Report. EFSA supporting publication 2017:e15121.98pp. doi:10.2903/sp.efsa.2017.e15121
- Espagnol S., Rousselière Y., Guingand N., Courboulay V., Alibert L., Levasseur P., Roguet C., Durand C., 2021. Quels bâtiments d'élevage porcin pour demain ? Enseignements du projet GOPEI Occitanie « Elevages porcins : des solutions pour demain ». Editions Ifip-Institut du porc. 42p
- Espagnol S., Dourmad J-Y., Foray S., Magne M-A., Bouvarel I., Salaun Y., 2019. Spécificités et complémentarité de concepts du pilotage du progrès environnemental des élevages. Ouvrage, Pratiques d'élevage et environnement : Mesurer, évaluer et agir. Versailles, Edition Quae, 376p.
- Espagnol, 2017. Durabilité de l'alimentation animale : éclairage de quelques aspects par l'intermédiaire de projets récents. Présentation au conseil scientifique de l'IFIP.
- European Commission (2020). A Farm to Fork strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. [https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f\\_action-plan\\_2020\\_strategy-info\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf)
- Faure G., Chiffolleau Y., Goulet F., Temple T., Touzard J-M., Postface : Giraud G., 2018. Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires. Editions Quae, 1ère Edition, 360 p., 02641NUM. <https://www.quae.com/produit/1518/9782759228133/innovation-et-developpement-dans-les-systemes-agricoles-et-alimentaires>.
- FranceAgriMer, 2018. Prospective filière viande bovine, Les Syntheses de FranceAgriMer, n°26, p.19. <https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/58911/document/Synthèse%20prospective%20viande%20bovine.pdf?version=5>
- Fossey M., Martin R., Besse C., Von Fisher C., Ducommun C. et Walter C. , 2021 – Projet SoilServ - Évaluation des services écosystémiques fournis par les sols agricoles en appui à la planification territoriale : cas des systèmes prairiaux du territoire de Nantes Saint-Nazaire Etude et Gestion des Sols, 28, 113-142
- Fossey M., Angers D.A., Bustany C., Cudennec C., Durand P., Gascuel-Oudou C., Jaffrezic A., Peres G., Besse C. et Walter C., 2020 – A Framework to consider soil ecosystem services in territorial planning. Frontiers Environmental Science 8:28. Doi :10.3389/fenvs.2020.00028
- Fraboulet JB., 2018. Le Porc sur Paille, une alternative soutenue par les consommateurs ? Article dans 60 millions de consommateurs. – Le Porc Authentique Élevé sur Paille. Porc authentique. Disponible à l'URL : <http://www.porc-authentique.com/?p=705>



- Gac A., Dollé, J.B., Le Gall, A., 2020. «Intérêts et limites de l'Analyse de Cycle de Vie pour fournir une information environnementale sur les produits de l'élevage herbivore ». *Fourrages*, 243, 43-48
- Gac A., Perrot C., Mosnier C., Chambaut H., Lorilloux A., Dollé J-B., 2016. GESEBOV : Emissions de gaz à effet de serre et consommations d'énergie de la ferme bovine française. ADEME. <https://bibliothèque.ademe.fr/produire-autrement/2512-gesebov-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-et-consommations-d-energie-de-la-ferme-bovine-francaise.html>
- Garnett T., 2017. Livestock and climate change. In *The meat crisis – developing more sustainable and ethical production and consumption*, second edition, 21p.
- Gazan et al , 2018. Mathematical Optimization to Explore Tomorrow's Sustainable Diets: A Narrative Review. *Adv Nutr.* 2018 Sep 1;9(5):602-616. doi: 10.1093/advances/nmy049. PMID: 30239584; PMCID: PMC6140431
- Guilpart, N., Lizumi T., et Makowski, D., 2020. Data-driven projections suggest large opportunities to improve Europe's soybean self-sufficiency under climate change. *Nat Food*. doi:<https://doi.org/10.1038/s43016-022-00481-3>
- Harchaoui, S., Wilfart, A., Blazy, V., Péchenart, E., 2022. Reconnecter les productions animales et végétales avec leur territoire pour une diminution de l'empreinte environnementale: défis et opportunités pour l'aviculture française. Quatorzièmes journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours.
- Harchaoui S, Chatzimpiros P. 2018. Energy, Nitrogen, and Farm Surplus Transitions in Agriculture from Historical Data Modeling. France, 1882–2013. *Journal of Industrial Ecology*. doi:10.1111/jiec.12760
- Hedenus F., Wirsenius S., Johansson D.J.A., 2014 – The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. *Climatic Change*, 124 :79-91.
- Herrero M., Wirsenius S., Henderson B., Rigolot C., Thornton P., Havlik P., de Boer I., Gerber J., 2015. Livestock and the Environment: What Have We Learned in the Past Decade? *Annual review of environment and resources*, 40, 177-202.
- Houot S., Pons M-N., Pradel M., Savini I., Tibi A., 2014, Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques, Synthèse du rapport d'expertise, Expertise scientifique collective INRA-CNRS-Irstea
- Huber, E., Aubert, P.M., Loveluck, W., 2020. Identifying research needs for a sustainable EU protei transition. Research report submitted to the European Sustainable Agricultural Dialogue platform. Paris Bruxelles, Iddri & ESAD.
- Jean, B., 1993. Terre, territoire, territorialité : les agriculteurs et leur attachement au territoire. *Cahiers de géographie du Québec*, 37(101), 291–307. <https://doi.org/10.7202/022346ar>
- ESCO, 2014. Expertise scientifique collective INRA-CNRS-Irstea, VALORISATION DES MATIÈRES FERTILISANTES D'ORIGINE RÉSIDUAIRE SUR LES SOLS À USAGE AGRICOLE OU FORESTIER IMPACTS AGRONOMIQUES, ENVIRONNEMENTAUX, SOCIO-ECONOMIQUES, 108 p.
- Insee 2021. Algava, E., Blanpain, N. « Projections de population 2021-2070 pour la France. Résultats et pyramides des âges ». INSEE Première, n° 1881
- Jarousseau H., Houot S., Paillat J-M, Saint-Marcary, , 2016 *Le recyclage des résidus Organiques : Regards sur une pratique agro-écologique*, Editions Quae, ISBN : 978-2-7592-2563-7, p.200
- Joncoux S., 2013, Les « produits résiduaire organique » pour une intensification écologique de l'agriculture : ressources, déchets ou produits ? : Sociologie des format de valorisation agricole. Sociologie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2013. Français.
- Kim B.F., Santo R.E., Scatterday A.P., Fry J.P., Synk C.M., Cebren S.R., Mekonnen M.M., Hoekstra A.Y., de Pee S., Bloem M.W., Neff R.A., et Nachman K.E., 2020. Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises. *Global Environmental Change* 62:1–13. doi:10.1016/j.gloenvcha.2019.05.010. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018306101>
- Laisse S., Baumont R., Turini T., Dusart L., Gaudré D., Rouillé B., Benoit M., Rosner P-M., Peyraud J-L., 2017. Efficience alimentaire des élevages : un nouveau regard sur la compétition entre alimentation animale et humaine. Colloque du GIS Elevages Demain, 17/10/2017, Paris.
- Lamine C., 2012 – Changer de systèmes : une analyse des transitions vers l'agriculture biologique à l'échelle des systèmes agro-alimentaires territoriaux. *Terrain et Travaux*, 2012/1, 20 :139-156.
- Lancet, 2020. Vollset et al. Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study. *Global Health Metrics*, (396) 1285-1306.
- Lang A., Dupraz P., Tregaro Y., Rosner P.M. and Perrot C., 2015. Les emplois directs et indirects liés à l'élevage français. 3R-Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. p 301–304. <http://journées3r.fr/spip.php?article4021>
- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., , et al.. *Agriculture et biodiversité : valoriser les synergies..* [0] INRA. 2008, 4 p. ffhal-03148
- Lynch J., 2019. Availability of disaggregated greenhouse gas emissions from beef cattle production: a systematic review. *Environ Impact Assess Rev.*76:69-78. doi: 10.1016/j.eiar.2019.02.003. Epub 2019 Feb 14. PMID: 31388221; PMCID: PMC6684367.
- MAAF, 2014. Ministère de l'Agriculture, de l'AgroAlimentaire et de la Forêt. Panorama de la quantification de l'évolution nationale des surfaces agricoles. Observatoire national de la consommation des espaces agricoles (ONCEA).
- Maise G., Béranger C., 2019. Encyclopédie : Question sur ... Quelle transition agro-écologique pour l'élevage en France métropolitaine ? Fiche Questions sur ... N°S3-01. Académie d'Agriculture de France, <https://www.academie-agriculture.fr/publications/encyclopedie/questions-sur/0308q01-quelle-transition-agro-ecologique-pour-lelevage-en>.
- Malassis, 1994. *Nourrir les hommes*. Paris, Flammarion (coll. "Dominos" 16), 100p.
- Martin S., Eglin T., Bardinal M., 2015. Analyse comparative de scénarios de lutte contre le changement climatique pour l'agriculture à l'horizon 2035. ADEME, 39p.
- Mollard, A., 2003. Multifonctionnalité de l'agriculture et territoires : des concepts aux politiques publiques. *Cahiers d'économie et sociologies rurales*, n°66, 29p.

