



HAL
open science

Prospective du système alimentaire et de son empreinte énergétique et carbone

Carine Barbier, Christian Couturier, Patrice Dumas, Emmanuelle
Kesse-Guyot, Julia Baudry, Ivan Pharabod, Prabodh Pourouchottaminh,
Florence Toilier

► To cite this version:

Carine Barbier, Christian Couturier, Patrice Dumas, Emmanuelle Kesse-Guyot, Julia Baudry, et al.. Prospective du système alimentaire et de son empreinte énergétique et carbone : Cinq visions de l'alimentation en France vers la neutralité carbone en 2050. Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED)-CNRS. 2022. hal-04455411

HAL Id: hal-04455411

<https://hal.science/hal-04455411>

Submitted on 13 Feb 2024

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

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

ÉTUDE

PROSPECTIVE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE ET DE SON EMPREINTE ÉNERGÉTIQUE ET CARBONE

Cinq visions de l'alimentation en France
vers la neutralité carbone en 2050

Carine BARBIER (CNRS-CIRED), Christian COUTURIER (SOLAGRO),
Patrice DUMAS (CIRAD-CIRED), Emmanuelle KESSE-GUYOT (INRAE-EREN),
Julia BAUDRY (INRAE-EREN), Ivan PHARABOD (PhiLabs),
Prabodh POUROUCHOTTAMIN (EDF R&D), Florence TOILIER (LAET)

Juin 2022



INRAE

Solagro

cirad

EDF

phi
LABS

SMASH

Avec le soutien financier de :

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE
L'État
Finance
Provenant

Carasso
Daniel & Nina

ADEME
AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

REMERCIEMENTS

Nous remercions pour leur participation les membres du comité de pilotage du projet de recherche SISAE (Simulation prospective du système alimentaire et de son empreinte carbone) :

Sarah MARTIN (ADEME), Antoine PIERART (ADEME), Valérie TO (MTE - CGDD), Elisabeth PAGNAC-FARBIAS (MTE - DGEC), Isabelle PION (MAA - DGPE), Gwenaël PODESTA (MTE - DGEC), Baptiste GARDIN (IDDRI).

Nous remercions pour leurs contributions Patrick NOGUES, Fabrice DECELAS et Gwenaëlle LAMY (EDF R&D), Philippe POINTEREAU (SOLAGRO) ainsi que, pour leurs mémoires de fin d'étude réalisés dans le cadre de ce projet de recherche :

Annaëlle PITOISET, (2020), *L'approvisionnement alimentaire des agglomérations : organisations logistiques mises en oeuvre par les activités économiques et pratiques associées aux achats découplés des ménages*, Master Transports, Réseaux, Territoire, ENTPE et Université Lyon 2.

Ophélie EDENER, (2021), *Quelles pistes de réduction des émissions liées aux transports de biens alimentaires ? Travail sur les échanges commerciaux de produits alimentaires transformés*, Master Economie de l'Environnement, de l'Energie et des Transports, parcours Alimentation Durable, AgroParisTech, Université Paris-Saclay et Université Paris-Nanterre.

CITATION DE CE RAPPORT

Carine BARBIER (CNRS-CIRED), Christian COUTURIER (SOLAGRO), Patrice DUMAS (CIRAD-CIRED), Emmanuelle KESSE-GUYOT (INRAE-EREN), Julia BAUDRY (INRAE-EREN), Ivan PHARABOD (PhiLabs), Prabodh POUROUCHOT-TAMIN (EDF R&D), Florence TOILIER (LAET). 2022. *Prospective du système alimentaire et de son empreinte énergétique et carbone - Cinq visions de l'alimentation en France vers la neutralité carbone en 2050*, 100 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne

<https://www.centre-cired.fr/>

<https://solagro.org>

<https://librairie.ademe.fr>

PROSPECTIVE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE ET DE SON EMPREINTE ÉNERGÉTIQUE ET CARBONE

CINQ VISIONS DE L'ALIMENTATION EN FRANCE VERS LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050

Introduction

| | |
|--|---|
| Une vision systémique de l'alimentation..... | 5 |
|--|---|

L'alimentation, un impact majeur sur les émissions de gaz à effet de serre dans la situation de référence

| | |
|---|----|
| L'empreinte énergétique et carbone actuelle du système alimentaire..... | 8 |
| Les éléments de cadrage de l'exercice prospectif | 9 |
| Caractéristiques du <i>scénario Tendanciel</i> | 10 |

Cinq visions du système alimentaire en France en 2050

Scénario Génération frugale

| | |
|---|----|
| Une consommation alimentaire plus végétale..... | 19 |
| Les forêts et espaces naturels se sont étendus..... | 21 |
| Des pratiques agricoles avec très peu d'intrants..... | 21 |
| Les systèmes d'élevage intensifs ont disparu..... | 22 |
| La transformation agroalimentaire tournée vers le marché intérieur..... | 23 |
| Les importations ont fortement chuté..... | 24 |
| Des transports de denrées agricoles majoritairement en France..... | 24 |
| Peu de surfaces agricoles mobilisées à l'étranger..... | 27 |
| Des repas partagés au domicile ou dans le quartier..... | 28 |
| Une offre diversifiée selon les publics pour la restauration commerciale..... | 29 |
| Les déplacements des ménages pour s'alimenter sont plus courts..... | 30 |

Scénario Coopérations territoriales

| | |
|---|----|
| Consommer moins et mieux..... | 31 |
| La surface agricole utile de 2020 entièrement mobilisée..... | 32 |
| L'agriculture biologique ou intégrée s'est substituée aux pratiques agricoles conventionnelles..... | 33 |
| Le cheptel bovin est inférieur de 25% par rapport au <i>scénario Tendanciel</i> | 34 |
| Les industries de denrées alimentaires végétales sont montées en puissance..... | 34 |
| Des échanges extérieurs très limités..... | 36 |
| Les transports de fruits et légumes importés deviennent prépondérants..... | 36 |
| Moins de 1 Mha est mobilisé sur les autres continents et à l'Est de l'Europe..... | 39 |
| Une alimentation saine accessible à tous les budgets..... | 40 |
| Les locaux sont mutualisés et les entrepôts moins nombreux..... | 41 |
| L'organisation logistique des groupements de producteurs est devenue très performante..... | 42 |

Scénario Technologies vertes

| | |
|---|----|
| L'alimentation a évolué pour des raisons de santé, mais de manière limitée..... | 43 |
| Une occupation du territoire sans changement notable..... | 45 |
| Les pratiques agricoles restées conventionnelles..... | 45 |
| Des modes d'élevage plus polarisés..... | 46 |
| La production agroalimentaire est toujours plus concentrée pour résister à la concurrence internationale..... | 47 |
| Le libre-échange est au cœur des échanges commerciaux..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Les trafics de marchandises outre-Atlantique sont très importants..... | 48 |
| Près de 7 Mha de surfaces agricoles mobilisées à l'étranger..... | 51 |
| La grande distribution a gardé la majorité des parts de marché..... | 52 |
| La restauration commerciale s'est adaptée au développement du télétravail..... | 53 |
| Les déplacements pour les achats alimentaires ont peu baissé..... | 54 |

Scénario Pari réparateur

| | |
|--|----|
| Une alimentation préparée par des robots ménagers et individualisée..... | 55 |
| Les surfaces artificialisées ont progressé au détriment des terres arables depuis 2020..... | 56 |
| La génétique et l'agriculture de précision assurent une légère augmentation du rendement global..... | 56 |
| Des systèmes laitiers plus intensifs..... | 57 |
| Les produits animaux et l'alimentation animale représentent toujours une part importante de la production agroalimentaire..... | 58 |
| La dépendance du pays aux importations est similaire à celle de 2020..... | 59 |
| Les trafics de marchandises concernent à plus de 80% des produits transformés..... | 60 |
| La moitié des 10 Mha mobilisés le sont pour les produits animaux..... | 60 |
| Les évolutions des pratiques de consommation à l'œuvre dans les années 2010-2020 se sont amplifiées..... | 63 |
| Le commerce indépendant a disparu..... | 64 |
| La mobilité est toujours perçue comme un facteur de liberté..... | 65 |

Scénario SNBC-2019

| | |
|---|----|
| La consommation de produits animaux est restée la norme..... | 67 |
| La déprise des terres agricoles s'est poursuivie..... | 69 |
| Une évolution tendancielle des pratiques pour les grandes cultures..... | 69 |
| Un cinquième des produits agroalimentaires sont importés..... | 70 |
| Les tensions sur les marchés liées aux aléas climatiques ont freiné la croissance du commerce international | 73 |
| Produits animaux, fruits et légumes, tourteaux, huiles, café, cacao mobilisent près de 15 Mha à l'étranger..... | 74 |

Le bilan environnemental des cinq visions 2050 et les enseignements

L'empreinte énergétique et carbone de notre alimentation en 2050

| | |
|---|----|
| Consommations d'énergie et émissions du secteur agricole en France..... | 77 |
| Les consommations d'énergie et émissions de GES de la production des denrées importées..... | 78 |
| Les émissions liées au changement d'usage des sols..... | 79 |
| Les émissions de gaz à effet de serre des industries agroalimentaires..... | 80 |
| Les émissions de gaz à effet de serre du transport de denrées alimentaires..... | 81 |
| Les bioénergies d'origine agricole..... | 83 |
| Les émissions de gaz à effet de serre pour l'alimentation au domicile et les services..... | 84 |
| Les émissions de la mobilité des ménages pour l'alimentation..... | 85 |
| Empreinte énergétique et carbone globale du système alimentaire en 2050..... | 86 |

Les leviers principaux d'évolution des systèmes alimentaires

| | |
|---|----|
| Une consommation alimentaire plus équilibrée et plus végétale..... | 88 |
| Le retour à un élevage plus extensif et à une alimentation herbagère..... | 89 |
| Une évolution des pratiques agricoles et de l'usage des sols..... | 89 |
| Des surfaces agricoles libérées à l'étranger grâce à une réduction des importations..... | 90 |
| Le transport de marchandises peut être sensiblement réduit..... | 90 |
| La mobilité des ménages au carrefour des pratiques d'achats, de restauration et des lieux de travail..... | 91 |
| De l'énergie aux émissions de GES..... | 91 |

Conclusion et perspectives

Introduction

UNE VISION SYSTÉMIQUE DE L'ALIMENTATION

La demande alimentaire évolue pour répondre à des préoccupations nutritionnelles, sanitaires et environnementales. Cela a des conséquences sur l'ensemble du système alimentaire : sur la nature de la production agricole et sa localisation, les processus de transformation, la demande en transport, les modes de distribution. Alors que 85% des surfaces agricoles mobilisées concourent à l'alimentation animale, une évolution de la part carnée des régimes alimentaires aura des conséquences fortes sur l'importance de la surface agricole dédiée à l'alimentation, en France et à l'étranger pour les produits importés. Enfin des changements d'usage des sols vers des productions non-alimentaires peuvent se produire dans un contexte de mobilisation accrue des biomasses pour des usages diversifiés (matériaux, énergie, etc.). Avoir une vision de long terme de cette demande alimentaire est donc nécessaire à tout exercice de planification territoriale.

Le système alimentaire est par ailleurs façonné par des politiques publiques de différentes natures tant à l'échelle nationale (Programme National Nutrition Santé (PNNS), Politique Agricole Commune (PAC), Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), loi EGALim etc.) qu'à l'échelle territoriale (Plan Alimentaire Territorial (PAT), Schéma Régional Biomasse (SRB), etc.). Sur le plan des émissions de gaz à effet de serre, l'alimentation revêt un enjeu majeur puisqu'elle représente aujourd'hui près de 25% de l'empreinte carbone des ménages, comme cela sera présenté en première partie. La mise en œuvre de l'Accord de Paris issu de la COP21

nécessite d'avoir une vision globale de l'impact environnemental de notre système alimentaire et des outils d'arbitrage entre différentes voies possibles d'évolution. Une approche globale des systèmes de production, de transformation et de consommation ainsi que des outils d'évaluation sont nécessaires pour informer la décision des acteurs publics et privés. Anticiper l'évolution de la demande alimentaire, faire des choix dans les systèmes de production, anticiper les surfaces agricoles nécessaires, valoriser les ressources par des moyens de transformation adaptés, doivent être réfléchis au travers d'une approche systémique. C'est à cette problématique que les résultats de recherche présentés ici cherchent à contribuer.

Le projet de recherche SISAE, Simulation prospective du Système Alimentaire et de son Empreinte carbone, vise à dessiner différentes visions du système alimentaire français en 2050 dans le cadre des engagements européens à la neutralité carbone à cet horizon. Il cherche à répondre aux questions suivantes :

- Comment faire évoluer la production et la transformation des denrées alimentaires pour répondre à la demande future de la population sous contrainte de réduction de l'impact environnemental du système alimentaire du champ à l'assiette ?
- Quels arbitrages cette évolution suscite à différents niveaux du système alimentaire, notamment sur le partage d'usage des sols, le niveau des importations et exportations de produits agricoles et alimentaires et le transport associé, les systèmes de transformation ou encore les modes d'approvisionnement des ménages ?

Six visions du système alimentaire sont présentées ici. Cinq d'entre elles ont été élaborées conjointement avec l'exercice Transition(s) 2050 de l'Ademe¹. La sixième vision est basée sur le *scénario SNBC2* (2019) du Ministère de la Transition Ecologique. Les simulations de la production agricole et des bioénergies d'origine agricole des scénarios Transitions 2050 sont ainsi issues du projet SISAE. Pour les autres secteurs aval du système alimentaire, les hypothèses sont également en grande partie communes et adaptées aux activités dédiées à la fonction alimentation.

- La partie 1 présente l'empreinte énergétique et carbone du secteur alimentaire actuel, les éléments communs aux scénarios et le *scénario Tendanciel*.
- La partie 2 s'attache à décrire le système alimentaire en 2050 dans le contexte propre à chacun des 5 scénarios visant à la neutralité carbone.
- Les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre des scénarios en 2050 sont décrites de manière comparative en partie 3.
- Une analyse des leviers principaux d'évolution des systèmes alimentaires vers la neutralité carbone est présentée en partie 4.

¹ 4 scénarios de transition vers la neutralité carbone et un *scénario Tendanciel*, à retrouver sur <https://transitions2050.ademe.fr/>

L'alimentation, un impact majeur sur les émissions de gaz à effet de serre dans la situation de référence

- L'empreinte énergétique et carbone actuelle du système alimentaire
- Les éléments de cadrage de l'exercice prospectif
- Description du *scénario Tendancier*

L'empreinte énergétique et carbone actuelle du système alimentaire

Nous reprenons ici les évaluations de l'empreinte énergétique et carbone réalisées dans le cadre du projet CECAM². La consommation énergétique totale du système alimentaire actuel a été estimée à 31,6 Mtep (Figure 1). Le secteur des transports est à l'origine de la plus large part de cette empreinte énergétique, soit 31 % dont 22 % liés aux marchandises et 9 % issus des déplacements des ménages, suivi du secteur agricole avec 27 % des consommations d'énergie. Les trois autres secteurs, les IAA, le résidentiel et le tertiaire, représentent respectivement 15 %, 14 % et 13 % des consommations d'énergie. Avec plus d'un quart de l'empreinte énergétique de l'alimentation, le résidentiel-tertiaire est donc loin d'être négligeable.

Si on considère l'empreinte énergétique de l'alimentation par source d'énergie, les carburants sont le premier poste de consommation d'énergie (39 %). La consommation de gaz naturel (8,6 Mtep, soit 27 %) est d'abord le résultat de la production d'engrais azotés et de la transformation par les industries agroalimentaires. L'électricité pèse également pour 27 % du bilan (8,4 Mtep), dont 3 Mtep au domicile des ménages et 2,5 Mtep pour le tertiaire. Les émissions de gaz à effet de serre issues de l'alimentation des ménages en France s'élèvent à 163 MtCO₂e, soit 27 % de l'empreinte carbone des ménages en France

au regard de l'empreinte carbone totale évaluée par le SDES de 605 MtCO₂e pour l'année 2019³. (Figure 2). Le premier gaz à effet de serre issu de l'alimentation est le CO₂ qui est à l'origine de 46 % du bilan carbone total. Il provient de l'ensemble des consommations d'énergie aux différentes étapes du système alimentaire. Réduire la demande énergétique est donc une étape incontournable dans les stratégies de réduction des émissions de GES. Parmi les étapes du système alimentaire, la production agricole est le premier poste d'émissions de GES pour un total de 109 MtCO₂e, soit les deux tiers de l'empreinte carbone totale de l'alimentation. Le méthane (CH₄) pèse pour 29 % de ce bilan total et 44 % des émissions de la production agricole. Il est issu de la fermentation entérique par les ruminants et des effluents d'élevages. Le protoxyde d'azote (N₂O) représente 23 % du bilan carbone total, et 34 % des émissions du stade agricole. Il provient principalement de la fabrication et de l'usage d'engrais azotés sur les sols agricoles.

2 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.

3 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/estimation-de-lempreinte-carbone-de-1995-2020?rubrique=27&dossier=1286>

Figure 1. Bilan énergétique par secteur

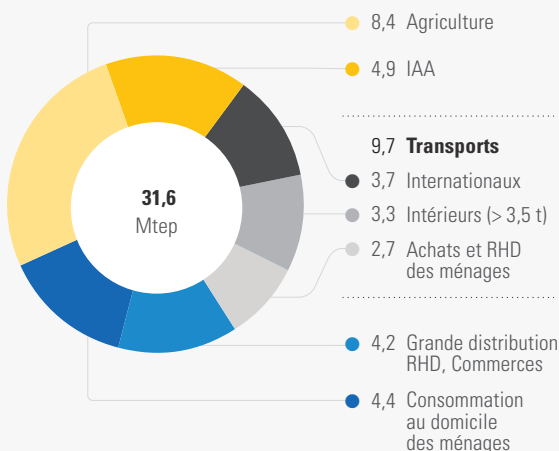
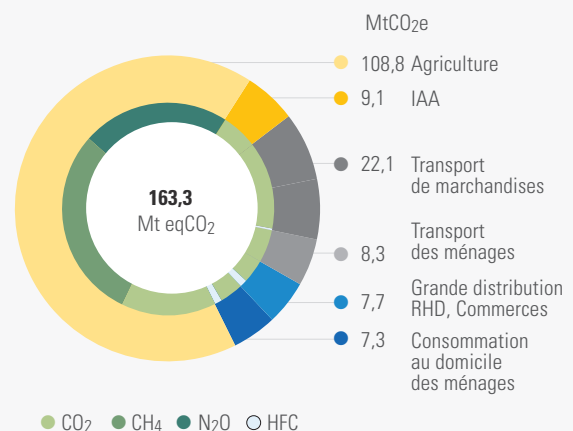


Figure 2. Bilan carbone par secteur



La part carnée de notre alimentation mais aussi les pratiques agricoles sont donc déterminantes dans ce bilan. Le second secteur à l'origine des émissions totales de GES est le secteur des transports. En effet, les transports de marchandises et des transports des ménages dédiés à l'alimentation représentent 19 % de l'empreinte carbone totale, soit 30 MtCO₂. Les transports routiers de marchandises sont à l'origine d'une large partie de ces émissions avec 18,4 MtCO₂ dont 43 % concernent des produits domestiques et 57 % des produits importés.

Chercher à rapprocher les lieux de production des lieux de consommation est donc un enjeu majeur, y compris pour les produits transformés. Le transport maritime représente près d'un tiers du trafic en t.km parcourues mais pèse beaucoup moins dans le bilan carbone (11 %) puisque les émissions à la tonne.km sont nettement plus faibles que pour le transport routier. A l'inverse, le transport aérien représente une faible part du trafic (0,5 %) mais relativement élevée des émissions du transport de marchandises (5 %).

Les éléments de cadrage de l'exercice prospectif

Les modèles mobilisés pour cet exercice prospectif sont, pour la plupart, les modèles élaborés dans le cadre du projet CECAM et adaptés au projet SISAE, le périmètre de l'empreinte du système alimentaire est par conséquent quasiment identique. Seuls les modèles concernant le résidentiel-tertiaire et la mobilité des ménages ont changé, sans modifier substantiellement le périmètre d'étude.

L'année de référence des scénarios indiquée dans cette publication est 2020 par simplification. Les données mobilisées proviennent de multiples sources, base de données et enquêtes sectorielles, établies entre 2010 et 2020. De manière non exhaustive, nous précisons que la plupart des bases de données traitées pour le secteur agricole et agroalimentaire, les flux de marchandises, les consommations d'énergie des secteurs résidentiel et tertiaire, sont de 2012 à 2015. Les bases de données FAO pour l'évaluation des surfaces mobilisées et les émissions de GES des produits importés sont de 2010. L'enquête BioNutriNet de consommation alimentaire a été conduite en 2014. Les coefficients d'émissions de gaz à effet de serre pour les transports proviennent de la base carbone de l'Ademe exploitée en 2020.

Pour l'ensemble des scénarios, l'évolution de la population suit le scénario de l'INSEE - fécondité basse, soit 69,7 Ms d'habitants sont anticipés en 2050 contre 65,6 aujourd'hui.

Dans la plupart des scénarios, les pertes et gaspillages sont divisés par 2, à l'exception du scénario *Tendanciel* pour lequel ils ne sont réduits que de 30%. Des voies différentes de réduction sont empruntées cependant

selon les scénarios : en jouant principalement sur les comportements des consommateurs dans le scénario *Génération frugale*, et sur les technologies dans le scénario *Pari réparateur*. Cela conduit à une demande en produits alimentaires en baisse dans tous les scénarios malgré la légère croissance de la population d'ici 2050. Douze régimes alimentaires sont utilisés dans cet exercice pour décrire la demande alimentaire de la population française en 2050. Six régimes sont issus de l'observation dans la cohorte BioNutriNet trois régimes omnivores, un régime végétarien, un régime piscitarien et un régime vegan. Chacun de ces 6 régimes a fait ensuite l'objet d'une optimisation visant à atteindre les besoins nutritionnels recommandés, en intégrant des jeux de contraintes environnementales. Pour limiter l'impact de ces assiettes optimisées sur les émissions de gaz à effet de serre au stade agricole et du transport, deux contraintes ont été imposées au modèle :

- une réduction de la consommation de produits animaux, avec en priorité la viande de ruminants,
- la substitution partielle des fruits tropicaux importés par des fruits qui peuvent être produits en France métropolitaine.

Le régime moyen pour chaque scénario reflète donc une distribution différente des 12 assiettes, six observées actuellement (A) et six optimisées sous contraintes nutritionnelles et environnementales (N). Dans les illustrations reprenant la distribution de ces régimes au sein de la population, les régimes piscitarien et vegan ont été regroupés avec le régime végétarien.

Caractéristiques du scénario Tendanciel

Le scénario *Tendanciel* est conçu en extrapolant à l'horizon 2050 les principales tendances observées sur les années 2000 à 2020. Il est destiné à permettre des comparaisons avec une situation proche de la situation actuelle, mais avec les paramètres communs à l'ensemble des scénarios : croissance de la population, impact du changement climatique sur les rendements par exemple. Il est en effet préférable de comparer les scénarios non à la situation actuelle mais à la situation projetée en 2050.

L'évolution de la consommation alimentaire

Les comportements alimentaires ont suivi la tendance enregistrée dans les années 2010. L'augmentation de l'indice de masse corporelle a augmenté de 5% entre 2020 et 2050. Les besoins en protéines et énergie par individu ont augmenté de 10%. Les besoins en produits alimentaires de l'ensemble de la population se sont ainsi accrus de 21%. Les recommandations nutritionnelles sont néanmoins respectées par une minorité de la population. La consommation journalière de produits animaux par habitant a enregistré une baisse légère mais régulière. Les régimes flexitariens sont ainsi un peu plus nombreux dans la population, ils sont adoptés par 21% de la population contre 14% aujourd'hui. Dans la figure ci-contre, les régimes végétariens incluent les régimes pescitariens et végétaliens. (Figure 4)

L'occupation du territoire

La surface agricole utile (SAU) perd 3,7 millions d'hectares dont 2,9 de terres arables, sous l'effet notamment de l'artificialisation qui en gagne 2,1, et au profit également de la forêt qui progresse de 1,7 Mha, gagnés sur les terres arables, sur les landes et sur les prairies. La plupart des cultures voient leurs surfaces diminuer (700.000 ha pour le blé tendre, 400.000 ha pour le maïs fourrage, 900.000 ha pour les prairies temporaires de graminées). Celles qui progressent légèrement sont le soja, les protéagineux, les cultures légumières. Par ailleurs 100.000 ha de prairie dite productive voient leurs rendements chuter sous l'effet du climat et passent dans la catégorie « prairies peu productives ».

Les productions agricoles

Les systèmes de culture évoluent vers une part un peu plus importante d'agriculture biologique⁴ qui représente 12% des surfaces, de la production intégrée ou de l'agriculture de conservation des sols. Le rendement global reste stable, le rendement en blé diminue de 6,8 à 6,6 t/ha. Les surfaces en haies et en agroforesterie restent faibles.

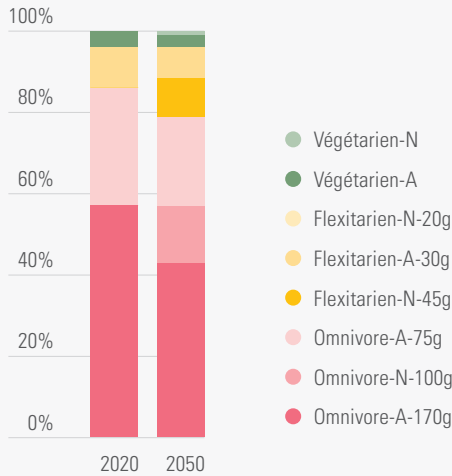
Les surfaces irriguées augmentent de 50% : les surfaces de maïs irrigué se maintiennent, celles des grandes cultures passent à 0,5 Ma et les surfaces irriguées en fruits et légumes à 0,8 Mha. La consommation d'eau augmente de 32%, la part estivale se maintient au niveau actuel. Ce sont donc les nouvelles surfaces irriguées qui contribuent à la hausse des consommations.

Les effectifs de vaches laitières sont réduits de 40%, ceux de vaches allaitantes se maintiennent. La productivité en lait augmente de 26% à 8.300 litres sous l'effet d'une intensification qui reste relativement modérée, et du progrès génétique et technique en général. L'évolution des cheptels des monogastriques est contrastée : réduction de 40% des effectifs porcins, de 25% des dindes, progression de 40% des poulets de chair, de 70% des canards, de 9% des poules pondeuses. L'indice de consommation des poulets de chair augmente légèrement de 3,05 à 3,3 kg de concentrés par kg de carcasse, car les productions sous signe de qualité augmentent significativement (40% des effectifs).

Grâce au progrès technique et une meilleure maîtrise de la fertilisation, la consommation d'engrais minéraux diminue de 26%. Ceux-ci ne fournissent que les trois-quarts des apports primaires d'azote, et l'azote apporté par fixation symbiotique augmente de 35%. La quantité totale d'azote exporté diminue de 14% sous l'effet de la baisse des rendements. Le solde au sol est stable, en revanche les émissions d'ammoniac sont divisées par 2, grâce à l'amélioration des pratiques de fertilisation et la diminution du cheptel ruminant.

⁴ La catégorie 'Agriculture biologique' inclue dans la modélisation des systèmes à très bas niveaux d'intrants de synthèse.

Figure 3. Part des groupes de mangeurs dans la population



A : actuel | N : nutritionnellement équilibré
 Par convention,
 Omnivore = plus de 50g de viande par jour/personne,
 Flexitarien = moins de 50g de viande par jour/personne

Figure 4. Utilisation du territoire

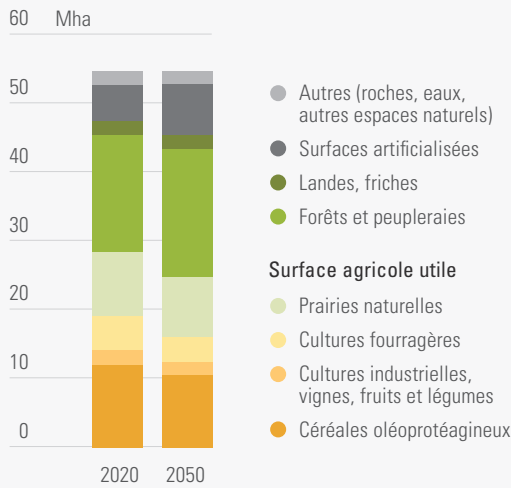


Figure 5. Evolution des modes de culture pour les grandes cultures

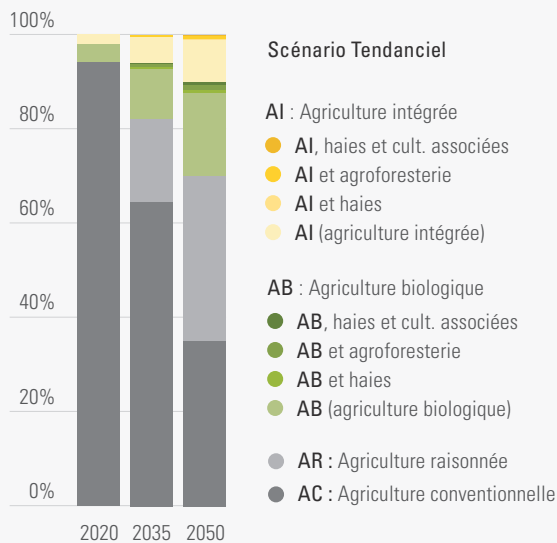


Figure 6. Scénario Tendanciel, évolution des cheptels (places ou d'effectifs présents)

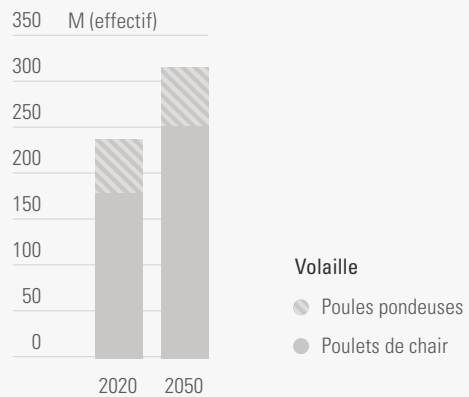
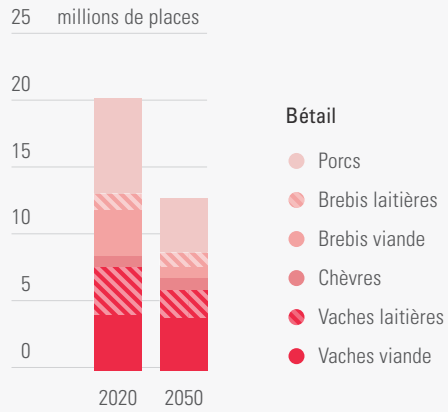
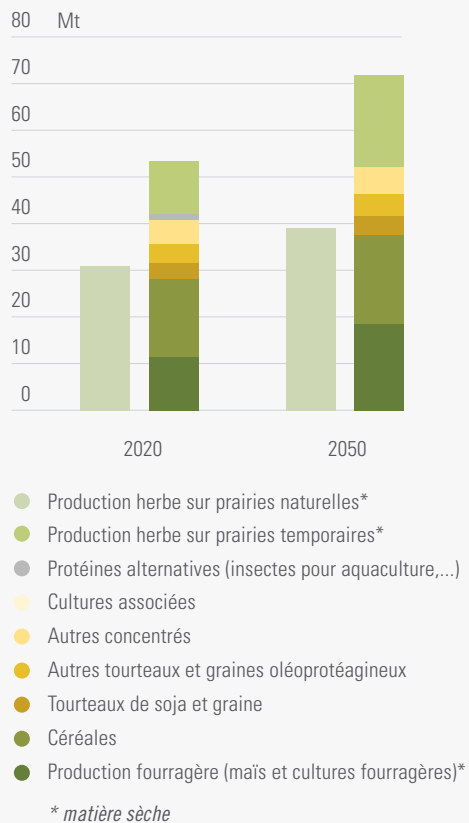


Figure 7. Scénario Tendanciel, ressources mobilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage



* matière sèche

Les boissons, les fruits et les préparations alimentaires toujours plus importés

En 2020, l'essentiel de la consommation alimentaire des Français provenait des industries de transformation alimentaire, basées en France ou à l'étranger. La production nationale des IAA en France était de 103 millions de tonnes en moyenne sur les années de référence (2012 à 2014), comprenant des produits de 1^{re} et de 2^{de} transformations. Les échanges de produits agroalimentaires ont été ces mêmes années de 24 Mt pour les produits importés et 25 Mt de produits exportés. Le commerce extérieur était déficitaire pour les huiles et les tourteaux principalement, ainsi que sur le poisson, les fruits et les préparations alimentaires diverses dont pour moitié des plats préparés. Bien que fortement exportatrice de céréales, la France importait 3 Mt de produits céréaliers, dont des produits amylicés, du riz, des biscuits et pâtisseries de conservation, des farines et pâtes pour préparations, ou encore des pâtes alimentaires.

Les besoins intérieurs en produits transformés en 2050 dans le *scénario Tendanciel* (96 Mt) sont proches des besoins actuels (98 Mt). Cependant, les échanges internationaux sont en progression, ils induisent une augmentation des importations de 10 Mt aux dépens de la production nationale pour la satisfaction de la consommation intérieure. Les importations cumulées de boissons, de fruits ou encore de préparations alimentaires représentent 50% de cette augmentation. Parallèlement, la production domestique d'aliments pour l'élevage, de produits laitiers et de viande, s'est contractée du fait de la baisse tendancielle de la consommation de produits animaux par la population française. La production domestique pour la consommation intérieure passe ainsi de 79 Mt aujourd'hui à 68 Mt en 2050.

Un quart de la demande alimentaire importée

Le commerce international de produits agricoles et alimentaires a connu une hausse soutenue depuis les années 60. La figure 8 ci-contre montre une contraction de la production domestique pour les besoins intérieurs de 34 Mt à l'horizon 2050 dans le *scénario Tendanciel* et une augmentation de 21 Mt des importations. Cette croissance se poursuit dans le *scénario Tendanciel*, prioritairement avec l'Europe et l'Afrique du Nord, pour

limiter les risques face aux aléas climatiques. La part des importations dans la demande alimentaire atteint ainsi 26% dans le *scénario Tendanciel* contre 15% en 2020. La distribution entre produits est relativement similaire entre 2020 et 2050, les régimes alimentaires ayant peu changé. Une large partie des importations de viande provient d'Europe. Les fruits et légumes proviennent en premier lieu d'Espagne et d'Afrique du Nord, puis d'Italie, d'Afrique Sub-Saharienne (des bananes notamment) et d'Amérique Latine (agrumes en jus principalement). Les importations de tourteaux de soja viennent à 86 % d'Amérique latine et les tourteaux de tournesol à 70% d'Ukraine et de Russie⁵.

Les trafics ont augmenté en premier lieu en Europe du fait de la hausse des échanges intra-européens. Les importations du reste du monde représentaient en 2020 aujourd'hui un tiers de tonnages totaux importés mais 82% des trafics⁶ internationaux. En 2050 selon le *scénario Tendanciel*, 29% des tonnages importés proviennent du reste du monde et 77% des trafics internationaux.

La hausse sensible des importations a induit une forte croissance des terres mobilisées en Europe en 2050 (+ 8 Mha). Une légère baisse des surfaces mobilisées (- 0,9 Mha) a eu lieu cependant dans le reste du monde du fait d'une baisse des importations de tourteaux, huiles, viandes et poissons.

Evolution des pratiques au domicile et pour les activités du secteur tertiaire

En 2020, l'usage cuisson représentait 45% des consommations d'énergie résidentielles pour l'alimentation (hors confort thermique), mais 71% des émissions de CO₂ en raison du recours plus important à des énergies fossiles pour cet usage. Au-delà des évolutions liées à la démographie, les consommations varient selon les scénarios en fonction de l'évolution des taux d'équipement ainsi que des pratiques qui modifieront en conséquence les intensités d'usages. Nous pouvons constater que le confort thermique (que nous nommerons ici « consommations d'énergie d'ambiance ») des espaces

5 BARBIER C., COUTURIER C., DUMAS P., KESSE-GUYOT E., PHARABOD I. (2020), *Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation. Partie 2 : Empreintes des importations agricoles et alimentaires françaises*, ADEME.

6 Dans cette publication, les trafics de marchandises sont toujours exprimés en tonne.kilomètre (cf glossaire).

Figure 8. Denrées agricoles et alimentaires domestiques et importées pour les besoins intérieurs

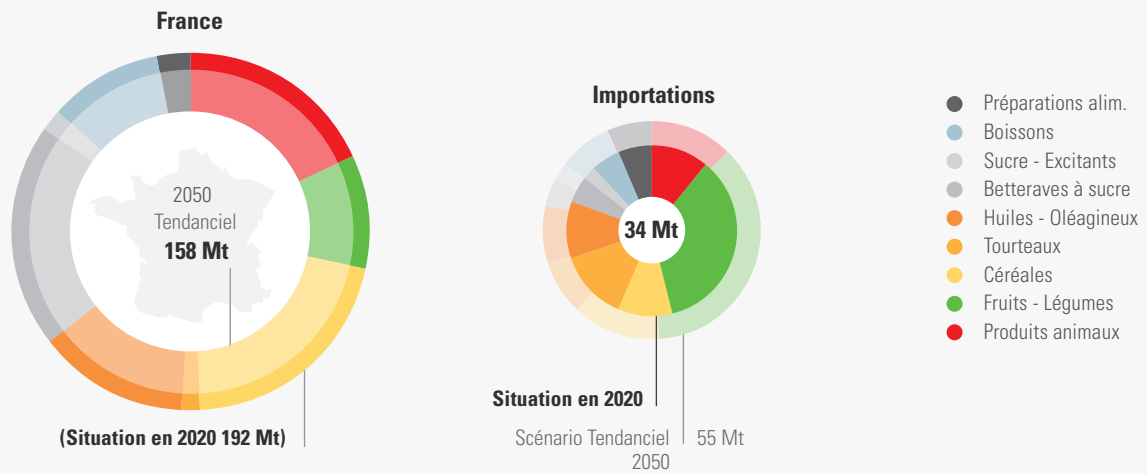
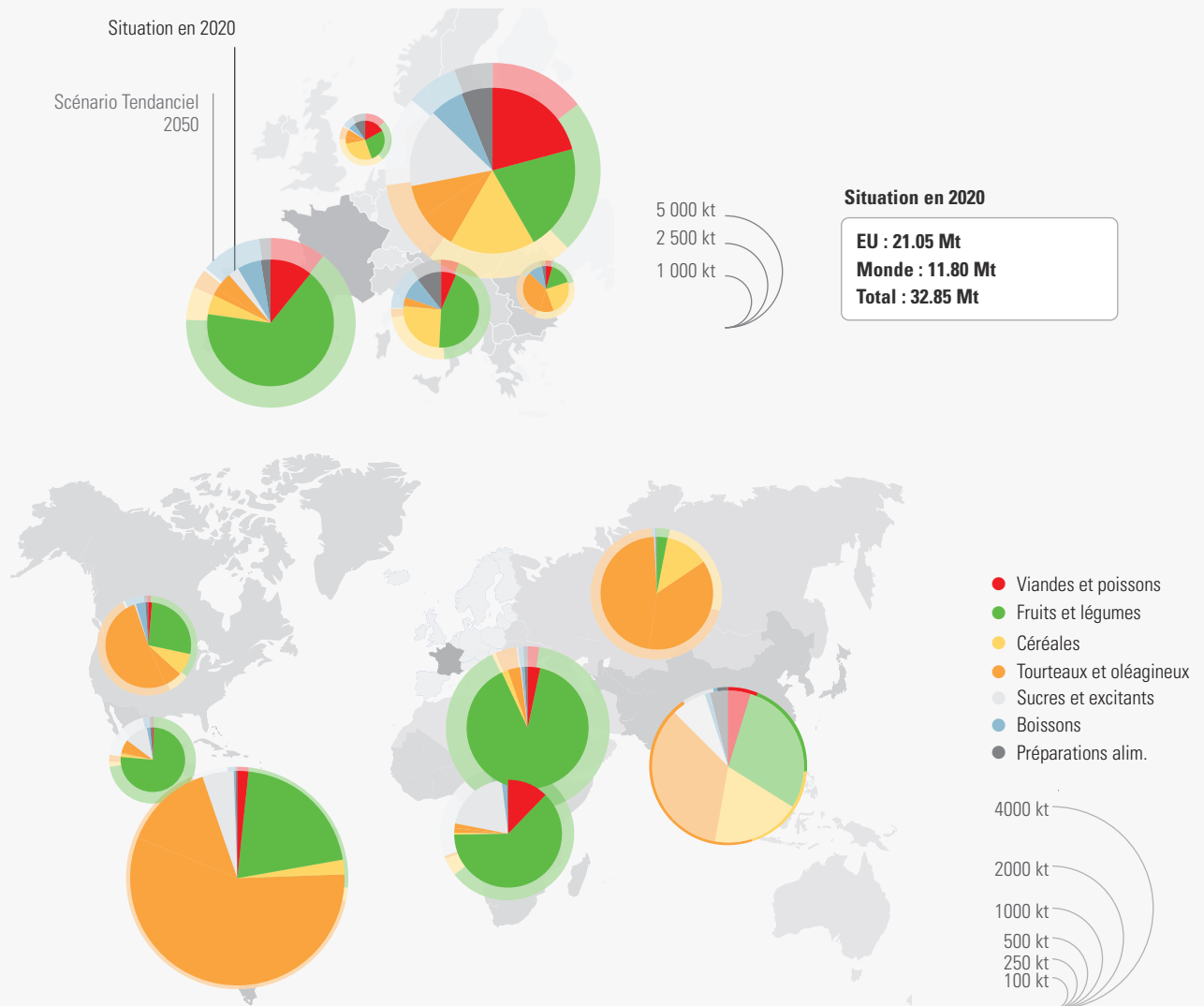


Figure 9. Les tonnes importées depuis l'Europe et le reste du monde



Note : dans cette étude, la relocalisation des produits est effectuée en minimisant les distances parcourues. En conséquence, les produits viendront en priorité des pays frontaliers, puis d'Europe et enfin du reste du monde (il ne s'agit pas d'un choix explicite de pays d'origine des produits).

Figure 10. Le trafic de denrées importées par zone de production

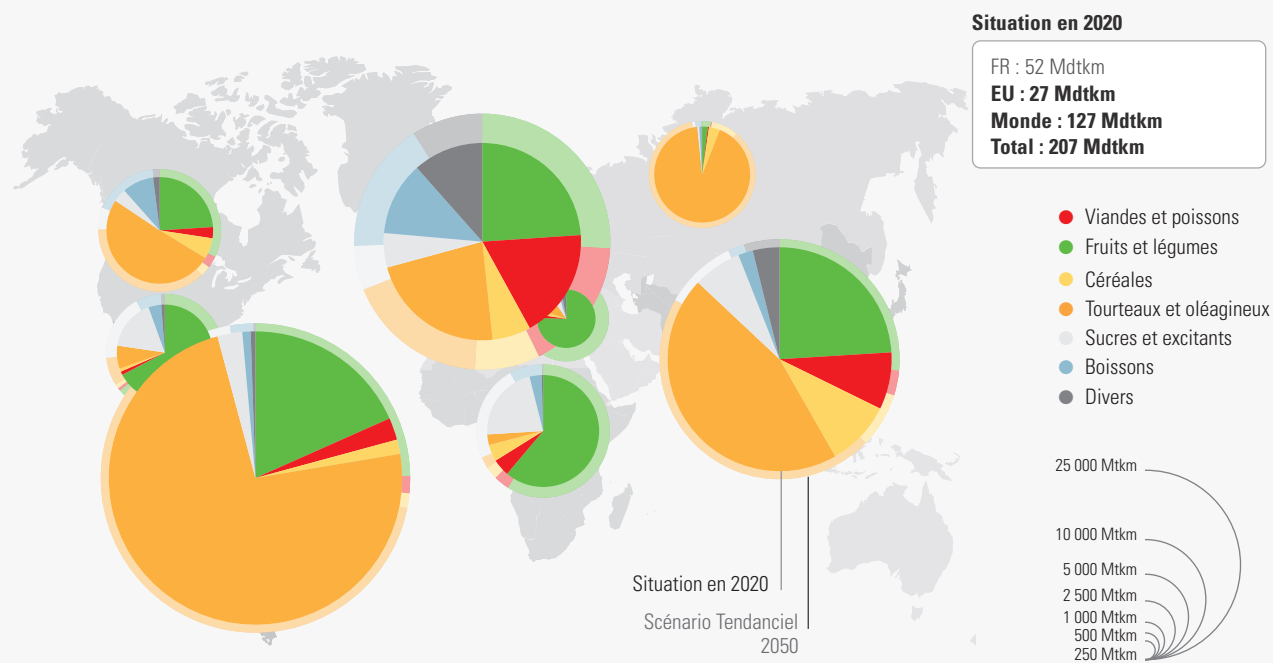
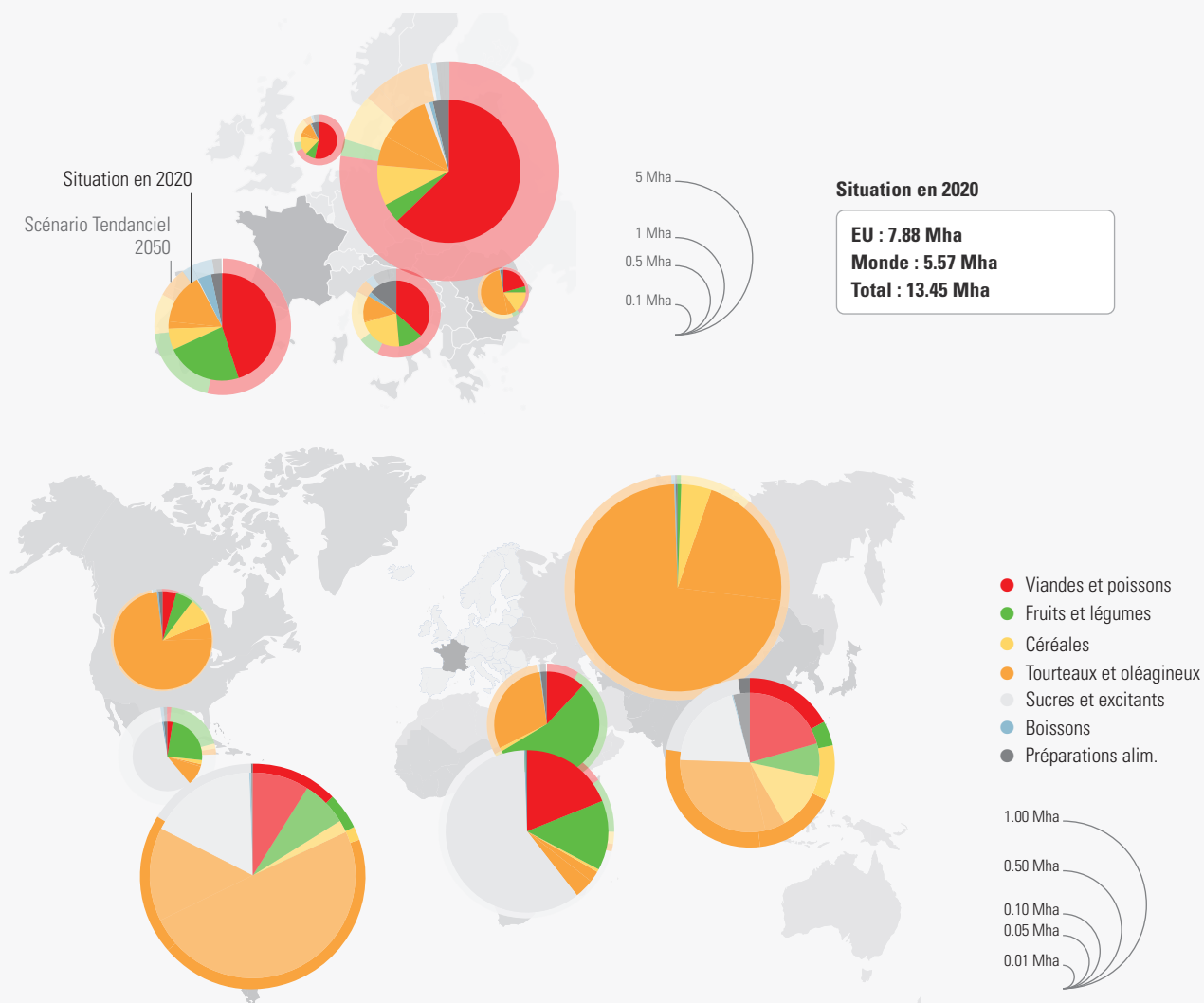


Figure 11. Les surfaces agricoles mobilisées dans le monde



dédiés aux repas (cuisine, salle à manger) induit en 2050 des consommations d'énergie du même ordre que celles induites directement par la préparation des repas. Par conséquent, les mesures de rénovation énergétique du logement constituent un enjeu important pour réduire l'empreinte énergétique de l'alimentation au domicile.

Dans le scénario *Tendanciel*, les ménages mangent plus souvent à la maison (télétravail, vieillissement) mais à partir d'aliments plus transformés ou préparés entièrement ou en partie à l'extérieur, ce qui réduit les temps de préparation. Néanmoins, l'aspiration parallèle du «fait à la maison» entraîne la multiplication de petits équipements de cuisson spécialisés (robots...) connectés, pilotables à distance qui, même si l'efficacité énergétique des appareils s'améliore, conduit à une augmentation des puissances et consommations cumulées liées à la fonction alimentaire. Le taux d'équipement des ménages en lave-vaisselle est passé de 60% à quasiment 100% en 2050 effaçant l'effet des progrès d'efficacité énergétique. L'électrification de la cuisson s'est poursuivie et a atteint elle aussi 100%.

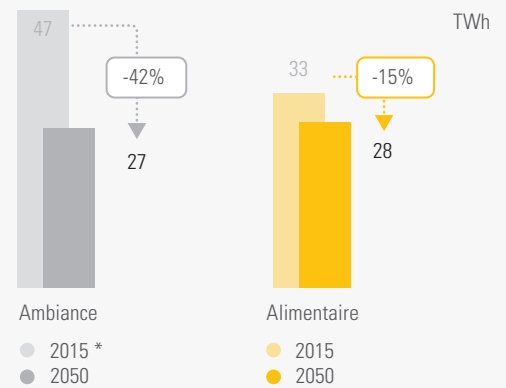
La restauration et la préparation de plats à l'extérieur ont augmenté tant parce que la tendance des années 2020 s'est prolongée que parce que la population a vieilli. L'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements et l'électrification des usages a conduit néanmoins à une baisse de 14% de la consommation énergétique dédiée à l'alimentation dans le tertiaire par rapport à 2015.

La mobilité des ménages pour l'alimentation

La mobilité des ménages pour leurs achats alimentaires ou la restauration hors domicile est constituée aujourd'hui à plus de 50% par les trajets vers les grandes surfaces alimentaires, 32% vers les commerces de proximité et les autres trajets pour se rendre à un restaurant depuis le domicile ou le lieu de travail.

Dans le scénario *Tendanciel*, cette mobilité s'est accrue de 25% en 2050 du fait de l'allongement des trajets pour les achats alimentaires lié à l'étalement urbain. La structure par mode de transport est restée inchangée. L'évolution principale concerne les motorisations. Les motorisations électriques qui n'existaient en 2014

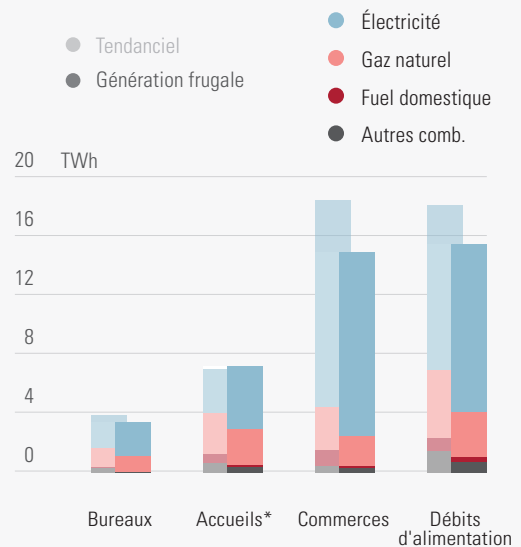
Figure 12. Scénario Tendanciel, consommation d'énergie pour l'alimentation dans le résidentiel



* Énergie de chauffage ou rafraîchissement des espaces utilisés (cuisine et salle à manger), soit 15% du logement.

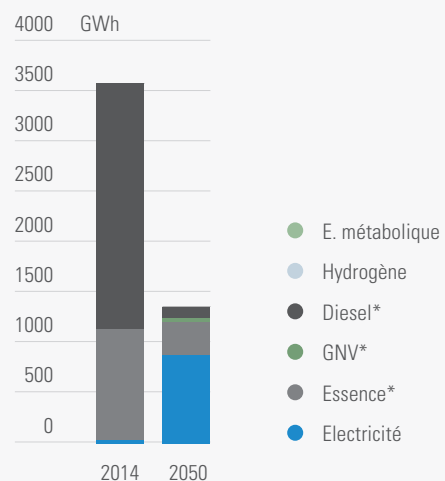
Figure 13. Scénario Tendanciel, consommations d'énergie pour l'alimentation dans le tertiaire

Total 47,7 TWh en 2015 et 41,2 TWh 2050



* Calcul fait avec 3h chauff/clim d'ambiance

Figure 14. Scénario Tendanciel, consommation d'énergie par source



* Présence de biocarburants ou biogaz

que pour les transports collectifs ferrés (TER, métros, tramways), se sont diffusées dans tous les modes de transport : à plus de 85% pour les voitures individuelles, et environ 50% pour les deux-roues motorisés, les bus et les vélos. Les motorisations essence et diesel fonctionnent en partie avec des biocarburants de première génération.

Partie 2

Cinq visions du système alimentaire en France en 2050

- *Scénario Génération Frugale*
- *Scénario Coopérations territoriales*
- *Scénario Technologies vertes*
- *Scénario Pari réparateur*
- *Scénario SNBC - 2019*

SCÉNARIO GÉNÉRATION FRUGALE

La sobriété au cœur de la transition

Des événements climatiques extrêmes (canicules, sécheresses, inondations) qui se sont succédés à un rythme inquiétant dès les années 2020, ont rendu évidente et urgente la transition rapide vers des changements drastiques des modes de production et de consommation. Des décisions fortes se sont dès lors imposées à tous les acteurs dès les premières années. Le levier principal pour aller vite a été le recours à la sobriété : réduction de la demande d'énergie, de matières et de ressources. Des transformations se sont installées dans la façon de s'alimenter, de se déplacer, de se loger, d'acheter et d'utiliser les équipements.

Ce qui a structuré l'ensemble des choix et actions politiques a été la résilience nécessaire au niveau de chaque territoire. Le PIB n'est plus l'objectif principal de pilotage des politiques mais de nouveaux indicateurs de prospérité sont pris en compte. Cette évolution sous contrainte a été rendue acceptable par le déploiement de dispositifs de concertation à tous les niveaux, du local au national, avec tous les acteurs concernés pour partager l'information sur les conséquences des changements à l'œuvre et s'entendre sur les façons d'y répondre collectivement. Les contraintes globales ont été déclinées localement selon la capacité de chaque territoire à les mettre en œuvre.

L'innovation sociale a été largement mobilisée pour répondre aux besoins des populations et faire face aux défis qui s'imposent à elles. Le pays est dorénavant organisé en un ensemble de territoires au sein desquels les activités et productions sont d'abord mises au service des besoins essentiels. La préservation des

ressources locales est une priorité ainsi qu'une moindre dépendance aux productions importées.

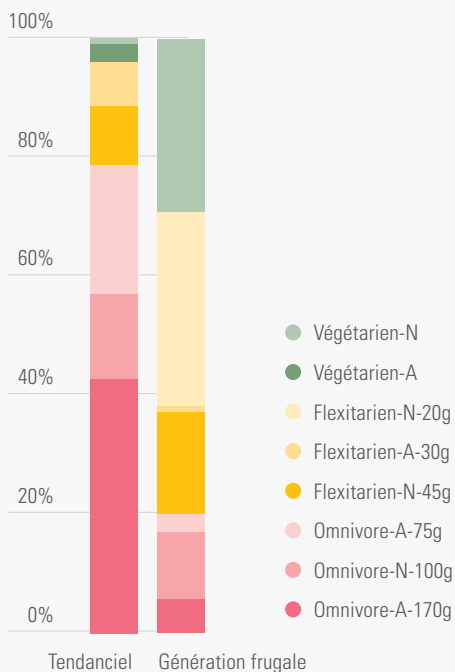
Le choc de la crise écologique subie a amené à une réelle prise de conscience et fait émerger de nouvelles aspirations. Les normes et valeurs ont évolué. La surconsommation n'est plus de mise. Les liens sociaux et la solidarité occupent désormais une place capitale dans la société. Ils compensent la moindre richesse matérielle et améliorent le sentiment de bien-être dans la population.

Une consommation alimentaire plus végétale

Des produits simples, biologiques, de saison et d'origine domestique constituent une large part de l'alimentation. La surconsommation de protéines est limitée à 26%.

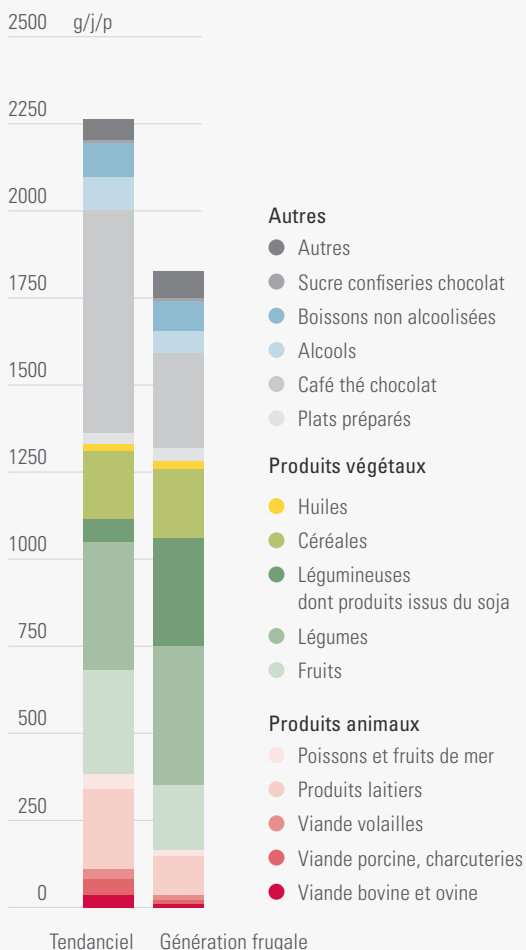
Les régimes alimentaires ont changé sensiblement dès les années 2020, sous l'impulsion notamment de la population née au tournant de l'an 2000 très conscientisée et sensible aux enjeux écologiques. En 2050, de nouveaux régimes alimentaires se sont diffusés dans l'essentiel de la population. Le contexte a favorisé une forte autonomie alimentaire à l'échelle des territoires avec des circuits d'approvisionnement moins dépendants aux transports internationaux. Les habitudes culinaires ont évolué en conséquence. Les repas sont élaborés à partir de produits bruts et de saison, beaucoup moins transformés que dans le scénario *Tendanciel*. Les

Figure 15. Part des groupes de mangeurs dans la population



A : actuel
 N : nutritionnellement équilibré
 Par convention,
 Omnivore = plus de 50g de viande par jour/personne,
 Flexitarien = moins de 50g de viande par jour/personne

Figure 16. Composition du régime alimentaire moyen



fruits et légumes sont plus souvent issus de jardins individuels ou partagés, ou de zones maraichères en ceinture des villes.

En parallèle, la réussite des politiques de santé publique se traduit par une réduction de la surconsommation alimentaire en calories passant de 28% à 10% et de l'indice de masse corporelle permettant une diminution de la prévalence de surpoids et d'obésité. La surconsommation de protéines passe, elle, de 59% à 26%. En conséquence, neuf habitants sur dix présentent un régime alimentaire nutritionnellement équilibré en 2050 (Figure 15).

Une majorité de la population a sensiblement réduit sa consommation de produits animaux et 30% de la population a adopté des régimes sans viande. La consommation moyenne individuelle de viande est divisée par trois (37g/j/p), celle de lait d'origine animale par 1,4 (111g/j/p) par rapport à aujourd'hui. Les produits laitiers d'origine animale sont substitués en majorité par des substituts végétaux des produits laitiers. L'alimentation comprend ainsi une part plus importante de céréales, de légumineuses (90g/j/pers) et de produits à base de soja qui procurent des protéines bon marché faciles à stocker et conserver. La consommation de protéines animales diminue sensiblement pour atteindre 49% du total des protéines. La consommation des légumes est en hausse, les productions sous serre chauffée sont fortement réduites (Figure 16).

La multiplication des événements climatiques et les hausses de prix importantes tant des ressources que des transports ont conduit à tirer le meilleur parti de la production agricole et agroalimentaire métropolitaine. Une partie des produits importés a été remplacée par des productions nationales : jus de pomme, poire ou raisin ont remplacé le jus d'orange. On assiste à une forte réduction de la consommation de café, du cacao, des fruits tropicaux en général. La consommation de produits ultra-transformés, de sucre, et de boissons alcoolisées, a chuté au profit d'aliments peu transformés, sains, locaux et bon marché.

Cette évolution sensible des régimes et des pratiques alimentaires sur une génération a ainsi conduit à une baisse globale de la demande en produits bruts et transformés : viandes, produits laitiers, céréales et concentrés pour l'alimentation animale, boissons, jus de fruits tropicaux, café et chocolat.

Les forêts et espaces naturels se sont étendus

Les terres artificialisées sont en recul, la forêt et les espaces naturels ont gagné 4 Mha. Les deux tiers des prairies temporaires ont été substitués par des cultures.

Une économie maximale de tout type de ressources a été recherchée dès les années 2020. Les modes de production sont beaucoup plus extensifs et mobilisent peu d'intrants. Les surfaces d'espaces naturels et de forêt ont progressé de façon importante, soit près de 4 millions d'hectares supplémentaires (Figure 17).

La forêt s'est étendue pour sa part de 2,9 millions d'hectares par conversion de prairies, de terres arables et par évolution spontanée des landes et friches. Du fait du frein mis sur les extensions urbaines, les surfaces artificialisées perdent près d'un demi-million d'hectares au profit principalement des espaces naturels. Ceux-ci ont progressé globalement et gagné sur les terres arables du fait de la déprise agricole et d'actions volontaires de restauration des écosystèmes.

Les terres arables ont vu leur surface diminuer au profit de la forêt, des espaces naturels et semi-naturels, et sont en outre maillées par des infrastructures agroécologiques occupant 5% des terres arables, l'ensemble constituant une très vaste trame verte. Les réserves naturelles intégrales ont vu leur surface augmenter considérablement. Les surfaces de prairies temporaires ont été divisées par 3 au profit des cultures de céréales et d'oléo-protéagineux, des fruits et des légumes. De nouvelles cultures font leur apparition en conséquence du changement climatique, par exemple l'oranger et les agrumes en général, l'amandier et le sésame dans les régions méditerranéennes ou le coton dans le Sud-Ouest.

Des pratiques agricoles avec très peu d'intrants

La consommation d'engrais azotés et de pesticides de synthèse a fortement baissé. Les cultures intermédiaires et l'agroforesterie ont assuré une croissance du rendement agricole global.

Les productions agricoles sont passées intégralement en production biologique (70%) ou sous des formes proches (30%) qui consomment très peu d'intrants :

Figure 17. Utilisation du territoire

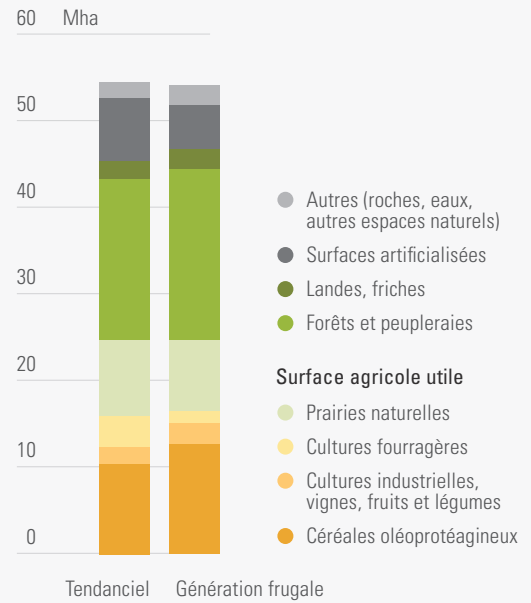


Figure 18. Evolution des modes de culture pour les grandes cultures

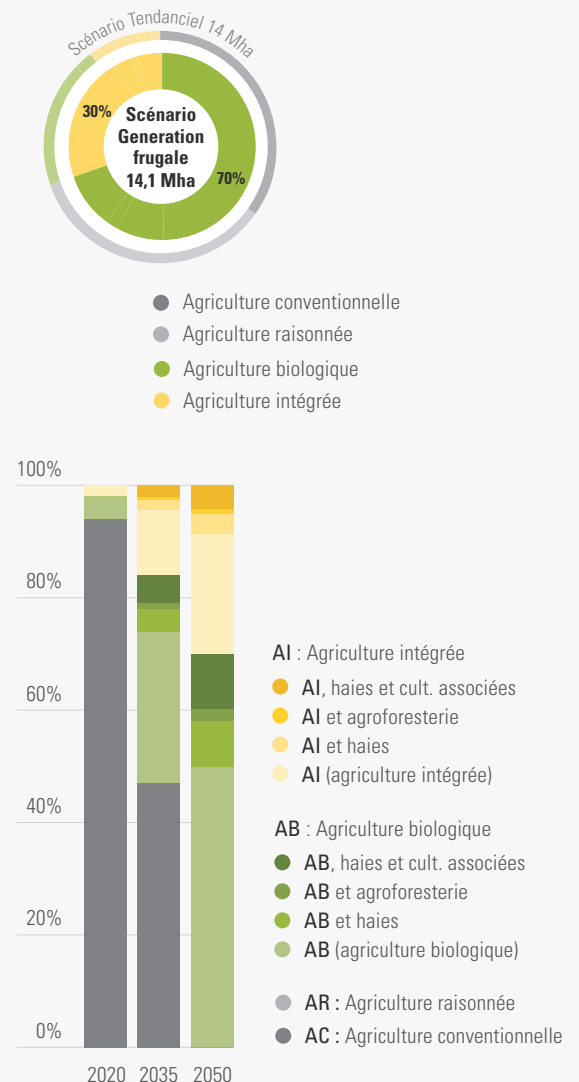


Figure 19. Évolution des cheptels (places ou d'effectifs présents)

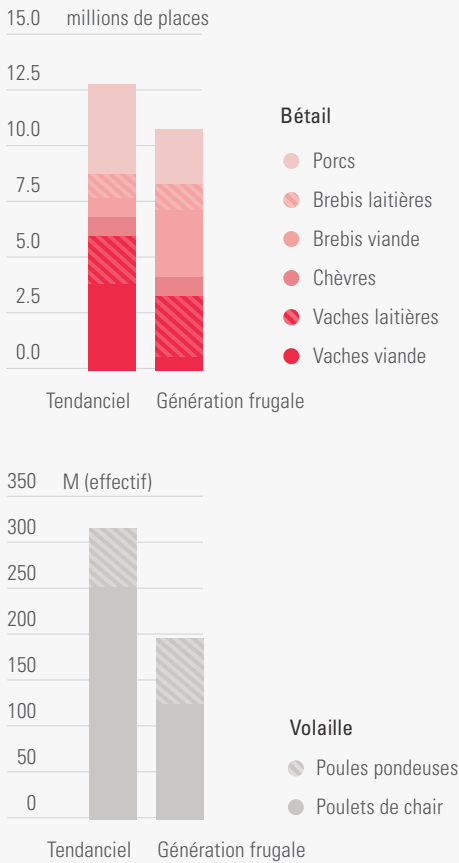
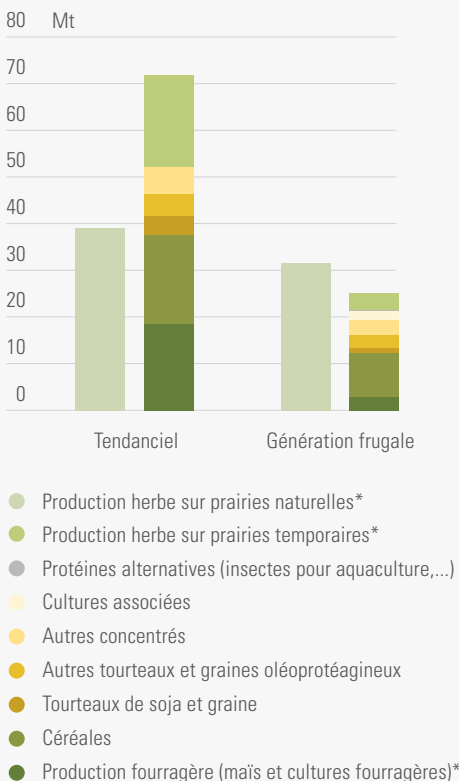


Figure 20. Ressources mobilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage



la consommation d'azote minéral a fortement diminué, celle de pesticides de synthèse également. Le rendement en blé a diminué d'un tiers, les infrastructures agroécologiques se sont développées sur un quart des terres arables, elles occupent ainsi 5% de la sole arable totale. Le rendement global a progressé toutefois de 14% grâce notamment au développement des cultures intermédiaires, des cultures associées et de l'agroforesterie (Figure 18).

Le volume d'eau consommé pour l'irrigation s'élève à 1,7 milliard de m³, dont le quart seulement pour les cultures d'été (maïs). Les surfaces irriguées ont diminué de 1,7 à 1,4 millions d'hectares, elles augmentent pour les fruits et légumes, un peu pour les céréales, et diminuent fortement pour le maïs.

La fixation symbiotique a été multipliée par 3 grâce aux légumineuses cultivées pour leurs graines ou présentes dans les cultures intermédiaires ; les pertes par les émissions d'ammoniac et le lessivage des nitrates ont été réduites respectivement d'un facteur 3 et 2. Aussi le recours aux engrais azotés minéraux a pu diminué d'un facteur 5.

La consommation d'énergie finale a été divisée par deux. L'usage des serres chauffées est devenu rare, leurs surfaces ont été divisées par cinq.

Les systèmes d'élevage intensifs ont disparu

Les cheptels animaux ont fortement diminué : notamment les cheptels bovins (divisés par deux) et les cheptels porcins.

Pour les cheptels bovins, c'est la diminution de la consommation de lait et de viande qui est le moteur principal de l'évolution, ainsi que la désaffection des mangeurs pour ces types de production. Pour le cheptel porcin, ce sont les préconisations de diminution importante de la charcuterie pour des raisons nutritionnelles et de santé qui sont principalement à l'origine de la baisse du cheptel. La production d'œufs s'est maintenue, les autres productions de viande blanche ont un peu diminué (Figure 19).

Les cheptels ruminants sont nettement plus herbagers, les systèmes en herbe intégrale ou avec très peu de concentrés représentent la moitié des cheptels. Les systèmes intensifs, notamment le zéro pâturage, ont disparu. Les systèmes intensifs en monogastriques

sont entièrement éliminés au profit des productions sous label (Figure 20).

Les besoins en fourrages (40 MtMS) sont divisés par deux par rapport à 2020 du fait de la baisse des cheptels de ruminants. Ainsi, les productions fourragères sur terres arables (maïs et autres cultures fourragères, prairies temporaires ou artificielles) ont presque disparu et ont été remplacées par la production de céréales, d'oléo-protéagineux et de légumes frais et secs. Les surfaces de prairies naturelles sont de 8,1 Mha, elles sont en légère diminution par rapport à la situation tendancielle. Le solde entre disponibilités en fourrage et usages est excédentaire, ce qui permet de faire face aux aléas climatiques.

La transformation agroalimentaire tournée vers le marché intérieur

La baisse des activités de transformation liée notamment au recul de l'élevage et de l'alimentation animale est en partie compensée par la relocalisation de certaines activités en France.

La viande, les produits laitiers, les tourteaux et les co-produits des IAA destinés à l'alimentation animale, constituaient une part importante des produits transformés en 2020. En raison notamment de politiques de santé publique efficaces, la végétalisation des régimes alimentaires de la population a conduit à une réduction de 30% des besoins en produits transformés par rapport au scénario Tendanciel. Les activités de transformation de la viande ont peu à peu décliné pour atteindre moins de 3 Mt par an en 2050 contre 7 Mt en 2020. La baisse a été plus limitée pour les produits laitiers. La consommation de fruits tropicaux et agrumes transformés, en particulier de jus d'orange, a également été délaissée au profit de produits frais, non transformés et locaux (Figure 23).

La valorisation des ressources locales et la moindre dépendance aux importations sont devenues des objectifs prioritaires de tous les acteurs du monde de l'alimentation. Cela a eu pour conséquence une contraction importante du commerce international de denrées alimentaires. Les petits commerces comme la grande distribution ont largement favorisé les produits régionaux ou nationaux, quitte à proposer une diversité de produits moins grande. Il a été ainsi possible de réduire d'un facteur 2 les importations et les exportations de produits transformés similaires. Le solde exportateur

Figure 21. Produits agricoles et agroalimentaires mobilisés pour l'alimentation de la population métropolitaine

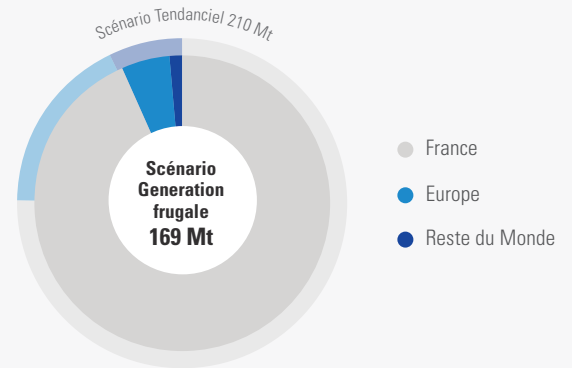


Figure 22. Consommation d'énergie par source des industries agroalimentaires

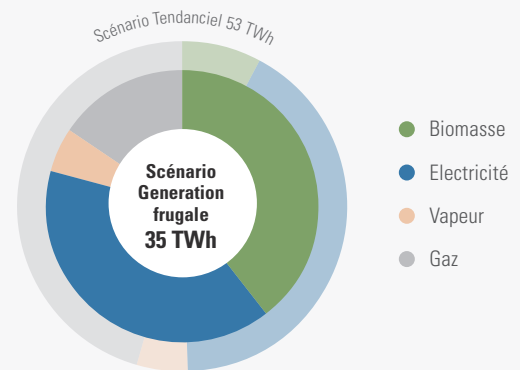
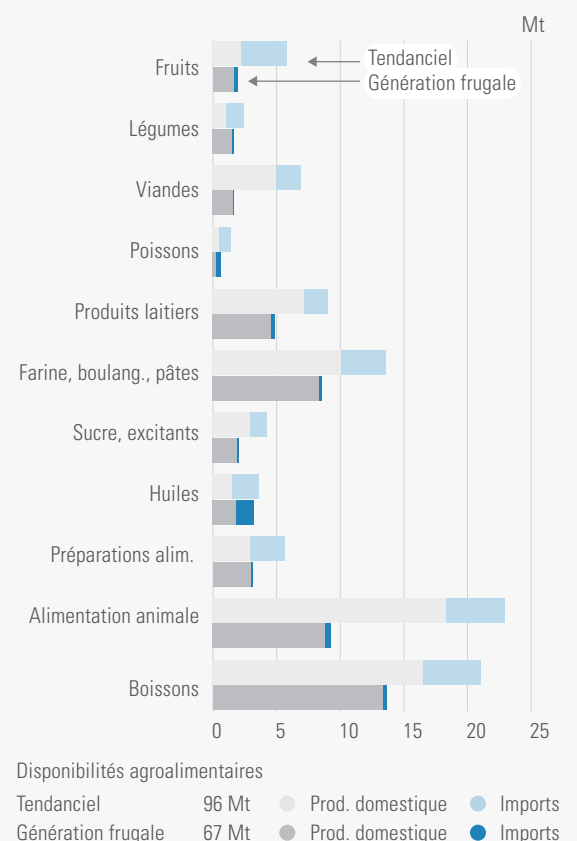


Figure 23. Disponibilités agro-alimentaires domestiques et importées



de produits alimentaires transformés reste positif en 2050 et la production domestique des IAA n'a été réduite que de 13% du fait de la volonté de relocaliser une partie de la transformation en France. En effet, lorsque la disponibilité en produits primaires agricoles existe sur le sol national, des mesures incitatives ont été prises pour favoriser la relocalisation des activités de transformation de ces produits : c'est le cas par exemple pour les légumes, les pommes de terre et les fruits (1,6 Mt supplémentaires), la fabrication de plats préparés, produits amylacés, biscuits, pâtes, etc. (1 Mt). L'ensemble de ces mesures ont permis de réduire fortement les importations de produits transformés, celles-ci ne sont plus que de 5 Mt contre 29 Mt dans le *scénario Tendanciel* en 2050. Les importations de tourteaux sont ainsi limitées à 0,7 Mt en 2050 contre 4,7 Mt en 2020.

Les importations ont fortement chuté

La France n'importe plus que 7% de ses besoins alimentaires. Les importations proviennent en très grande partie d'Europe.

Le commerce international a été fortement contracté suite aux difficultés d'approvisionnement et à la volonté de réduire la dépendance du pays aux importations. Celles-ci sont divisées par 5 par rapport au *scénario Tendanciel*, soit 11 Mt. Elles proviennent pour 82% d'Europe et 18% du reste du monde contre respectivement deux tiers et un tiers en 2020 (**Figure 24** et **Figure 25**). Le solde des échanges reste excédentaire pour la plupart des productions. La France continue à exporter des quantités importantes de céréales, car la demande en céréales pour le bétail sur le sol métropolitain a diminué presque autant que la production. Le solde exportateur de la viande reste proche de l'équilibre, la production s'étant adaptée à la demande. Celui du lait devient faible, car la productivité a nettement diminué (5.800 litres en moyenne) tout comme celui des pommes de terre. En revanche, le pays est en voie de conquérir son autonomie pour les légumes et le solde importateur de fruits a très nettement diminué grâce à la substitution d'une partie des fruits d'origine tropicale par des productions locales et par le développement de nouvelles productions. La France n'importe plus que 11% des fruits et légumes consommés contre

37% en 2020 et 55% dans le *scénario Tendanciel*. Ces produits restent néanmoins dominants dans les importations avec les huiles et oléagineux. Les importations de tourteaux ne sont plus que de 0,6 Mt contre 4,5 Mt en 2020.

Des transports de denrées agricoles majoritairement en France

Une division par trois des transports par rapport au *scénario Tendanciel* a été permise. Les denrées produites hors Europe ne génèrent plus qu'un quart des trafics.

Du fait de la priorité donnée à la mobilisation des ressources domestiques, les importations ont fortement baissé à l'horizon 2050 du fait des restrictions du commerce international conduisant à réorienter les exportations vers la demande domestique et des mesures de relocalisation de certaines productions et d'unités de transformation en France. Par conséquent, les trafics de denrées alimentaires se limitent à 70 Gtkm, soit une division par trois par rapport au *scénario Tendanciel*. La majorité de ces trafics a lieu désormais en France (44 Gtkm), ils sont d'ailleurs relativement stables par rapport à 2020, ce sont bien les trafics internationaux qui chutent fortement (**Figure 26**). La réduction des importations de tourteaux et de produits tropicaux a conduit à réduire la dépendance du pays aux importations issues du continent américain, celui-ci ne représente plus que 22% des importations hors Europe. Les risques de déforestation en Amérique latine consécutive aux importations en France sont donc fortement réduits. Des importations d'huiles et d'oléagineux subsistent en provenance de la CEI et d'Asie. Si les importations de fruits et légumes en provenance d'Afrique sont nettement plus faibles que celles en provenance du sud de l'Europe, les trafics sont proches, du fait des distances parcourues. Les importations de fruits tropicaux sont essentiellement à l'origine de ces trafics. Les trois quarts des trafics concernent des denrées produites en France ou en Europe, le trafic routier représente dès lors 70% des trafics totaux.

En réponse à des situations de crises écologique et géopolitique, sortir de la dépendance aux importations alimentaires est devenue une nécessité au fil des années. La réduction forte des trafics de

Figure 24. Denrées agricoles et alimentaires domestiques et importées pour les besoins intérieurs

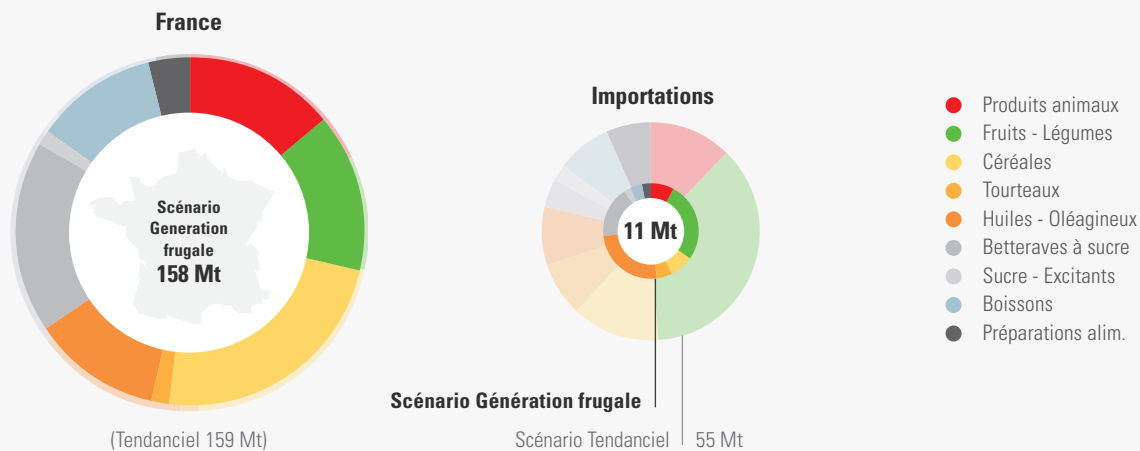
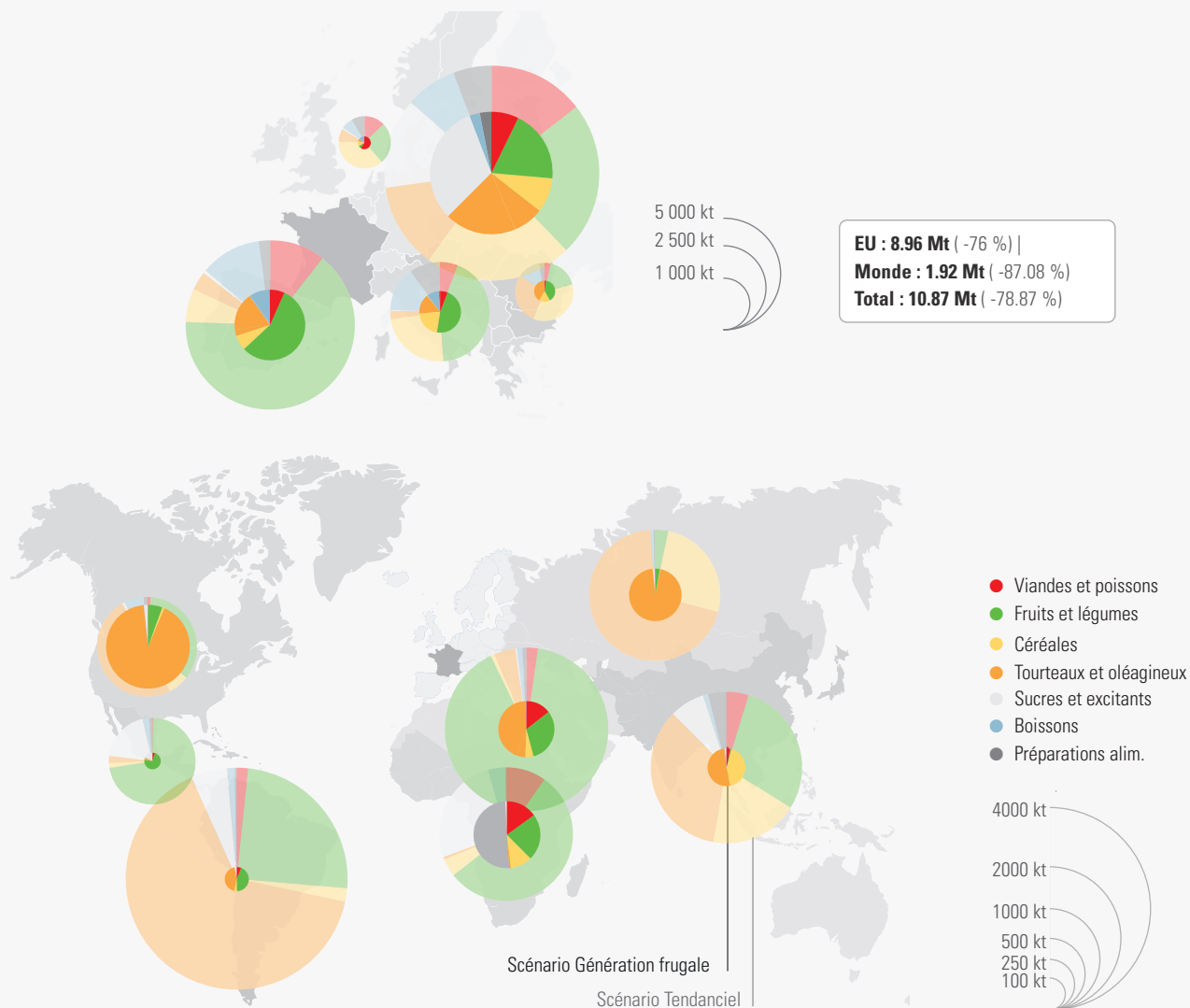


Figure 25. Les tonnes importées depuis l'Europe et le reste du monde



Note : dans cette étude, la relocalisation des produits est effectuée en minimisant les distances parcourues. En conséquence, les produits viendront en priorité des pays frontaliers, puis d'Europe et enfin du reste du monde (il ne s'agit pas d'un choix explicite de pays d'origine des produits).