- Mora O, Le Mouél C, De Lattre-Gasquet M, Donnars C, Dumas P, Réchauchère O, Brunelle T, Manceron S, Marajo-Petizon E, Moreau C, Barzman M, Forslund A and Marty P 2020. Data for Exploring the future of land use and food security: A new set of global scenarios. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0235597>
- Mourjane I. et Fosse J. (2021), « La biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel ? », Note de synthèse, n° 2021-03, juillet. » France stratégie.
- Obepi-Roche, 2021. Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité pour la Ligue contre l'Obésité.
- OMS, 2018. Organisation mondiale de la santé - Alimentation saine (who.int)
- Paillard, S., Treyer, S., Dorin, B., 2010. Agrimonde, scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050. Versailles : Ed. Quae, 295 p.
- Peyraud, J.-L., J. Aubin, M. Barbier, R. Baumont, C. Berri, J.P. Bidanel, C. Citti, C. Cotinot, C. Ducrot, P. Dupraz, P. Faverdin, N. Friggens, S. Houot, M.-O. Nozières-Petit, C. Rogel-Gaillard, and V. Sante-Lhoutellier. 2019. Quelle science pour les élevages de demain ? Une réflexion prospective conduite à l'INRA. INRA Prod. Anim. 32:323–338. doi:10.20870/productions-animales.2019.32.2.2591. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02352483>
- Perignon, M., Masset, G., Ferrari, G., Barre, T., Vieux, F. et al.. How low can dietary greenhouse gas emissions be reduced without impairing nutritional adequacy, affordability and acceptability of the diet? A modelling study to guide sustainable food choices. Public Health Nutrition, 2016, 19 (14), pp.2662-2674. ff10.1017/S1368980016000653ff. ffhal-02634507
- Peyraud, J.L., MacLeod, M., 2020. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, Peyraud, J., MacLeod, M., Future of EU livestock : How to contribute to a sustainable agricultural sector ? : final report, Publications Office, 2020,
- Pointereau P, Baudry J, Couturier C, Kesse-Guyot E, Hamon X, Herberg S, et al. 2019. Le revers de notre assiette : changer d'alimentation pour préserver notre santé et notre environnement. Les résultats de l'étude BioNutrinet, 63 p
- Poux, 2022. Webinaire PRG\* méthane. Eclairage scientifique et compréhension des enjeux. Transitions - Stratégies, ingénierie et communication du développement durable. 17/05/2022
- Poux, X., & Aubert, P.-M. (2022). Putting permanent grassland at the heart of a European agroecological transition: Findings and questions arising from the 'Ten Years for Agroecology' (TYFA) scenario. *Grass and Forage Science*, 1–13.
- Poux, X., Aubert, P.-M., 2018. Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine. Enseignements d'une modélisation du système alimentaire européen, Iddri-AScA, Study N°09/18, Paris, France, 78 p.
- Poux, X., Aubert, P.-M. (2019). Agriculture et changement climatique : analyse et enseignements d'approches prospectives. Futuribles international N°234, 21 novembre 2019.
- Raimbault P., Kaminski G., Desautly C., Jolivet A.C., Gadon C., Tomezak S., Pierre H., Mauler C., Garriga A., Ferran C., Montet-Lattes F., Guyard A., Herrero E., Lemaire M., Vujkovic N., Pons C., Louart C., Périé P., Fuentes S., 2020. Bien manger : un défi au-delà de nos assiettes. Dossier Exploreur, Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées, 43 p.
- Reseda, 2017. Réseau pour la sécurité et la qualité des denrées animales. Enquête sur les gisements et valorisations des coproduits des industries agroalimentaires. 120p - Reseda\_rapport\_complet\_gisements\_coproduits.pdf (idele.fr)
- RnPAT, 2017. Réseau national des Projets Alimentaires Territoriaux. Dispositif PAT et méthodes évaluatives : points de vigilance et préconisations. EvalPAT (3) - rnpat-cr-evalpat3.pdf
- Schaeffler E., 2010. Évaluation environnementale selon une approche cycle de vie des exploitations laitières françaises. Choix méthodologiques pour l'application à la base de données des réseaux d'élevage et résultats obtenus. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du titre d'ingénieur de l'Enita de Bordeaux, 185 p
- Schleyer C., Görg C., Hauck J., Winkler KJ., 2015. Opportunities and challenges for mainstreaming the ecosystem services concept in the multi-level policy-making within the EU. *Ecosystem Services*, 16, 174-181
- Smith M.A., Cain M., Allen M.R., 2021. Further improvement of warming-equivalent emissions calculation. *Climate and atmospheric science*, 3p.
- SNMB - Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse, 2017. Application de la Loi sur la transition énergétique du 17 août 2015 (LTECV), juridiquement annoncée le 26 février 2018 1 et mise en ligne le 16 mars 2018 (date d'entrée en vigueur)
- SIFCO, 2010. Rapport d'activité SIFCO (Syndicat des Industries Françaises des COproduits animaux), 16p. <https://www.sifco.fr/publications>
- SIFCO, 2021. Rapport d'activité SIFCO (Syndicat des Industries Françaises des COproduits animaux), 44p. <https://www.sifco.fr/publications>
- Solagro, 2019. Le revers de notre assiette. Changer d'alimentation pour préserver notre santé et notre environnement. 64p. [https://www6.inrae.fr/comite\\_agriculture\\_biologique/content/download/4231/42541/version/1/file/le-revers-de-notre-assiette-web.pdf](https://www6.inrae.fr/comite_agriculture_biologique/content/download/4231/42541/version/1/file/le-revers-de-notre-assiette-web.pdf)
- Solagro, 2016. Afterres2050, le scénario 2016 / Afterres 2050. Consulté le 15/05/2021 via l'URL : <https://afterres2050.solagro.org/a-propos/le-projet-afterres-2050/>
- Soussana J-F. et Lüscher A., 2007. Temperate grasslands and global atmospheric change: a review. *Grass and Forage Science*, 62, 127-134
- Springmann M., Wiebe K., Mason-D'Croz D., Sulser T.B., Rayner M., Scarborough P., 2018. Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: a global modelling analysis with country-level detail, *The Lancet Planetary Health*, vol 2, p 451–461. [www.thelancet.com/planetary-health](http://www.thelancet.com/planetary-health).
- Steffen W., Richardson K., Rockström J., Cornell S.E., Fetzer I., Bennett E.M., Biggs R., Carpenter S.R., Vries W. de, Wit C.A. de, Folke C., Gerten D., Heinke J., Mace G.M., Persson L.M., Ramanathan V., Reyers B., Sörlin S., 2015. Planetary boundaries : guiding human development on a changing planet. *Science*, 347, 1259855.

- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T.D., Castel V., Rosales M., de Haan C., 2006. Livestock 's long shadow. Food and agriculture org, 390p.
- Swinburn B.A., Kraak V.I., Allendar S., Atkins V.J., Baker P.I., Bogard J.R., Brinsden H., Calvillo A., De Schutter O., Devarajan R., et al., 2019 – The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change : the Lancet Commission report. Lancet 393 : 791-846. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32822-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8).
- Toulemon L., Algava E., Blanpain N., Pison G., 2022. La population française devrait continuer de vieillir d'ici un demi-siècle. Population et Sociétés, 597 (2), 1-4.
- van der Werf, H.M.G., M.T. Knudsen, and C. Cederberg. 2020. Towards better representation of organic agriculture in life cycle assessment. Nature Sustainability 3:419–425. doi:10.1038/s41893-020-0489-6. [https://www.nature.com/articles/s41893-020-0489-6.epdf?no\\_publisher\\_access=1&r3\\_referer=nature](https://www.nature.com/articles/s41893-020-0489-6.epdf?no_publisher_access=1&r3_referer=nature)
- Vertès F., Turini T., Kanyarushoki C., Aubin J. 2019. "Pourquoi et comment faire des évaluations environnementales multicritères des élevages ? » In Espagnol S., Brame C., Dourmad J-Y. (coord), 2019. Pratiques d'élevage et environnement. Mesurer, évaluer, agir. Versailles, Editions Quæ. 145-154.
- Vertier A., 2017. Une stratégie bioéconomie pour France : Enjeux et vision. 36 p. : [http://www.iar-pole.com/wp-content/uploads/2017/01/170119\\_planstrategique\\_bioeconomie.pdf](http://www.iar-pole.com/wp-content/uploads/2017/01/170119_planstrategique_bioeconomie.pdf)
- Vieux F., Darmon N., Touazi D. and Soler L.G., 2012, "Greenhouse gas emissions of self-selected individual diets in France : changing the diet structure or consuming less?", Ecological Economics, 75, 91-101
- Weltin M., Zasada I., Piorr A., Debolini M., Geniaux G., Moreno Perez O., Scherer L., Tudela Marc, L., Schul, C.J.E., 2018. Conceptualising fields of action for sustainable 1212 intensification – A systematic literature review and application to regional case studies. Agric. Ecosyst. Environ. 257, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.023>
- Willett W., Rockström J., Loken B., Springmann M., Lang T., Vermeulen S., Garnett T., Tilman D., DeClerck F., Wood A., Jonell M., Clark M., Gordon LJ., Fanzo J., Hawkes C., Zurayk R., Rivera JA., Vries WD., Sibanda LM., Afshin A., Chaudhary A., Herrero M., Agustina R., Branca F., Lartey A., Fan S., Crona B., Fox E., Bignet V., Troell M., Lindahl T., Singh S., Cornell SE., Reddy KS., Narain S., Nishtar S., and Murray CJL., 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. The Lancet. Rapport de synthèse : Une alimentation saine issue de production responsable, alimentation, santé, planète. 393:447–492. doi:10.1016/S0140-6736(18)31788-4..
- World Population Prospects, 2022. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.