Figure 26. Le trafic de denrées importées par zone de production

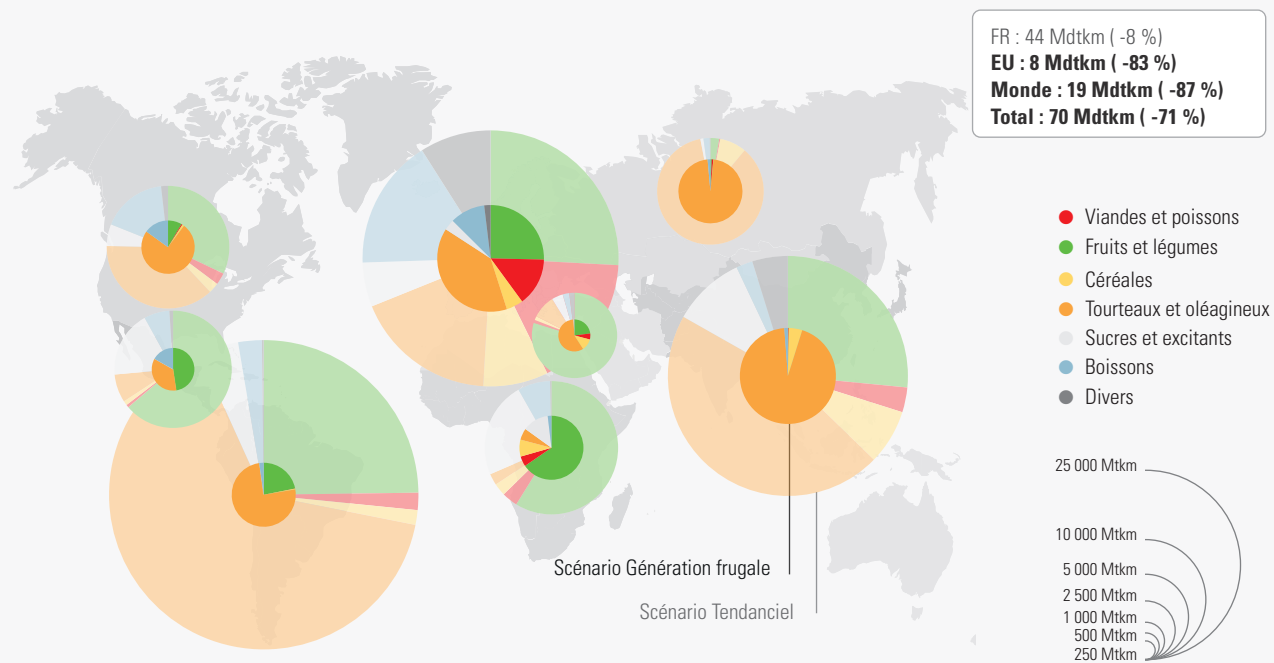
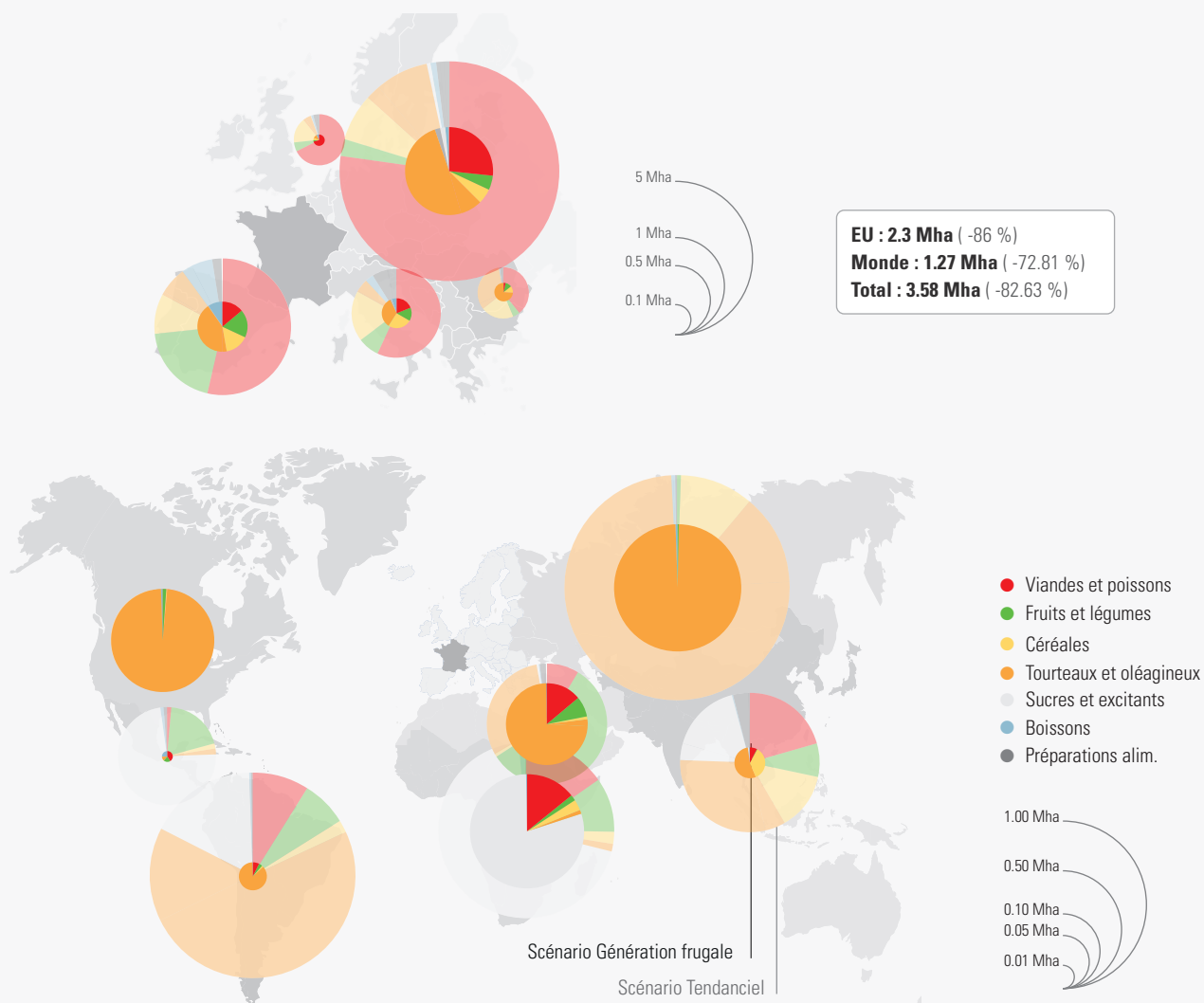


Figure 27. Les surfaces agricoles mobilisées dans le monde



marchandises, voulue ou contrainte selon les cas, a été une priorité ainsi que la nécessité de prolonger la durée de vie des véhicules de transports en privilégiant la réparation au renouvellement pour éviter des ponctions jugées non indispensables sur les matières premières. Les progrès technologiques sont limités, le taux de chargement des véhicules a peu progressé et la motorisation électrique pour les véhicules routiers reste peu développée (7%). Les gains d'efficacité globale des poids lourds sont de 17% par rapport au scénario *Tendanciel*, ceux du transport maritime de 10% et du fluvial de 2%. L'efficacité énergétique du transport aérien est inchangée.

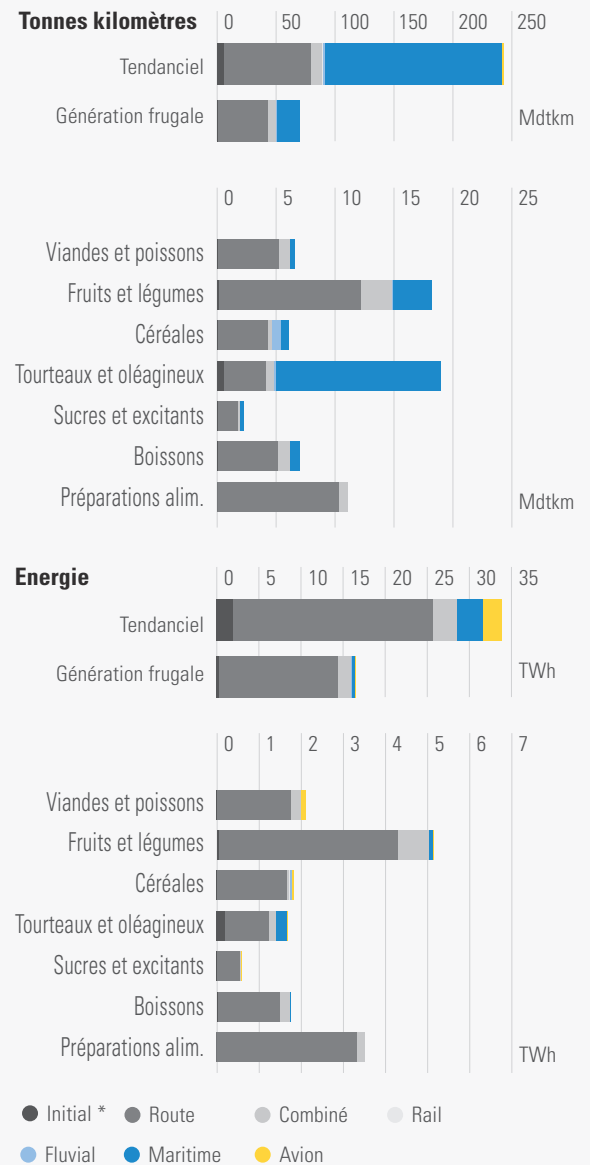
La consommation d'énergie totale du transport de denrées alimentaires pour les besoins de la population métropolitaine est de 16,5 TWh en 2050, soit la moitié de celle du scénario *Tendanciel*. Ce gain de 17 TWh est dû pour 3 TWh aux gains d'efficacité énergétique mais pour 14 TWh à une contraction de la demande de produits alimentaires et surtout à une réduction forte du recours aux importations, occasionnant une baisse des trafics totaux d'un facteur 3 (Figure 28).

Peu de surfaces agricoles mobilisées à l'étranger

23 Mha sont libérés dans les pays fournisseurs de la France. Les surfaces agricoles mobilisées se situent essentiellement en Europe pour l'élevage et les oléagineux.

La réduction de la surconsommation alimentaire, la baisse des pertes et gaspillages ainsi que le recul de l'élevage qui entraîne la réduction des besoins en fourrages, permettent de diminuer les surfaces agricoles mobilisées en France et à l'étranger. La surface agricole utile en France s'est réduite de près de 3 Mha : elle est de 25,6 Mha en 2050 contre 28,8 Mha en 2020. Ce solde inclut une réduction des surfaces dédiées aux exportations qui sont passées de 7,4 Mha à 3,6 Mha. L'essentiel des denrées alimentaires pour la population étant produit en France, seulement 4,6 Mha sont mobilisés à l'étranger afin de produire les denrées importées, soit un niveau à peine supérieur aux surfaces dédiées aux exportations. Ainsi 23 Mha sont libérés dans les pays fournisseurs de la France dont 19 Mha en Europe par rapport au scénario *Tendanciel*. Malgré des rendements et une efficacité moins élevés des

Figure 28. Parts modales du transport longue distance



* Estimation des émissions dues aux trajets en amont de trajets maritimes ou aériens non précédés d'un transport routier identifié

Figure 29. Surfaces mobilisées dans le monde

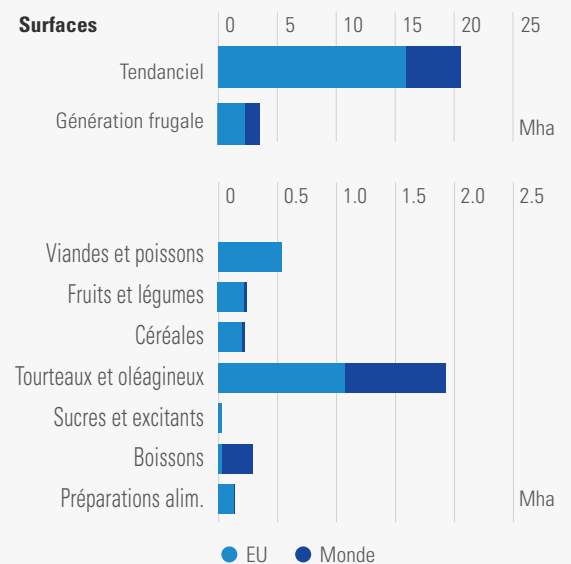
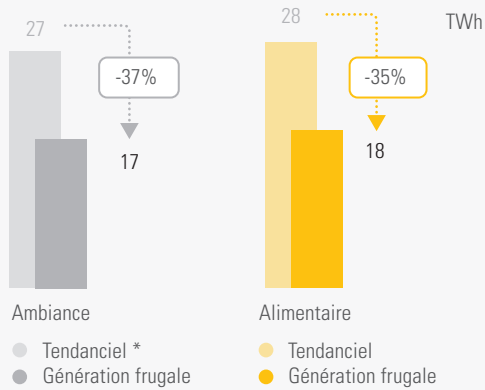


Figure 30. Consommation d'énergie pour l'alimentation dans le résidentiel



* Energie de chauffage ou rafraîchissement des espaces utilisés (cuisine et salle à manger), soit 15% du logement.

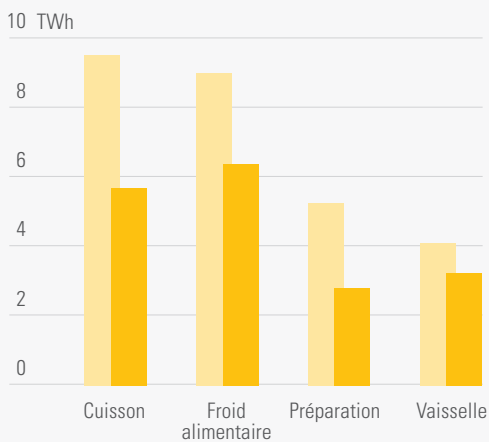
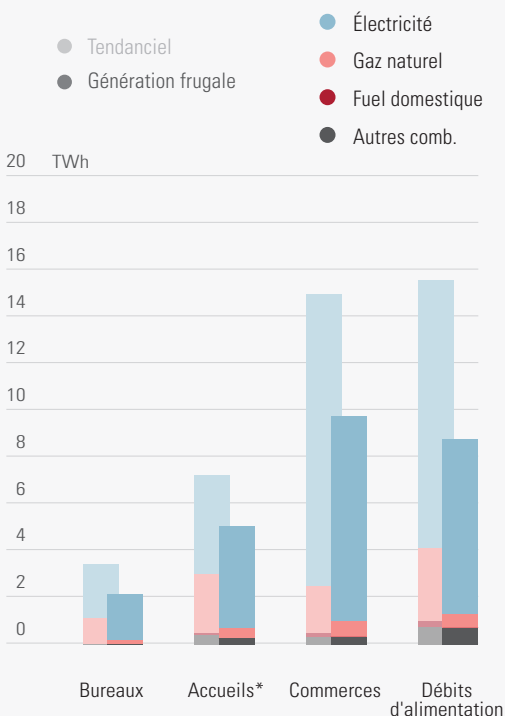


Figure 31. Consommations d'énergie pour l'alimentation dans le tertiaire

Total Génération frugale 25,7 TWh, Total Tendanciel 41,2 TWh.



* Calcul fait avec 3h chauff/clim d'ambiance

systèmes agricoles, le scénario *Génération frugale* est donc celui qui mobilise le moins de terres à l'étranger (Figure 27 et Figure 29).

Les surfaces agricoles mobilisées se situent essentiellement en Europe (3,3 Mha) et seulement pour 1,3 Mha dans le reste du monde. Pour les pays d'origine extra-européens, les productions principales concernées sont principalement des huiles et oléagineux et l'élevage. En Europe, les surfaces dédiées aux produits animaux importés représentent les deux tiers des surfaces totales mobilisées pour les importations françaises dans le scénario *Tendanciel*. Cette part n'est plus que de 23% dans le scénario *Génération frugale*. Les huiles et oléagineux dominent ces importations, notamment l'huile de colza.

Des repas partagés au domicile ou dans le quartier

La commensalité, le partage de la même table en famille, avec les amis, voisins ou collègues, sont revenus en force.

Si les repas ont souvent lieu au domicile, ils sont aussi partagés en communauté, dans des lieux publics ou chez des proches. Se sont développées diverses formes de cuisines collectives qui, au-delà des plaisirs de la convivialité retrouvée, ont permis de mutualiser les tâches.

Ce temps plus important dédié à l'alimentation (achats, préparation, repas, voire jardinage) s'est accompagné de pratiques moins énergivores mais qui nécessitent davantage de temps. L'alimentation est plus en phase avec les saisons, donc les aliments des repas sont moins souvent issus de conserves ou surgelés. Les fruits et légumes sont consommés plus souvent crus.

Le retour à des habitudes de consommation de produits simples et frais est accompagné par l'adoption de modes de préparation moins exigeants en chaleur (cuisson lente, basse température, produits crus ou cuits dans des marinades, etc.). Les réglages favorables aux économies d'énergie (mode « éco » par défaut, veille profonde, utilisation des couvercles, etc.) se sont systématisés. Les cuissons sont optimisées et lorsque que le four est allumé, c'est pour préparer plusieurs plats. Les repas pris en commun permettent également des économies d'énergie. Lorsque nécessaire, les techniques de conservation

«douces» (conserves, bocaux, aliments séchés, etc.) sont utilisées et ralentissent l'usage des réfrigérateurs et congélateurs. Des dispositifs de stockage communautaire ou au niveau des quartiers se mettent en place ce qui permet de réduire les coûts et l'espace nécessaire en gardant un peu de variété de produits. Les évolutions technologiques des équipements ménagers progressent moins vite que dans le scénario *Tendanciel* car les équipements sont réparés et sont donc moins souvent renouvelés. Par ailleurs, le multi-équipement individuel en petits appareils de cuisson spécialisés (glacières, appareils à raclette, robots, etc.) disparaît et la mutualisation se développe. Des économies en matériaux sont donc dès lors importantes. L'électrification de la cuisson s'est accélérée pour atteindre 100% avant 2040.

Pour ces usages strictement alimentaires, la consommation finale en 2050 est plus faible d'un tiers par rapport au scénario *Tendanciel* (soit -9 TWh). Par ailleurs, les consommations d'ambiance, dimensionnées à 15% des besoins de chauffage et d'éclairage du logement, sont de 13 TWh inférieures à celles du scénario *Tendanciel*, signe que le potentiel de réduction de la demande est plus important pour elles (Figure 30).

Une offre diversifiée selon les publics pour la restauration commerciale

La restauration commerciale a été remplacée par des formules de cuisines collectives associatives, de voisinage ou de quartier.

Il y a beaucoup moins de repas livrés car le repas est devenu, au-delà de sa fonction alimentaire, un moment de partage en groupe valorisé. La restauration collective est reconnue aussi pour son rôle de sociabilité. Ainsi, les personnes âgées ne sont plus contraintes de manger seules.

Le développement des multifonctionnalités dans le tertiaire augmente la densité d'usage par surface et permet de limiter l'augmentation des surfaces dédiées. Les bâtiments collectifs (écoles, cantines, etc.) sont ouverts à tous les publics et aussi les soirs ou jours non travaillés, ce qui crée un réseau de restauration collective très décentralisé qui renforce les liens de solidarité. La fréquentation des restaurants «service à la table» est restée stable car même s'il y a moins de tourisme, man-

Figure 32. Mobilité des ménages par motif alimentaire

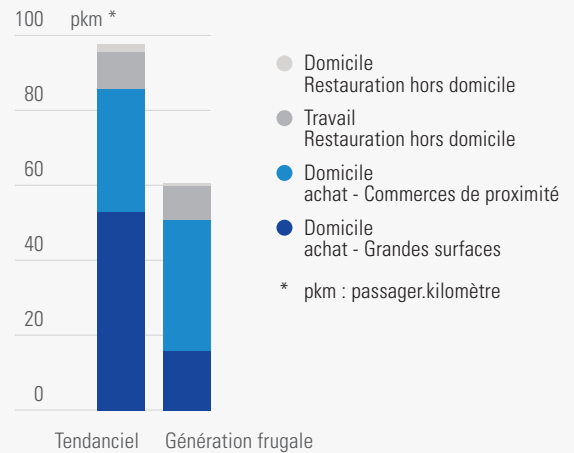


Figure 33. Mobilité des ménages pour l'alimentation par mode

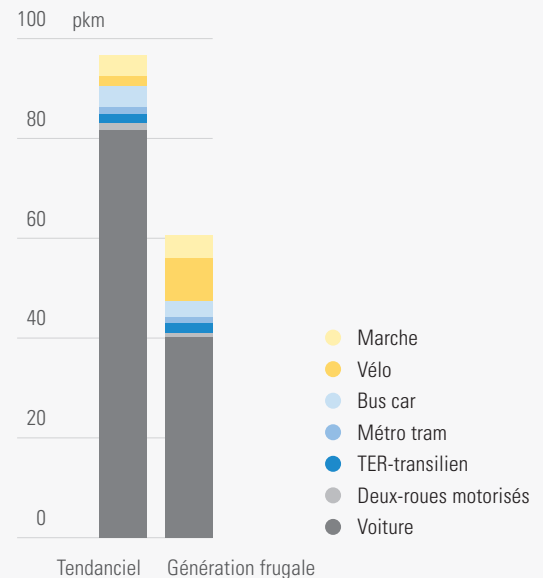
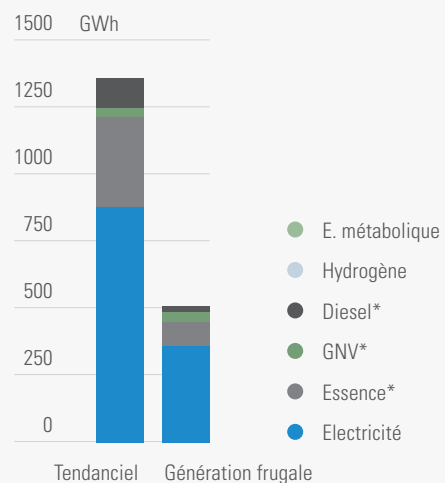


Figure 34. Consommation d'énergie par source



* Présence de biocarburants ou biogaz

ger à l'extérieur avec des amis reste un plaisir recherché. Les restaurants se sont engagés dans la transition écologique et ont étendu leur offre (bistro rural multiservices, cantines pour personnes âgées, etc.) sur tout le territoire. En revanche, les cartes se sont allégées, souvent limitées à un plat du jour, et à base de produits frais et locaux. Les restaurateurs sont fréquemment en partenariat avec les collectifs paysans locaux, et peuvent parfois être des lieux de vente de produits agricoles ou d'élevage.

Même si l'aspiration forte au «fait-maison» dégrade l'efficacité énergétique fonctionnelle par rapport au scénario *Tendanciel*, cette tendance est largement compensée par les pratiques de «cuisine douce» (cuisson lente à basse température ou dans du citron ou du sel, produits crus, etc.) ainsi que par les renoncements sur le confort thermique et la surface immobilière. La promiscuité devient presque un atout car la convivialité fait partie du service attendu. La restauration méridienne d'entreprise baisse par rapport au scénario *Tendanciel*, car les surfaces de bureaux ont été réduites.

Au niveau du commerce, la part de cuisine industrielle et de produits transformés a beaucoup diminué et les commerces de proximité ont regagné du terrain, comparés aux grandes surfaces situées en périphéries. Des magasins gérés en coopérative et des plateformes de vente directe se sont largement développés. La variété d'offre est certes plus restreinte, mais elle a été compensée par une plus grande confiance des consommateurs qui ont le sentiment de mieux savoir ce qu'ils mangent. Les circuits courts sont valorisés et les jardins partagés se sont développés.

Les métiers de bouche poursuivent leur croissance, entraînés tant par le développement des métiers de proximité qui créent de la demande, que par l'aspiration à plus de convivialité qui favorise l'essor de l'artisanat. Pour les personnes invalides ou présentant des difficultés pour se déplacer ou transporter des charges lourdes, des services de livraisons douces se sont développés.

Globalement, la part alimentaire de la consommation énergétique dans le tertiaire s'est réduite de plus d'un tiers (38%) par rapport au scénario *Tendanciel* et de 55% par rapport à 2015. L'essentiel de la baisse vient d'une diminution des volumes et variétés des produits alimentaires.

Les déplacements des ménages pour s'alimenter sont plus courts

Plus de repas au domicile ou à proximité et la fréquentation des commerces de quartier ont conduit à réduire la mobilité pour l'alimentation d'un tiers.

Les achats alimentaires se faisant plus souvent dans des commerces de proximité, la mobilité pour ce motif a baissé de 40% par rapport au scénario *Tendanciel*. Le développement du télétravail a aussi conduit à une baisse du nombre de déplacements quotidiens domicile-travail de 20% et contribué à la fréquentation de commerces ou restaurants de quartier. La restauration hors domicile diminue car on prend ses repas plus souvent chez soi sans pour autant réduire les liens sociaux. Les repas sont en effet partagés et conviviaux et permet d'éviter l'isolement pour les ménages isolés.

Globalement, la mobilité pour des achats alimentaires ou la restauration hors domicile est de 37% inférieure à celle du scénario *Tendanciel*, soit 61 Mdpkm contre 97 Mdpkm en 2050.

Grâce à un usage beaucoup plus important des modes actifs, la baisse de la mobilité en voiture (-51%) est plus forte que celle de la mobilité totale pour les motifs alimentaires. La mobilité en voiture est divisée par deux par rapport au scénario *Tendanciel*. Elle passe de 82 Mdpkm à 40 Mdpkm, essentiellement grâce aux achats en proximité. En conséquence, la marche progresse ainsi que l'usage du vélo qui est multiplié par 4. La moitié des trajets se font dorénavant en vélo ce qui permet de diminuer la sédentarité et a contribué à la réduction de la prévalence du surpoids et de l'obésité. La part modale des véhicules électriques progresse par rapport au scénario *Tendanciel* pour lequel la motorisation électrique des voitures et deux roues était déjà forte. Elle atteint 93% pour la voiture, le reste étant assuré par des biocarburants. La part modale des bus au biogaz est de l'ordre d'un tiers dans le scénario *Tendanciel*, elle assure ici près de la moitié de la mobilité en bus.

SCÉNARIO COOPÉRATIONS TERRITORIALES

Un contrat social respectueux de l'environnement

Les conséquences de la crise écologique se sont faites sentir plus progressivement que dans le scénario *Génération frugale*. La société s'est progressivement mais résolument engagée dans une politique nationale de préservation des équilibres environnementaux et sociaux en rupture avec le début du siècle. Des méthodes de délibération collective se sont déployées et ont permis de dessiner un nouveau contrat social avec la mise en place d'une planification écologique à l'échelle des régions et de l'ensemble du pays. Des instances délibératives ont favorisé l'émergence de choix collectifs sur les priorités en matière de politiques publiques, d'investissements, de besoins à satisfaire et d'autres jugés secondaires. Des investissements massifs dans des solutions de sobriété, d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables ont ainsi été planifiés. Cette bifurcation appuyée par l'innovation sociale et organisationnelle a conduit à une certaine dématérialisation des activités sociales et économiques et à la généralisation de modes de production et de consommation plus sobres.

Le respect de l'environnement et du vivant a fait l'objet de lois majeures depuis les années 2020, renforçant leur primauté sur d'autres droits. L'ambition était de mener une transition juste au moyen de politiques de redistribution. La croissance économique n'est plus un indicateur de développement humain, la finalité des entreprises s'est également enrichie de nouveaux objectifs. L'accès aux services au plus proche et pour le plus grand nombre d'habitants a été encouragé, aux dépens de la propriété des biens. La compétition entre

les métropoles régionales a cédé la place à une coopération entre les territoires dotés d'institutions visant à favoriser les complémentarités et la mutualisation des infrastructures et des services.

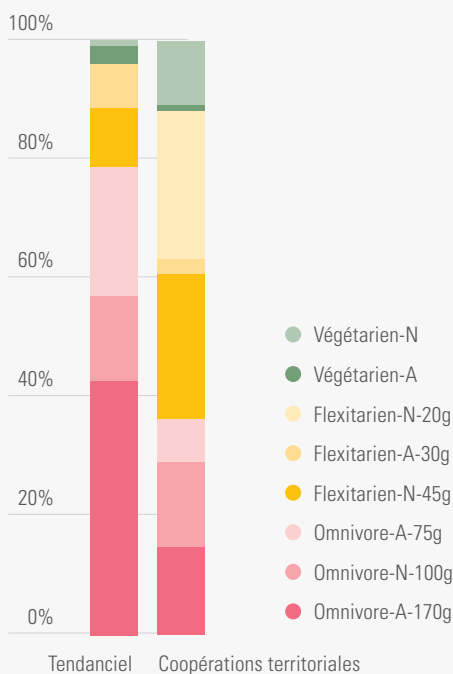
Consommer moins et mieux

La population a été sensibilisée à une alimentation saine et durable. De nouvelles habitudes culinaires se sont installées autour de plats peu carnés.

La santé, l'environnement et l'origine des produits, guident les comportements alimentaires. Des politiques de santé publique, d'éducation à l'alimentation durable, et d'évolution des pratiques agricoles accompagnent les changements de régimes alimentaires. Les trois quarts de la population ont adopté un régime alimentaire nutritionnellement équilibré. Comme pour le scénario *Génération frugale*, la surconsommation alimentaire en calories est réduite de 28% à 10%. La surconsommation de protéines est limitée à 30%.

La sensibilisation de la population sur le bien-être animal et les pratiques d'élevage et d'abattage très contrôlées ont aussi conduit à une baisse conséquente de la consommation de produits animaux. Les gros mangeurs de viande représentent moins de 5% de la population, quand près de 30% de celle-ci est végétarienne, notamment les jeunes, et 50% flexitarienne. Les flexitariens sont définis ici comme des personnes qui mangent moins de 50g de viande/personne/jour

Figure 35. Part des groupes de mangeurs dans la population



A : actuel

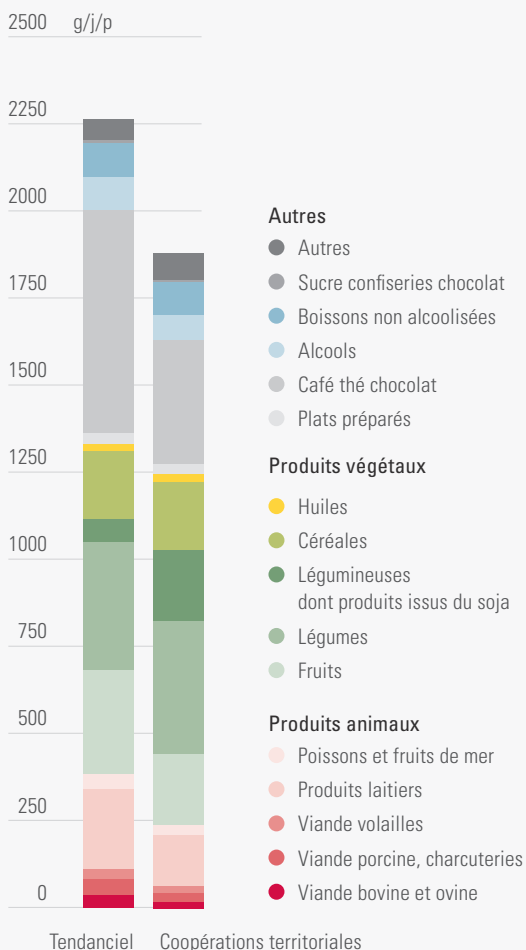
N : nutritionnellement équilibré

Par convention,

Omnivore = plus de 50g de viande par jour/personne,

Flexitarien = moins de 50g de viande par jour/personne

Figure 36. Composition du régime alimentaire moyen



(Figure 35 et Figure 36). La consommation de viande est ainsi limitée à environ 62 g/p/j en moyenne dans ce scénario contre 110 g dans le scénario Tendanciel. La consommation de lait est réduite d'un quart (111 g/j/p). La consommation de poisson est divisée par 3. Les protéines sont à 60% d'origine animale. (renvoi figure régime alim).

La volonté de consommer moins et mieux a gagné les esprits depuis longtemps. Les habitudes culinaires ont profondément changé, les associations de céréales, légumineuses et légumes sont au cœur des recettes de plus en plus variées. Les collectivités locales soutiennent la mise sur le marché de produits de saison diversifiés à un coût accessible au plus grand nombre. La consommation de produits tropicaux (fruits, cacao, thé, café) a été largement substituée par des produits de climat tempérés suite à des campagnes d'information sur l'impact environnemental du transport et les conditions de travail difficiles des équipages dans le transport maritime.

La surface agricole utile de 2020 entièrement mobilisée

Les cultures fourragères ont régressé de 2 millions d'hectares au profit des grandes cultures et des surfaces en maraîchage et arboriculture.

Les surfaces de maraîchage et d'arboriculture ont été multipliées par 2,5 en 30 ans, reflétant la volonté d'une autonomie alimentaire à l'échelle nationale (Figure 37).

La forêt progresse moins que dans le scénario Génération frugale. La végétalisation du régime alimentaire moins marquée induit une baisse plus limitée des cultures fourragères et une surface agricole utile proche de celle de 2020.

La forêt gagne un million d'hectares par évolution spontanée des landes et de prairies par rapport à 2020. Les surfaces artificialisées sont contenues et ne gagnent que 300.000 ha. La surface agricole utile est de 27,7 Mha, la plus importante des six scénarios. Les cultures fourragères ont régressé de 2 millions d'hectares au profit des grandes cultures, des légumes et des fruits au regard de 2020. Les surfaces de maraîchage et d'arboriculture sont passées de 450 000 ha en 2020 à 1,3 million d'hectares en 2050. La vigne recule de 150 000 ha du fait de la baisse de la consommation de vin et des exportations.

Ce scénario mobilise 2 Mha de plus que le scénario *Génération frugale*. Cela s'explique principalement par une baisse moindre de la consommation de viande dans ce scénario. Les prairies artificielles ou temporaires sont deux fois plus importantes. Les cultures de protéagineux sont également plus importantes.

La diversification des systèmes de production à l'échelle régionale et la recherche de complémentarités entre les territoires sont soutenues par les pouvoirs publics.

L'agriculture biologique ou intégrée s'est substituée aux pratiques agricoles conventionnelles

L'agriculture biologique occupe la moitié des surfaces agricoles. La plantation de haies et l'agroforesterie ont été particulièrement soutenues depuis 2020.

L'agriculture biologique occupe désormais la moitié des surfaces des terres arables et la production intégrée l'autre moitié. Les exploitations en agriculture conventionnelle représentaient encore la moitié des surfaces agricoles en 2030, ces pratiques ont disparu en 2050. La coopération régionale s'est renforcée, conduisant à une diversification plus importante des systèmes avec la recherche de synergies entre cultures et élevage. Les productions à l'échelle des territoires se sont donc diversifiées. Un effort tout particulier a été fait pour développer les infrastructures agroécologiques et l'agroforesterie, avec la plantation de haies et d'arbres sur les parcelles. Les surfaces cultivées disposant de ces infrastructures occupent près de la moitié de la sole arable et celles en agroforesterie un septième de la sole arable. Le rendement en blé est de 5,0 t/ha, proche du scénario *Génération frugale*. Cependant grâce aux cultures intermédiaires notamment, le rendement global a augmenté de 14% par rapport à 2020 (Figure 38). Les surfaces irriguées sont maintenant de 2 millions d'hectares : elles ont doublé pour les fruits et légumes et atteignent 1 million d'hectares. Les surfaces irriguées en grande culture sont restées stables, la diminution des surfaces en maïs a été compensée par l'augmentation des surfaces irriguées en céréales. Au total, le volume d'eau consommé pour l'irrigation diminue légèrement à 2,2 milliards de m³, dont 0,8 pour les cultures d'été, soit une division par 2,5.

Figure 37. Utilisation du territoire

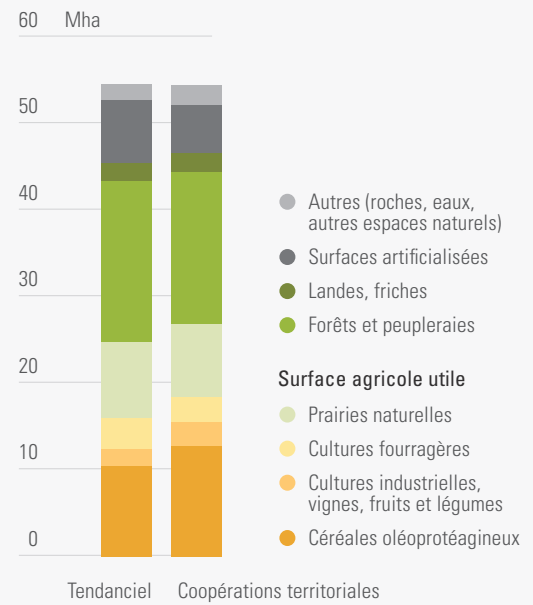


Figure 38. Evolution des modes de culture pour les grandes cultures

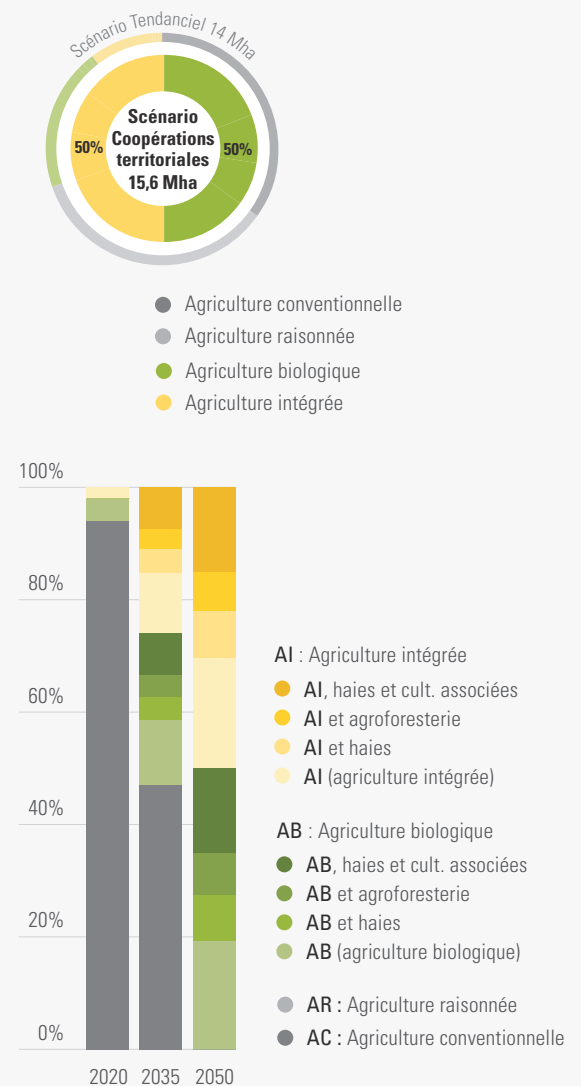
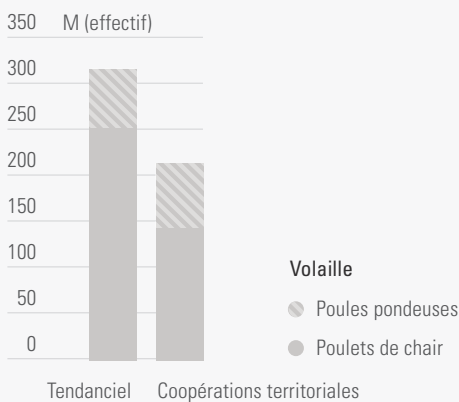
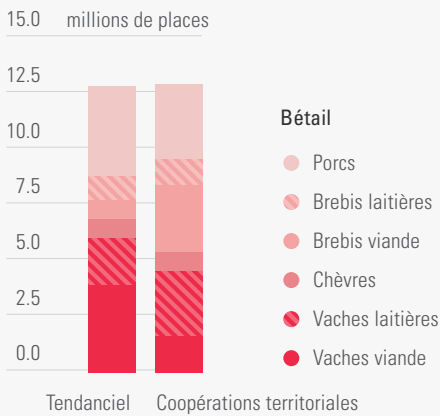
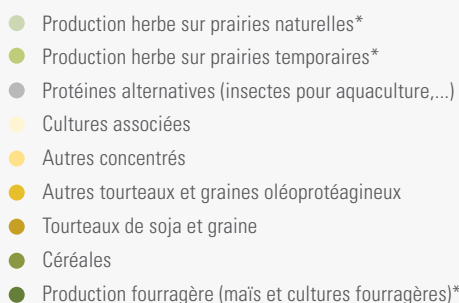


Figure 39. Évolution des cheptels (places ou d'effectifs présents)**Figure 40. Ressources mobilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage**

* matière sèche

Les pertes d'azote par lessivage et par volatilisation ont diminué encore plus que dans le *scénario Génération Frugale* grâce au recours à des solutions techniques performantes en plus des pratiques agroécologiques et du développement des légumineuses. Par ailleurs, la production agricole étant plus importante, les besoins en fertilisation minérale ont été divisés par 2,5 depuis 2020 au lieu de 5 dans *Génération Frugale*. L'usage des produits phytosanitaires a également fortement baissé. L'empreinte énergétique finale de la production agricole est de 26 TWh, contre 42 TWh dans le *scénario Tendanciel*.

Le cheptel bovin est inférieur de 25% par rapport au scénario Tendanciel

Les différents cheptels diminuent parallèlement à la diminution de la demande en produits carnés.

Le déclin est très marqué pour les bovins viande et pour la production porcine. Le cheptel bovin lait est réduit d'un quart. Le nombre de poulets de chair baisse d'un tiers, celui des poules pondeuses se maintient. Comme dans le *scénario Génération frugale*, les élevages bovins sont nettement plus herbagers qu'aujourd'hui, les systèmes sans pâturage disparaissent, les systèmes intensifs basés sur les cultures fourragères et les concentrés diminuent en proportion, au profit des systèmes plus, voire intégralement, herbagers. La productivité en lait diminue à 6.000 litres. Le bilan fourrager est largement excédentaire, ce qui contribue grandement à la résilience des élevages bovins (Figure 39).

Les industries de denrées alimentaires végétales sont montées en puissance

La production et la transformation de légumes se sont en large partie relocalisées en France.

Rappelons que la demande en produits transformés est restée presque stable entre 2020 et 2050 pour le *scénario Tendanciel* (96 Mt). Cette demande est cependant différente selon les scénarios puisqu'elle est liée aux régimes alimentaires. Le niveau de consommation

de produits animaux joue beaucoup tant sur les activités de transformation directe (abattage, découpe, etc.) que sur la demande en alimentation animale. Le niveau de consommation des eaux et autres boissons embouteillées est également un élément non négligeable sur l'activité de ce secteur.