### **Références bibliographiques identifiées mais non exploitées dans cette synthèse**

- Agribalyse 3.0 : Base de données de l'ADEME sur les impacts environnementaux des produits de consommation.
- Acosta-Alba I., Chai E., Andrieu N., 2019. The LCA4CSA framework : Using life cycle assessment to strengthen environmental sustainability analysis of climate smart agriculture options at farms and crops system levels. Agricultural Systems, 171, 155-170.
- Berger B., Gauche A., Morizot-braud F., Mahe D., Echevarria L. et Willot M., 2013. Performance environnementale des circuits courts. [https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/002\\_inst-site-chambres/pages/exploitation\\_agri/Performance\\_environnementale\\_des\\_circuits\\_courts-ilovepdf-compressed\\_\\_1\\_.pdf](https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/002_inst-site-chambres/pages/exploitation_agri/Performance_environnementale_des_circuits_courts-ilovepdf-compressed__1_.pdf)
- BRIT, A.C. and CHIFFOLEAU, Y. 2020. Compte-rendu du colloque Reterritorialisation de l'alimentation. p. 23. INRAE ; RMT Alimentation Locale, Paris (FR), France. <https://www.rmt-alimentation-locale.org/post/xx-01-2019-compte-rendu-colloque-reterritorialisation-de-l-alimentation>
- Caquet T., Gascuel C., Tixier-Boichard M. 2020. L'agroécologie : des recherches pour la transition des filières et des territoires. Éditions Quæ. Versailles. 102 p. <https://www.quae.com/produit/1620/9782759231294/agroecologie-des-recherches-pour-la-transition-des-filieres-et-des-territoires>
- Clark M.A., Springmann M., Hill J., Tilman D., 2019. Multiple health and environmental impacts of foods. PNAS, 116 (46), 23357–23362.
- Colley T.A., Valerian J., Zwicky Hauschild M., Irving Olsen S., Birkved M., 2021. Addressing Nutrient Depletion in Tanzanian Sisal Fiber Production Using Life Cycle Assessment and Circular Economy Principles, with Bioenergy Co-Production. Sustainability 2021, 13, 8881. <https://doi.org/10.3390/su13168881>
- Devienne S., Garambois N., 2014. L'efficacité économique et environnementale de la production de porc sur paille (en Bretagne). Etudes & Documents, Commissariat général au développement durable, n°102. <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.html?id=Temis-0080394>.
- Duru M., Le Bras C., Grillot M., 2021. Une approche holistique de l'élevage, au cœur des enjeux de santé animale, humaine et environnementale. Cah. Agric. 2021, 30, 26.
- Foray, S and A. Gac. Elevage bovin et environnement : les chiffres clés. Institut de l'élevage. 2019. 18 : 1-18.
- Ghisellini P., Protano G., Viglia S., Gaworski M., Setti M., Ulgiati S., 2014. Integrated Agricultural and Dairy Production within a Circular Economy Framework. A Comparison of Italian and Polish Farming Systems. Journal of Environmental Accounting and Management 2(4) (2014) 372-391

- Herrero M., Havlik P., Valin H., Notenbaert A., Rufino M.C., Thornton P.K., Blümmel M., Weiss F., Grace D., Obersteiner M., 2013 – Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 110 :20888-20893.
- Le Mouël, C., M. de Lattre-Gasquet, and O. Mora. 2018. Land use and food security in 2050: a narrow road. <https://www.cirad.fr/actualites/toutes-les-actualites/articles/2018/ca-vient-de-sortir/land-use-and-food-security-in-2050-a-narrow-road>
- Lhoste P., 1984. Le diagnostic sur le système d'élevage. Les Cahiers de la Recherche-Développement n°3-4, p 84-88. ISSN 0760-579X. <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:22094>
- Maigret C, Merlhe M., Sicot I., Tirard S., Queffelec A., Pierre P., 2017. Repères techniques et économiques en élevage laitier : RESULTATS CLOTURE MOYENNE MARS 2016 - PROJECTIONS SUR L'ANNEE 2016 SUR LES 38 EXPLOITATIONS DU RESEAU D'ELEVAGE BOVIN LAIT BRETAGNE. Référence Idele : 0017 303 001, p.8.
- Martin S., Eglin T., Bardinal M., 2015. Analyse comparative de scénarios de lutte contre le changement climatique pour l'agriculture à l'horizon 2035 – Rapport final. ADEME. 38 p.
- Ministère des solidarités et de la santé, 2018. Programme National Nutrition Santé 2018-2023, 94p.
- Mosnier, C., J. Anne, M. Pauline, B. Jimmy, G. Maëva, P. Giacomo, M. Alexandre, Or. Edward, P. Christoph, H. Sylvain, L. Louise, P. Crosson, K. Mark, D. Philippe, B. Carlo, R. Edouard, I. Miriam, B. James, C. Sara, and V. Patrick. 2021. Evaluation of the contribution of 16 European beef production systems to food security. Agric. Syst. 190:103088. doi:10.1016/j.agsy.2021.103088, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03143906>.
- Mosnier C, Dubosc N, Abdoultalib I, Candau D, Carel Y, Chauvat S, Fougy F, Guerre É, Magnin L and Ramonteu S 2020. Quelles évolutions possibles pour les systèmes de polyculture-élevage ? Résultats d'ateliers participatifs et de modélisation dans quatre régions françaises. Cahiers Agricultures 29, 30.
- Peyraud J.L., Aubin J., Barbier M., Baumont R., Berri C., Bidanel J.P., Citti C., Cotinot C., Ducrot C., Dupraz P., Faverdin P., Friggens N., Houot S., Nozieres-Petit M.O., Rogel-Gaillard C., Santé-Lhoutellier V., 2019 - Quelle – sciences pour les élevages de demain ? Une réflexion prospective conduite à l'INRA. Inra Production Animales, 32(2) :323-338.
- Rubin, B., D. Follet, T. Bodin, S. Tirard, N. Adgrall, J.-C. Huchon, S. Gelineau, G. Chevalier, C. Morin, A.-C. Daneau, L. Gaboriau, and A. Lebrun. 2020. Les exploitations laitières de l'ouest face aux aléas climatiques 4. <http://idele.fr/reseaux-et-partenariats/aclimel/publication/idelesolr/recommends/les-exploitationslaitieres-de-louest-face-aux-aleas-limatiques.html>
- Sadhukhan J., Dugmore T.I.J., Matharu A., Martinez-Hernandez E., Aburto J., Pattanathu, Rahman K. S. M., Lynch J., 2020. Perspectives on “Game Changer” Global Challenges for Sustainable 21st Century: Plant-Based Diet, Unavoidable Food Waste Biorefining, and Circular Economy. Sustainability 2020, 12, 1976; doi:10.3390/su12051976
- Shafik ASAL, Eliot GEOFFROY, Simon DELY, Thomas UTHAYAKUMAR, and Arnaud GAUFFIER 2019. Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable. Etude comparative multidimensionnelle de paniers alimentaires durables : impact carbone, qualité nutritionnelle et coûts. [https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2020-11/MAJ201905\\_Rapport\\_Vers-une-alimentation-bas-carbone\\_Volet1\\_WWF.pdf](https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2020-11/MAJ201905_Rapport_Vers-une-alimentation-bas-carbone_Volet1_WWF.pdf)
- Stillitano T., Spada E., Lofrida N., Falcone G., De Luca A.I., 2021. Sustainable Agri-Food Processes and Circular Economy Pathways in a Life Cycle Perspective: State of the Art of Applicative Research. Sustainability 2021, 13, 2472. <https://doi.org/10.3390/su13052472>
- Tibi, A., P. Debaeke, T.B. Ari, A. Bérard, A. Bispo, A. Charcosset, J.-L. Durand, J.L. Gouis, D. Makowski, H. Marrou, S. Planton, E. Sauquet, S. Savary, L. Willocquet, H. Guyomard, and B. Schmitt. 2020. Place des agricultures européennes dans le monde à l'horizon 2050 : Entre enjeux climatiques et défis de la sécurité alimentaire mondiale. report Thesis. INRAE. <https://www.inrae.fr/actualites/agricultures-europeennes-horizon-2050>
- Toop T.A., Ward S., Oldfield T., Hull M., Kirby M.E., Theodorou M.K., 2017. Agro-cycle – developing a circular economy in agriculture. Energy Procedia, 123, 76-80.
- van Selm B., Frehner A., de Boer I.J.M., van Hal O., Hijbeek R., K. van Ittersum, Talsma E.F., Lesschen J.P., Hendriks C.M.J, Herrero M., van Zanten H.H.E., 2022. Circularity in animal production requires a change in the EAT-Lancet diet in Europe. Nature Food, 3, 66–73.
- Vayssières, J., A. Thévenot, I. Acosta, M. Vigne, and E. Tillard. 2019. A participatory, territory-rooted and change-oriented approach to assess the multi-criteria contribution of an agrifood value chain to sustainable development. Indonesian Journal of Life Cycle Assessment and Sustainability.
- Vidalenc E., Mousset J., Garnier C., Martin S., Blanquet P., Larbodièrè L., Vert J., Doublet S., Leplay S., Boutot L. et Bolo P., 2012. Agriculture et facteur 4. ADEME. <https://www.ademe.fr/agriculture-facteur-4>
- Vert J., Portet F., (coord.), Prospective Agriculture Énergie 2030. L'agriculture face aux défis énergétiques, Centre d'études et de prospective, SSP, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, 2010. <https://agriculture.gouv.fr/prospective-agriculture-energie-2030-lagriculture-face-aux-defis-energetiques>
- Vertès F., Turini T., Kanyarushoki C., Aubin J. (2019). “Pourquoi et comment faire des évaluations environnementales multicritères des élevages ? » In Espagnol S., Brame C., Dourmad J.-Y. (coord), 2019. Pratiques d'élevage et environnement. Mesurer, évaluer, agir. Versailles, Editions Quae. 145-154.
- Vertier A., 2017. Une stratégie bioéconomie pour France : Enjeux et vision. 36 p.
- Woltjer G.B., Kuiper M., Kavallari A., van Meijl H., Powell J.P., Rutten M.M., Shutes L.J., Tabeau A.A, 2014. The MAGNET model: module description. LEI Wageningen UR.