Ainsi, la production agroalimentaire d'origine domestique ou importée pour l'alimentation de la population française est de près de 70 Mt en 2050, soit 26 Mt de moins que dans le *scénario Tendanciel*. Du fait de l'adoption de régimes moins carnés, les réductions les plus importantes concernent l'alimentation animale issue des IAA (- 9,9 Mt), la viande (3,3 Mt) et les produits laitiers (-1,9 Mt). L'activité du secteur des boissons est également en baisse de 11% du fait de la moindre consommation de boissons alcoolisées. Une large partie de la population ayant adopté des régimes nutritionnellement équilibrés, la consommation de légumes, frais ou transformés, a fortement augmenté, alors que la consommation de fruits, plus sucrés, est restée plutôt stable depuis 2020. Les jus de fruit disposant de peu de fibres ont d'ailleurs été en partie substitués par des fruits frais. Globalement, la production de fruits et légumes transformés, dont les jus, est proche de la situation prévalant en 2020 (Figure 43).

La demande des consommateurs pour des produits d'origine française, appuyée par des aides des pouvoirs publics, a conduit à une réorientation de la production agroalimentaire vers le marché intérieur. Cela a induit une réduction de 40% des importations par rapport à 2020 concomitante à une réduction similaire en volume des exportations. Des activités de transformation se sont par ailleurs développées dès lors que les produits bruts agricoles étaient produits sur le territoire. La production de 2,2 Mt de produits alimentaires a ainsi été relocalisée en France, dont 1 Mt de fruits, légumes et pommes de terre transformés. La production d'aliments issus de la transformation du grain, biscuiterie, pâtes alimentaires, ainsi que celle des produits plus élaborés (plats préparés etc.), ont progressé globalement d'1 Mt. Les industries de l'ensemble des produits végétaux montent donc en puissance dans l'ensemble de la transformation, elles représentent les deux tiers de la transformation contre 55% dans le *scénario Tendanciel*. Les importations de produits transformés sont désormais limitées à 7,2 Mt en 2050 contre 18 Mt en 2020 et 29 Mt dans le *scénario Tendanciel*. Les importations représentent 10% des besoins intérieurs de produits transformés soit deux fois moins qu'en 2020.

Figure 41. Produits agricoles et agroalimentaires mobilisés pour l'alimentation de la population métropolitaine

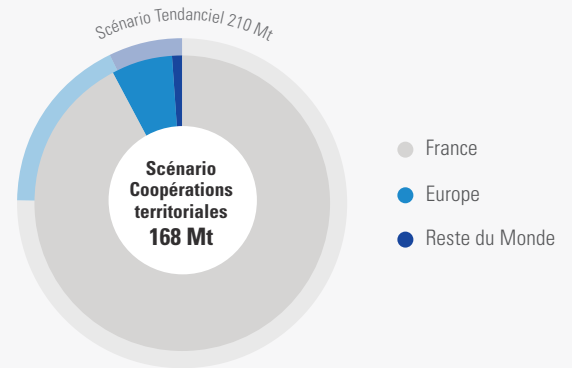


Figure 42. Consommation d'énergie par source des industries agroalimentaires

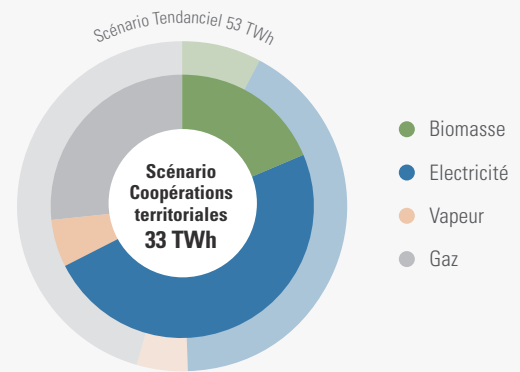
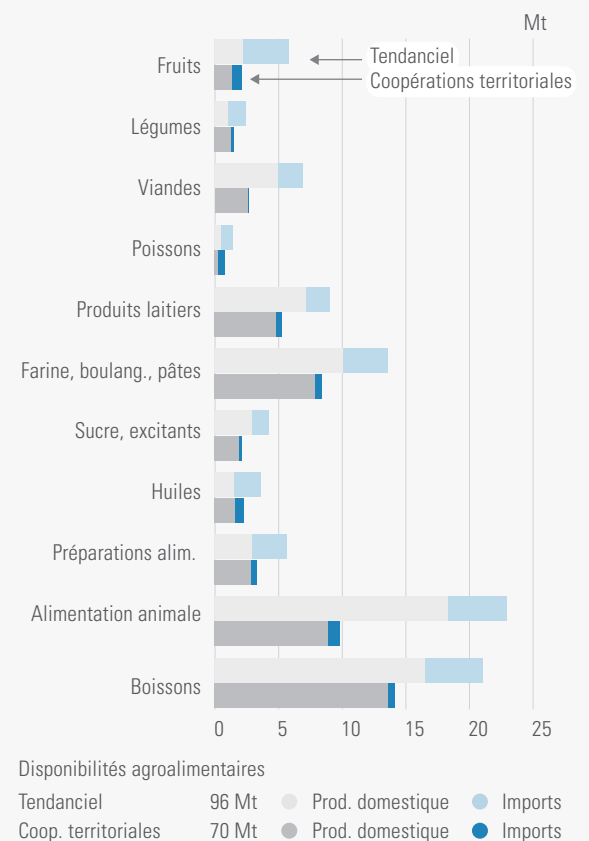


Figure 43. Disponibilités agro-alimentaires domestiques et importées



Des échanges extérieurs très limités

La production domestique est largement destinée à la demande intérieure, les importations sont divisées par 3 par rapport à 2020.

Le commerce international est régulé par la puissance publique, avec la volonté de favoriser en particulier la souveraineté alimentaire plus encore que d'autres secteurs économiques. La régulation à l'échelle européenne des conditions de travail et l'instauration de revenus minimum pour les chauffeurs routiers ont par ailleurs renchéri le coût du transport, tout comme la réglementation imposant de nouvelles motorisations pour les poids lourds. Le commerce international a connu, par conséquent, une forte contraction depuis 2020 à un niveau similaire au *scénario Génération frugale*, soit d'un facteur 3. Les importations sont de 14 Mt en 2050, soit 8% des besoins alimentaires. Elles proviennent pour 88% d'Europe et 12% du reste du monde contre respectivement deux tiers et un tiers aujourd'hui.

La consommation de viande et produits laitiers étant plus élevée que dans le *scénario Génération frugale*, les produits animaux importés et les tourteaux pour l'alimentation animale occupent une place un peu plus importante dans les importations (**Figure 44** et **Figure 45**). Les importations de tourteaux sont de 1 Mt, essentiellement en provenance d'Europe.

La production de légumes couvre presque la demande intérieure. Les habitudes ont évolué dans la consommation de fruits, la diversification des variétés domestiques a été encouragée attirant de plus en plus de mangeurs. La consommation de fruits et jus de fruit tropicaux a baissé de l'ordre de la moitié par rapport à 2020. En conséquence, les importations de fruits ont été divisées par 5 en trente ans, compensées par la production domestique. La consommation de café, cacao et thé est également en forte baisse, les importations sont divisées par deux. Globalement, la France reste excédentaire pour ses principales productions, sauf pour les exportations de lait qui deviennent négligeables.

Les transports de fruits et légumes importés deviennent prépondérants

Les trafics de marchandises ont été divisés par trois par rapport au *scénario Tendanciel*, c'est le plus bas niveau de tous les scénarios.

Les trafics totaux pour les denrées produites en France ou importées sont limités à 66 Milliards de tonne.km (Mdtkm) en 2050. La réduction forte des trafics internationaux ne s'est pas traduite par une hausse des trafics de produits domestiques malgré un approvisionnement désormais largement domestique, les besoins pour l'alimentation humaine et pour l'alimentation animale étant réduits également. Les trafics pour les produits domestiques représentent par conséquent les deux tiers des trafics totaux, soit 44 Mdtkm, contre respectivement 25% pour 52 Mdtkm dans le *scénario Tendanciel*. Pour mémoire, les trafics pour les produits domestiques étaient évalués à 46 Mdtkm pour les années 2012-2014⁷. C'est bien l'ampleur des trafics générés par les produits importés qui diffère selon les scénarios (**Figure 46**).

Concernant les trafics internationaux hors Europe, le continent américain ne représente plus que 22% de ces trafics du fait notamment de la réduction des besoins en tourteaux et produits tropicaux. La distribution des zones d'origine hors Europe des importations est par conséquent plus équilibrée entre régions du monde. Parmi les produits importés d'autres continents, les fruits tropicaux subsistent en provenance d'Amérique latine et d'Afrique Sub-Saharienne, notamment les bananes, ainsi que le café et le cacao. Les huiles, les oléagineux proviennent surtout de la CEI et de l'Ukraine, ainsi que de l'Asie d'où est importé également le riz. Les trafics de denrées importées d'Europe sont un peu plus importants que dans le *scénario Génération frugale*, soit 10 Mdtkm. Il s'agit principalement de fruits et légumes frais ou transformés, de tourteaux, huiles et oléagineux et de viandes.

Si le transport routier de marchandises enregistre une baisse significative par rapport au *scénario Tendanciel*, c'est sans surprise le trafic maritime qui s'effondre tout particulièrement du fait de la forte réduction des

7 BARBIER C. & al. (2019), L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France.

Figure 44. Denrées agricoles et alimentaires domestiques et importées pour les besoins intérieurs

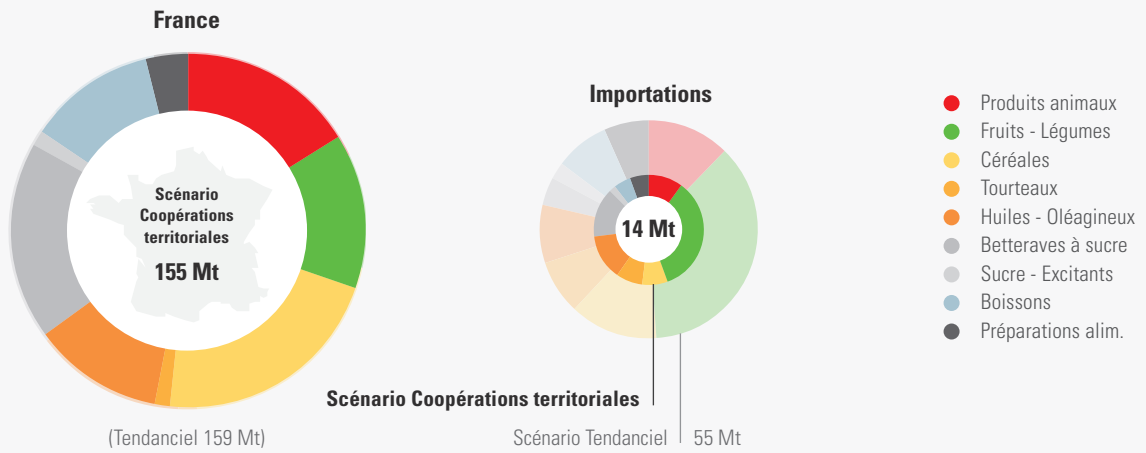
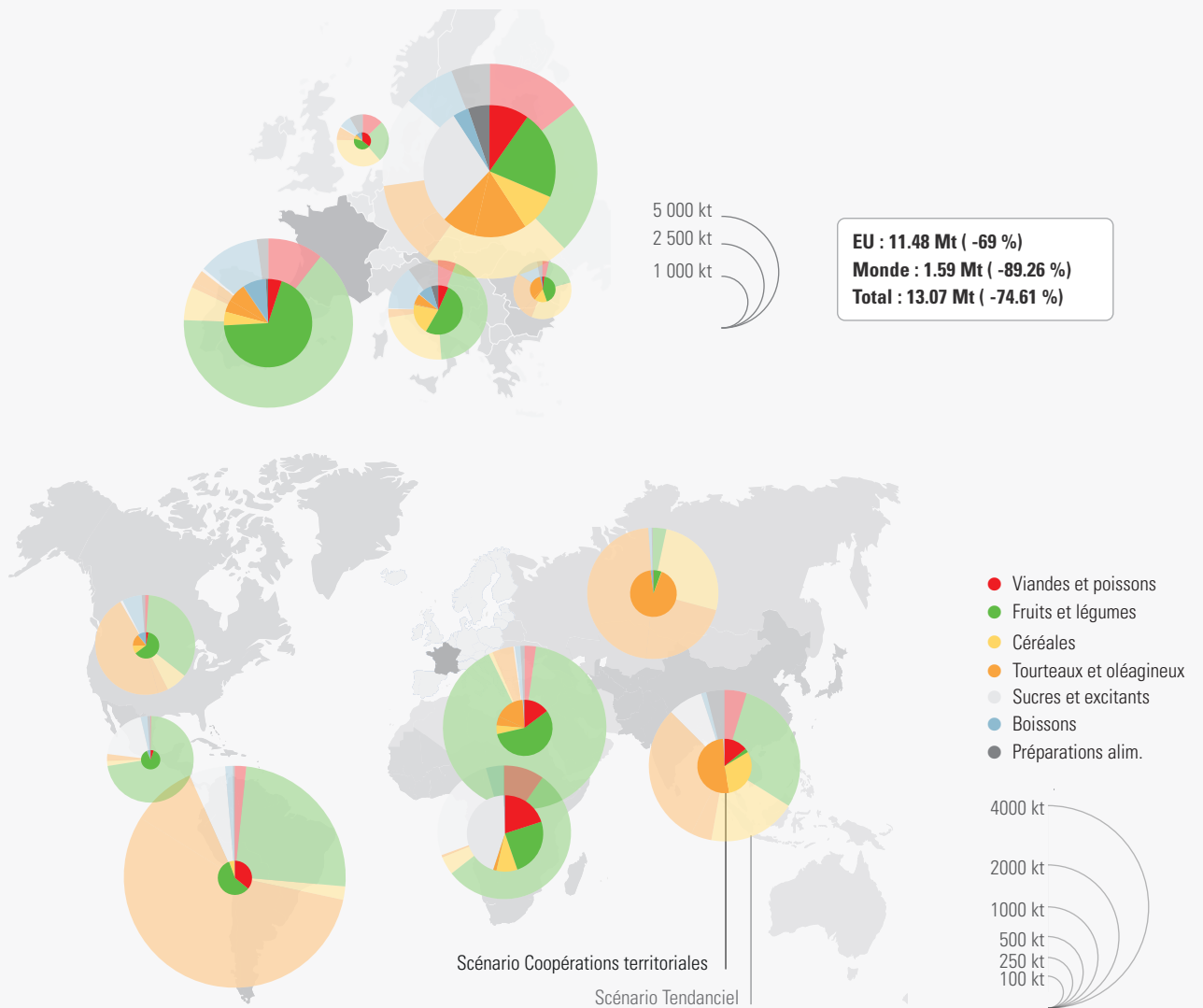


Figure 45. Les tonnes importées depuis l'Europe et le reste du monde



Note : dans cette étude, la relocalisation des produits est effectuée en minimisant les distances parcourues. En conséquence, les produits viendront en priorité des pays frontaliers, puis d'Europe et enfin du reste du monde (il ne s'agit pas d'un choix explicite de pays d'origine des produits).

Figure 46. Le trafic de denrées importées par zone de production

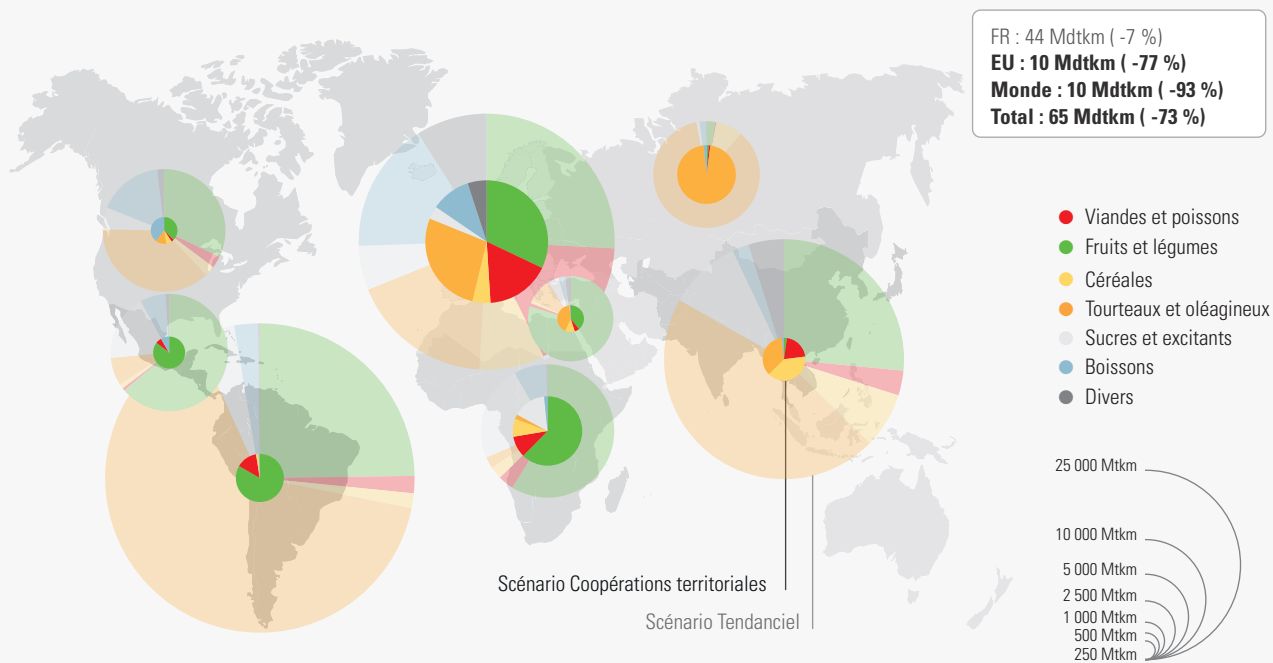
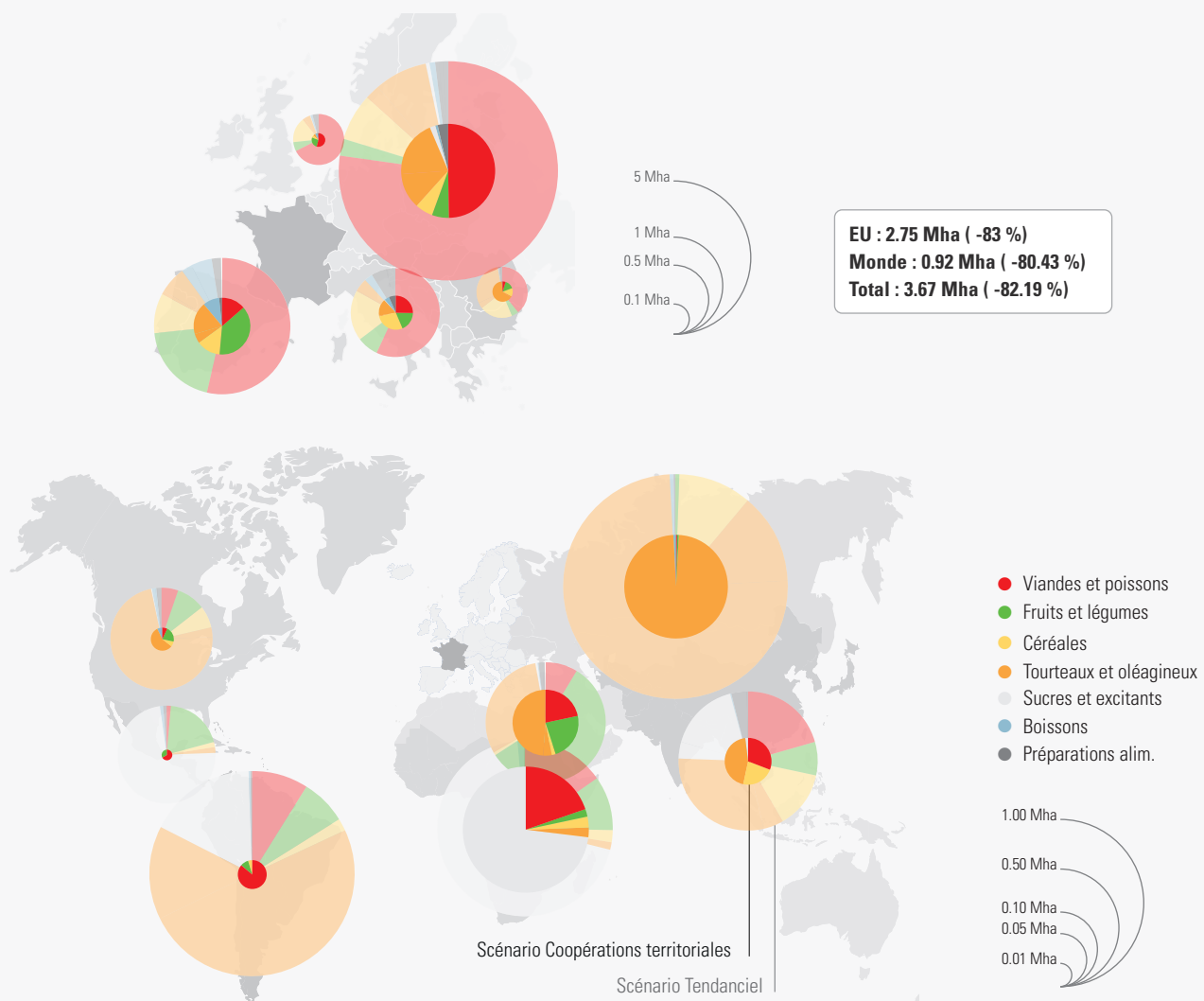


Figure 47. Les surfaces agricoles mobilisées dans le monde



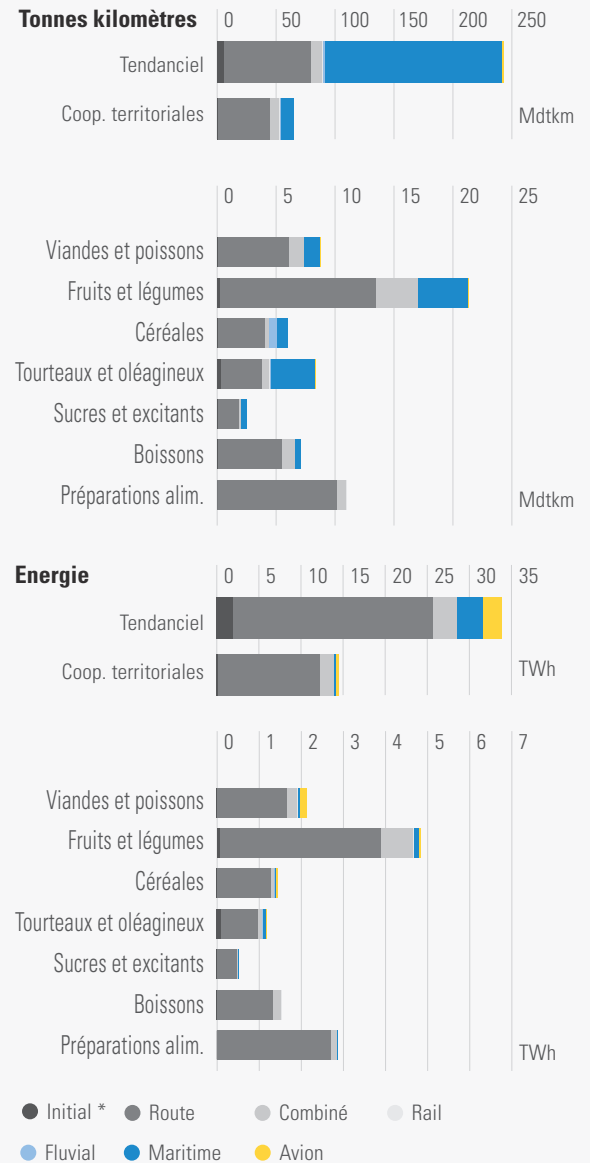
importations intercontinentales. La consommation d'énergie tous trafics confondus est de plus de deux fois inférieure à celle du scénario *Tendanciel* (14,5 TWh). La filière des fruits et légumes est la plus importante avec près de 5 TWh d'énergie consommée pour les transports, puis les préparations alimentaires diverses avec 2,8 TWh. A noter que les viandes et poissons mobilisent toujours du trafic aérien dans ce scénario. Cette baisse conséquente de la consommation énergétique du transport de marchandises est d'abord le résultat de la réduction importante du niveau des importations, mais aussi d'une baisse de 38% de la consommation unitaire globale des transports en kWh/t.km. En effet, une mutation importante de la motorisation des poids lourds a été opérée avec le soutien des pouvoirs publics, les motorisations électriques et à l'hydrogène représentent chacune un tiers du parc roulant en 2050. Des gains d'efficacité ont également été obtenus sur les moteurs électriques plus importants que dans le scénario *Tendanciel*.

Moins de 1 Mha est mobilisé sur les autres continents et à l'Est de l'Europe

L'Europe du Nord-Ouest est la première zone d'origine des importations qui subsistent de viandes, produits laitiers et oléagineux.

Nous l'avons vu, les besoins en denrées agricoles de la population sont désormais plus faibles du fait notamment de l'adoption de régimes plus équilibrés, moins carnés et de la réduction du gaspillage. Par ailleurs la production agricole s'étant largement tournée vers le marché intérieur en substitutions des importations, seulement 3,7 Mha de terres agricoles sont mobilisées à l'étranger en 2050. Ce niveau est proche de celui du scénario *Génération frugale*. 17 Mha ont ainsi été libérés au fil des années dans les pays fournisseurs qui ont, eux aussi, priorisé des productions agricoles pour les besoins de leur population. L'essentiel de ces surfaces agricoles se situe en Europe (2,2 Mha). Seulement 0,9 Mha se situe dans le reste du monde, soit le plus bas niveau de tous les scénarios. Il s'agit principalement de terres pour la production d'huiles et oléagineux dans la CEI et en Ukraine d'une part et pour la production de café et cacao en Afrique Subsaharienne (Figure 47 et Figure 49).

Figure 48. Parts modales du transport longue distance



* Estimation des émissions dues aux trajets en amont de trajets maritimes ou aériens non précédés d'un transport routier identifié

Figure 49. Surfaces mobilisées dans le monde

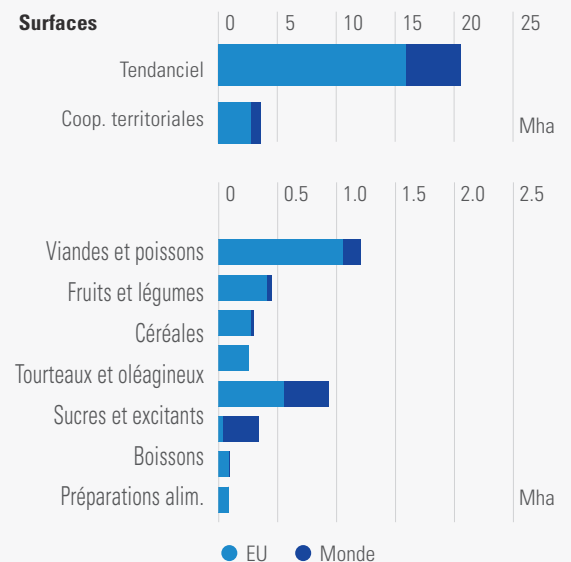
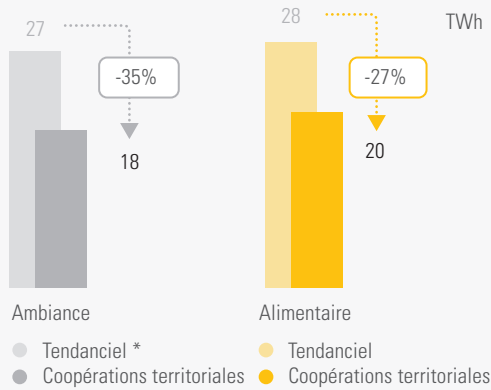


Figure 50. Consommation d'énergie pour l'alimentation dans le résidentiel



* Energie de chauffage ou rafraîchissement des espaces utilisés (cuisine et salle à manger), soit 15% du logement.

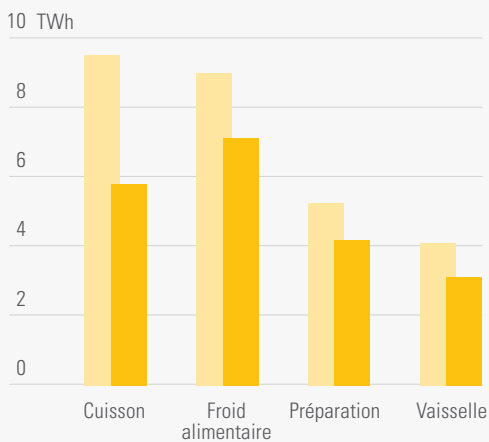
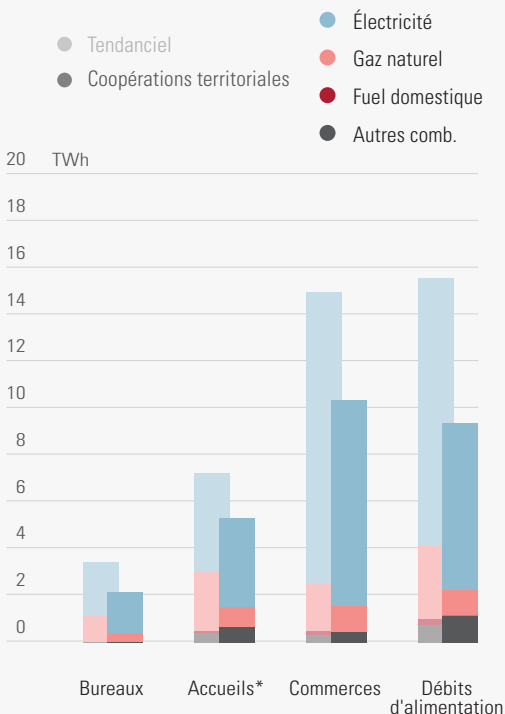


Figure 51. Consommations d'énergie pour l'alimentation dans le tertiaire

Total Coopérations territoriales 25,7 TWh, Total Tendanciel 41,2 TWh.



* Calcul fait avec 3h chauff/clim d'ambiance

Les surfaces mobilisées en Europe le sont principalement pour l'élevage (1 Mha) et cela dans la plupart des régions d'Europe à l'exception de la région du Sud-Est. L'Europe du Nord-Ouest est néanmoins le plus gros contributeur avec près de 0,9 Mha dédiés à la production de produits laitiers et de viandes importés par la France. La production de tourteaux et oléagineux mobilise 0,8 Mha, en Europe du Nord-Ouest notamment. Alors que les fruits et légumes représentent un tonnage conséquent d'importations, les besoins en terre de ces productions sont relativement faibles. Elles ne mobilisent que 0,4 Mha dont 0,25 Mha dans la péninsule ibérique.

Une alimentation saine accessible à tous les budgets

Les collectivités locales sont devenues des autorités organisatrices de l'approvisionnement alimentaire des villes, ce qui a été facilité par la revitalisation des villes de taille moyenne.

Les évolutions des comportements individuels sont de même nature que celles du scénario *Génération frugale*, mais d'une ampleur moindre. Celle-ci est compensée par une meilleure amélioration de l'efficacité énergétique des équipements. La commensalité est une valeur forte. La restauration collective dans les quartiers, sur les lieux de travail ou d'études est fortement soutenue par les pouvoirs publics, elle est un levier majeur pour favoriser de meilleures pratiques nutritionnelles, la lutte contre le gaspillage, l'approvisionnement en produits biologiques et locaux. Les aires urbaines de plus de 50 000 habitants sont celles qui ont accueilli le plus la croissance démographique. L'agriculture en périphérie a été fortement développée permettant d'approvisionner ces villes moyennes en produits frais par des groupements de producteurs qui mutualisent les trajets. Comme dans le scénario *Génération frugale*, des marchés de plein vent sont proposés dans tous les quartiers et les communes, assurant un accès à des produits de qualité à des prix modestes. Des habitudes de consommation se sont dès lors installées plus respectueuses de la saisonnalité des productions. Au domicile, le multi-équipement en petits appareils électroménagers a fait place à des équipements plus simples, multifonctionnels et réparables. Le gros électroménager est mieux dimensionné et les

normes d'efficacité énergétique sont plus contraignantes. Par conséquent, la consommation d'énergie pour les besoins alimentaires est limitée à 20 TWh contre 28 TWh dans le scénario *Tendanciel*. L'électrification de la cuisson, y compris pour les fours, atteint 100% en 2050. Les politiques de maîtrise de l'énergie dans le logement ont permis également de réduire significativement les consommations d'énergie « d'ambiance » (chauffage et éclairage du logement). La part attribuée à l'alimentation de ces consommations d'énergie du logement (la cuisine et la salle à manger le cas échéant, soit 15% de la surface du logement) est de 18 TWh contre 27 TWh dans le scénario *Tendanciel* (Figure 50).

Les locaux sont mutualisés et les entrepôts moins nombreux

De manière similaire au scénario *Génération frugale*, les établissements artisanaux de transformation agroalimentaire et parfois de vente directe se sont développés pour répondre à une demande locale ou régionale.

A ceux-ci se sont ajoutées des activités artisanales qui favorisent le réemploi d'emballages ou autres biens, tels que les services de consigne des bouteilles en verre. Quant aux activités commerciales, le nombre de grandes surfaces a sensiblement diminué au profit de petits commerces. Des mesures ont été prises visant à limiter la diversification des produits et donc le nombre de produits référencés dans les surfaces de vente, tant pour limiter le gaspillage alimentaire et optimiser le transport et les espaces de vente. Les entrepôts ont diminué en taille car avec le développement des circuits courts, les besoins de stocker, grouper et dégroupier, ont déclinés au fil du temps. Le développement des villes moyennes a contribué à ces évolutions.

Les repas pris en commun permettent la mutualisation des équipements, des locaux, et favorisent les économies d'énergie. Des cuisines collectives ou partagées sont associées à des lieux de rencontre, espaces associatifs, ou encore des lieux de coworking. La restauration commerciale a fait l'objet de campagne d'information et de formation des personnels pour faire évoluer les pratiques culinaires vers des menus végétariens ou flexitariens et une meilleure utilisation des équipements pour réduire les consommations d'énergie.

Figure 52. Mobilité des ménages par motif alimentaire

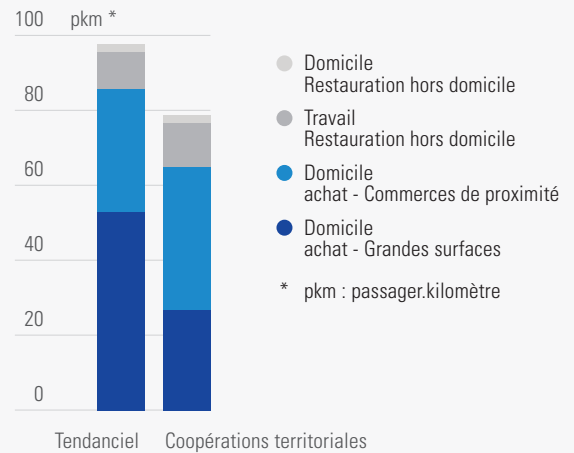


Figure 53. Mobilité des ménages pour l'alimentation par mode

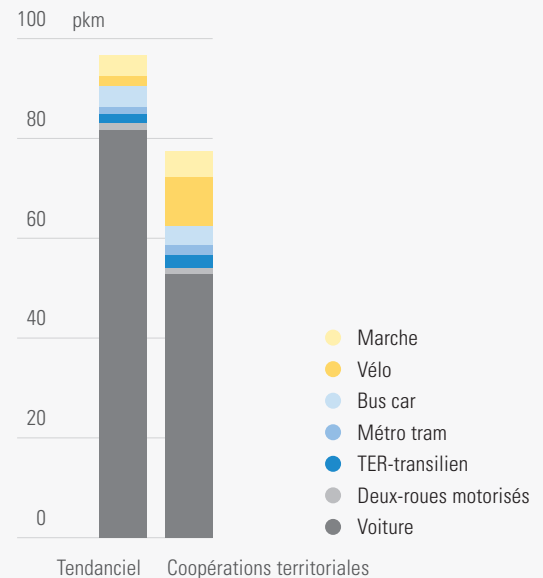
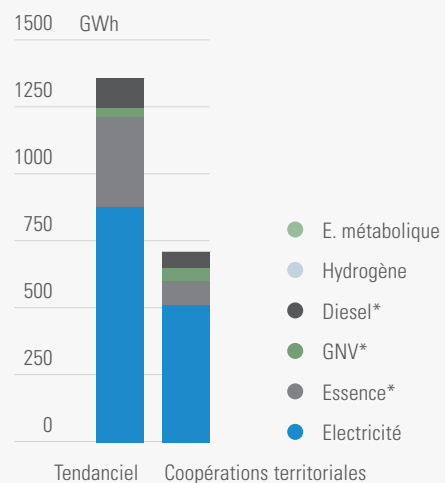


Figure 54. Consommation d'énergie par source



* Présence de biocarburants ou biogaz

Enfin un plan national de rénovation thermique des restaurants, collectifs et commerciaux, a été déployé avec succès dès les années 2030. Globalement, la consommation d'énergie du tertiaire pour l'alimentation (27 TWh) est en baisse de 34% par rapport au scénario *Tendanciel* (Figure 51).

individuelle utilisée à hauteur de 82 Mdpkm dans le scénario *Tendanciel* n'est ici que de 53 Mdpkm. Le vélo est utilisé 5 fois plus (soit 10 Mdpkm) dont la moitié avec assistance électrique.

L'organisation logistique des groupements de producteurs est devenue très performante

Dans la ville du quart d'heure, vélos cargos, services de cotransportage, ou d'autres solutions se sont installés pour limiter des dépenses de transports.

Les ménages sont restés fidèles aux achats en magasin et le e-commerce a peu progressé depuis 2020. Très encadré, il est nettement plus faible que dans le scénario *Tendanciel*. Lorsque les achats se font sur internet, la livraison est prioritairement réalisée sur des points relais, les achats sont regroupés pour mutualiser le plus possible les flux. Les politiques d'urbanisation pour développer «la ville du quart d'heure» a conduit à un rapprochement des commerces et points relais des lieux d'habitation.

Par rapport au scénario *Génération frugale*, des micro-mobilités locales se développent plus pour sortir et aller dans des restaurants «sociaux» (cantines, collectifs ou communautaires, maisons de quartier ou voisinage) qui se sont multipliés. Le service à table continue à être le cœur de l'offre des restaurants.

L'usage des modes actifs s'est développé et notamment celui des vélos cargo pour les courses alimentaires, favorisé par la localisation de la population dans des villes de taille intermédiaire et le déploiement de réseaux cyclables bien adaptés. Des services de cotransportage (par des particuliers ou des entreprises de services non alimentaires) ont été mis en place notamment pour la livraison à domicile. Celle-ci s'est développée pour des publics particuliers tels que les personnes âgées ou les personnes à mobilité réduite (Figure 19).

Globalement, la mobilité pour des achats alimentaires ou la restauration hors domicile est de 20% inférieure à celle du scénario *Tendanciel*, soit 78 Mdpkm contre 97 Mdpkm en 2050.

Les transports collectifs se sont plus développés (+15%) que dans le scénario *Tendanciel*. A l'inverse la voiture

SCÉNARIO TECHNOLOGIES VERTES

La recherche d'une croissance à moindre impact environnemental

L'investissement dans la recherche et le déploiement de nouvelles technologies a permis un découplage entre la croissance économique et la consommation de ressources et les émissions de gaz à effet de serre. Les secteurs les plus dynamiques ont adopté les meilleures technologies pour optimiser les procédés de fabrication, valoriser les matériaux recyclés, limiter et traiter leurs déchets. La dépendance aux énergies fossiles a ainsi diminué progressivement grâce au recours à des technologies de captage et stockage de CO₂. L'Etat a accompagné cette évolution par un cadre réglementaire, des incitatives fiscales et des aides à l'innovation conséquentes. Ces mesures ont favorisé la concentration des entreprises, celles qui ne disposaient pas du capital financier suffisant pour investir dans de nouveaux procédés ont été contraintes de fermer ou ont été rachetées par de plus grands groupes. Les services écosystémiques sont un levier majeur dans la préservation des espaces naturels et l'évolution des systèmes agricoles et industriels pour limiter les impacts environnementaux. La tendance à la concentration des terres et des entreprises est également intervenue dans les secteurs agricole et agroalimentaire favorisant l'adoption de systèmes de gestion et de contrôle des productions plus efficaces.

Les évolutions sociales et économiques ne se sont donc pas écartées significativement des tendances historiques. La croissance économique, bien que freinée par les aléas climatiques, a induit des tensions sur les ressources. Une course de vitesse persiste entre les impacts environnementaux de modèles de production

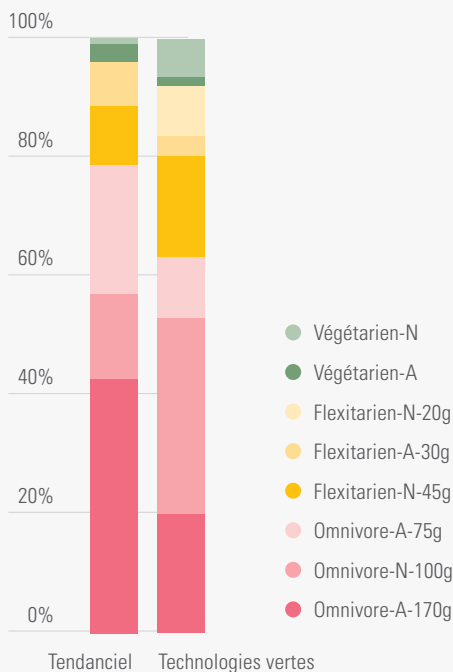
et de consommation peu modifiés et le développement et la diffusion d'innovations technologiques qui produisent leurs effets à retardement.

L'alimentation a évoluée pour des raisons de santé, mais de manière limitée

Les deux tiers de la population ont adopté des régimes équilibrés, aidés par des applications numériques. La viande reste souvent au menu avec une baisse limitée à 20% par rapport aux années 2020.