## Projets

BioNutriNet. Baudry, J., 2019. Improvement of diet sustainability with increased level of organic food in the diet : findings from the BioNutriNet cohort. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy361>

Climate Care Cattle Farming System. Wageningen Research, 2020-2023. Projet CCCFarming. <https://cccfarming.eu/>

CarSolEI. Chambaut, H., Brun-Lafleur, L., IDELE, 2021. Construction d'une méthodologie et d'un référentiel sur les flux de carbone dans les sols agricoles des territoires d'élevage bovin

CLIMAGROF. CIIRPO, Sagot, L. et Manier, S., Institut de l'élevage, 2019. RMT AgroforesterieS –

CO-Fresh. CNTA - Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria (Espagne), Echeverria goni I, et Moreno A., 2020. CO-FRESH – Co-crédation de filières durables et compétitives pour les fruits et légumes en Europe. <https://co-fresh.eu/>

CONVER. ILEVA, CIRAD, 2021. Co-conception d'un scénario de valorisation des biomasses dans une démarche d'économie circulaire à la Réunion.

Dairy 4 Future. Foray, S., IDELE, 2021. Diffuser les innovations pour un élevage laitier plus résilient dans l'espace Atlantique. <http://www.dairy4future.eu/>

DATAMAN. Beltran I., Van der Weerden TJ., Alfaro MA., 2021. DATAMAN: A global database of nitrous oxide and ammonia emission factors for excreta deposited by livestock and land-applied manure. J. Environ. Qual., 1–15, <https://doi.org/10.1002/jeq2.20186>.

DINAMO. Carton, S., ADEPRINA (Association pour le Développement et la Promotion de la Recherche et de l'Innovation à AgroParisTech), 2020. <https://appelsaprojets.ademe.fr/aap/AgrAir2016>.

ELFE. Vigan A., Guingaud N., Espagnol S., Hassouna M., Lagadec S., Loyon L., Mathias E., Eglin T., Robin P., 2018. Contribution de ELFE à l'établissement de facteurs d'émission d'ammoniac par les bâtiments et le stockage en élevage porcin. Journées de la Recherche Porcine, (50) p 13-24, <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2018/environnement/env03.pdf>.

EMIGRAZE. Edouard, N., 2020-2024. EMIGRAZE : Stratégie d'alimentation associant fourrages pâturés et conserves: atouts ou contraintes pour l'efficacité azotée et les émissions gazeuses en élevage laitier ? Projet ADEME, INRAE (UMR Pégase, SAS, transfert ENVISAGES) et IDELE.

FLOREAL. CITEPA, 2020. Rapport d'inventaire FLOREAL. [https://www.citepa.org/fr/2020\\_01\\_c01/](https://www.citepa.org/fr/2020_01_c01/)

GABIR. Vigne, M., 2016. GABIR – Gestion Agricole des Biomasses à l'échelle de la Réunion. Projet CIRAD, MAAF, Conseil Régional de la Réunion.