Les politiques de santé publique et de lutte contre l'obésité se sont accompagnées de développement d'outils numériques d'aide à l'achat (applications mobiles, scores nutritionnel et environnemental etc.). L'indice de masse corporelle a diminué, la surconsommation d'énergie en calories et de protéines a baissé de 20%. Manger moins et mieux est donc un marqueur des pratiques alimentaires. Les deux tiers de la population ont adopté un régime nutritionnellement équilibré (Figure 55). Cependant, l'évolution de l'assiette moyenne est plus limitée que dans les scénarios Génération frugale ou Coopérations territoriales. Les habitudes culinaires, la praticité, le gain de temps et l'absence de contraintes priment. La part de produits ultra-transformés a régulièrement continué de progresser. L'alimentation n'est pas vécue comme un levier

Figure 55. Part des groupes de mangeurs dans la population



A : actuel

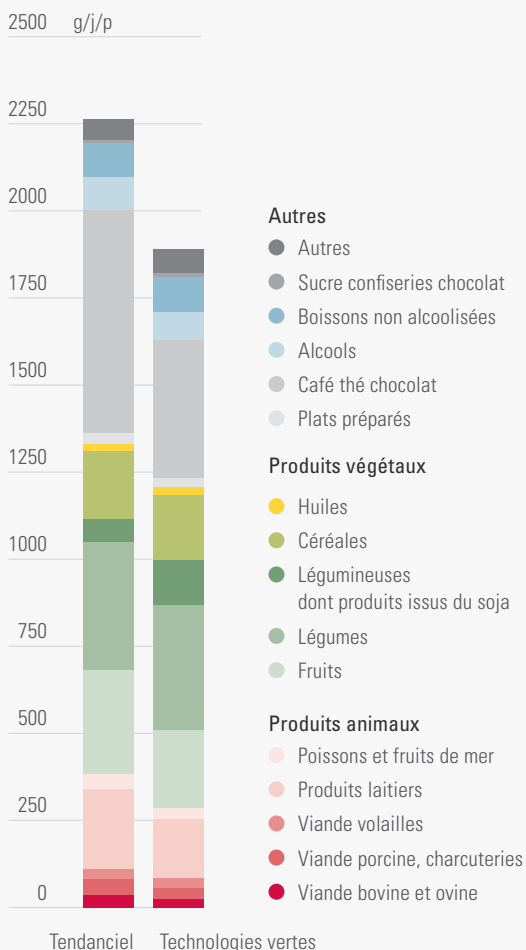
N : nutritionnellement équilibré

Par convention,

Omnivore = plus de 50g de viande par jour/personne,

Flexitarien = moins de 50g de viande par jour/personne

Figure 56. Composition du régime alimentaire moyen



pour réduire fortement les émissions de gaz à effet de serre. Cet effort est reporté sur les autres secteurs. Les niveaux de consommation de céréales, café, cacao, lait, œufs, sont proches des niveaux constatés en 2020. Les consommations de sucre, d'alcool ont diminué. Ceux de légumes et de fruits ont augmenté d'un quart, aussi bien pour des produits importés (banane, ananas, orange...) que pour des productions locales (oignon, raisin, pomme...). La consommation quotidienne de légumineuses et de produits laitiers végétaux est deux fois plus importante que celle du scénario Tendanciel. Sous l'effet à la fois de la réduction de la surconsommation de protéines et des recommandations nutritionnelles pour limiter les maladies cardio-vasculaires, la consommation de viande a été réduite en moyenne de 20% par rapport à 2020, avec une part de viande de volaille en augmentation. Contrairement à d'autres pays du Nord de l'Europe pour lesquels la végétalisation de l'alimentation est une tendance ancienne, les petits consommateurs de viande ou végétariens représentent moins de la moitié de la population française en 2050. Plus de 60% de la population restent classés dans les 'omnivores' et consomment plus de 50g de viande par jour et par personne. La consommation moyenne de viande est de 86 g/j/personne et celle de produits laitiers de 170 g/j/p (Figure 56). A la suite de plusieurs scandales sur le traitement réservé aux animaux, des aides importantes de l'Union européenne ont permis de moderniser les abattoirs et d'améliorer les techniques d'abattage. Avec la concentration des établissements, le transport d'animaux vivants reste problématique et sujet de controverses régulières.

Des questionnements sur la souveraineté alimentaire du pays et les besoins de relocalisation de la production plus près des consommateurs ont émergé régulièrement depuis les années 2020 lors de tensions sur les approvisionnements pour des raisons climatiques ou économiques. Mais la confiance dans le déploiement de technologies de décarbonation des modes de transport a répondu en partie à ces interrogations. La diversité des produits disponibles en toute saison est toujours appréciée par les consommateurs. Les échanges extérieurs sont néanmoins contraints par le coût du transport qui a sensiblement augmenté. Les produits locaux de qualité restent destinés à une minorité aisée de la population quand l'essentiel des produits mis sur le marché sont issus de productions intensives et parfois lointaines au gré des prix sur le marché international.

Une occupation du territoire sans changement notable

Les territoires ont poursuivi la tendance à la spécialisation sans modification significative des productions à l'échelle du pays. L'artificialisation des sols mais aussi l'amélioration des procédés de production ont conduit à un recul modéré de la SAU de 2 Mha.

Les objectifs de zéro artificialisation nette n'ont pas été tenus et les surfaces artificialisées ont progressé de 0,8 Mha depuis 2020, elles atteignent 6 Mha en 2050. La forêt a gagné 2,5 millions d'hectares sur des prairies naturelles (-1,4 Mha), des terres arables (0,9 Mha) et des landes. En conséquence, la surface agricole utile a reculé de 2 Mha par rapport à 2020, elle est de près de 26 Mha. Les espaces peu anthropisés ont progressé au total 3,3 Mha en trente ans (Figure 57).

Les surfaces de cultures fourragères ont légèrement reculé depuis 2020 du fait de la tendance à la baisse des cheptels mais elles sont néanmoins de 4,1 Mha, soit leur plus haut niveau avec le scénario *Pari réparateur* au regard des deux scénarios dont les régimes alimentaires sont moins carnés. La hausse de la consommation de fruits et légumes ont induit une hausse des surfaces pour les cultures maraîchères et l'arboriculture respectivement de 120 000 ha et 110 000 ha. A l'instar des autres scénarios, les surfaces de vignes sont proches du scénario *Tendanciel* (570 000 ha), soit en léger recul par rapport à 2020 du fait de la plus faible consommation de vin et des exportations.

Les surfaces de terres arables avec des infrastructures agroécologiques ont peu été encouragées, elles sont dix fois plus faibles que dans le scénario *Coopérations territoriales*. Les surfaces en agroforesterie sont également rares.

Les pratiques agricoles restées conventionnelles

Une large majorité des systèmes agricoles conservent une orientation productive forte. L'agriculture biologique, peu encouragée, ne représente que 20% des surfaces en 2050.

Le secteur agricole est guidé par l'offre et par la recherche d'une optimisation des processus de production. Les systèmes de culture ont évolué de manière

Figure 57. Utilisation du territoire

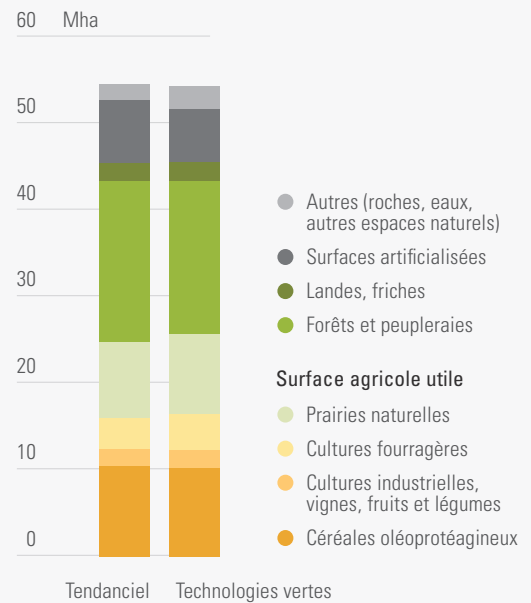


Figure 58. Evolution des modes de culture pour les grandes cultures

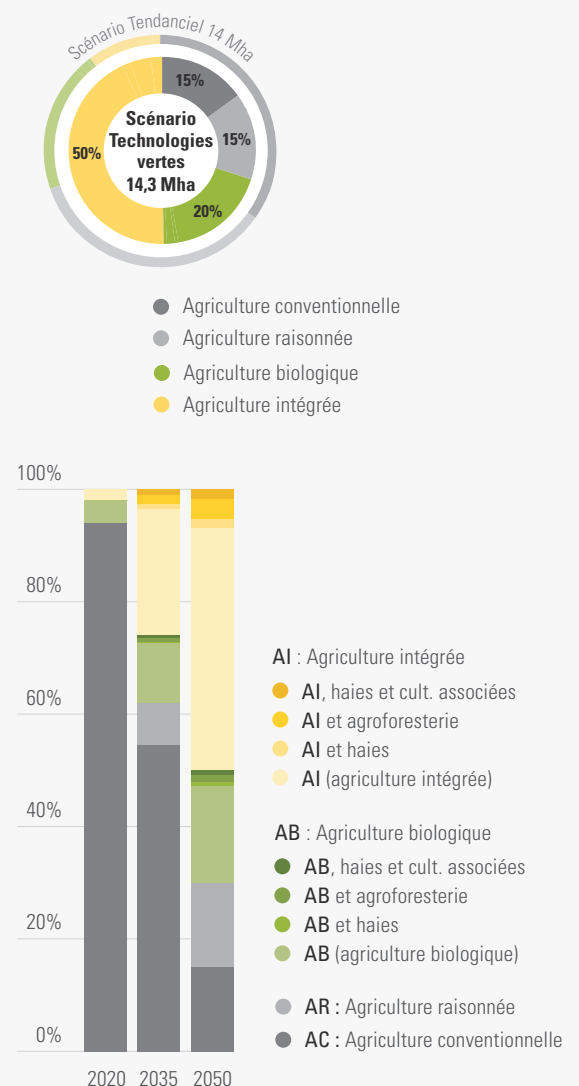


Figure 59. Évolution des cheptels (places ou d'effectifs présents)

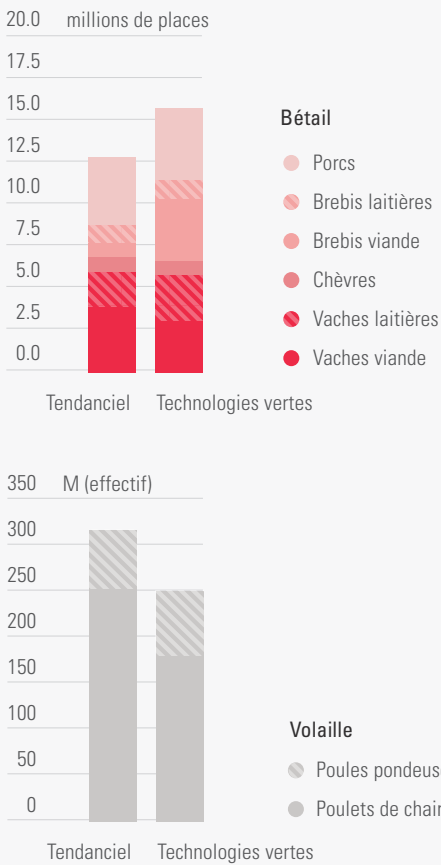
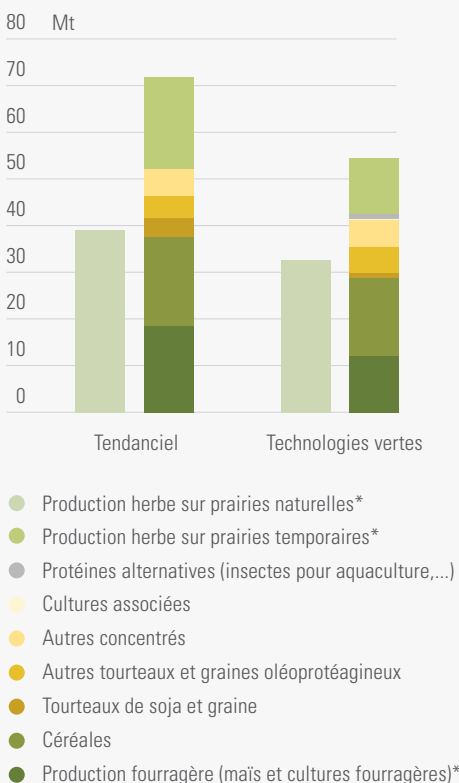


Figure 60. Ressources mobilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage



modérée. Les cultures sont menées pour 50 % en production intégrée, 20 % en agriculture biologique et pour 30 % en agriculture conventionnelle ou raisonnée (Figure 58). Des solutions de biocontrôle plus efficaces et les cultures intermédiaires ont concouru à une amélioration du rendement global de 13 % par rapport à 2020. Le rendement en blé tendre est de 6,7 t/ha, soit à peine plus que dans le scénario Tendancier. Les surfaces de légumineuses sont restées très proches de ce qu'elles étaient en 2020.

Des modes d'élevage plus polarisés

Les cheptels ont évolué en fonction d'une demande des consommateurs en viande et produits laitiers légèrement en baisse.

Les effectifs de bovins lait ont diminué de 25% car la demande intérieure et à l'exportation de lait a diminué et que la productivité, elle, a augmenté. Les systèmes de production ont évolué de façon différenciée : le troupeau plutôt herbager l'est devenu beaucoup plus (7% des effectifs en herbe intégrale), le troupeau plus intensif l'est devenu encore plus (10% des effectifs en non pâturage) (Figure 60).

Les élevages de porcs et de volailles ont évolué massivement vers des productions biologiques (30% pour le poulet de chair) ou sous signe de qualité mais une partie de la production est restée intensive (30% pour le poulet de chair, 70% pour le porc).

Par une intensification des systèmes déjà en place, l'usage de l'eau est devenu particulièrement élevé (3 Mdm³). Les surfaces irriguées ont augmenté de 50% depuis 2020. Elles dépassent 2,6 Mha en 2050. Les surfaces de maïs destinées à fournir les aliments pour animaux ont diminué légèrement et sont semées de variétés plus résistantes à la sécheresse. L'irrigation en grandes cultures est réservée en priorité aux productions alimentaires de céréales et de protéagineux. La demande supplémentaire en irrigation est due principalement à la production de fruits et légumes, qui progresse significativement.

La consommation d'engrais minéraux azotés a été réduite de 30% par rapport à 2020. La fixation symbiotique de l'azote par des légumineuses a été multipliée par 2 mais elle reste très inférieure à celle du scénario *Coopérations territoriales*. Les émissions d'ammoniac ont été réduites de 66%.

La consommation d'énergie finale du secteur agricole n'est plus faible que de 8% par rapport au scénario *Tendanciel*. Les surfaces de serres chauffées sont restées inchangées.

La production agroalimentaire est toujours plus concentrée pour résister à la concurrence internationale

La transformation de la viande, l'industrie laitière et la production de concentrés pour l'élevage ont gardé un poids important dans le secteur agroalimentaire.

La production agroalimentaire est de 80 Mt, soit inférieure de 17% par rapport au scénario *Tendanciel*. Cela est cohérent avec une évolution des régimes alimentaires principalement tirée par des préoccupations de santé avec une réduction de la surconsommation énergétique et des régimes plus équilibrés pour les trois quarts de la population. Par contre, l'évolution des régimes vers des produits plus végétaux, moins impactant du point de vue des émissions de gaz à effet de serre, est peu marquée. En conséquence, la transformation de la viande, la fabrication de produits laitiers et d'aliments pour l'élevage, n'est réduite que de 13% par rapport au scénario *Tendanciel*, soit 34 Mt dont 5 Mt sont importées. Les importations de tourteaux pour l'élevage en France à destination du marché intérieur s'élèvent à 3,3 Mt contre 0,6 Mt dans le scénario *Génération frugale* et 1,1 Mt dans le scénario *Coopérations internationales*. La consommation de produits transformés à base de céréales, de fruits, ou encore les boissons, est en baisse mais, elle aussi, de manière moins importante que dans les scénarios précédents (Figure 63).

Les produits agroalimentaires d'origine domestique sont au total de 67 Mt, niveau quasi-identique à celui du scénario *Tendanciel*. Les importations pour la demande alimentaire métropolitaine sont proches de 15 Mt. Les mesures prises pour réorienter la production nationale vers la demande intérieure ont été trop limitées pour avoir un impact significatif. De la même manière, la relocalisation d'activités de transformation sur le territoire national n'a pas été une priorité des pouvoirs publics, elle est restée marginale. La concurrence entre pays européens est forte, tirant les prix vers le bas et rendant difficile l'implantation sur le territoire d'unités de fabrication de plus petite taille tournées vers le

Figure 61. Produits agricoles et agroalimentaires mobilisés pour l'alimentation de la population métropolitaine

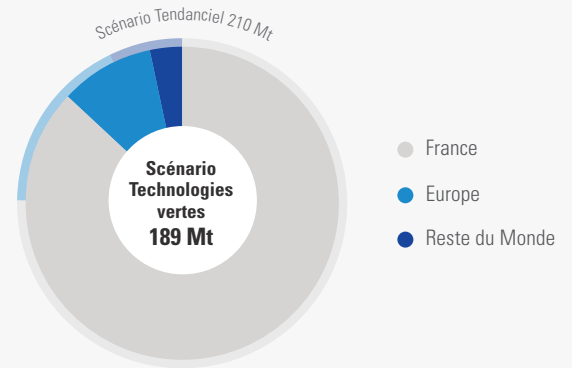


Figure 62. Consommation d'énergie par source des industries agroalimentaires

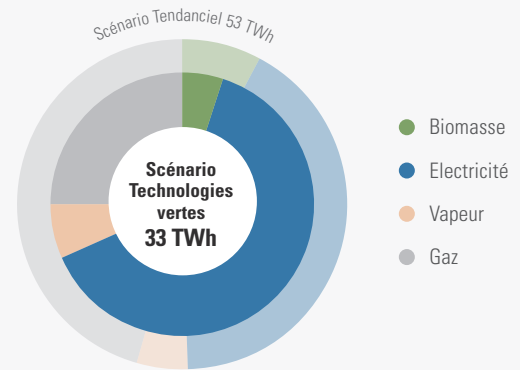
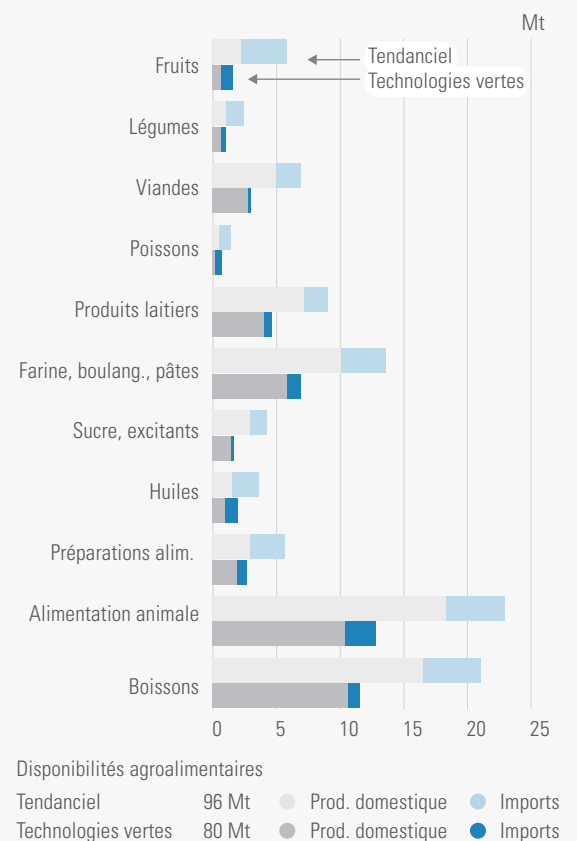


Figure 63. Disponibilités agro-alimentaires domestiques et importées



marché intérieur. Le solde du commerce extérieur de produits transformés est largement exportateur et les volumes échangés sont toujours relativement élevés. La consommation d'énergie des IAA est de 33 TWh, soit à un niveau similaire aux Scénarios Génération frugale et Coopérations territoriales. La production en tonnages est supérieure à ces deux scénarios mais elle est compensée par une électrification forte des process industriels aux dépens du gaz notamment. La part de l'électricité pour l'industrie sucrière est passée de 4% en 2020 à 75% en 2050, niveau le plus élevé de l'ensemble des scénarios. La part de l'électricité est passée de 36% à 63% pour les autres industries sur la même période. Cela induit des gains d'efficacité de l'ordre de 28% par rapport à 2020. L'électricité représente dès lors les 2/3 de l'énergie finale consommée. Le gaz complète en large partie cet approvisionnement, il est composé à 84% de biogaz (Figure 62).

Le libre-échange est au cœur des échanges commerciaux

La France importe 13% de ses besoins alimentaires. Les fruits, légumes et pommes de terre représentent un tiers des importations et les tourteaux et oléagineux un quart.

A l'image du scénario *Tendanciel*, le libre échange est toujours au cœur des échanges commerciaux. Les tensions fortes sur les ressources dont les denrées agricoles et la hausse des prix des carburants ont néanmoins contraints les acteurs à limiter leurs besoins de transport et à réorienter une partie de la production nationale vers la demande intérieure. Les évolutions sont cependant nettement moins marquées que dans les deux scénarios précédents, les incitations publiques étant surtout orientées vers la généralisation de motorisations plus performantes dans le parc de véhicules routiers notamment. Des politiques similaires sont menées à l'échelle européenne.

Les importations de denrées alimentaires pour les besoins de la population métropolitaine sont de 25 Mt contre 33 Mt en 2020 et 51 Mt dans le scénario *Tendanciel*. Par comparaison, la production domestique destinée au marché intérieur est de 164 Mt (Figure 64). L'origine des importations est en moyenne plus lointaine que les scénarios Génération frugale et Coopérations territoriales, la part en provenance des pays hors

Europe est de 25% contre 18% et 12% respectivement pour ces deux scénarios.

Les fruits, légumes et pommes de terre frais ou transformés proviennent principalement d'Europe, alors que les tourteaux et oléagineux majoritairement des pays extra-européens. Des produits à base de céréales sont aussi importées à hauteur de 3 Mt et les viandes et produits laitiers pour 2 Mt, contre 7,8 Mt et 3,8 Mt respectivement dans le scénario *Tendanciel*. Ces importations sont essentiellement en provenance d'Europe (Figure 65).

Les trafics de marchandises outre-Atlantique sont très importants

Les importations extra-européennes représentent 25% des tonnages mais 77% des trafics. Les tourteaux sont à l'origine de la moitié des trafics en provenance de pays extra-européens.

Le trafic de denrées agricoles pour l'alimentation de la population métropolitaine est de 134 Mdtkm en 2050. Il a connu une évolution à la baisse depuis les années 2000, conséquence de mesures ciblées sur ce secteur pour limiter la dépendance du pays aux importations. Ce n'a pas été le cas pour d'autres secteurs économiques. Cependant, la faible évolution des régimes alimentaires avec une part carnée encore importante a pour conséquence une demande toujours soutenue de produits pour l'alimentation animale. Ainsi les trafics internationaux générés par les importations de tourteaux restent massifs encore en 2050. Ceux-ci sont de 36 Mdtkm pour un trafic total en provenance de pays extra-européens de 70 Mdtkm. L'origine est principalement l'Amérique du Sud, mais aussi la Russie, l'Ukraine et l'Asie. Viennent en second lieu les importations d'agrumes pour un trafic de 7,6 Mdtkm dont l'origine est surtout l'Amérique latine et l'Afrique (Figure 66).

Contrairement aux deux scénarios précédents, la dépendance de la France aux importations en provenance du continent américain est importante du fait principalement des tourteaux importés. Le trafic issu de ce continent représente les deux tiers du trafic total extra-européen.

Les importations en provenance d'Europe génèrent 20 Mdtkm. Les tourteaux et oléagineux restent le premier poste d'importation, suivi des fruits et légumes, puis

Figure 64. Denrées agricoles et alimentaires domestiques et importées pour les besoins intérieurs

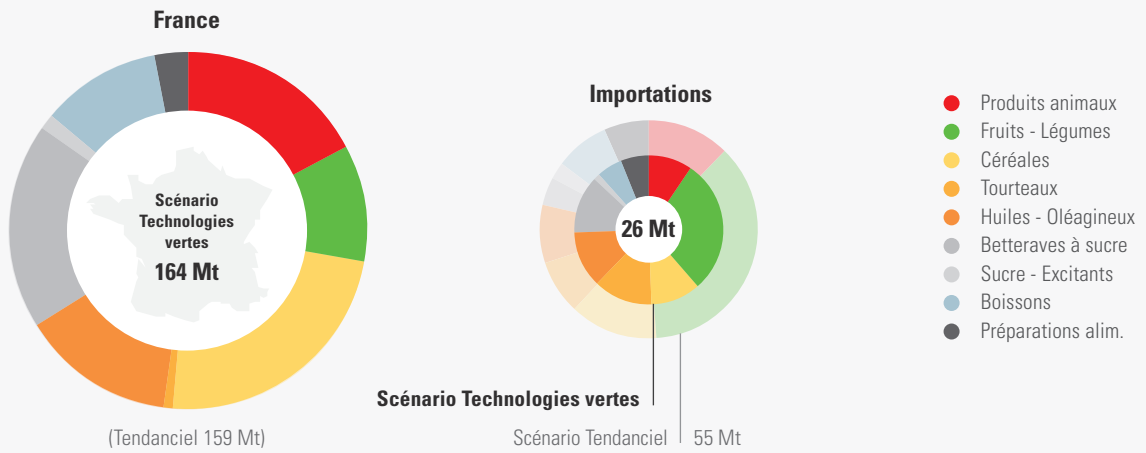
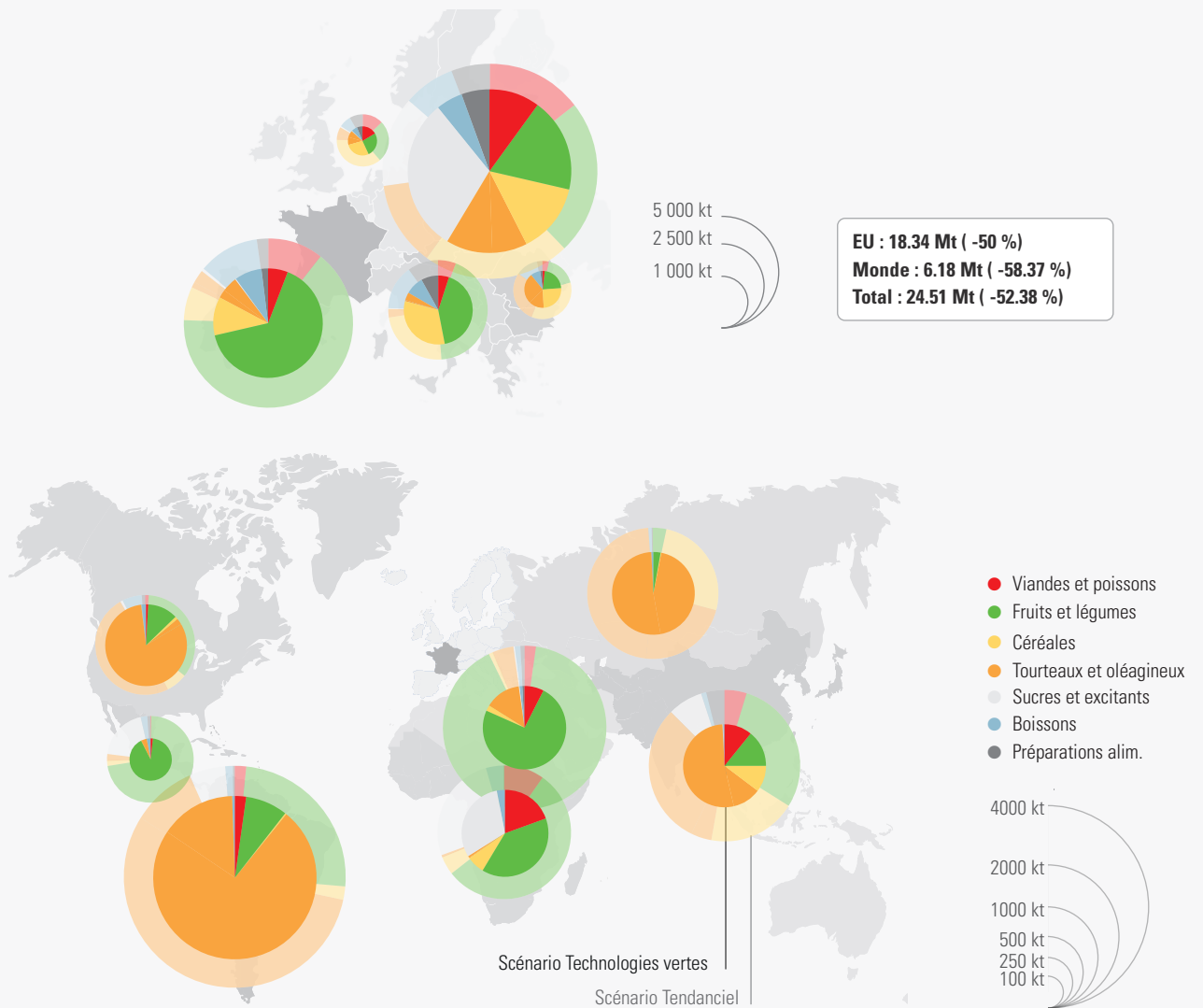


Figure 65. Les tonnes importées depuis l'Europe et le reste du monde



Note : dans cette étude, la relocalisation des produits est effectuée en minimisant les distances parcourues. En conséquence, les produits viendront en priorité des pays frontaliers, puis d'Europe et enfin du reste du monde (il ne s'agit pas d'un choix explicite de pays d'origine des produits).

Figure 66. Le trafic de denrées importées par zone de production

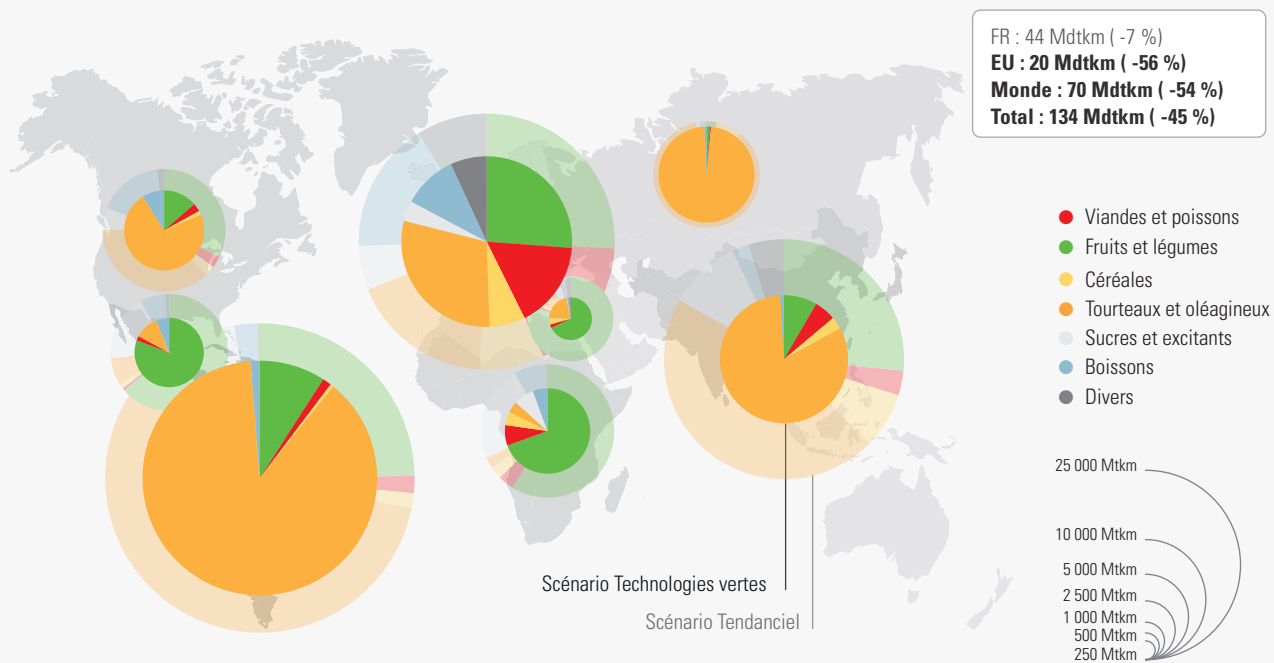
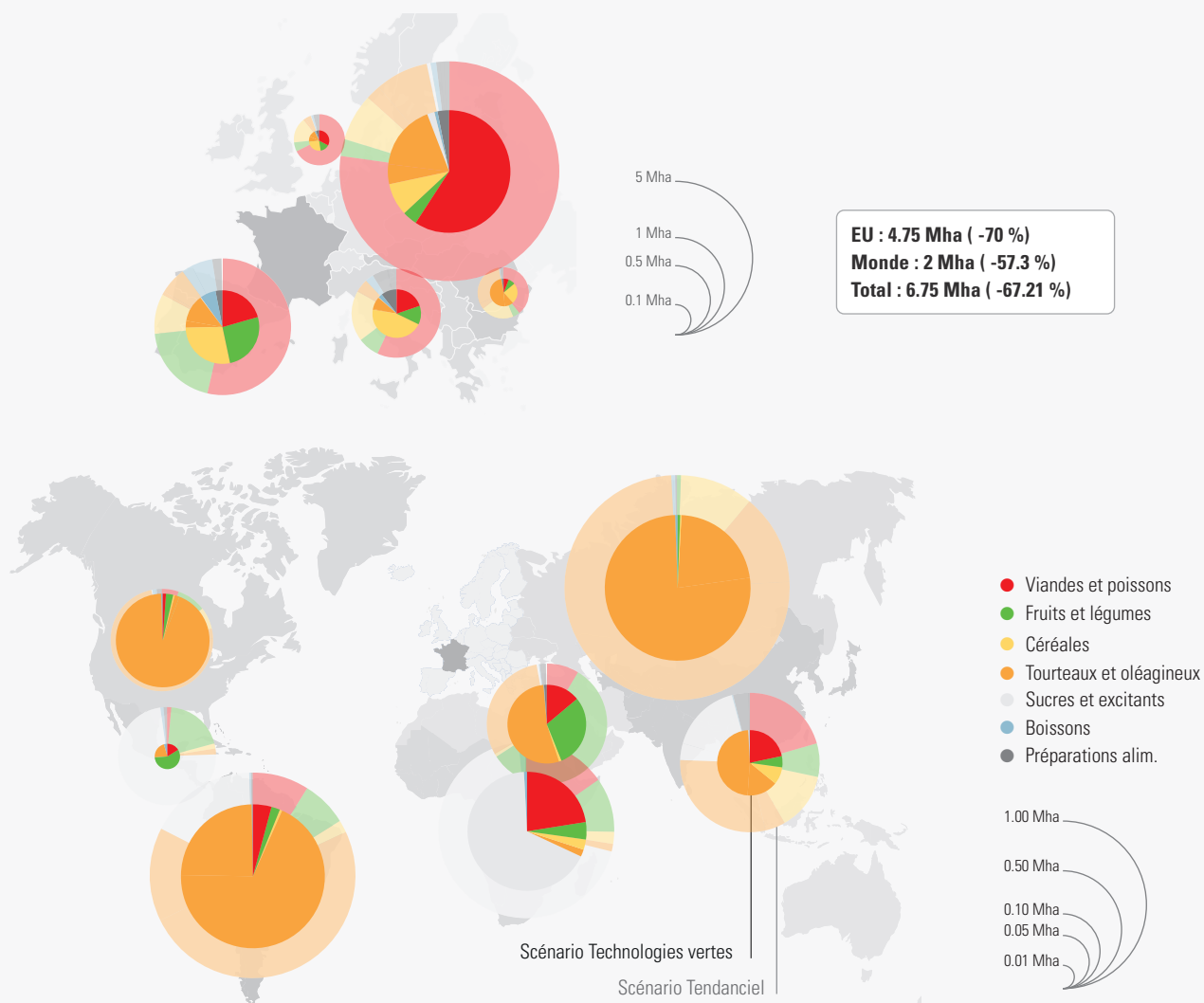


Figure 67. Les surfaces agricoles mobilisées dans le monde



des produits laitiers, de la viande et des poissons. La majorité des fruits et légumes importés sont des produits transformés.

Le transport maritime représente encore plus de 50% du trafic total en 2050, l'essentiel du trafic restant est du transport routier. En sus des tourteaux et des huiles, les bananes et les jus de fruits mobilisent une part importante du trafic maritime. Les importations européennes ne génèrent que 23% du trafic total, la distribution entre grandes filières alimentaires n'est pas sensiblement différente du scénario *Tendanciel*. Les produits animaux proviennent principalement d'Europe comme dans l'ensemble des scénarios.

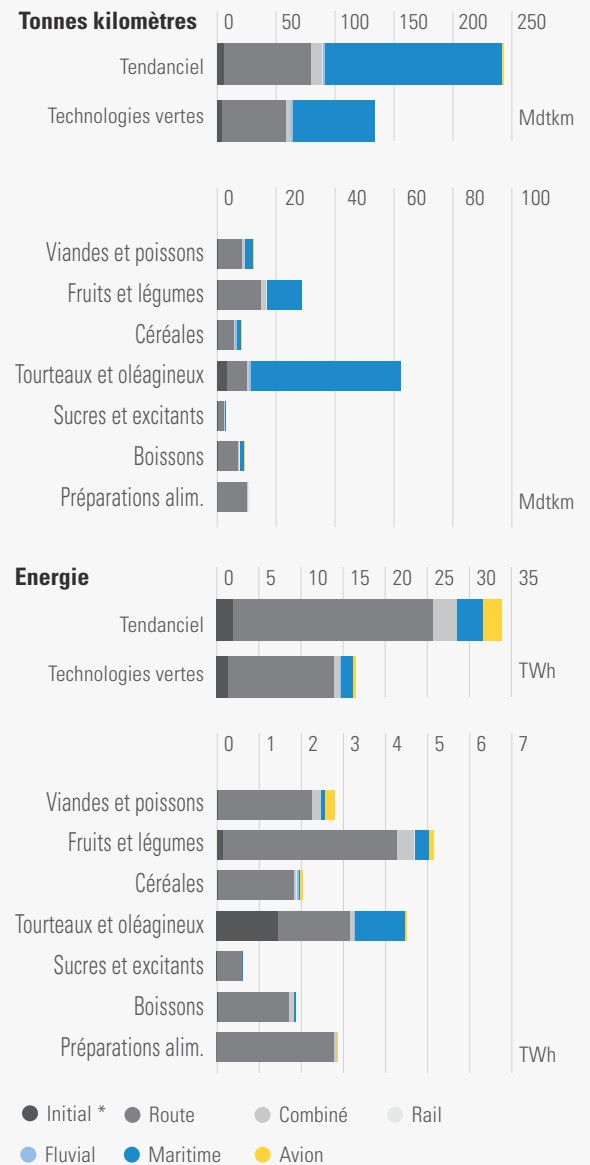
L'efficacité énergétique du transport maritime a peu progressé depuis 2020, les motorisations ayant peu évoluées. 20% des trafics sont assurés par du gaz naturel liquéfié soit quatre fois plus que dans le scénario *Tendanciel*. Des efforts ont été particulièrement importants dans le transport routier dès les années 20 avec la pénétration de l'électricité et du gaz véhicule. En 2050, l'électricité représente 42% du trafic des poids lourds et le gaz 35%. En 30 ans, un effort majeur de déploiement de nouvelles technologies a été opéré, largement soutenu par des aides publiques, les trois quarts du parc de poids lourds ont été renouvelés par de nouvelles motorisations. L'écart d'efficacité énergétique du transport routier par rapport au maritime s'est réduit, il est d'un facteur 6 contre un facteur 10 en 2020. La demande énergétique totale pour le transport de denrées alimentaires est de 16,5 TWh, soit deux fois moins que dans le scénario *Tendanciel* (Figure 68).

Près de 7 Mha de surfaces agricoles mobilisées à l'étranger

Après l'Europe, le continent américain est la seconde zone d'importations de denrées agricoles et agroalimentaires à l'image du scénario *Tendanciel*.

La dépendance du pays aux importations de fruits et légumes, aux tourteaux et oléagineux est à un niveau intermédiaire au regard des autres scénarios. 6,7 Mha sont mobilisées à l'étranger, dont 2,3 Mha pour l'élevage et 1,7 Mha pour les huiles et oléagineux et 0,7 Mha pour les tourteaux. Contrairement aux deux scénarios Génération Frugale et Coopérations territoriales, l'élevage

Figure 68. Parts modales du transport longue distance



* Estimation des émissions dues aux trajets en amont de trajets maritimes ou aériens non précédés d'un transport routier identifié

Figure 69. Surfaces mobilisées dans le monde

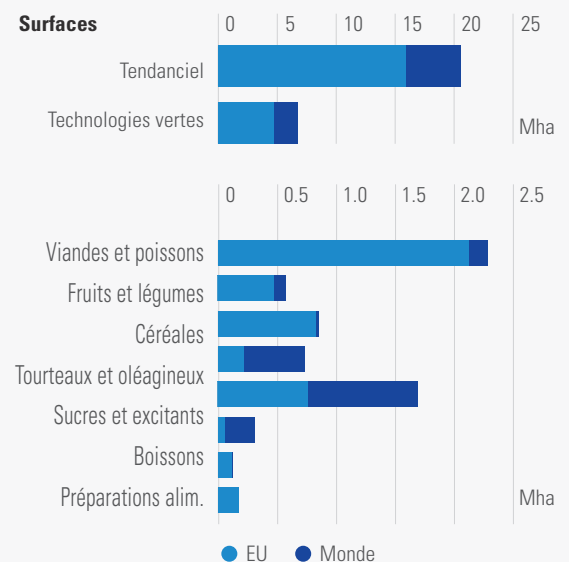
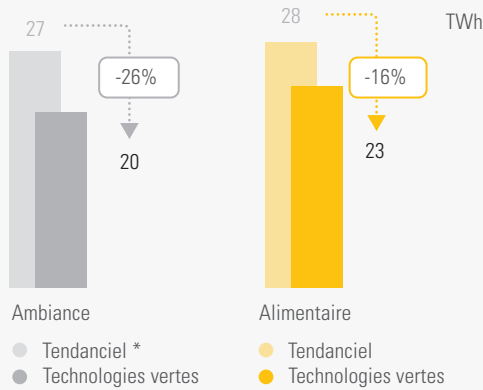


Figure 70. Consommation d'énergie pour l'alimentation dans le résidentiel



* Energie de chauffage ou rafraîchissement des espaces utilisés (cuisine et salle à manger), soit 15% du logement.

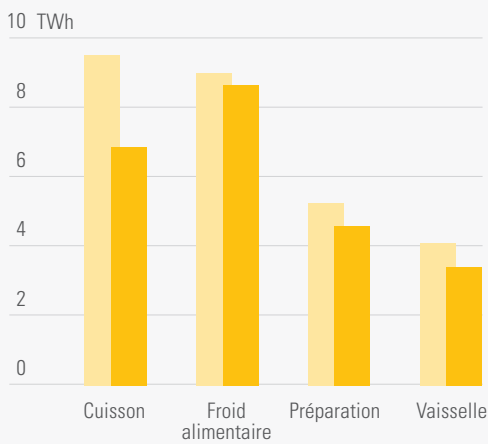
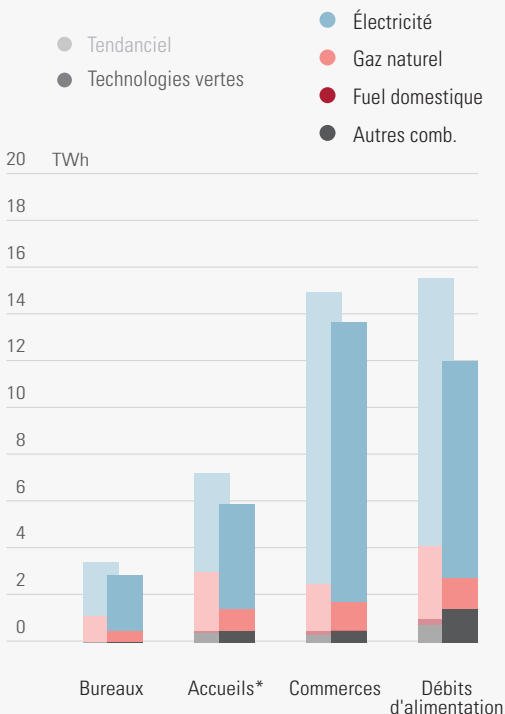


Figure 71. Consommations d'énergie pour l'alimentation dans le tertiaire

Total Technologies vertes 25,7 TWh, Total Tendanciel 41,2 TWh.