GES CRAB. Livret action climat, 2019. Être acteurs face aux changements climatiques. Recueil des actions engagées en 2020 par les chambres d'agriculture de Bretagne et leurs partenaires. [http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHJPARCLEF/33828/\\$File/Livret%20action%20climat%20GES%20CRAB%202019%20V%20def.pdf](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHJPARCLEF/33828/$File/Livret%20action%20climat%20GES%20CRAB%202019%20V%20def.pdf)

GESTE. IFIP, IDELE, ITAVI, INRAE, CRAPL, 2020-2023. GESTE GESTion Territorialisée des Effluents d'élevage : Elaboration d'outils pour faciliter l'émergence et la mise en œuvre sur le terrain

Le féon, S., Aubin, J., Wilfart, A., Gac, A., Lapasin, C., 2020. Allocation biophysique, économique et massique pour l'Analyse de Cycle de Vie des coproduits bovins et ovins – Projet Interbev.MEATPARTOOL. Interbev et COOP de France, 2020. Allocation pour l'analyse de cycle de vie des coproduits de la viande.

NICC'EL Martel, G., Ramette, C., Bouvarel, I., Buteau, A., Fontanet, J.M., et al.. NiCC'El. Un outil pour caractériser le niveau d'interaction entre cultures et élevage d'une exploitation et identifier les voies d'amélioration.. Innovations Agronomiques, 2020, 80, pp.33-40. [ff10.15454/pkpw8e95ff.ffa1-03217275f](https://doi.org/10.15454/pkpw8e95ff.ffa1-03217275f)

OEKOBEEF. Interbev, Guinot, C., 2020-2022. Programme GREEN-GO : vers l'apformance environnementale de vos produits alimentaires.

PARTAGE. GUILLIER M and BRUNSART B 2020. PARTAGE - Programme Agronomique Régional pour la Transition Agroécologique en Grand Est - DOSSIER TECHNIQUE. Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est. <https://www.reseaurural.fr/centre-de-ressources/actualites/adore-le-partage>

PerfAgro. CEREOPA, Guilbaud, T., 2020. Concevoir des stratégies pour les exploitations agricoles

PERPeT. Vegepolys Valley, 2020. 4AGEPROD – <https://www.vegepolys-valley.eu/projet-sos-protein/projet-4ageprod/>

PROTERR. INRA, 2018 – 2021. Optimisation de l’insertion des produits résiduaux organiques dans le système de culture comme levier des services écosystémiques rendus par les sols à l’échelle territoriale. 2018 – 2021.

RECUIZ. Animine, Cooperl, INRAE, 2020-2023. Optimisation du recyclage du cuivre et du zinc, depuis leur apport en alimentation animale jusqu’à leur retour au sol.

RED-SPYCE. ACTA, IDELE, 2019. Résilience, efficacité et durabilité des systèmes de polyculture élevage RED-SPYCE. <http://idele.fr/reseaux-etpartenariats/rmt-systemesde-polyculture-elevage.html>

Repères environnementaux en élevage laitier. IDELE, 2016. <http://www.synagri.com/synagri/life%E2%80%90carbon%E2%80%90dairy>. <http://www.selfco2.fr/>

RMT SPICEE. IDELE, 2020-2023. [http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/RMT\\_SPYCE/2020\\_Lettre\\_d\\_information\\_N12\\_VF.pdf](http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/RMT_SPYCE/2020_Lettre_d_information_N12_VF.pdf) - <http://idele.fr/reseaux-et-partenariats/reseaux-mixtes-technologiques/rmt-systemes-de-polyculture-elevage.html>

SelbioDOM. INRAE, 2020-2022. Scénario de développement de l’élevage biologique dans les DROM

SNBC2. IDDRI, BASIC, 2020-2022. Stratégie Nationale Bas Carbone phase 2. La transition agroécologique et bas carbone: quels enjeux économiques et sociaux ?

SOS Protein. Vegepolys Valley, 2020. 4AGEPROD . [vegepolys-valley.eu](http://vegepolys-valley.eu)

Stocker du carbone dans les sols agricoles et forestiers ultra-marins. Demenois J., 2020. Stocker du carbone dans les sols agricoles et forestiers ultra-marins : état des connaissances et synergies avec la Trajectoire 5.0 de La Guadeloupe, de La Martinique, de Guyane, de La Réunion, de Mayotte, de Saint-Martin et de Saint-Barthélemy. Présentation de la note conceptuelle.

TEMPORALIS. IFIP, INRAE, Chambre d’Agriculture de Bretagne, BCEL Ouest, Déshyouest, Eilyps and Seenovia., 2019. TEMPORALIS TEMPérature en PORcherries et réduction des émissions d’Ammoniac du LISier

## **ANNEXE : Présentation de 5 prospectives**

Agrimonde Terra (Mora et al., 2020)

Echelle	Monde
Objectifs	Eclairer le débat et la décision publique concernant les futurs des usages des terres et de la sécurité alimentaire
Scénarios testés	3 scénarios permettent d'assurer la sécurité alimentaire mondiale en 2050. Systèmes alimentaires régionaux Ménages multiactifs et mobiles Qualité alimentaire et nutrition saine
Représentation du système étudié	<p>The diagram illustrates the food system model. At the top, the equation is: <b>Total Domestic Uses</b> - <b>Imports</b> + <b>Exports</b> = <b>Domestic Production</b>. <b>Total Domestic Uses</b> is composed of <b>Food</b> (Plants and Animal), <b>Feed</b>, <b>Other Uses</b>, <b>Waste</b>, and <b>Δ Stock</b>. <b>Food</b> is determined by <b>Population</b> and <b>Diets</b> (with a 'Healthy' assumption). <b>Feed</b> is determined by <b>Livestock Efficiencies</b> (Feed intake/Production of animal product) and <b>Other Uses</b>. <b>Domestic Production</b> is split into <b>Plants</b> and <b>Animal</b>. <b>Plants</b> production is determined by <b>Crop yields</b> and <b>Cropping Intensities</b>. <b>Animal</b> production is determined by <b>Grazing Intensities</b> and <b>Pastureland area</b>. <b>Land Use</b> is determined by <b>Maximum available cultivable area</b> (which includes <b>Cropland area</b> and <b>Pastureland area</b>) and <b>Unchanged forestland area</b>. <b>Imports</b> and <b>Exports</b> are determined by <b>Import ratios</b> (Imports / Total Dom. Use) and <b>Export shares</b> (Exports / World Imports). A legend indicates: normative assumptions (pink), exogenous variables &amp; parameters (yellow), and endogenous variables (green).</p>
Prise en compte des élevages	Types de produits animaux : pisciculture, viande bovine, vaches laitières, petits ruminants, œufs, porc, volaille de chair. Type d'élevages : élevages conventionnels intensifs avec ressources locales, élevages conventionnels intensifs avec ressources importées, élevages agro-écologiques, petits élevages diffus Déterminants des élevages : alimentation animale et efficacité animale
Incidences élevages	Entre -20 et +30 % de produits animaux
Prise en compte de l'alimentation	4 hypothèses d'évolution des régimes alimentaires à 2050 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transition basée sur des produits ultra transformés (Ultrap)</li> <li>- Transition basée sur des produits animaux (Animp)</li> <li>- Diversité régionale du système alimentaires et des régimes (Regional)</li> <li>- Diversité Alimentaire pour des régimes sains (Healthy)</li> </ul>
Prise en compte de l'échelle territoriale	Un seul scénario (régimes sains) avec expansion des terres agricoles mondiales limitée, protection/restauration des ressources naturelles.