* Calcul fait avec 3h chauff/clim d'ambiance

et ses besoins en aliments redeviennent prépondérants dans les surfaces nécessaires aux productions importées (Figure 67 et Figure 69).

Les terres sont situées à 70% en Europe et 30% dans le reste du monde. En Europe du Nord-ouest, il s'agit majoritairement des terres dédiées à l'élevage. Les productions d'huiles, tourteaux et oléagineux représentent les trois quarts des 2 Mha mobilisés dans les pays extra-européens. Les surfaces mobilisées pour les importations de tourteaux d'Amérique du Sud notamment sont devenues inexistantes dans les scénarios Génération Frugale et Coopérations territoriales en 2050, elles sont ici de 0,37 Mha. Par ailleurs, 0,25 Mha en Afrique Sub-Saharienne assurent la production de café et cacao importés.

La grande distribution a gardé la majorité des parts de marché

La livraison au domicile ou en points relais a poursuivi son développement. La grande distribution a été contrainte d'organiser des systèmes de distribution plus performants et de mutualiser ces systèmes entre enseignes dans les zones moins denses.

Les évolutions des pratiques de consommation et de l'offre alimentaire ont suivi peu ou prou celles du scénario Tendanciel. La concentration des ménages et des activités dans les métropoles est restée importante et peu de changements est intervenu dans la structure des activités par rapport à 2020. L'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements est plus importante que dans les deux scénarios précédents et la tendance au développement du multi-équipement s'est maintenue, voire s'est accrue. L'innovation numérique permet de mieux contrôler les durées d'utilisation au strict nécessaire mais ce gain énergétique est contrebalancé par la tendance au surdimensionnement qui perdure.

Par conséquent, la consommation d'énergie au domicile pour les besoins alimentaires ne diminue que de 4 TWh par rapport aux 28 TWh du scénario Tendanciel, soit -16% (Figure 70). La cuisson et les fours passent complètement à l'électrique en 2050. Les politiques de maîtrise de l'énergie dans le logement permettent de contenir l'évolution des consommations d'énergie « d'ambiance » (chauffage ou rafraîchissement du lo-

gement) bien qu'elles soient moins contraignantes que dans les deux précédents scénarios. La part attribuée à l'alimentation (la cuisine et la salle à manger le cas échéant, soit 15% de la surface du logement) est de 20 TWh contre 27 TWh dans le scénario Tendanciel. L'augmentation du télétravail, plus forte que dans le tendanciel, ainsi que le vieillissement de la population conduisent les ménages à manger plus souvent à la maison avec une propension renforcée à consommer des aliments très transformés, voire préparés ou à se faire livrer à domicile.

La restauration commerciale s'est adaptée au développement du télétravail

L'achat sur internet assorti d'un service de livraison, en magasin ou à domicile s'est fortement diffusé parmi les populations, toutes tranches d'âge confondues.

Les livraisons instantanées (en moins de 2h) sont fréquentes et font partie intégrante du modèle d'affaire des restaurants. Certains ont basculé dans le modèle « tout-livraison » ou « dark-kitchen ». Ils en profitent pour mutualiser leurs cuisines et leur capacité de livraison pour correspondre aux cartes de multiples restaurants populaires. Les restaurants d'entreprise, inutilisés auparavant le soir et le week-end, ont amélioré leur rentabilité en se transformant en restaurants commerciaux. Ce phénomène s'est développé de façon importante car il correspond bien aux modes de vie des citoyens qui ont besoin de sortir de chez eux après avoir travaillé toute la journée chez eux.

L'économie tend vers un fonctionnement 24h/24 avec un recours important aux automates de toutes sortes qui se substituent aux emplois commerciaux. Des espaces logistiques urbains se sont mis en place pour faciliter la récupération des colis : implantation de consignes en pied d'immeubles, de bureaux de villes (espaces multiservices permettant le retrait de colis en partie automatisé).

Même si par rapport au tendanciel les surfaces commerciales restent identiques dans les deux scénarios, le progrès technologique sur l'efficacité énergétique permet néanmoins de réduire de 7 TWh la consommation énergétique du tertiaire alimentaire (34 TWh vs 41 TWh) (Figure 71).

Figure 72. Mobilité des ménages par motif alimentaire

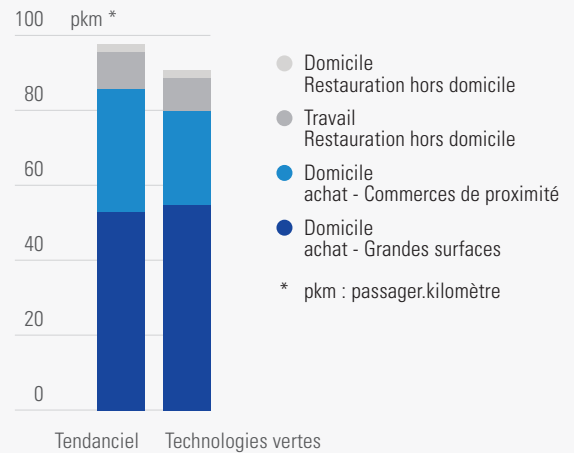


Figure 73. Mobilité des ménages pour l'alimentation par mode

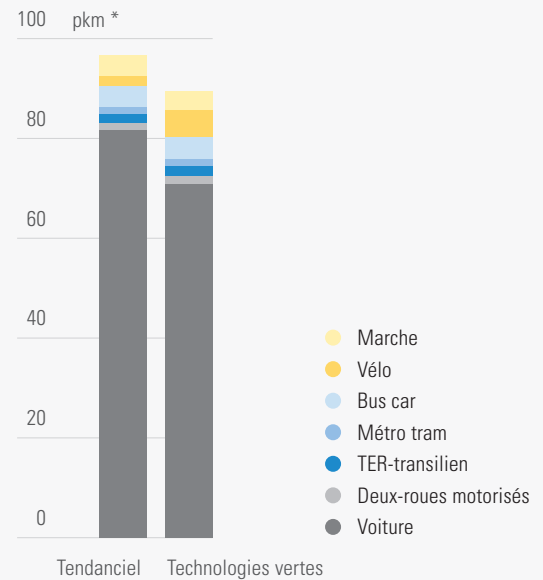
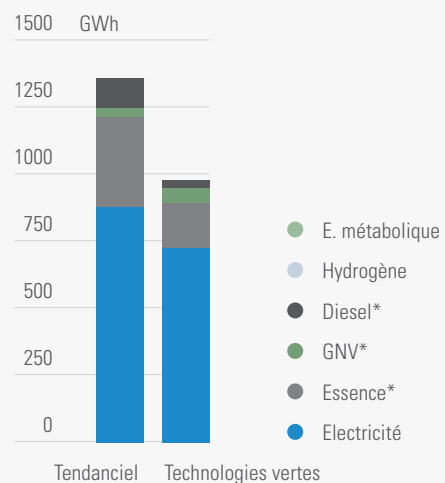


Figure 74. Consommation d'énergie par source



* Présence de biocarburants ou biogaz

Les déplacements pour les achats alimentaires ont peu baissé

Les modes d'approvisionnement des ménages sont assez similaires aux tendances à l'œuvre dans les années 2020. Les achats en ligne se sont développés mais les grandes surfaces commerciales ont su innover pour garder leurs clients.

Pour limiter la périurbanisation, les villes se sont densifiées, une urbanisation le long des axes de transport a été privilégiée contribuant à limiter les distances parcourues par les ménages pour faire leurs courses et favoriser l'usage du vélo. La mobilité globale pour l'alimentation n'est cependant en baisse que de 8% par rapport au scénario *Tendanciel* car la part de la voiture individuelle est restée importante, 79% des distances parcourues (pkm), un peu moins cependant que les 84% du scénario *Tendanciel*. Les transports collectifs sont un peu plus utilisés que dans le scénario *Tendanciel* puisqu'ils y représentent 9% contre 7,5% (Figure 73).

La consommation de biens est restée au cœur de la société et même s'il y a eu un fort développement du commerce en ligne, les grandes surfaces commerciales n'ont pas disparu au contraire. Elles ont continué d'attirer le chaland comme lieu d'expérience et de loisirs, ce qui fait que les déplacements pour achats alimentaires ne sont que de 7% inférieurs au scénario *Tendanciel* en passant de 85 Mdpm à 79 Mdpm (Figure 72).

Le développement des achats en ligne s'accompagne d'une réduction de la restauration hors domicile qui diminue de 10% par rapport au scénario *Tendanciel*.

L'usage du vélo a augmenté prioritairement dans le centre des grandes villes avec l'appui des collectivités locales. Il est néanmoins nettement plus faible que le niveau atteint dans les scénarios Génération frugale et Coopérations territoriales. La pratique s'est développée aussi en banlieue, avec une multiplication quasiment par cinq des kilomètres parcourus en vélo par rapport à aujourd'hui et 2,5 fois plus que dans le scénario *Tendanciel*. Cette mutation a été facilitée par le soutien au développement du vélo à assistance électrique désormais utilisé sur les 2/3 des distances parcourues.

SCÉNARIO PARI RÉPARATEUR

Une croissance et des modes de vie préservés par le progrès technique

Plutôt que de chercher à changer un modèle économique intensif en ressources, les efforts se sont portés sur la décarbonation des sources d'énergie et le captage et le stockage géologique du CO₂. De grands groupes industriels et de services se sont spécialisés dans les activités d'optimisation des modes de production et de dépollution pour réduire les impacts sur les écosystèmes.

Le libre échange est toujours au cœur de ce scénario conformément aux années passées, les filières agricoles et agroalimentaires sont fortement spécialisées et compétitives. Les terres agricoles sont très sollicitées, d'autant que l'étalement urbain s'est poursuivi aux dépens de surfaces agricoles fertiles. Les modes de production agricoles sont très majoritairement intensifs, robotisés et pilotés par des systèmes numériques. Les prix des denrées agricoles ont sensiblement augmenté conduisant à une alimentation duale : des produits frais et de qualité, accessibles à la population la plus aisée et des produits prêts à consommer, riches nutritionnellement, assemblages d'aliments industriels simples dont des nouvelles protéines, et à conservation longue pour faire face aux aléas des transports de marchandises régulièrement perturbés par des événements climatiques extrêmes.

Pour faire face à un cycle de l'eau de plus en plus perturbé par le dérèglement climatique devenu majeur au tournant des années 2050, des investissements colossaux ont été faits dans des infrastructures hydrauliques, des digues, des réservoirs et des systèmes d'irrigation.

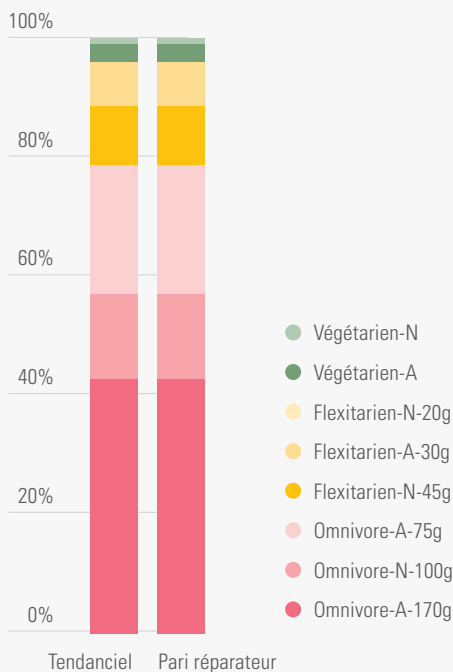
Une alimentation préparée par des robots ménagers et individualisée

Les changements de régimes alimentaires ne font pas partie des leviers considérés comme pertinents pour lutter contre le changement climatique. Le seul phénomène notable est la consommation pour partie de produits de substitution à la viande, steaks végétaux ou viande de synthèse.

La demande alimentaire a évolué de manière similaire à celle du scénario Tendancier : l'indice de masse corporelle a continué d'augmenter, les surconsommations en protéines et en énergie ont, elles, diminué faiblement. Les 4/5e de la population continuent de consommer plus de 50g/jour/personne de viande (Figure 75). La principale différence avec le régime actuel est le remplacement de 10% des protéines animales par des protéines alternatives (pâtés végétaux imitant la viande et premières viandes de synthèse). La consommation de poisson s'est maintenue grâce au développement de l'aquaculture. La consommation humaine d'insectes ou d'algues est encore limitée en 2050 bien que de plus en plus intégrée dans les produits transformés, elle est plus fréquente en alimentation animale (Figure 76).

La production de viande bon marché, volaille notamment, s'est développée. La demande en viande bovine et ovine a peu diminué, tirée par la restauration hors domicile et la consommation persistante de produits laitiers. La demande en produits tropicaux importés est restée soutenue pour la population dont les revenus le permettent.

Figure 75. Part des groupes de mangeurs dans la population



A : actuel

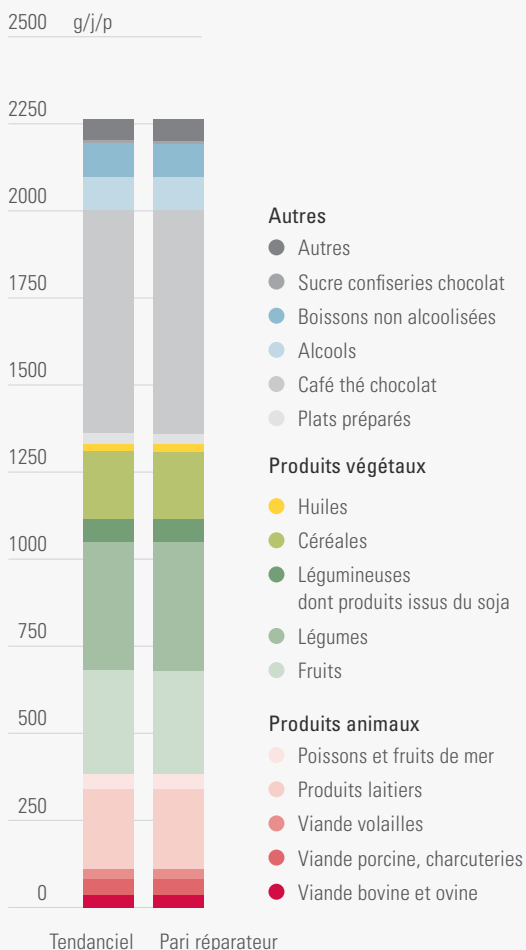
N : nutritionnellement équilibré

Par convention,

Omnivore = plus de 50g de viande par jour/personne,

Flexitarien = moins de 50g de viande par jour/personne

Figure 76. Composition du régime alimentaire moyen



Pour gagner toujours plus de temps dans la journée, les consommateurs se sont tournés très fortement vers des aliments préparés par des robots ménagers ou issus des industries agroalimentaires et livrés au domicile ou consommés en restauration hors domicile. Cela est allé de pair avec une individualisation de l'alimentation selon les attentes de chaque membre du foyer.

Les surfaces artificialisées ont progressé au détriment des terres arables depuis 2020

La forêt a progressé légèrement sur la période, principalement par évolution spontanée d'espaces naturels, de landes et de prairies inexploitées.

La principale évolution est l'augmentation des surfaces artificialisées qui ont atteint plus de 7 Mha, soit un niveau proche du scénario Tendanciel, cela essentiellement au détriment des terres arables (Figure 77).

Toutes les surfaces agricoles sont occupées car nécessaires : le niveau de la demande a peu diminué car les évolutions mineures des régimes alimentaires ont été en partie effacées par l'augmentation de la population. Du côté de la production, les rendements stagnent car le progrès technique parvient juste à compenser les effets du changement climatique. La répartition des surfaces agricoles reste inchangée, les prairies et les terres arables occupent pratiquement la même proportion de la surface agricole utile que le scénario Tendanciel. Elle est de 26,3 Mha.

La génétique et l'agriculture de précision assurent une légère augmentation du rendement global

Les productions végétales passent intégralement en agriculture de conservation des sols ou sur des systèmes proches.

De nombreuses technologies – AgriTech, génétique, agriculture de précision, etc. – ont été mobilisées afin de gagner 10% de rendement pour un même système par rapport aux autres scénarios, sans intrants supplémentaires. Ainsi le rendement moyen en blé est légèrement

ment supérieur au rendement actuel malgré les effets du changement climatique, alors qu'il diminue de 3 à 27 % dans les autres scénarios. Le rendement global n'a augmenté cependant que de 8%, ce qui est faible comparé aux autres scénarios (+13 à +25%) qui recourent aux cultures intermédiaires, aux cultures associées et développent des infrastructures agroécologiques, générant ainsi d'importants volumes supplémentaires de biomasse (Figure 78).

Des systèmes laitiers plus intensifs

Les cheptels se sont maintenus dans l'ensemble, sauf pour les vaches laitières, car leur productivité en lait dépasse 10.000 litres contre 5.800 litres dans le scénario Génération frugale.

Les systèmes laitiers deviennent plus intensifs : un tiers du cheptel est en zéro pâturage, les systèmes très pâturants disparaissent quasiment au profit des systèmes basés sur les cultures fourragères et les tourteaux. En conséquence, la production de lait a augmenté bien que le cheptel a diminué (Figure 79). L'aquaculture, les élevages d'insectes (entomoculture), la viande de synthèse et d'autres sources de protéines alternatives se sont développés. L'aquaculture permet de produire presque le tiers de la consommation de poisson. L'entomoculture fournit le quart des protéines consommées par les élevages de volaille et de poissons, en utilisant principalement des biodéchets des ménages et des entreprises, massivement récupérés et recyclés. Les élevages de porc diminuent, mais ceux de volaille augmentent du fait de prix relativement plus faibles.

Le volume d'eau consommé pour l'irrigation a augmenté de 70% par rapport à 2020 et a atteint 4,5 milliards de m³ par an. Les surfaces irriguées sont passées de 1,7 à 3,8 millions d'hectares, l'augmentation concerne principalement les cultures de céréales et de fourrages. La consommation d'engrais minéraux azotés a diminué faiblement (-9%), alors que la fixation symbiotique a augmenté de 23%. Grâce aux progrès techniques, les émissions d'ammoniac ont été divisées par 3.

La consommation d'énergie finale est de 81 TWh. Les surfaces de serres chauffées ont augmenté de 40% par rapport à 2020.

Figure 77. Utilisation du territoire

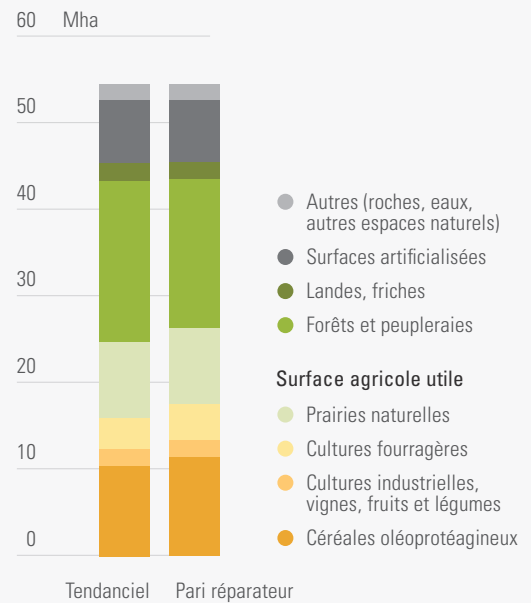


Figure 78. Evolution des modes de culture pour les grandes cultures

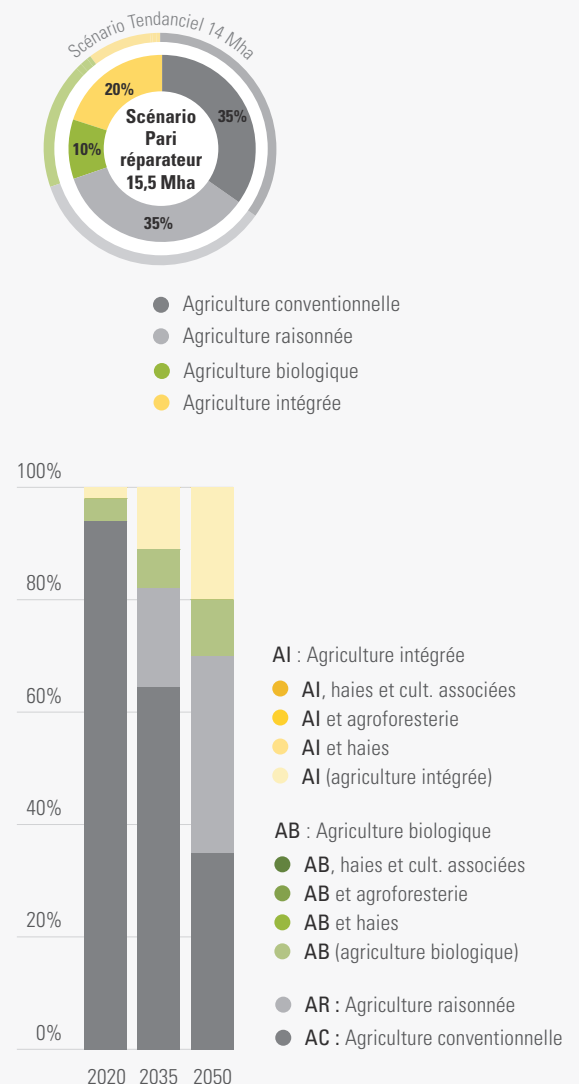


Figure 79. Évolution des cheptels (places ou d'effectifs présents)

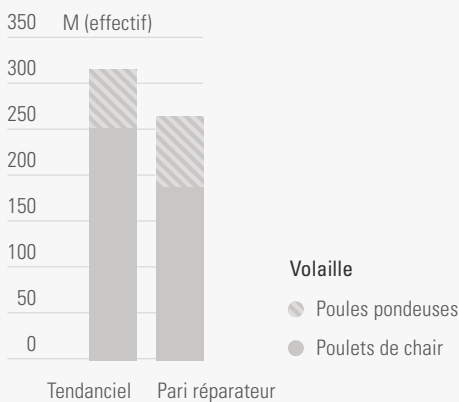
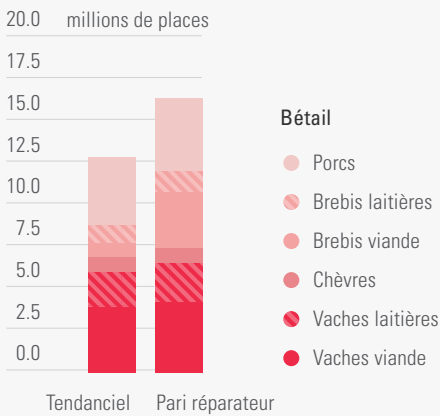
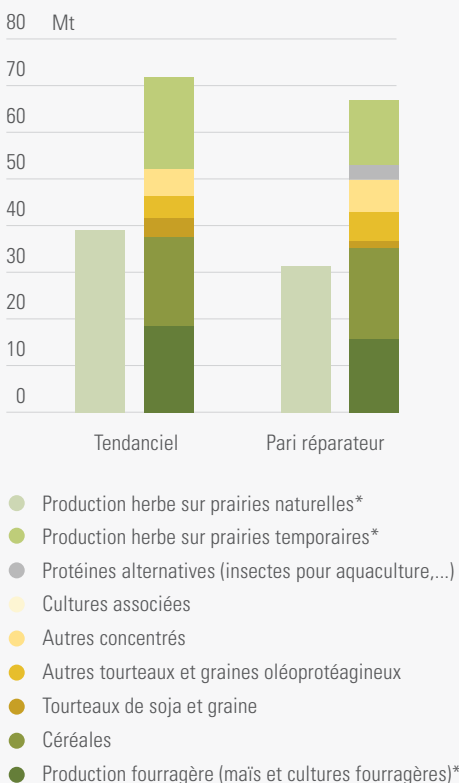


Figure 80. Ressources mobilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage



* matière sèche

Les produits animaux et l'alimentation animale représentent toujours une part importante de la production agroalimentaire

La logique de concentration des unités de production s'est poursuivie, induisant un trafic national et international de marchandises soutenu. La hausse de la part de produits ultra-transformés, très diversifiés et individualisés, a accru les besoins d'échanges commerciaux croisés.

La demande de produits transformés est de 93 Mt, soit une baisse limitée à 4% par rapport au scénario Tendanciel. Les produits de seconde transformation occupent une part plus importante dans les productions des industries agroalimentaires, afin de répondre à la demande d'aliments préparés adaptés aux préférences individuelles dans les foyers ou la restauration collective. Les régimes ayant peu changé, les consommations de viande et de produits laitiers et les besoins en alimentation animale, sont à un niveau proche du scénario Tendanciel et représentent 42% de la demande totale de produits transformés.

La concentration des unités de production à l'échelle européenne et les échanges commerciaux internationaux ont poursuivi leur croissance, entraînant des transports de marchandises toujours plus élevés comme nous le verrons ensuite. Les importations pour la demande intérieure sont de 20 Mt soit 4 fois supérieures à celles de scénario *Génération frugale*. Les principaux produits transformés importés sont les tourteaux (3,6 Mt), les produits à base de céréales (2,6 Mt), les boissons (2,4 Mt) et les fruits transformés dont les jus (2,1 Mt). Les protéines alternatives, tels que les insectes ou les algues, utilisées pour l'alimentation animale et l'aquaculture ont fait l'objet d'un commerce international en forte croissance depuis les années 2030 (Figure 83).

La consommation d'énergie des industries de transformation est de 43 TWh soit de 8 à 10 TWh de plus que dans les scénarios précédents. La hausse des activités de transformation de la viande, produits laitiers et aliments pour animaux explique en partie cette demande énergétique. Par ailleurs, les économies d'énergie sont relativement faibles sur la

période. La substitution du gaz par l'électricité est moins poussée que dans le scénario Technologies vertes alors que le biogaz ne représente que la moitié du gaz de réseau.

La dépendance du pays aux importations est similaire à celle de 2020

La spécialisation des pays et le commerce international n'ont pas été remis en cause. Des systèmes de guidage par satellite des transports permettent de gérer les difficultés liées aux aléas climatiques.

Dans une stratégie de compétitivité et de spécialisation internationale, la France continue à miser sur ses principales exportations et à importer les produits agricoles qui lui manquent, sans viser de relocalisation ni de substitution. Le niveau des importations est similaire aux années 2020 soit 35 Mt. Cette stabilisation du niveau des importations alors qu'elles ont continué de croître dans le scénario Tendanciel est due principalement à la hausse du prix des énergies qui a renchéri le coût du transport. Les aléas climatiques ou encore les zoonoses, de plus en plus fréquents fragilisent aussi régulièrement les chaînes de transport. Des systèmes d'observation et de guidage par satellite ont été développés par les grands groupes industriels internationaux pour tenter d'anticiper ces difficultés en disponibilités agricoles et d'approvisionnement, mais les voies de transport restent souvent perturbées.

Le pays importe 16% de ses besoins alimentaires, mais 41% des fruits et légumes ainsi que les 2/3 des tourteaux (Figure 84). La distribution des importations par produit est assez proche de celle du scénario Tendanciel, à l'exception des produits animaux dont la consommation a légèrement baissé aux bénéfices de produits de substitution. Les importations de tourteaux de soja restent importantes car la part de concentrés dans l'alimentation animale augmente avec l'intensification des élevages bovins, la croissance des élevages de volaille et le fort développement de l'aquaculture et des nouvelles protéines alternatives. L'origine des importations est à 71% européenne, mais les tourteaux et les oléagineux respectivement seulement à 31% et 44% (Figure 85).

Figure 81. Produits agricoles et agroalimentaires mobilisés pour l'alimentation de la population métropolitaine

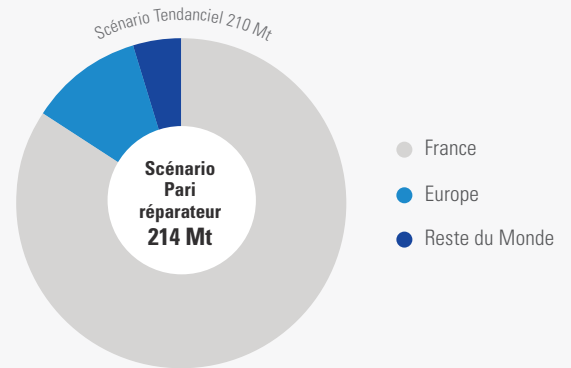


Figure 82. Consommation d'énergie par source des industries agroalimentaires

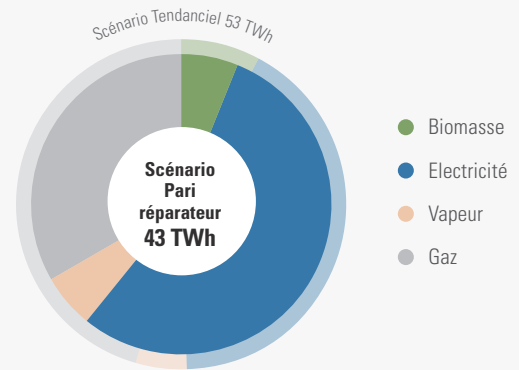
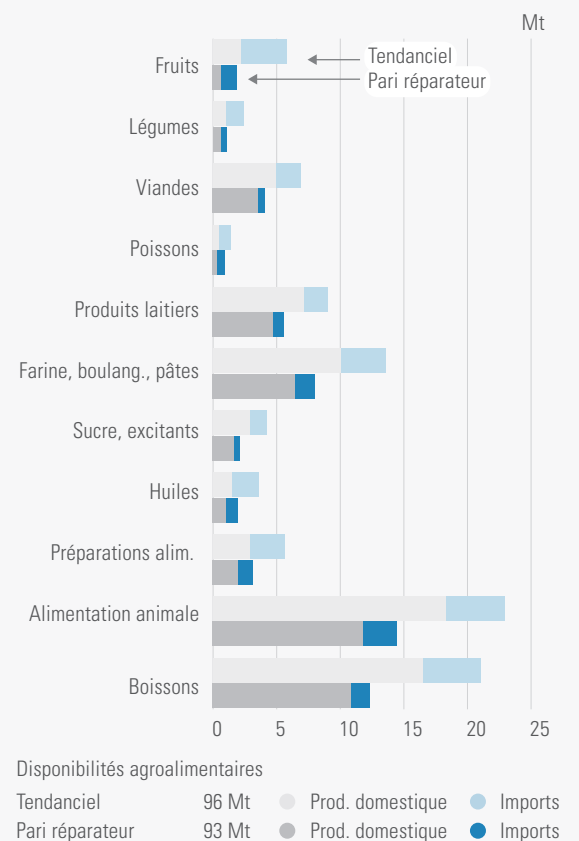


Figure 83. Disponibilités agro-alimentaires domestiques et importées



Les trafics de marchandises concernent à plus de 80% des produits transformés

Comme dans le scénario Tendancier, les importations en provenance des pays extra-européens pèsent pour plus de la moitié des trafics.

Les trafics de produits agricoles et alimentaires pour la consommation intérieure sont de 182 Mdtkm en 2050, soit de 12% inférieurs aux années 2020. Au-delà des difficultés conjoncturelles d'approvisionnement évoquées précédemment, la baisse des trafics de 25% pour les tourteaux et oléagineux s'explique par l'évolution tendancielle à la baisse de la consommation de produits animaux et à la pénétration dans l'alimentation animale de concentrés composés de protéines alternatives (insectes, algues etc.). Il est à noter que 83% des trafics concernent des produits de première ou seconde transformation contre 75% dans le scénario *Génération frugale*.

Bien que les trafics en provenance des pays extra-européens sont inférieurs au scénario Tendancier, ils représentent toujours 57% des trafics totaux (102 Mdtkm) (Figure 86). Les trafics de produits domestiques et européens représentent respectivement 28% et 16% des trafics totaux. Quand les trafics dus aux importations de tourteaux sont limités à 0,7 Mdtkm exclusivement en provenance d'Europe dans le scénario *Génération frugale*, ils atteignent 38 Mdtkm dans ce scénario-ci dont 36 Mdtkm en provenance de pays extra-européens. 10% des importations de tourteaux et oléagineux proviennent de la CEI et de l'Ukraine.

A l'instar des autres scénarios où le commerce international est important, le trafic maritime représente plus de la moitié du trafic total de denrées alimentaires. Le transport routier concerne en premier lieu les fruits et légumes, les produits animaux et les préparations alimentaires diverses.

La demande énergétique des transports de denrées alimentaires produites en France ou importées est de 19 TWh, dont 15 TWh consommés par le transport routier dont une part est constituée par l'acheminement dans le pays d'origine (Figure 88). Le transport maritime et le transport aérien représentent respectivement 2 et 1,6 TWh. La consommation unitaire d'énergie du transport aérien est en effet de 2,8 kWh/tkm contre 0,15 kWh/tkm pour le transport routier et

0,027 kWh/tkm pour le transport maritime. L'efficacité énergétique du transport aérien a peu progressé en 30 ans, tout comme celle du transport maritime. D'où cette part non négligeable du transport aérien dans la consommation totale d'énergie du transport. Les denrées transportées par ce mode de transport sont surtout des fruits et légumes, des poissons et crustacés, mais aussi du riz ou des préparations alimentaires diverses.

La moitié des 10 Mha mobilisés le sont pour les produits animaux

Des surfaces importantes sont dédiées à la production de cacao et café en Afrique du Sud (0,23 Mha) et en Amérique Latine (0,17 Mha).

Les surfaces mobilisées à l'étranger sont de près de 10 Mha contre 13,4 Mha en 2020 et 3,6 Mha dans le scénario *Génération Frugale*. 2,6 Mha sont mobilisées hors de l'Europe principalement pour la production d'huiles, oléagineux et tourteaux. 0,75 Mha sont mobilisés en Russie et Ukraine pour la production de tournesol et colza principalement, et 0,53 Mha sont mobilisés en Amérique du Sud pour la production de tourteaux et graines de soja (Figure 87 et Figure 89). La moitié des terres mobilisées le sont pour l'élevage et l'alimentation animale. Cette part atteint les trois quarts pour l'Europe du Nord-Ouest et les deux tiers pour l'Europe du Sud-Ouest et l'Europe du Sud-Est. Elle est donc plus élevée que celle nécessaire à la production de fruits et légumes pour l'Europe du Sud. Des produits à base de céréales sont souvent échangés en Europe. Les importations pour les besoins domestiques représentent près de 1 Mha, ce qui est du même niveau qu'en 2020. Les échanges sont plus importants dans le scénario Tendancier pour lequel 1,7 Mha assure la production de ces produits transformés pour l'essentiel à base de céréales. Ceci est à comparer au scénario *Génération frugale* pour lequel les relocalisations envisagées de ces productions limitent le recours à des terres agricoles à l'étranger à 0,2 Mha en 2050.

Figure 84. Denrées agricoles et alimentaires domestiques et importées pour les besoins intérieurs

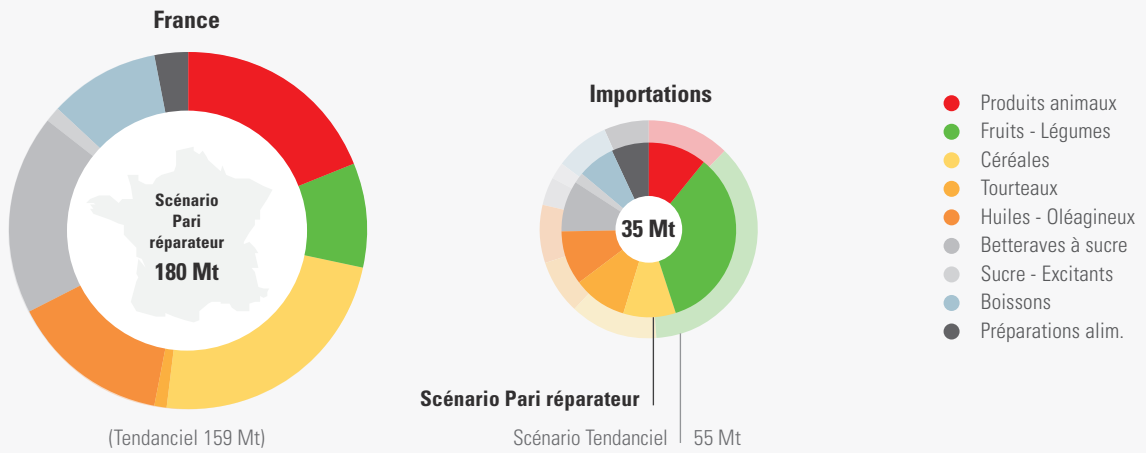
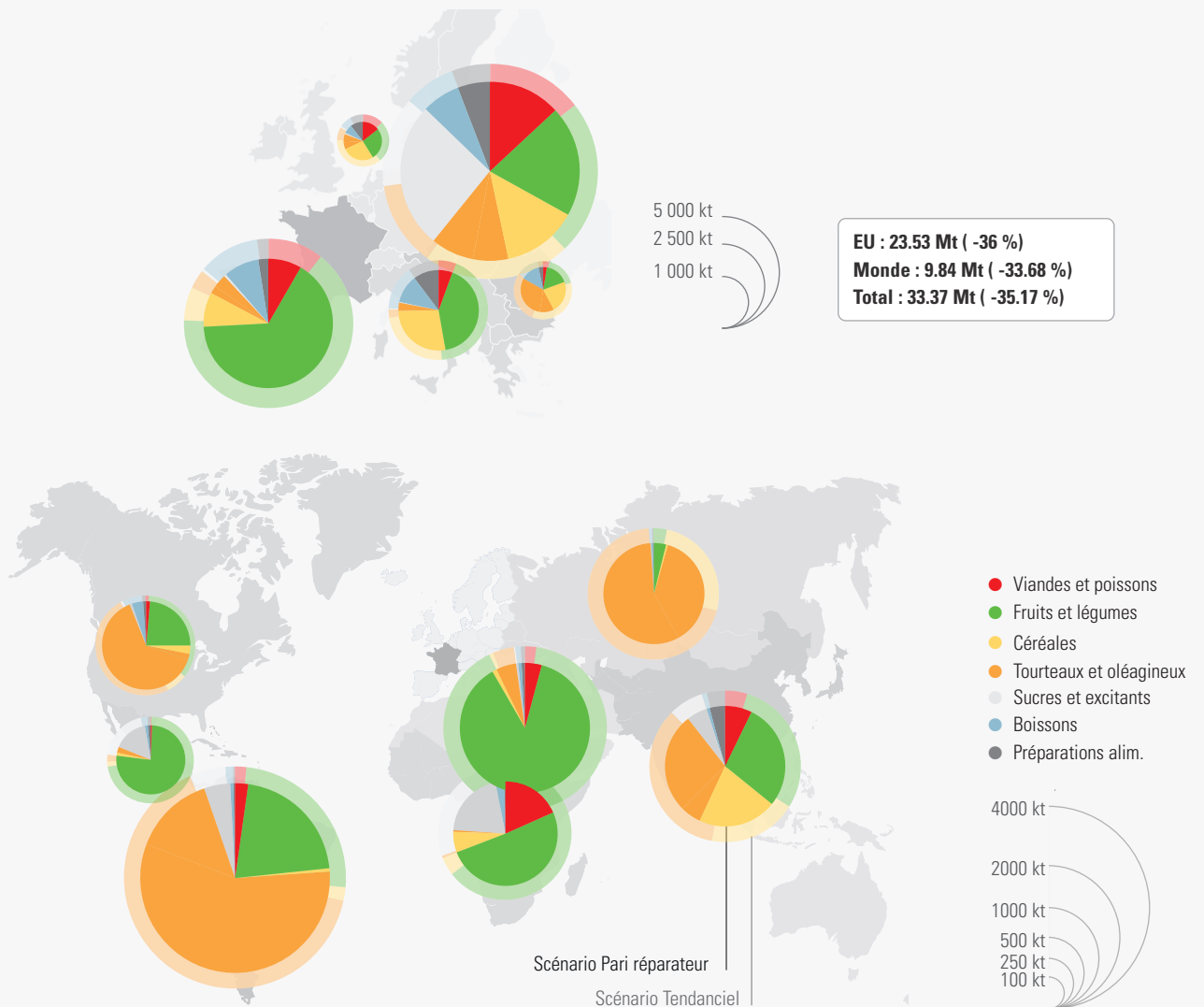


Figure 85. Les tonnes importées depuis l'Europe et le reste du monde



Note : dans cette étude, la relocalisation des produits est effectuée en minimisant les distances parcourues. En conséquence, les produits viendront en priorité des pays frontaliers, puis d'Europe et enfin du reste du monde (il ne s'agit pas d'un choix explicite de pays d'origine des produits).