Echelle	Europe
Objectifs	Prospective <b>agro-écologique</b> du système <b>alimentaire (utilisation des terres et production agricole)</b>
Scénarios testés	1 scénario pour une Europe agro-écologique : Une gestion de la fertilité au niveau territorial Abandon des pesticides et extensification de la production végétale : agriculture biologique Redéploiement des prairies naturelles Extensification de l'élevage Adoption de régimes alimentaires moins riches et plus équilibrés
Représentation du Système étudié	<p>Le diagramme illustre le cycle de l'azote et les flux de matière dans un système agro-écologique. À l'export-import, des produits sont échangés. Les usages non alimentaires (industriels) sont alimentés par la production végétale. L'alimentation humaine est alimentée par la production végétale et la production animale. La production animale est alimentée par la production végétale (via l'alimentation animale) et les déjections. Les déjections sont recyclées dans les prairies. L'azote de synthèse est utilisé pour les cultures, avec des pertes. La fixation symbiotique de l'azote est présente dans les prairies. Les flux d'azote sont indiqués par des flèches pointillées.</p> <p>● Production végétale et usage des terres associées, déterminées par les rendements          ● Production animale et les besoins en alimentation associés          ● Fixation symbiotique de l'azote          → Flux d'azote entre compartiments</p>
Prise en compte des élevages	Elevages extensifs biologiques Bovins alimentés à base de prairies dans lesquelles ils sont 40 % du temps (60 % en bâtiments)
Incidences élevages	-45 % produits animaux (BV, -20 % BL, -50 % œufs, -70 % volailles, -50 % porc)
Prise en compte de l'alimentation	Adoption des régimes alimentaires sains selon recommandations ANSES EFSA et ONS Prise en compte pyramide des âges et sexe. Suivi des recommandations ANSES, EFSA et OMS
Prise en compte de l'échelle territoriale	Maintien exportation céréales Biodiversité au niveau des prairies => maintien des prairies => maintien d'un cheptel de bovin sur les prairies => utilisation des terres restantes pour produire les denrées directement consommées pour alimentation humaine => utilisation des terres restantes pour les granivores.

Afterres (Solagro, 2016)

Echelle	France
Objectifs	Scénario <b>d'utilisation des terres et de production agricole</b> en lien avec une alimentation en France pour 2050 avec prise en compte de multi-enjeux ( <b>climat, énergie, biodiversité...</b> ) dans le but de créer des systèmes agricoles résilients et producteurs de biodiversité
Scénarios testés	1 scénario pour la France avec une étape intermédiaire à 2030
Représentation du système étudié	<p>Le diagramme illustre un cycle de rétroaction. À gauche, 'BESOINS ALIMENTAIRES &amp; DEMANDE DE PRODUCTION' (en tonnes) et 'SURFACES DISPONIBLES &amp; RENDEMENTS' (en hectares) sont liés. À droite, 'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX' (GES, ÉNERGIE, EAU, BIODIVERSITÉ...) et 'Δ RÉSULTATS / OBJECTIFS' (avec '=&gt; RÉTROACTION') sont liés. Des flèches indiquent des interactions entre ces éléments et des paramètres comme 'CO2, etc.'.</p> <p>Le processus de scénarisation est détaillé dans le schéma ci-dessous :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Paramétrage (description fine des systèmes)</b> : Régimes alimentaires, Modes de productions végétales, Modes de productions animales.</li> <li><b>Scénarisation</b> : Occupation de l'espace (Terres arables, prairies, forêts, surfaces artificialisées, espaces naturels), Mise en cohérence, Bilans d'approvisionnement (Production, importation/exportation, demande intérieure).</li> <li><b>Sorties</b> : Indicateurs (Gaz à effet de serre, stock de carbone, impacts et ressources), Usages non alimentaires (énergie, matériaux).</li> <li><b>Modèles énergie GES</b> : Reçoivent des données des usages non alimentaires.</li> </ul>
Prise en compte des élevages	Évolution de chaque production vers des systèmes moins productifs et de plus forte valeur ajoutée (10 % raisonné, 45 % biologique, 45 % intégré) <ul style="list-style-type: none"> <li>- VL : 70 % de systèmes avec pâturage dominant</li> <li>- Porc : 40 % conventionnel amélioré, 55 % bio, 5 % système très extensif</li> <li>- Poules pondeuses : 30 % standard, 40 % bio et 40 % label</li> <li>- Poulet de chair : 10 % standard, 45 % bio et 45 % certifié et label</li> </ul>
Incidences élevages	-50 % volailles, -35 % porcs, -60 % VL et -20 % VA
Prise en compte de l'alimentation	Régime avec réduction de 50 % notre surconsommation totale en protéines de réduction de 14 % à 11 % (pour 10 % conseillés) le rôle du sucre dans nos apports énergétiques.
Prise en compte de l'échelle territoriale	Compromis d'usage des sols entre alimentation humaine, alimentation animale, forêt énergie... Priorité d'utilisation des produits agricoles pour alimentation humaine puis animale puis usages non-alimentaires