Figure 86. Le trafic de denrées importées par zone de production

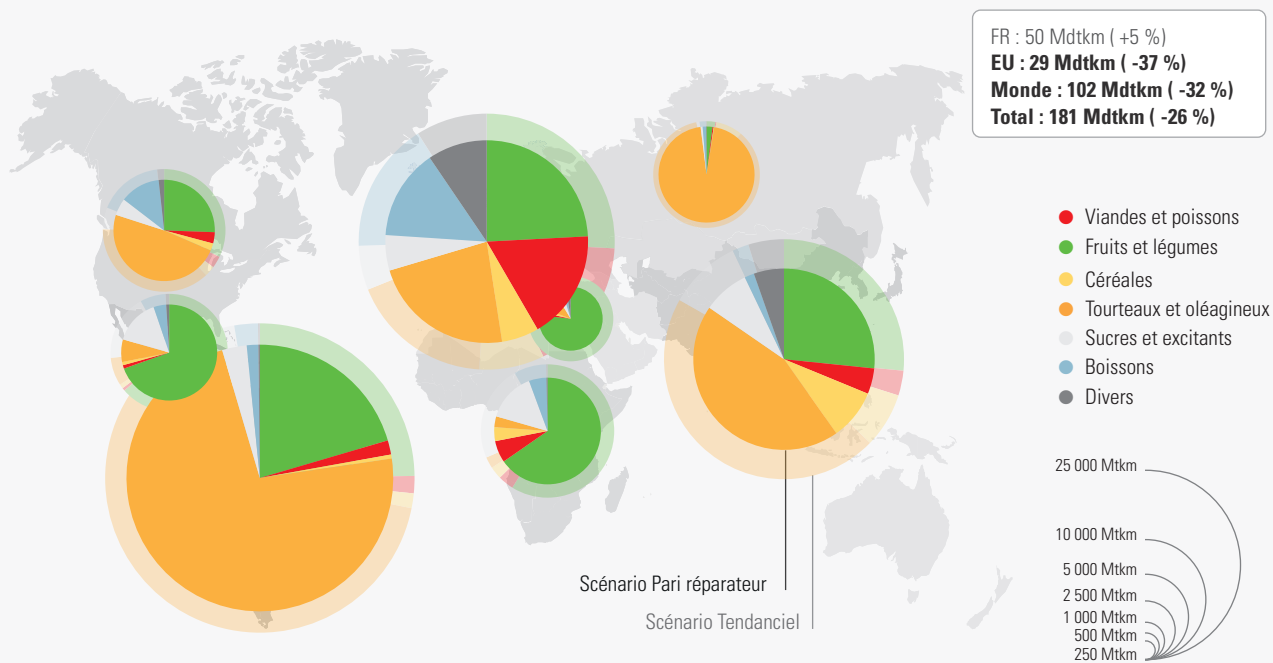
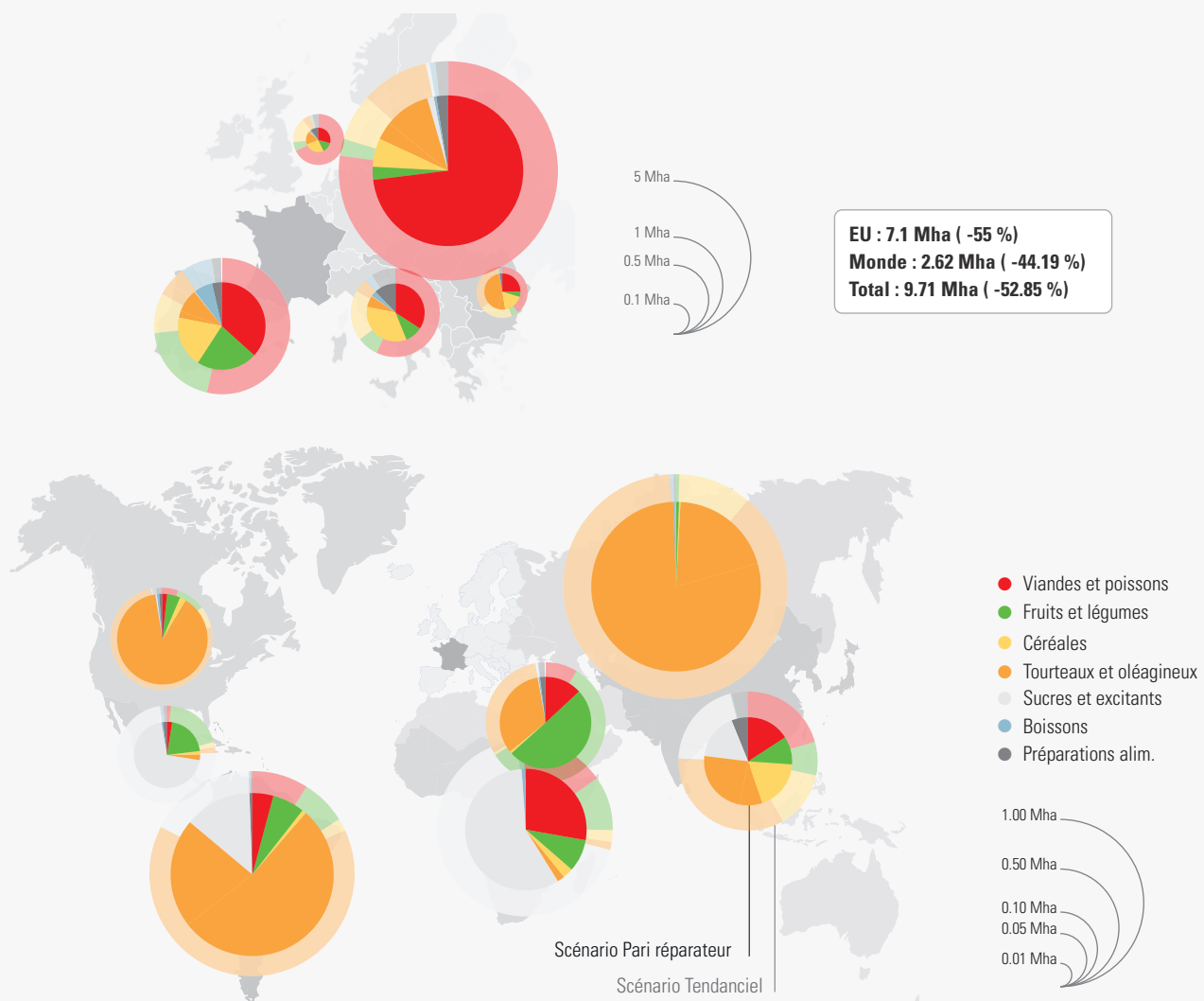


Figure 87. Les surfaces agricoles mobilisées dans le monde



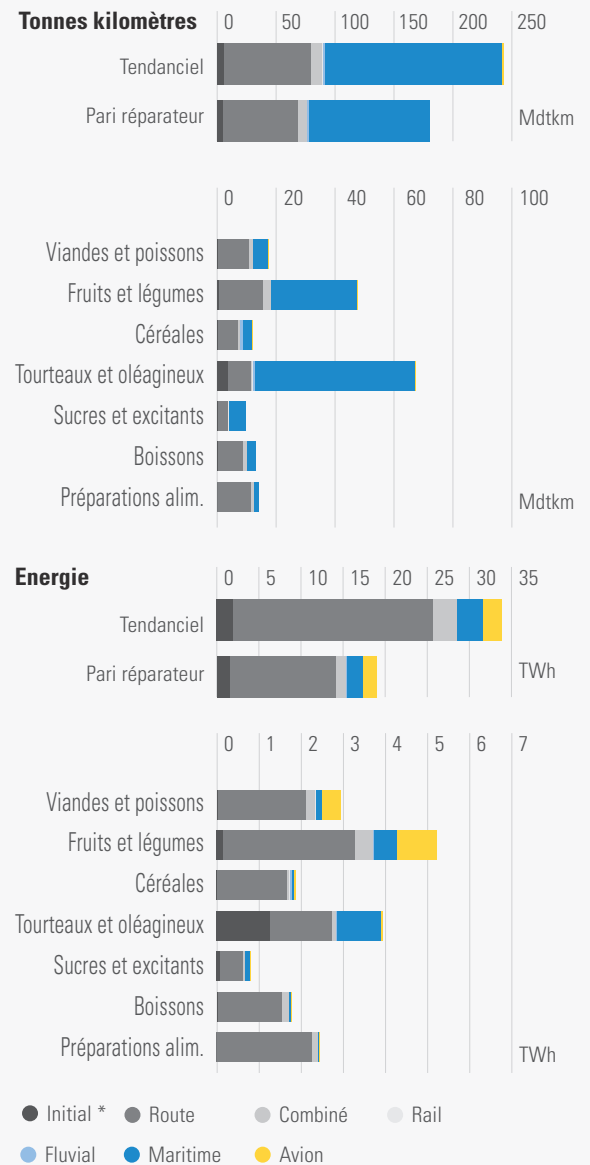
Les évolutions des pratiques de consommation à l'œuvre dans les années 2010-2020 se sont amplifiées

L'élaboration des repas a quasiment disparu des foyers par manque d'intérêt et manque de temps. Par contre, le salon peut accueillir un restaurant virtuel pour partager un repas avec des amis dans une ambiance exotique.

La préparation des repas au domicile a reculé au fil des années, demandant trop de temps dans un monde toujours plus rapide. Elle est réservée désormais à quelques repas exceptionnels dans l'année. Les personnes âgées ont elles-mêmes été gagnées par l'attrait de plats préparés nutritionnellement adaptés à leur état de santé et livrés à domicile. La numérisation des profils des consommateurs et de leur consommation journalière simplifie les commandes de repas. La démocratisation de l'usage des imprimantes 3D a aussi favorisé des pratiques d'autoproduction par les ménages pour les biens de consommation élémentaires. L'ultra-digitalisation de tous les équipements qui sont devenus de plus en plus autonomes, à commande vocale voire pilotables à distance, s'est accompagnée d'une charge énergétique liée aux veilles incontournables. Les équipements électroménagers destinés à faciliter la vie et accompagner le vieillissement de la population ont suivi ces tendances et se sont multipliés dans tous les domiciles. Avec la forte croissance des plats préparés (livrés ou achetés) ne nécessitant qu'un réchauffage, la fonction «cuisine» a disparu dans certains logements en réponse aux attentes d'une partie de la population qui ne voit plus aucun intérêt à pratiquer cette activité au domicile. Il est à noter que la facilité à se procurer des plats tout prêts et emballés a accru significativement les besoins de tri et de recyclage des déchets.

Les plus aisés continuent de garder une cuisine pour faire venir chez eux pour les grandes occasions, des vrais chefs cuisiniers offrant des représentations culinaires devenues très rares. Les ménages les plus «branchés» peuvent se retrouver avec des amis dans des restaurants virtuels aux quatre coins de la planète en 3D tout en restant chez eux, ce qui réduit les transports mais augmente la consommation énergétique du numérique.

Figure 88. Parts modales du transport longue distance



* Estimation des émissions dues aux trajets en amont de trajets maritimes ou aériens non précédés d'un transport routier identifié

Figure 89. Surfaces mobilisées dans le monde

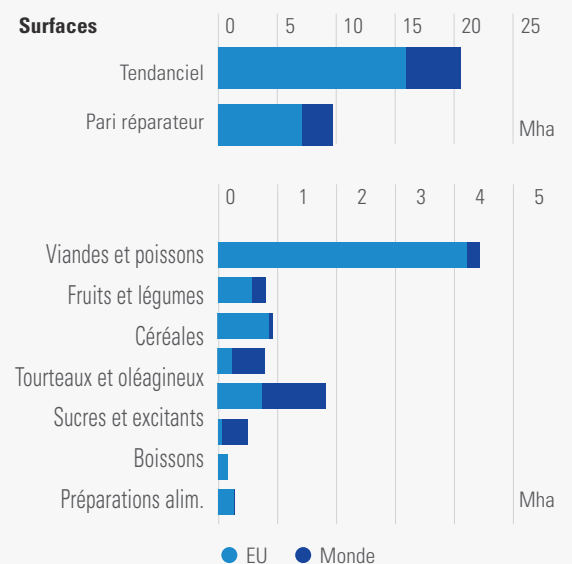
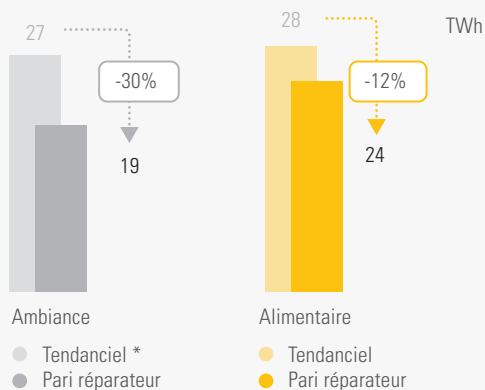


Figure 90. Consommation d'énergie pour l'alimentation dans le résidentiel



* Energie de chauffage ou rafraichissement des espaces utilisés (cuisine et salle à manger), soit 15% du logement.

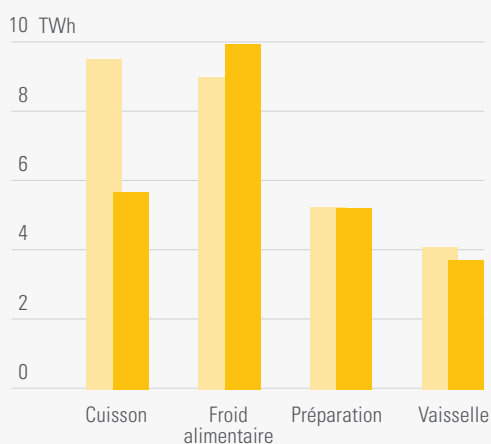
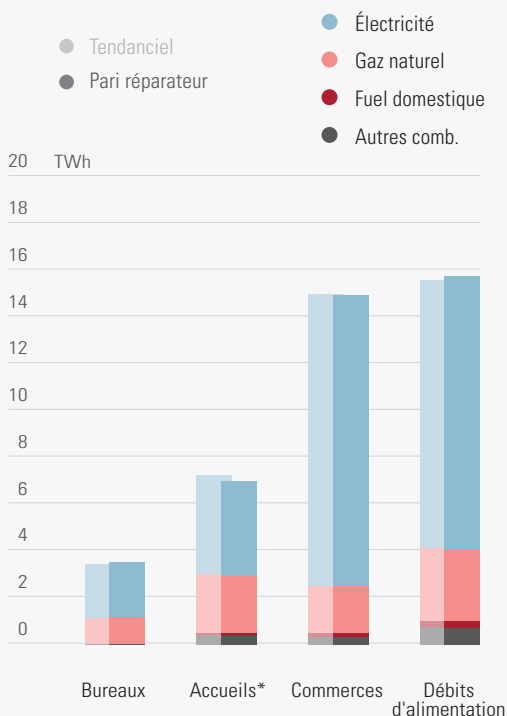


Figure 91. Consommations d'énergie pour l'alimentation dans le tertiaire

Total *Pari réparateur* 25,7 TWh, Total *Tendanciel* 41,2 TWh.



* Calcul fait avec 3h chauff/clim d'ambiance

Les progrès en matière d'efficacité énergétique ont été le moteur de la poursuite d'une telle course au surdimensionnement et suréquipement pour rattraper le modèle américain. En conséquence, la consommation énergétique de toutes ces aides à la préparation des repas se maintient au niveau du scénario *Tendanciel* (5TWh).

Pour l'ensemble des usages alimentaires, la consommation d'énergie ne diminue plus que de 3 TWh par rapport aux 28 TWh du scénario *Tendanciel*, soit -12%. Ce scénario est le seul où il reste une part de gaz pour la cuisson et les fours : environ 1TWh (16%). Les politiques de maîtrise de l'énergie dans le logement ont permis de contenir l'évolution des consommations d'énergie « d'ambiance » (chauffage ou rafraichissement du logement) bien qu'elles soient moins contraignantes que dans les deux premiers scénarios. La part attribuée à l'alimentation (la cuisine et la salle à manger le cas échéant, soit 15% de la surface du logement) est de 19 TWh contre 27 TWh dans le scénario *Tendanciel* (**Figure 90**).

Le commerce indépendant a disparu

Des véhicules autonomes assurent une large part des livraisons au bureau ou au domicile.

La course à la consommation de biens a pris encore plus de place dans les aspirations de la société. Malgré le fort développement du commerce en ligne par rapport au scénario *Tendanciel*, les surfaces commerciales restent identiques dans les deux scénarios.

Les restaurants de rue (food trucks, food cohorts...), éventuellement mobiles à la demande, permettent de répondre d'un côté aux besoins de ceux qui n'ont plus la possibilité de se payer toute l'infrastructure alimentaire devenue nécessaire ou de l'autre, à la demande que ceux qui peuvent se permettre de s'alimenter face aux plus beaux spectacles naturels ou culturels.

La concentration des activités industrielles, commerciales ou autres services s'est généralisée. Le commerce indépendant a disparu et les grandes surfaces commerciales ont acquis la quasi-totalité du marché alimentaire. Celles-ci se sont transformées en devenant des espaces de showroom et proposant des services de retrait de marchandises en drive ou des livraisons à domicile. Les entrepôts ont vu leurs activités largement

augmenter pour absorber une demande toujours plus forte d'achats sur internet. De nouveaux espaces logistiques sont apparus au tournant des années 2040, ce sont des espaces mobiles déposés sur l'espace public par des véhicules autonomes. La restauration commerciale s'est elle-aussi tournée vers la fourniture de plats à emporter ou la livraison au domicile. Dans les centres urbains, des robots de livraison, routiers ou volants, sont très utilisés en complément des 2 roues pour les livraisons instantanées. Les livraisons de pizzas ou autres plats préparés par drone sont devenues courantes. Le progrès technologique sur l'efficacité énergétique a permis seulement de compenser l'augmentation de la demande de biens et services faite au tertiaire pour la fonction alimentaire. La consommation d'énergie de ce secteur est ainsi au même niveau que celle du scénario Tendanciel (41 TWh) (Figure 91).

La mobilité est toujours perçue comme un facteur de liberté

Les gains d'efficacité énergétique sur les véhicules compensent l'accroissement des vitesses des déplacements pour des besoins alimentaires.

La croissance de la demande de mobilité, aussi forte que dans le scénario *Technologies vertes*, reste un symbole d'émancipation. Le développement particulièrement important de la digitalisation des véhicules et des applications numériques a permis une plus grande optimisation des flux et a réduit les congestions. Ce progrès s'est accompagné d'un accroissement des vitesses qui vient contrebalancer les gains énergétiques. Globalement, la mobilité des personnes pour l'alimentation est plus basse de 9% que dans le scénario Tendanciel, soit 89 Mdpkm. Les déplacements en véhicule individuel ont suivi la même tendance, ils sont de 74 Mdpkm, soit 10% inférieurs au Scénario Tendanciel mais supérieur aux distances parcourues dans le scénario *Technologies vertes* car on se déplace plus souvent en grandes surfaces pour les achats (Figure 93). Sont apparus de plus en plus de services de mobilité à la demande automatisés ou autonomes, qui permettent de transformer les véhicules en lieux de vie. Ces nouvelles automobiles peuvent faire fonction de «bureau mobile», hybridation du télétravail avec «l'ancien travail». Ces nouveautés ultra-technologiques sont restées principalement accessibles aux plus aisés.

Figure 92. Mobilité des ménages par motif alimentaire

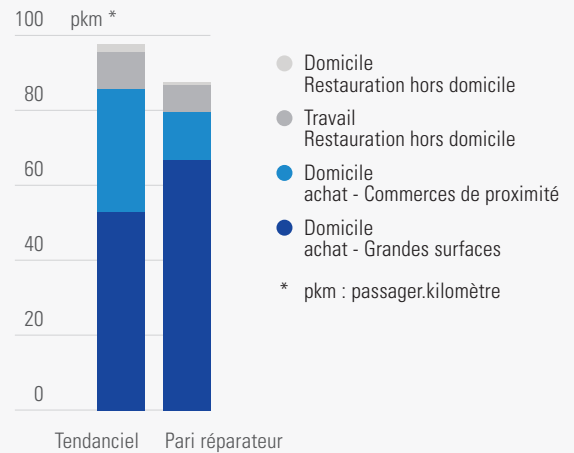


Figure 93. Mobilité des ménages pour l'alimentation par mode

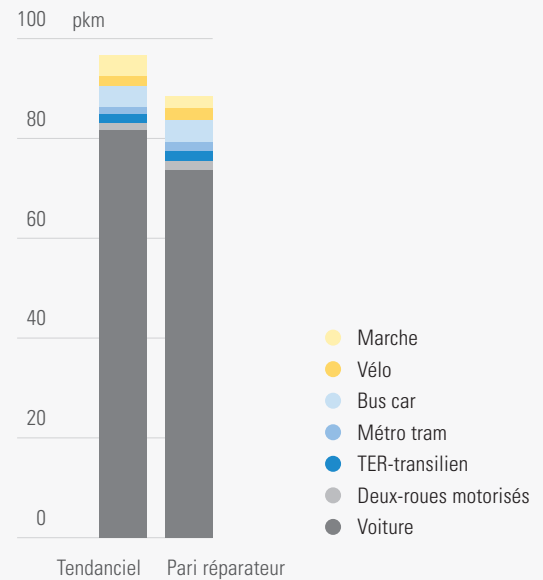
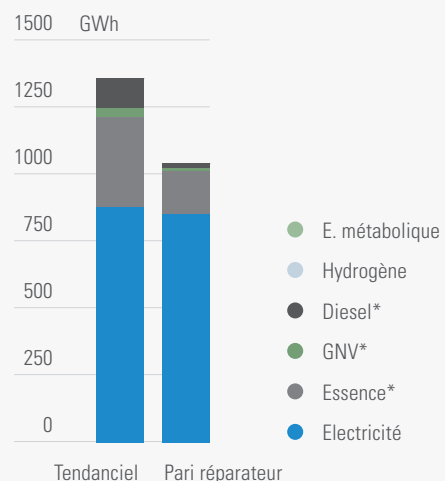


Figure 94. Consommation d'énergie par source



* Présence de biocarburants ou biogaz

Pour les individus plus modestes, au-delà des marchés de seconde main, les transports collectifs sont importants, puisqu'ils représentent 8 Mdpkm soit 11% de plus que les 7 Mdpkm du scénario Tendancier. Selon les niveaux de vie, on y retrouve des bus comme en 2020, mais aussi de nouveaux espaces beaucoup plus accueillants et numériquement fonctionnels, pour qu'une majorité d'utilisateurs puissent continuer de travailler lorsqu'ils les empruntent. Pour accompagner le vieillissement de la population, des trottoirs roulants et escalators se sont multipliés dans les zones commerciales et de loisirs.

Les modes actifs ont peu d'attraits et sont relativement faibles. On marche et on pédale presque deux fois moins que dans le scénario Tendancier : les piétons y parcourent respectivement 2,5 Mdpkm contre 4 Mdpkm et les vélos sans assistance 0,5 Mdpkm contre 1 Mdpkm. Pour les petits déplacements, de nouveaux petits objets circulants, descendants de la trottinette électrique des années 2020, se sont multipliés et accentuent les problèmes de santé liés au manque d'exercice physique.

SCÉNARIO SNBC-2019

Aller vers un nouveau mode de croissance durable

Le scénario SNBC-2019 est construit à partir du volet agricole de la Stratégie Nationale Bas Carbone dite 2, feuille de route de la France pour conduire la politique d'atténuation du changement climatique avec pour objectif la neutralité carbone en 2050. Cette stratégie est révisée tous les cinq ans, le processus de révision piloté par le Ministère de la Transition Ecologique est actuellement en cours. L'exercice présent est une reconstruction du scénario SNBC-AMS (avec mesures supplémentaires) à partir des éléments disponibles. Des compléments ont été apportés afin de rendre l'exercice comparable aux autres scénarios, notamment sur la reconstruction du régime alimentaire moyen, la transformation et les échanges internationaux. Les secteurs du tertiaire et du résidentiel n'ont pas fait l'objet d'une modélisation, n'ayant pas d'éléments suffisants pour différencier ce scénario des scénarios *Technologies vertes* et *Pari réparateur*. Selon le rapport de la SNBC 2, l'objectif est de « *développer un nouveau mode de croissance, durable, créateur d'emploi, de richesse et de bien-être, ainsi qu'une économie d'avenir, plus circulaire et résiliente au changement climatique* ». Ce scénario repose, comme nous le verrons, sur des hypothèses modérées de changement du régime alimentaire et des hypothèses ambitieuses d'amélioration des performances du système agricole et des autres secteurs associées à une forte décarbonation des vecteurs énergétiques.

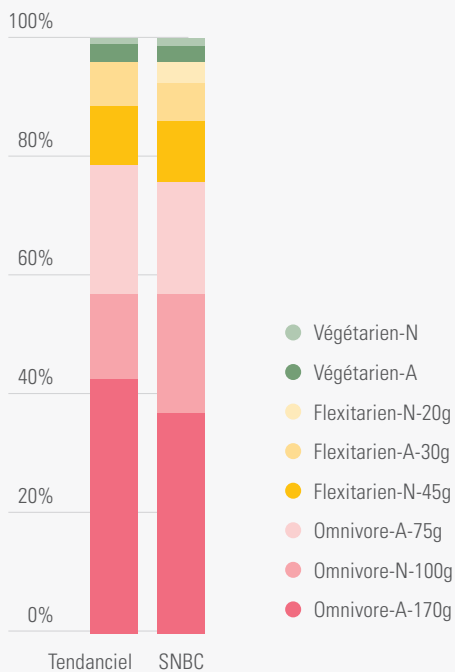
La consommation de produits animaux est restée la norme

La part de végétariens est marginale. La qualité nutritionnelle des régimes a progressé peu à peu, un tiers de la population a opté pour des régimes plus équilibrés.

La consommation alimentaire se différencie de celle du scénario Tendancier principalement sur la qualité nutritionnelle des régimes qui a progressé grâce à l'impulsion des pouvoirs publics. Les préoccupations se sont portées donc essentiellement sur la santé publique et la prise en compte des préconisations de l'ANSES et du Haut Conseil de la Santé Publique. L'évolution des assiettes est cependant limitée puisque seulement un tiers de la population a opté pour des régimes plus équilibrés en 2050. L'augmentation de l'indice de masse corporelle suit la tendance (+5%). La surconsommation en protéines est réduite de 7 points. Le gaspillage alimentaire est en baisse, il est dans cet exercice aligné sur les autres scénarios, soit – 50%.

Les préconisations nutritionnelles de l'ANSES concernant les produits animaux consistaient en 2020 en une limite maximum recommandée : pas plus de 500g par semaine de viandes hors volailles et pas plus de 175g par semaine de charcuteries. La consommation de viande et de produits laitiers a ainsi lentement diminué sur la période, tout en restant proche du scénario Tendancier. La consommation de viande est légèrement plus faible que dans le scénario *Pari réparateur*, des légumineuses et des produits laitiers végétaux viennent en substitution. Comme pour les scénarios *Tendancier* et *Pari réparateur*, la part des végétariens est limitée à 4% de la population en 2050. (Figure 95 et Figure 96)

Figure 95. Part des groupes de mangeurs dans la population



A : actuel
 N : nutritionnellement équilibré
 Par convention,
 Omnivore = plus de 50g de viande par jour/personne,
 Flexitarien = moins de 50g de viande par jour/personne

Figure 97. Utilisation du territoire

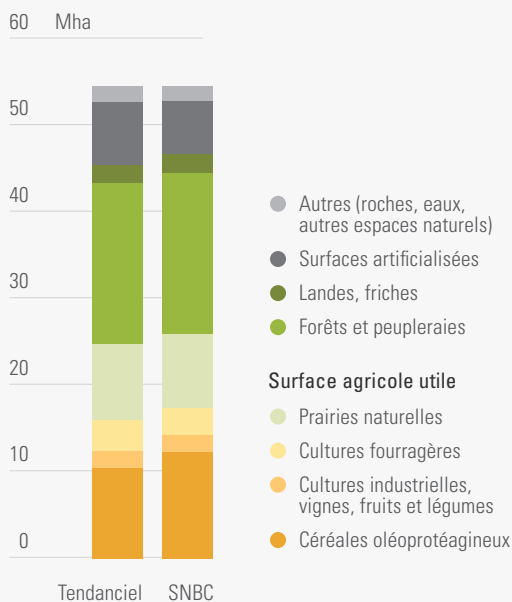


Figure 98. Evolution des modes de culture pour les grandes cultures

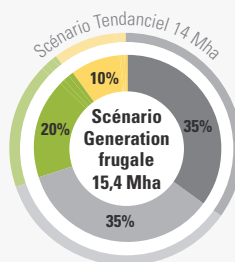
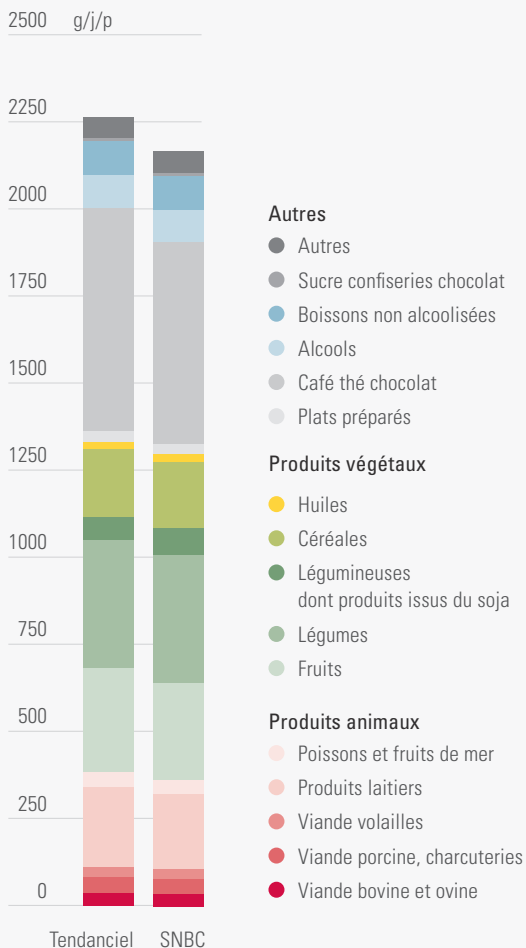
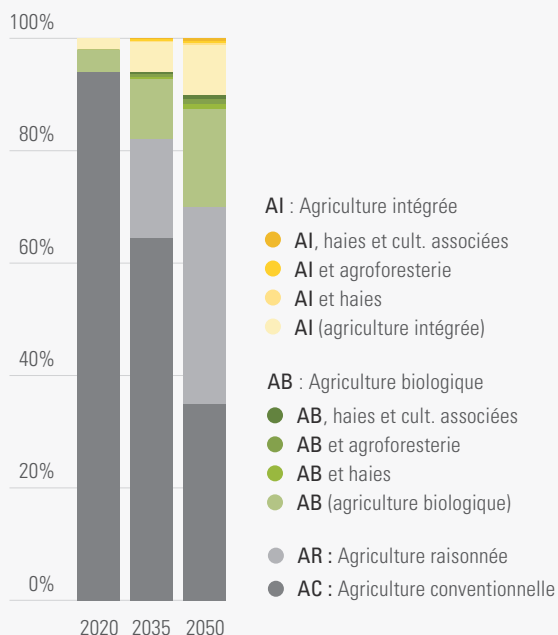


Figure 96. Composition du régime alimentaire moyen



- Agriculture conventionnelle
- Agriculture raisonnée
- Agriculture biologique
- Agriculture intégrée



La déprise des terres agricoles s'est poursuivie

Les surfaces artificialisées ont progressé de 0,8 Mha depuis 2020, mais à un niveau inférieur au scénario Tendanciel.

La forêt a progressé de 1,6 million d'hectares, à la fois par la déprise agricole sur terres arables, vignes et sur prairies naturelles, et par l'évolution spontanée des landes et autres espaces naturels. Cette évolution est proche du scénario Tendanciel. L'augmentation des surfaces artificialisées s'est effectuée essentiellement au détriment des terres arables, elles atteignent 6 Mha en 2050, niveau identique au scénario Technologies vertes. La répartition des surfaces agricoles reste inchangée, les prairies et les terres arables occupent pratiquement la même proportion de la surface agricole utile qu'en 2020. Celle-ci est proche de 26 Mha. Les cultures fourragères ont reculé de 1,6 Mha par rapport à aujourd'hui, alors que les cultures en céréales et oléoprotéagineux sont en hausse (Figure 97).

Une évolution tendancielle des pratiques pour les grandes cultures

La mobilisation de nouvelles technologies assure de hauts rendements

Les productions végétales sont pour moitié en agriculture de conservation des sols ou sur des systèmes proches et pour un tiers en agriculture biologique. Ce scénario mobilise des nouvelles technologies – AgriTech, génétique, agriculture de précision, etc. - qui permettent de gagner 10% de rendement pour un même système par rapport aux autres scénarios. Le rendement en blé pur atteint 6 t/ha et le rendement global augmente de 25%, car il cumule les hauts rendements des cultures principales et le recours important aux cultures associées ou intermédiaires (Figure 98).

Les cheptels ont tous réduit de manière homogène, de près de 20% environ. Les élevages bovins lait sont plus intensifs, avec une augmentation de la part des systèmes sans pâture ou à base de maïs (Figure 99).

Le volume d'eau consommé pour l'irrigation s'élève à près de 4 milliards de m³. Les surfaces irriguées augmentent de 1,7 à 3,2 millions d'hectares, dont 1 Mha

Figure 99. Évolution des cheptels (places ou d'effectifs présents)

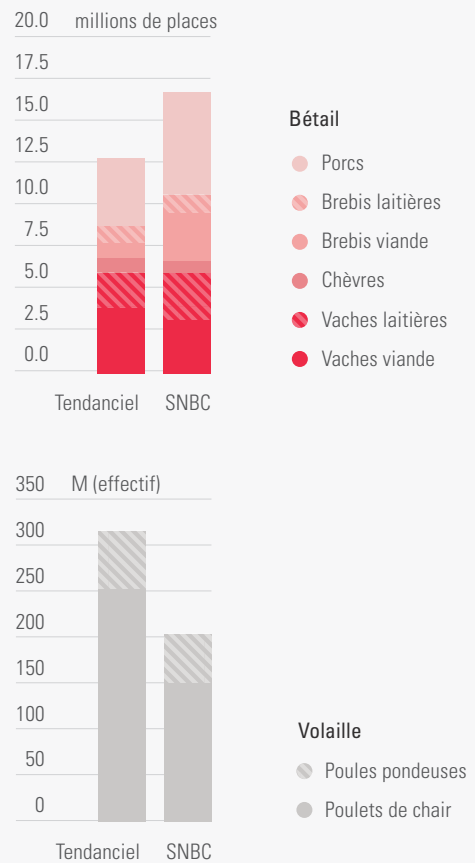


Figure 100. Ressources mobilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage

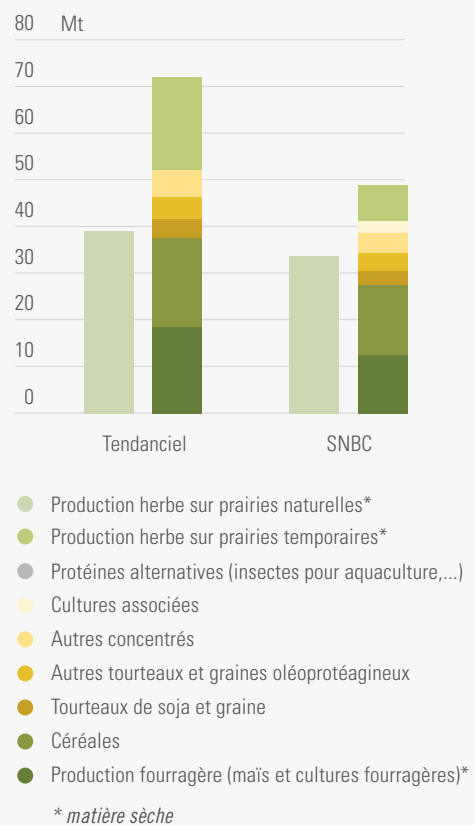


Figure 101. Produits agricoles et agroalimentaires mobilisés pour l'alimentation de la population métropolitaine

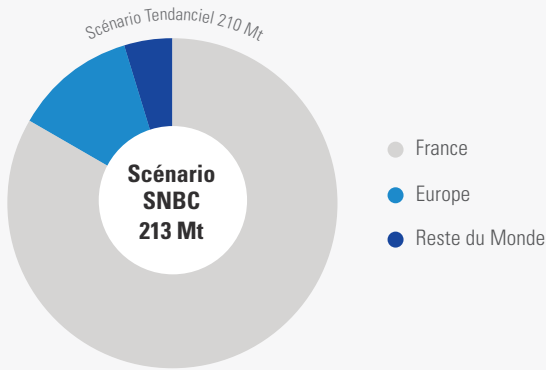


Figure 102. Consommation d'énergie par source des industries agroalimentaires

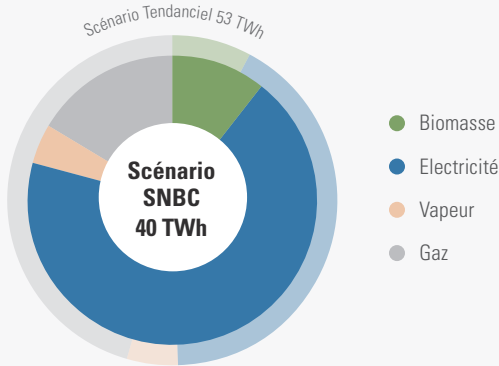
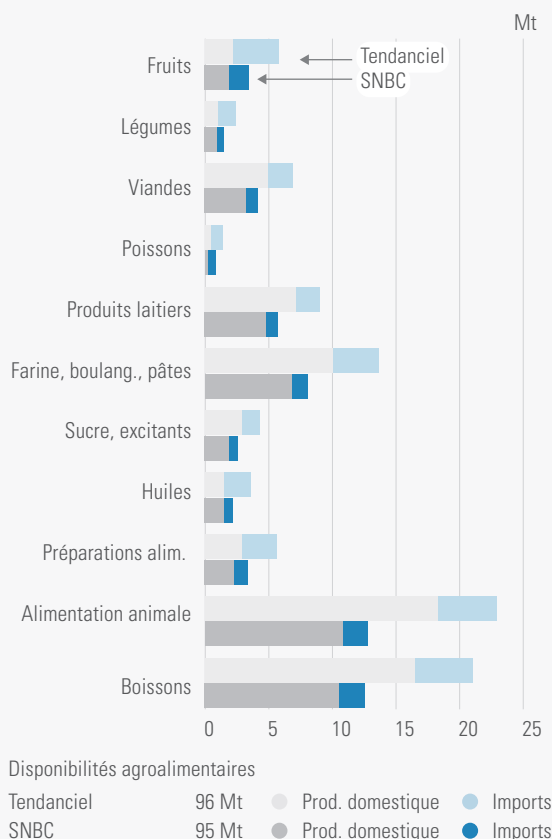


Figure 103. Disponibilités agro-alimentaires domestiques et importées



pour les céréales, 0,9 pour le maïs et 0,9 pour le maraîchage et l'arboriculture. Les surfaces de serres chauffées ont été maintenues.

Grâce au progrès technique et une meilleure maîtrise de la fertilisation, la consommation d'azote minérale est limitée à 1 Mt soit une diminution de près de 50% par rapport à 2020. L'azote apporté par fixation symbiotique a été fortement encouragée, elle représente 1,2 Mt contre 0,5 Mt dans le scénario Tendancier. Les émissions d'ammoniac sont de 310.000 t, proches elles du scénario Tendancier.

Un cinquième des produits agroalimentaires sont importés

La consommation de produits transformés s'est contractée en réponse aux préoccupations nutritionnelles

La demande de produits transformés est de 95 Mt en 2050, une baisse similaire au scénario Tendancier du fait des surconsommations alimentaires évitées pour des raisons nutritionnelles et la réduction des pertes et gaspillages. Le régime alimentaire un peu moins carné a induit une baisse légère des activités de transformation de la viande. Aucune mesure n'ayant été mise en œuvre pour faciliter la réorientation de la production domestique vers le marché intérieur, ni de relocalisation de la transformation lors que les produits agricoles primaires sont disponibles sur le territoire, le niveau des importations en 2050 est de 20 Mt, soit 21% de la demande totale de produits transformés. Ce niveau est identique au scénario *Pari réparateur*. Les importations de boissons, fruits transformés dont les jus, alimentation animale et produits à base de céréales sont restées à un niveau relativement élevé (Figure 103).

Notons que pour les industries agroalimentaires, ce scénario est celui où l'électrification est la plus poussée avec 27 TWh de consommation d'électricité sur 40 TWh au total. Le reste de la demande d'énergie est satisfaite par le biogaz (6,5 TWh) qui assure 100% de l'approvisionnement en gaz de réseau et la biomasse (4,3 TWh) qui est légèrement plus importante que dans les scénarios Technologies vertes et *Pari réparateur* (Figure 102).

Figure 104. Dénrées agricoles et alimentaires domestiques et importées pour les besoins intérieurs

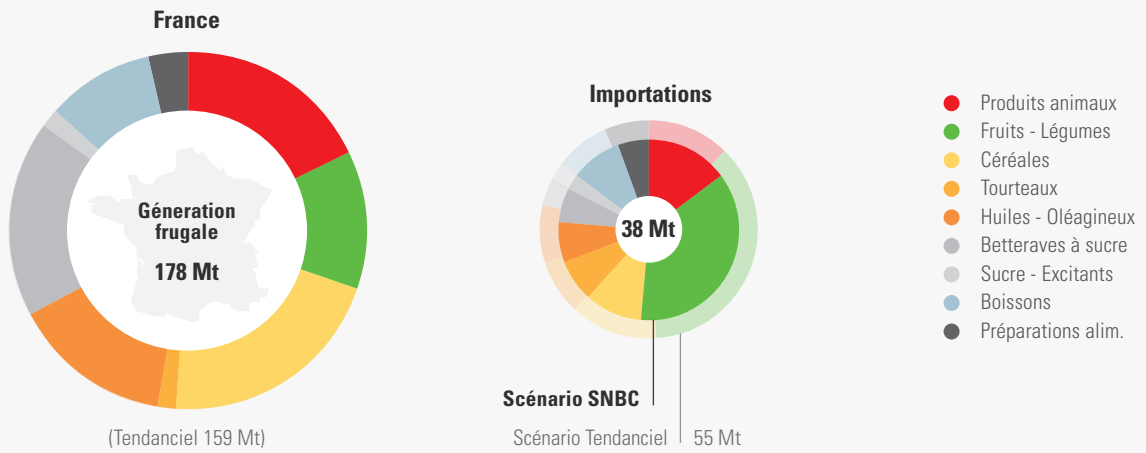
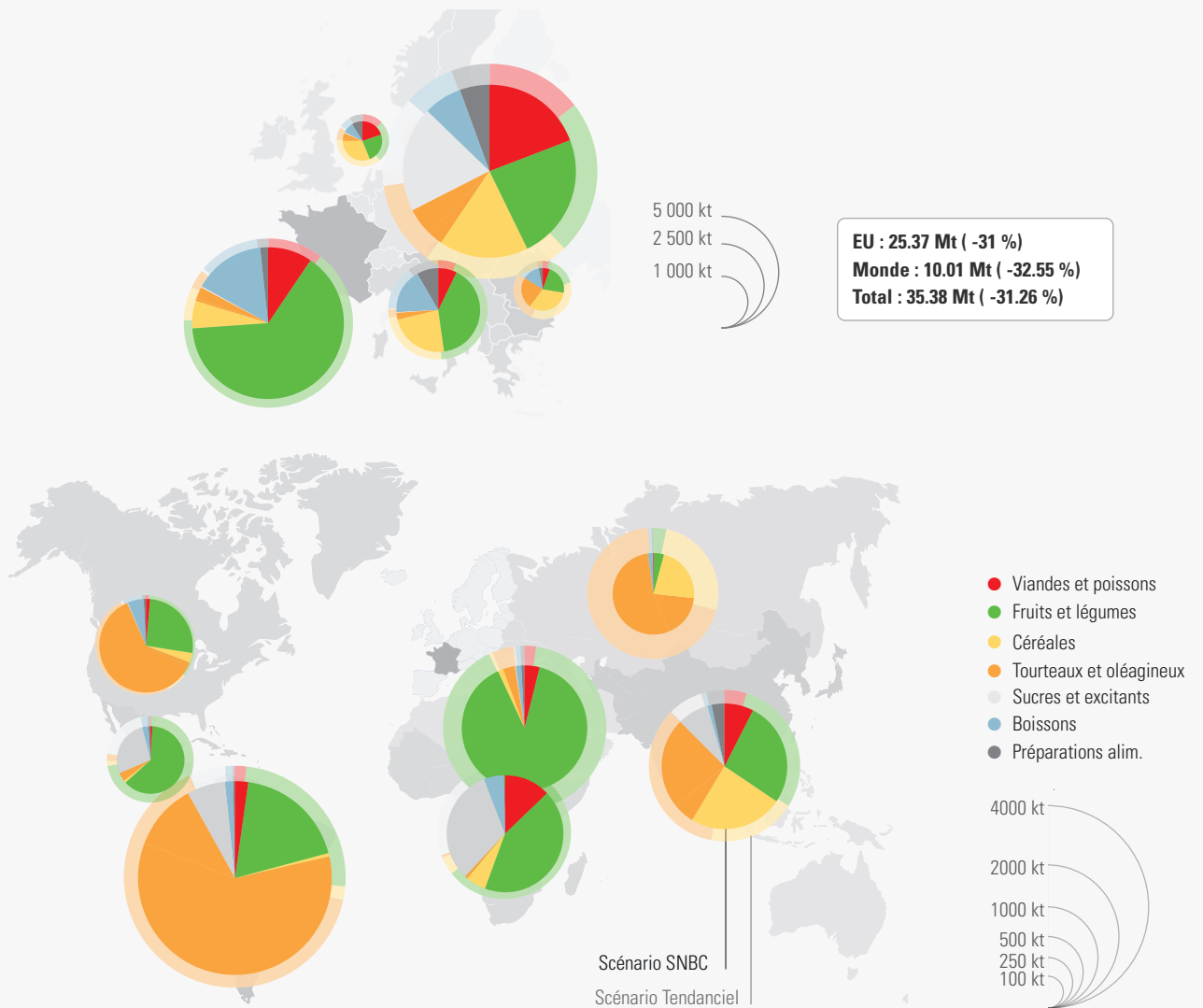


Figure 105. Les tonnes importées depuis l'Europe et le reste du monde



Note : dans cette étude, la relocalisation des produits est effectuée en minimisant les distances parcourues. En conséquence, les produits viendront en priorité des pays frontaliers, puis d'Europe et enfin du reste du monde (il ne s'agit pas d'un choix explicite de pays d'origine des produits).