Echelle	France																																																								
Objectifs	Illustrer le champ des possibles à long terme pour atteindre la <b>neutralité carbone</b> et en explorer les diverses implications																																																								
Scénarios testés	4 scénarios contrastés de neutralité carbone en France à l'horizon 2050, inspirés du GIEC + 1 scénario tendanciel prenant en compte : <i>énergie, climat, ressources et pollutions (matières, biomasse, biodiversité, sols, air), économie, modes de vie</i> <i>Génération frugale</i> <i>Coopérations territoriales</i> <i>Technologies vertes</i> <i>Pari réparateur</i>																																																								
Représentation du système étudié	<p style="text-align: center;"><b>Sur les secteurs de la bioéconomie...</b></p> <p>Le diagramme illustre le cycle de la bioéconomie. À l'agriculture (variables de: Bio-intégration/conventionnel, Cheptels), on ajoute des variables de: Nouveaux usages des terres et Nouveaux forêts boisées. Ces secteurs interagissent avec la biomasse (variables de: Régimes), qui alimente l'alimentation humaine (variables de: Régimes). La biomasse est aussi utilisée pour produire du bois, du charbon et des biocarburants (15-25%), ainsi que des produits biosourcés (dont bois d'œuvre). Les impacts environnementaux sont notés: Changement climatique, Ressource en eau, Biodiversité, Usage des terres, Empreinte sol, et Impact/Export.</p>																																																								
Prise en compte des élevages	<p>Cheptels et assolements  Elevages conventionnel, intégré, biologiques  S1 et S2 : systèmes majoritaires agro-écologiques et biologiques  S3 et S4 : systèmes duales agroécologiques et avec technologie</p> <p><b>Figure 8 Répartition des différentes conduites d'élevage des bovins lait en France à horizon 2050</b></p> <table border="1"> <caption>Données estimées de la Figure 8 (en %)</caption> <thead> <tr> <th>Scénario</th> <th>Zéro Pâturage</th> <th>Maïs très dominant</th> <th>Maïs dominant</th> <th>Intermédiaire</th> <th>Paturage dominant</th> <th>Paturage très dominant</th> <th>Herbe intégral</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S4</td> <td>30</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>15</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>5</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Tendanciel</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Actuel</td> <td>5</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>15</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Scénario	Zéro Pâturage	Maïs très dominant	Maïs dominant	Intermédiaire	Paturage dominant	Paturage très dominant	Herbe intégral	S4	30	25	25	15	5	2	2	S3	10	20	15	5	25	25	25	S2	5	10	15	15	25	25	20	S1	5	10	15	15	25	25	20	Tendanciel	10	15	25	15	25	10	5	Actuel	5	15	25	15	30	15	5
Scénario	Zéro Pâturage	Maïs très dominant	Maïs dominant	Intermédiaire	Paturage dominant	Paturage très dominant	Herbe intégral																																																		
S4	30	25	25	15	5	2	2																																																		
S3	10	20	15	5	25	25	25																																																		
S2	5	10	15	15	25	25	20																																																		
S1	5	10	15	15	25	25	20																																																		
Tendanciel	10	15	25	15	25	10	5																																																		
Actuel	5	15	25	15	30	15	5																																																		
Incidences élevages	S1 et S2 avec /3 des quantités de viande consommées																																																								

Prise en compte de l'alimentation	<p>Combinaison de différents régimes avec des régimes plus sains et moins carnés (moins de viande mais de meilleure qualité) : omnivores_170g, omnivore_75g, flexitarian_30g, végétarien</p> <p>Utilisation de produits à forte valeur environnementale, de saison et relocalisés</p> <p>Réductions drastiques des pertes et gaspillages alimentaires (-50 %).</p> <p>S1 : 38 % omnivores et 28 % végétariens =&gt; - 70 % viande</p> <p>S2 : 60 % omnivores et 12 % végétariens =&gt; -50 % viande</p> <p>S3 : 80 % omnivores et 9 % végétariens =&gt; -30 % viande</p> <p>S4 : 90 % omnivores et 5 % végétariens =&gt; -10 % viande (technologiques de substitution à la viande)</p>
Prise en compte de l'échelle territoriale	<p>Prise en compte empreinte au sol</p> <p>Prise en compte SAU agricoles et forêts.</p> <p>Gestion des différents usages des biomasses produites avec : alimentation, biogaz, chaleur, biocarburants, produits biosourcés</p>

Echelle	France
Objectifs	La stratégie nationale bas-carbone est une feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique. Elle donne des orientations pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable.
Scénarios testés	<p>2 scénarios principaux de neutralité carbone en France à l'horizon 2050, inspirés du GIEC + 1 scénario tendanciel prenant en compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un scénario « avec mesures existantes - AME », contenant toutes les mesures mises en œuvre en France avant le 1<sup>er</sup> juillet 017</li> <li>- Un scénario « avec mesures supplémentaires – AMS », visant à respecter les objectifs énergétiques et climatiques de neutralité carbone à l'horizon 2050</li> </ul>
Représentation du système étudié	<p>Le diagramme illustre le processus de modélisation. Au sommet, un cadre en pointillés regroupe trois contextes : économique, politique et technique. Des flèches pointent vers un bloc central 'Modèles sectoriels'. De ce bloc, deux flux descendent : 'Activités non énergétiques' vers 'Chroniques d'investissement' et 'Consommations d'énergie sectorielles' vers 'Travail d'agrégation énergie'. Le 'Travail d'agrégation énergie' produit des 'Consommations d'énergie tous secteurs', qui alimentent le 'Travail d'agrégation GES'. Ce dernier fournit des données à 'Emissions de GES' et 'Consommations d'énergie' (dans un cadre en pointillés au bas). Les 'Chroniques d'investissement' et les 'Emissions de GES' sont également des entrées pour les 'Modèles macro-économiques' situés en bas à gauche. Ces modèles interagissent avec le 'Contexte économique' (encadré en pointillés au bas).</p>
Prise en compte des élevages	<p>Un ensemble de paramètres et d'hypothèses sont utilisés via l'outil Climagri et les modules du CITEPA et touche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Évolution des cheptels toutes catégories</li> <li>- Rendement laitier</li> <li>- Systèmes de gestion des déjections</li> <li>- Évolution des surfaces</li> <li>- Évolution des apports (engrais)</li> </ul>
Incidences élevages	<p>Cheptel Bovin : baisse des effectifs de 35 % avec vaches laitières (- 7 % en cheptel s'accompagnant d'une augmentation de rendement moyen de 20 %) et vaches allaitantes (-15 %)          Cheptel porcin : - 30 %          Cheptel volaille : + 0,3 %          Cheptel ovin : -7 %</p>
Prise en compte de l'alimentation	Recommandations suivies du PNNS (Programme National Nutrition Santé)
Prise en compte de l'échelle territoriale	<p>Prise en compte empreinte au sol          Prise en compte SAU agricoles et forêts.          Gestion des différentes parts des déjections mobilisables</p>