Figure 106. Le trafic de denrées importées par zone de production

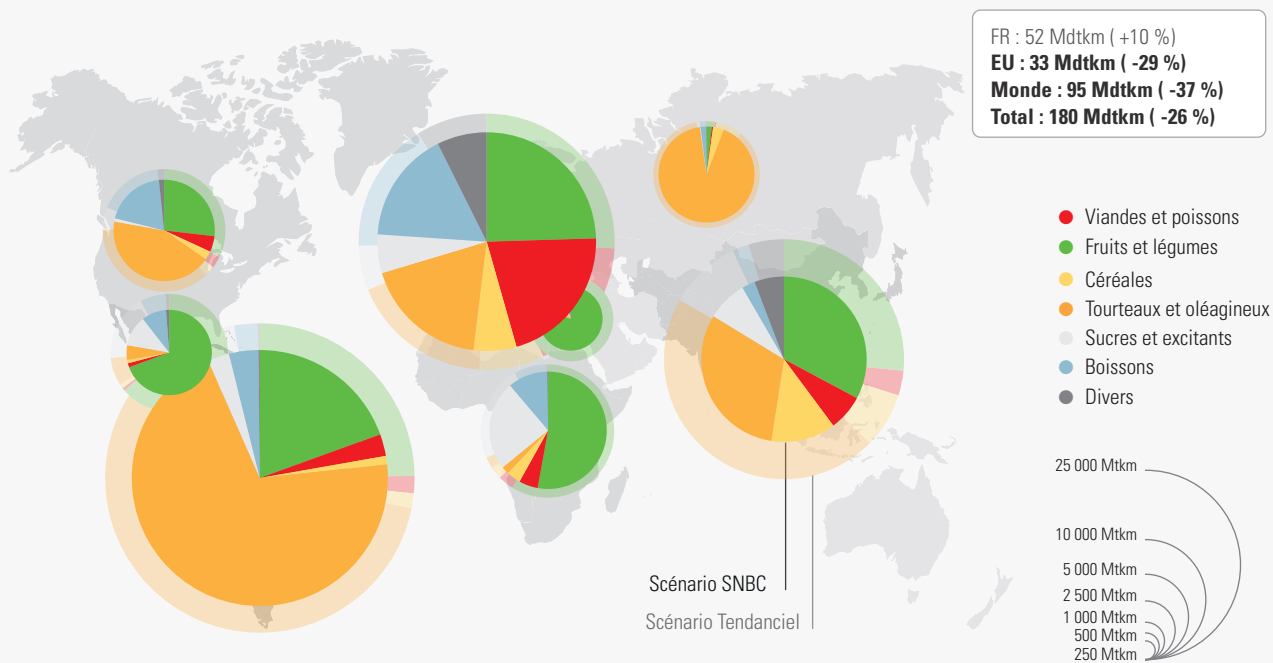
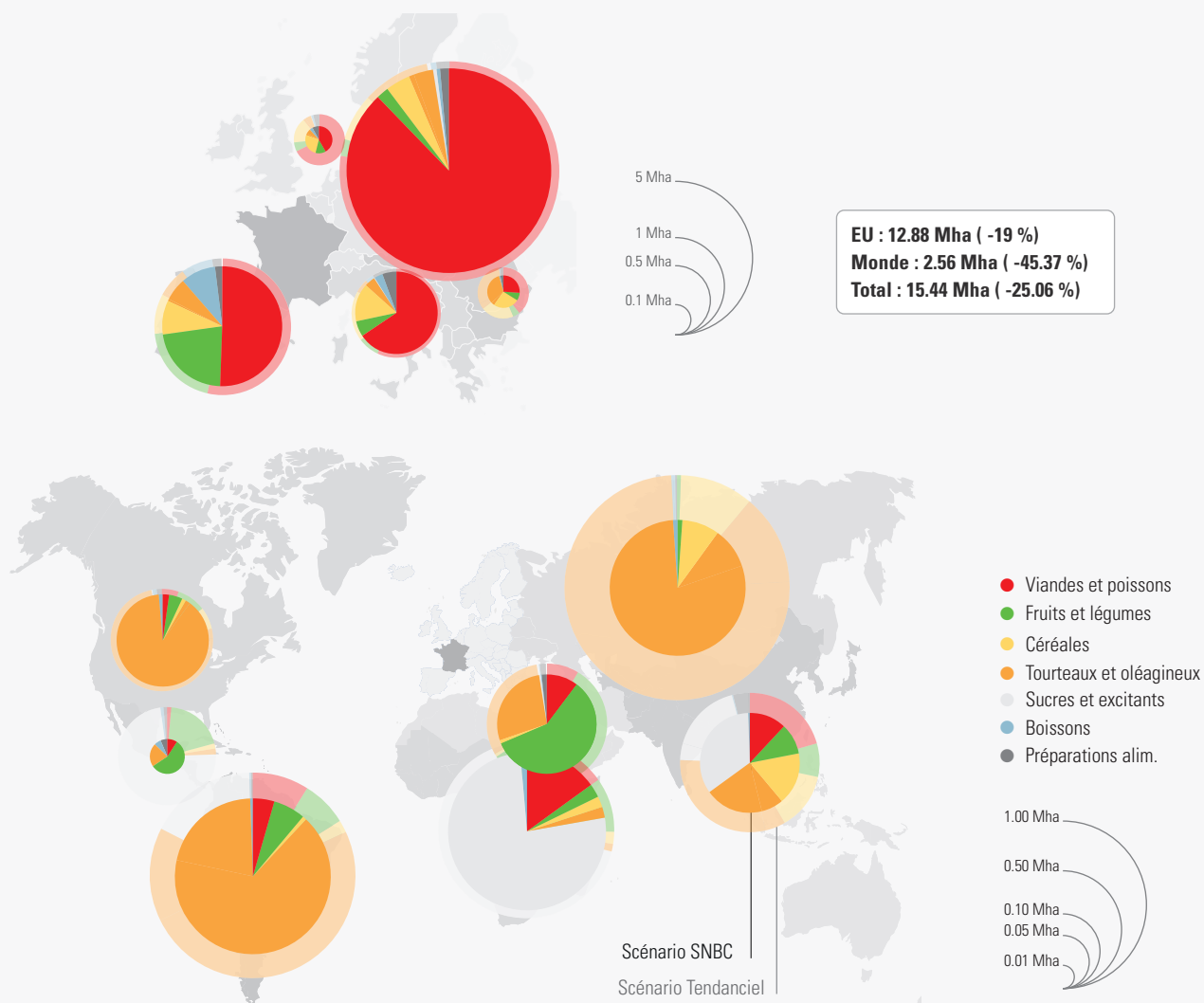


Figure 107. Les surfaces agricoles mobilisées dans le monde



Les tensions sur les marchés liées aux aléas climatiques ont freiné la croissance du commerce international

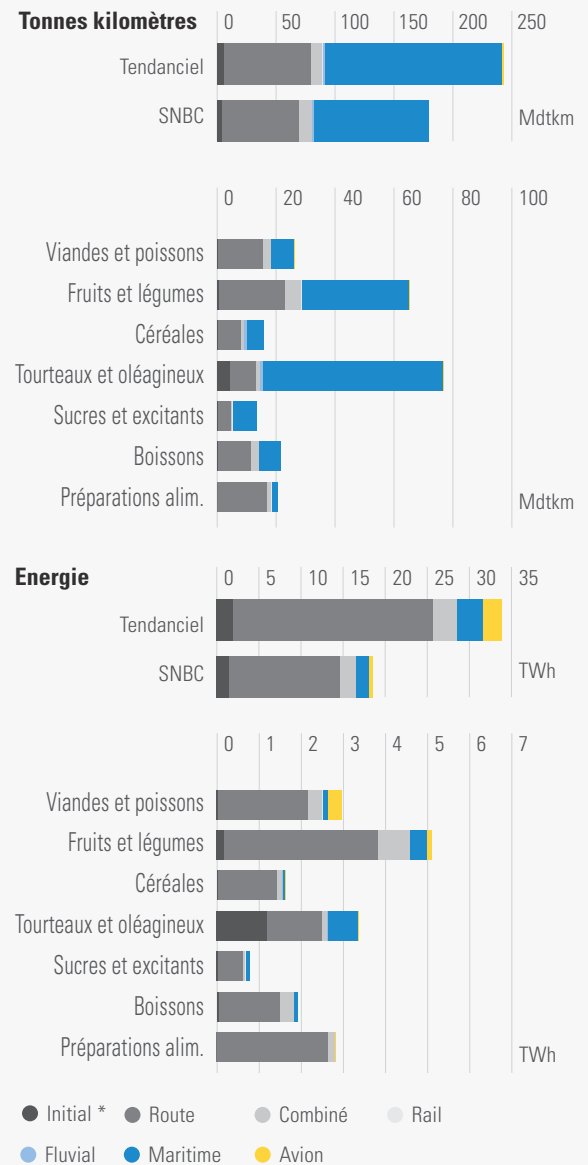
Les niveaux de production domestique et d'échanges extérieurs sont similaires au scénario *Pari réparateur*

Le commerce international est resté à un niveau élevé, le libre-échange étant toujours privilégié. Seules les tensions sur les marchés liées aux conséquences du changement climatique sur la production agricole dans certaines régions de monde ou les transports, sont venues parfois freiner les échanges extérieurs. Les tourteaux sont importés à 46% en 2050 contre 58% en 2020, les fruits et légumes à 39% soit un niveau similaire à 2020 (Figure 105).

Les transports de denrées alimentaires sont de 180 Mdtkm en 2050 soit une baisse de 15% par rapport à 2020 alors qu'ils ont suivi une croissance continue dans le scénario Tendanciel (Figure 106 et Figure 108). C'est la baisse des volumes de produits importés de l'ordre de 30% qui en est à l'origine pour les raisons évoquées précédemment. La distribution par catégorie de produits est relativement inchangée par rapport au scénario Tendanciel. Les trafics intercontinentaux (en provenance du reste du monde) ont, eux-mêmes, baissé de près d'un quart sur la période également du fait d'une réduction de la demande alimentaire globale et des importations en conséquence. Les trafics de produits alimentaires en France ont peu varié bien qu'ils aient cru pour d'autres marchandises¹, l'appétence des consommateurs pour des denrées produites sur le territoire ayant joué dans ce sens. Le trafic routier reste important au regard de la baisse globale du trafic. Les transports de fruits et légumes, de préparations alimentaires diverses et de produits animaux induisent la majeure partie de ce trafic routier. Le trafic routier dans les pays d'origine de production des tourteaux et oléagineux pèse pour un tiers de la consommation d'énergie des transports de cette catégorie de produits. Le trafic aérien concerne principalement les produits animaux et les fruits et légumes.

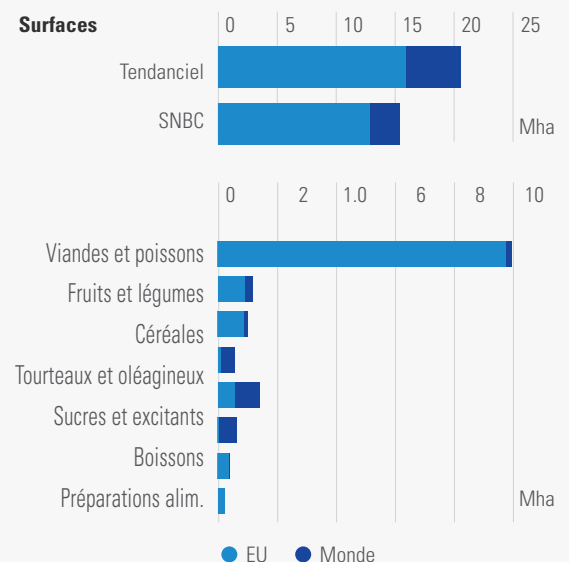
¹ Rapport SNBC, Mars 2020.

Figure 108. Parts modales du transport longue distance



* Estimation des émissions dues aux trajets en amont de trajets maritimes ou aériens non précédés d'un transport routier identifié

Figure 109. Surfaces mobilisées dans le monde



Produits animaux, fruits et légumes, tourteaux, huiles, café, cacao mobilisent près de 15 Mha à l'étranger

Les deux-tiers de ces surfaces mobilisées à l'étranger le sont pour les produits animaux importés

Les terres agricoles mobilisées à l'étranger représentent plus de 15 Mha en 2050 contre 13 Mha en 2020 et plus de 20 Mha dans le scénario Tendancier. Sur les 15 Mha mobilisées, 10 Mha le sont pour les produits animaux, pour l'essentiel en Europe. Près d'1 Mha est mobilisé également en Europe pour les fruits et légumes importés. Le choix étant fait d'abandonner en priorité les importations les plus lointaines, la baisse des surfaces mobilisées est importante dans le monde (hors Europe). Cette baisse est sensible pour les produits animaux (viandes et poissons) en Amérique du Sud et en Asie. Elle est aussi importante pour les tourteaux, oléagineux et céréales en provenance de la CEI et de l'Ukraine. Les importations de tourteaux représentent 0,4 Mha de terres en Amérique du Sud et celles d'huiles et oléagineux près également de 0,4 Mha en Russie et en Ukraine (**Figure 107** et **Figure 109**).

Les importations de cacao, café et thé n'étant pas substituables et leurs consommations n'ayant pas diminué, les surfaces mobilisées restent importantes. Un demi-million d'hectares est mobilisé en Afrique Sub-Saharienne pour la production de cacao et café essentiellement.

Le bilan environnemental des cinq visions 2050 et les enseignements

- L'empreinte énergétique et carbone de notre alimentation en 2050
- Les leviers principaux d'évolution des systèmes alimentaires

L'EMPREINTE ÉNERGÉTIQUE ET CARBONE DE NOTRE ALIMENTATION EN 2050

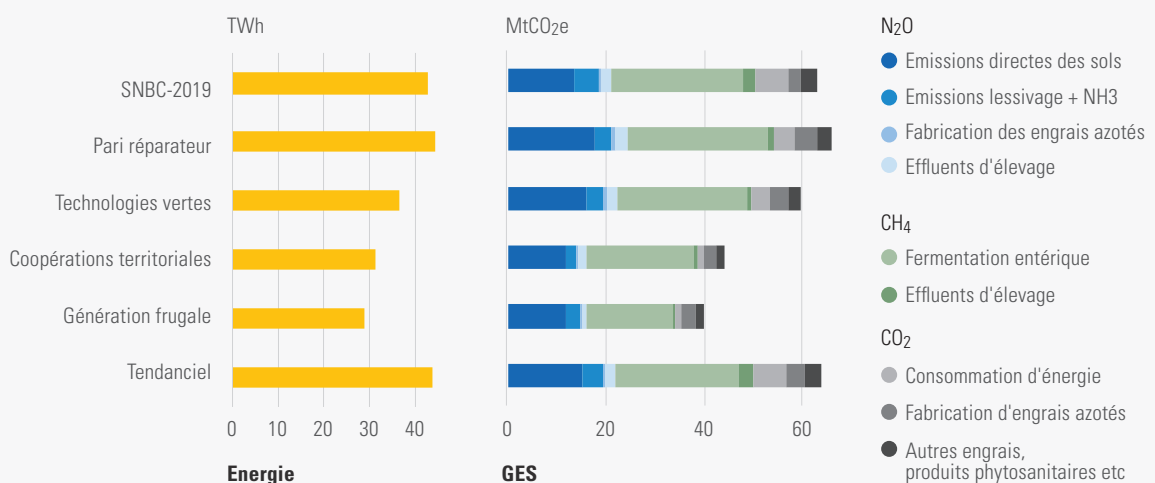
Consommations d'énergie et émissions du secteur agricole en France

Les consommations d'énergie finale du secteur agricole sont celles des bâtiments et matériels agricoles (carburants, électricité, combustibles). Les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole sont, elles, constituées d'émissions directes et indirectes. Les premières correspondent aux apports d'azote (émissions de N_2O), de chaux et dolomite, à la fermentation entérique des ruminants (émissions de CH_4), aux émissions liées aux effluents d'élevage et aux consommations d'énergie des

exploitations. Les émissions indirectes correspondent à la fabrication d'engrais azotés, la production d'énergie en amont de l'agriculture et la fabrication de fertilisants, de produits phytosanitaires et de matériel agricole.

Les émissions territoriales ont évolué à la baisse dans le scénario Tendancier par rapport à 2015 d'abord du fait d'une demande alimentaire par individu plus faible évitant surconsommations et gaspillage, d'une réduction modeste de la consommation de ruminants, et du développement d'une agriculture raisonnée utilisant moins d'intrants. Ces évolutions sont similaires entre les scénarios SNBC et Pari réparateur dont les régimes alimentaires sont proches.

Figure 112. Consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre territoriales de l'agriculture



Pour ces deux scénarios, les principales améliorations proviennent des gains d'efficacité énergétique des équipements, de la décarbonation des énergies utilisées et d'une meilleure efficacité dans l'utilisation de l'azote.

Les scénarios Génération frugale et Coopérations territoriales ont bénéficié d'évolutions plus importantes des régimes alimentaires et des pratiques d'élevage, ce qui conduit à des niveaux d'émissions de GES inférieurs d'un tiers environ de ceux des scénarios Tendanciel ou Pari réparateur. La substitution des apports d'azote minéral par la fixation symbiotique de l'azote, la baisse des émissions de CH₄ issues de la fermentation entérique ont permis ces réductions substantielles d'émissions. Le CO₂ est le gaz dont les niveaux sont les plus différenciés entre les scénarios du fait des gains d'efficacité énergétique et de la décarbonation des sources d'énergie, au-delà des écarts de niveaux de production. Ses émissions sont de 5,9 MtCO₂ dans le scénario *Génération frugale* contre 12 MtCO₂ environ dans les scénarios Pari réparateur et Tendanciel (Figure 112).

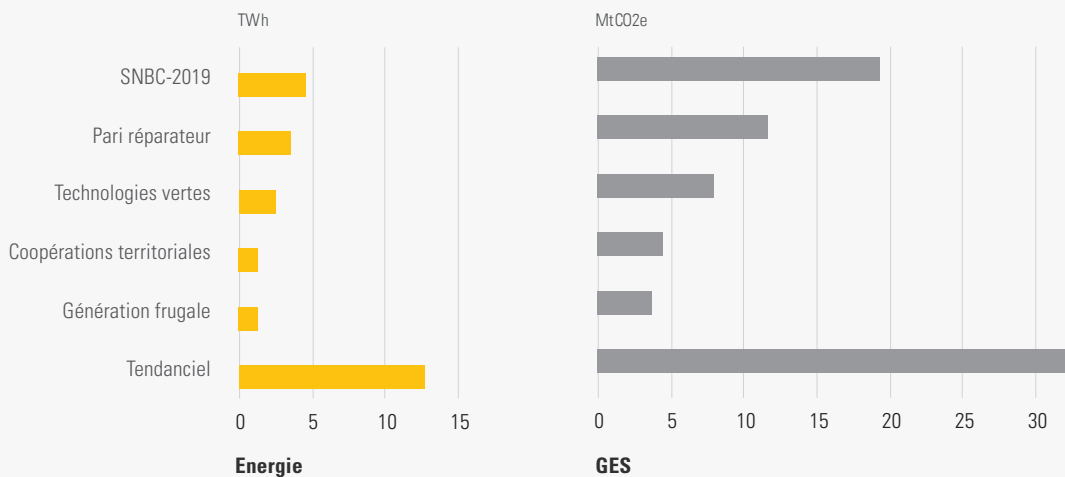
Le méthane reste le premier gaz à effet de serre émis dans tous les scénarios. Ses émissions sont de 29,4 MtCO₂e dans les scénarios Pari réparateur et Tendanciel contre 18 MtCO₂e dans le scénario *Génération frugale*, soit une baisse de 40%. Les émissions de protoxyde d'azote sont encore à 25 MtCO₂e dans le scénario *Pari réparateur*, contre 16 MtCO₂e dans les scénarios les plus sobres.

Les consommations d'énergie et émissions de GES de la production des denrées importées

Les évolutions des régimes alimentaires moyens de chaque scénario jouent à la fois sur les volumes importés et sur la composition du « panier » de produits importés. Les volumes importés sont, en particulier, très différents selon les scénarios. En ce qui concernent les coefficients unitaires par tonne importée, deux effets jouent, d'une part l'évolution des pratiques agricoles, et d'autre part la part des importations d'origine européenne, région où les rendements et efficacités sont souvent plus élevés que dans le reste du monde. En l'absence d'éléments sur la situation internationale relatifs au scénario SNBC, nous avons retenu des hypothèses relativement conservatrices d'évolution des systèmes agricoles.

Les écarts de consommation d'énergie entre scénario sont plus faibles qu'entre niveaux d'émissions (Figure 113). En effet, les consommations d'énergie sont liées à l'activité agricole donc ici, le niveau des importations en tonnage, mais ce niveau est compensé par des efficacités énergétiques plus élevées dans les scénarios Pari réparateur ou SNBC-2019. Pour les émissions de GES, les régimes alimentaires sont prépondérants. Dans tous les scénarios à l'exception du scénario *Génération frugale*, les émissions de GES des produits animaux sont celles qui

Figure 113. Consommation d'énergie et émissions de GES de la production des denrées importées



pèsent les plus dans les émissions totales des produits importés (Figure 114). Elles représentent 37% des émissions dans ce scénario, contre respectivement 52%, 63% et 76% pour les scénarios Coopérations territoriales, Pari réparateur et SNBC. L'Europe (et notamment l'Europe du Nord-Ouest) est la première zone d'origine des importations de viande, avec des pratiques, un usage des sols et des émissions par produit proches de celles de la France en 2020 comme en 2050.

Nous retrouvons également le poids de la viande, du poisson et des tourteaux notamment dans les émissions de GES des importations de zones extra-européennes. Les émissions liées à l'alimentation des poissons importés sont importantes dans le cas de l'Afrique Subsaharienne. Les écarts entre les émissions sur le sol latino-américain sont tout particulièrement importants entre les scénarios. Y figurent celles des tourteaux importés, du café, du cacao ou encore des fruits. Pour d'autres régions, ce sont les émissions des rizières qui dominent dans les émissions de céréales importées.

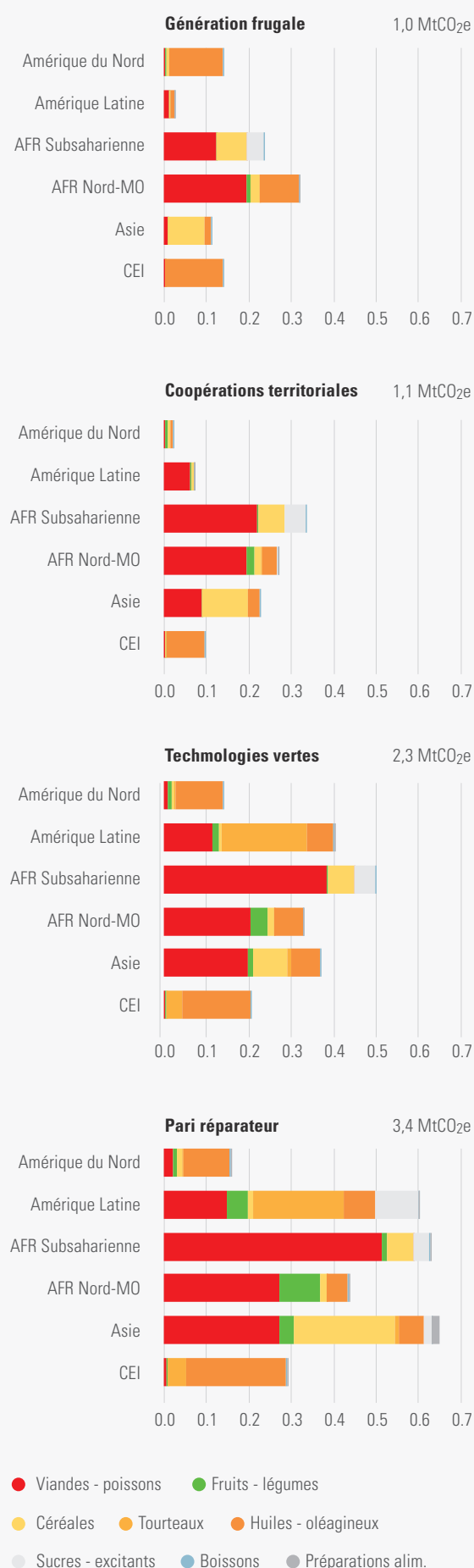
Les émissions liées au changement d'usage des sols

Les émissions de gaz à effet de serre évaluées dans cette partie sont issues d'un changement d'usage des sols, c'est-à-dire de la mise en culture ou en herbe d'espaces naturels existants ou à l'inverse de terres agricoles qui pourraient être libérées et revenir à un couvert naturel. Elles représentent le carbone émis du fait de l'exploitation des terres en référence à une situation sans exploitation. Elles tiennent compte donc des biomes propres à chaque zone et chaque pays⁸.

Ces émissions sont donc en premier lieu corrélées à l'importance des surfaces agricoles mobilisées dans les pays d'origine des importations. Elles sont donc plus faibles pour les scénarios Génération frugale et Coopérations territoriales, scénarios qui mobilisent le moins de terres à l'étranger. De plus, ces émissions sont sensiblement réduites pour ces deux scénarios car la part de produits animaux est plus faible dans les régimes

⁸ Les émissions sont évaluées globalement lors du changement d'usage du sol puis ramenées à des émissions annuelles par l'application d'un taux d'escompte de 5%, soit un amortissement sur 20 ans (cf. BARBIER C. et al. (2020), Empreintes sol, énergie et GES de l'alimentation - Importations agricoles et alimentaires françaises, Ed. Ademe.).

Figure 114. Emissions de la production agricole par produit et par région hors Europe



alimentaires. Comme nous l'avons déjà évoqué, ces produits sont ceux qui mobilisent les plus de surfaces agricoles quel que soit le scénario.

Les émissions unitaires de gaz à effet de serre liées au changement d'usage des sols à la tonne produite varient dans une fourchette de 2,5 à 4 tCO₂e/tonne respectivement pour le scénario *Coopérations territoriales* et le scénario SNBC. Elles varient globalement de 31 MtCO₂e dans le scénario *Génération frugale* à 141 MtCO₂e pour le scénario SNBC et 193 MtCO₂e dans le scénario Tendanciel. Ces écarts suivent ceux des surfaces agricoles mobilisées (Figure 115).

Concernant les émissions des zones hors Europe, l'Amérique latine pèse lourdement dans le scénario *Pari réparateur* avec 9,2 MtCO₂e issues de ce sous-continent sur 25 MtCO₂e au total pour le reste du Monde. Pour le scénario *Génération frugale*, c'est l'Afrique Subsaharienne qui génère un poids important des émissions liées notamment à la production de cacao et de café (Figure 116).

La prise en compte des émissions de GES liées au changement d'usage des sols pour les productions domestiques ne changerait pas la hiérarchie entre les scénarios. Les scénarios les plus consommateurs de surfaces agricoles (SNBC, *Pari réparateur* et Technologies vertes) sont ceux pour lesquelles les émissions

liées à leur exploitation par rapport à une situation sans exploitation sont les plus élevées. Les écarts sont nettement supérieurs aux émissions liées à la production agricole elle-même.

Les émissions de gaz à effet de serre des industries agroalimentaires

Ainsi que nous l'avons montré précédemment, l'activité des industries agroalimentaires est en recul depuis 2020 du fait d'une demande intérieure plus faible et de la réduction des pertes et gaspillage notamment. Les industries les plus consommatrices d'énergie sont celles qui ont des besoins d'énergie thermique lors du processus industriel, en particulier l'industrie sucrière et l'industrie laitière. On estime qu'elles consomment dans le scénario Tendanciel en 2050 respectivement 1,5 et 0,8 kWh/kg produit, soit un peu moins qu'aujourd'hui. Les consommations unitaires d'énergie des autres industries alimentaires sont estimées en moyenne à 0,5 kWh/kg en 2050 soit trois fois moins que l'industrie sucrière. Cette hiérarchie est identique quel que soit le scénario. Les gains d'efficacité énergétique enregistrés depuis 2020 les plus élevés concernent le

Figure 115. Emissions de GES liées au changement d'usage des sols pour les importations

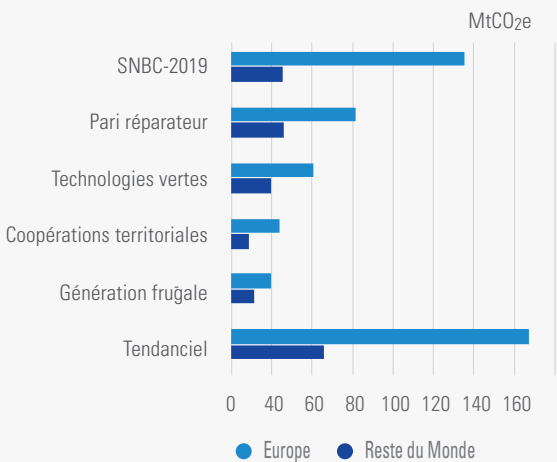
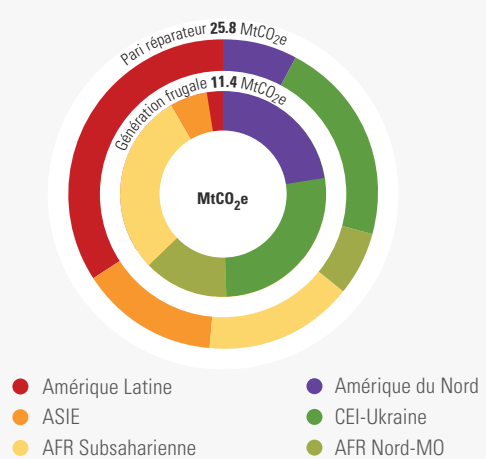


Figure 116. Emissions liées au changement d'usage des sols par région du monde



scénario *Technologies vertes* avec des niveaux de -27% à -29% et le scénario *SNBC-2019* à -26% (Figure 117). Les mix énergétiques ont été présentés dans la partie précédente par scénario. Ces deux scénarios sont ceux pour lesquels la pénétration de l’électricité est la plus élevée, jusqu’à 75% pour l’industrie sucrière dans le scénario *Technologies vertes* occasionnant des investissements importants pour opérer cette mutation. La biomasse solide est plus fortement mobilisée dans les scénarios *Génération frugale* et *Technologies vertes*. Le gaz, et en particulier le biogaz, assure le reste de l’approvisionnement en énergie. Le charbon qui était encore présent dans l’industrie sucrière en 2020 est totalement abandonné, ainsi que le GPL et d’autres produits pétroliers.

Les consommations d’énergie sont près de deux fois plus faibles dans les scénarios les plus sobres (33 à 35 GWh) par rapport au scénario *Tendanciel* (56 GWh). Elles sont respectivement de 40 et 43 GWh pour les scénarios *Pari réparateur* et *SNBC*. Une large partie des vecteurs énergétiques est décarbonée, ce qui conduit à une chute des émissions de près d’un facteur 10 pour la plupart des scénarios (Figure 118).

Les émissions de gaz à effet de serre du transport de denrées alimentaires

Les résultats présentés par scénario montrent qu’il est possible de réduire fortement le transport de marchandises longue distance pour les biens alimentaires. Il y a près d’un facteur 4 entre les trafics du scénario *Coopérations territoriales* et ceux du scénario *Tendanciel*. Les résultats indiquent également que l’abandon des importations les plus lointaines, conduisant à prioriser les importations d’origine européenne ou à tourner la production domestique vers le marché intérieur, ne conduit pas à augmenter les trafics effectués par la route. Ceux-ci sont également en baisse lorsque les trafics tous modes confondus baissent.

La pénétration très ambitieuse de motorisations alternatives dans les transports routiers conduit à des gains d’efficacité sensibles. Les motorisations électriques consomment de 30% à 40% de moins d’énergie que les autres motorisations. Par conséquent, la hausse de la demande de transports dans les scénarios *Technologies vertes* ou *Pari réparateur* par rapport aux deux scénarios plus sobres est compensée par une baisse des consommations d’énergie unitaires liées à la pénétration forte des moteurs électriques. La décarbonation des vecteurs

Figure 117. Gains d’efficacité énergétique par activité

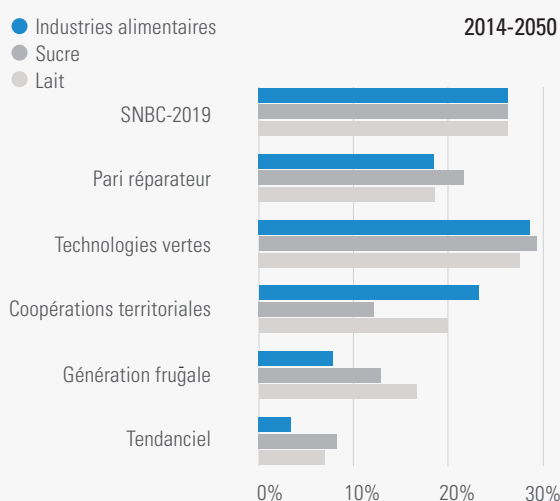


Figure 118. Emissions de la transformation

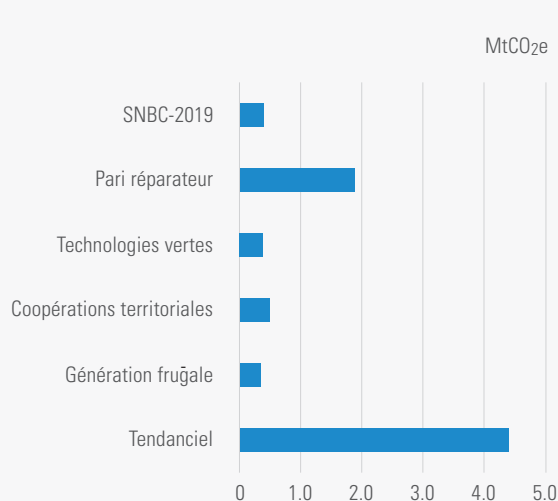
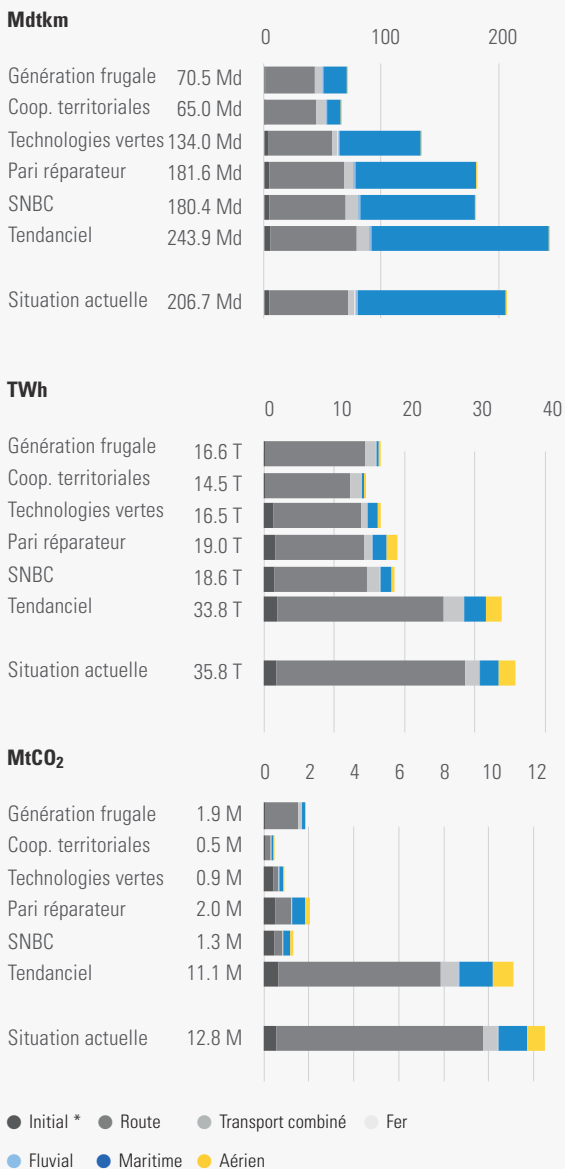
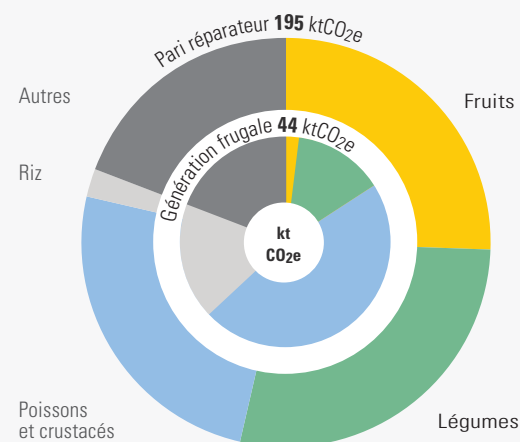


Figure 119. Trafic de denrées alimentaires



* Estimation des émissions dues aux trajets en amont de trajets maritimes ou aériens non précédés d'un transport routier identifié

Figure 9. Emissions de CO₂ du trafic aérien de denrées alimentaires



inte énergétique et carbone de notre alimentation en 2050

énergétiques variables selon les scénarios explique les écarts d'empreinte carbone finale du transport de marchandises. Dans le scénario *Génération frugale*, la part de biocarburants dans le transport routier n'est que de 48%. Elle atteint 100% dans les scénarios Technologies vertes et SNBC (Tableau 2). Cela a pour conséquence que les émissions unitaires de la route sont devenues proches de celles du transport maritime à l'exception du scénario *Génération frugale* pour lequel les émissions unitaires de la route sont trois fois supérieures à celle du transport maritime.

Le transport maritime international consomme 10 fois moins d'énergie à la tkm que le transport routier, aujourd'hui et dans le scénario Tendanciel. Avec l'amélioration énergétique du transport routier anticipé dans les scénarios, cet écart se réduit de moitié dans le scénario *Pari réparateur*. Le poids du transport maritime est donc limité dans les consommations d'énergie totales. Les gains d'efficacité anticipés à l'horizon 2050 sont au mieux de 25% dans le cas du scénario SNBC. Le levier principal pour réduire l'empreinte carbone du transport maritime est la réduction des trafics, et en second lieu la décarbonation des carburants. Les carburants restent entièrement fossiles dans le scénario Tendanciel. Les biocarburants pénètrent à hauteur de 24% dans le scénario *Génération frugale*, le taux le plus élevé concerne le scénario Technologies vertes avec 76% de biocarburants dans le transport maritime.

Le transport aérien de denrées alimentaires pèse jusqu'à 10% du total des émissions des transports dans le scénario *Pari réparateur*. Les denrées transportées sont essentiellement des fruits, des légumes, des poissons et crustacés et plus loin derrière du riz. (Figure 119) L'efficacité énergétique a progressé de 30% (*Génération frugale*) à 45% (SNBC) selon les scénarios par rapport à 2020. Aucune rupture technologique n'est apparue sur la période. La flotte fonctionne toujours essentiellement avec des moteurs thermiques utilisant du kérosène et des biocarburants. C'est donc surtout la part des biocarburants dans la consommation énergétique qui différencie l'empreinte carbone du trafic selon les scénarios. Elle est de 12% dans le scénario Tendanciel, 26% dans le scénario *Génération frugale* et 72% dans le scénario *Pari réparateur* (Tableau 2). Les émissions unitaires restent donc relativement élevées par rapport aux autres modes, entre 230 et 830 gCO₂e/tkm. L'écart se creuse fortement entre les émissions unitaires de la route et de l'aérien. Il est de l'ordre d'un facteur

10 en faveur de la route dans le scénario Tendancier, mais peut atteindre un facteur supérieur à 100 dans les scénarios Coopérations territoriales, Technologies vertes ou SNBC pour lesquelles les émissions du transport routier sont très faibles car les carburants sont quasi-totalement décarbonés.

Les bioénergies d'origine agricole

La production de bioénergies d'origine agricole était d'environ 50 TWh d'énergie primaire en 2020. Elle s'est fortement développée dans la plupart des scénarios, jusqu'à un facteur 3 dans le scénario *Technologies vertes*. Le biogaz est la première source d'énergie renouvelable d'origine agricole, sa production varie de 30 TWh dans le scénario SNBC à 113 TWh dans le scénario *Technologies vertes* (Figure 120). Le biogaz est issu de la méthanisation de cultures intermédiaires et résidus de culture, de déjections d'élevage notamment. De l'herbe et des cultures fourragères sont également mobilisées dans le scénario *Technologies vertes*.

Les productions de biocarburants liquides augmentent de 10% (stabilité pour le biodiesel et doublement pour l'éthanol). La production de bois énergie issu de l'agroforesterie et des arbres hors forêt en général augmente sensiblement. La production de biogaz atteint 73 TWh. Les taillis à courte rotation et les plantes énergétiques pérennes occupent 500.000 ha.

Tableau 1. Part des motorisations pour les poids lourds articulés en 2050

| Scénarios | Gasoil | GNV | Electricité | Hydrogène |
|----------------------------|--------|-----|-------------|-----------|
| Tendancier | 87% | 10% | 1% | 2% |
| Génération frugale | 55% | 40% | 5% | 0% |
| Coopérations territoriales | 21% | 13% | 34% | 32% |
| Technologies vertes | 11% | 35% | 42% | 12% |
| Pari réparateur | 0% | 35% | 65% | 0% |
| SNBC | 10% | 60% | 30% | 0% |

Tableau 2. Part des biocarburants en substitution du gasoil, fuel lourd ou kérosène

| Scénarios | Route | Fluvial | Maritime | Aviation |
|----------------------------|-------|---------|----------|----------|
| Tendancier | 0% | 0% | 0% | 12% |
| Génération frugale | 48% | 27% | 24% | 26% |
| Coopérations territoriales | 90% | 88% | 45% | 45% |
| Technologies vertes | 100% | 100% | 76% | 63% |
| Pari réparateur | 81% | 81% | 40% | 72% |
| SNBC | 100% | 100% | 50% | 50% |

Tableau 3. Part du biogaz en substitution du gaz fossile

| Scénarios | Réseau de gaz | GNV | GNL |
|----------------------------|---------------|------|-----|
| Tendancier | | 19% | 0% |
| Génération frugale | | 88% | 0% |
| Coopérations territoriales | | 98% | 0% |
| Technologies vertes | | 84% | 35% |
| Pari réparateur | | 51% | 8% |
| SNBC | | 100% | 50% |

Figure 120. Production de bioénergies d'origine agricole

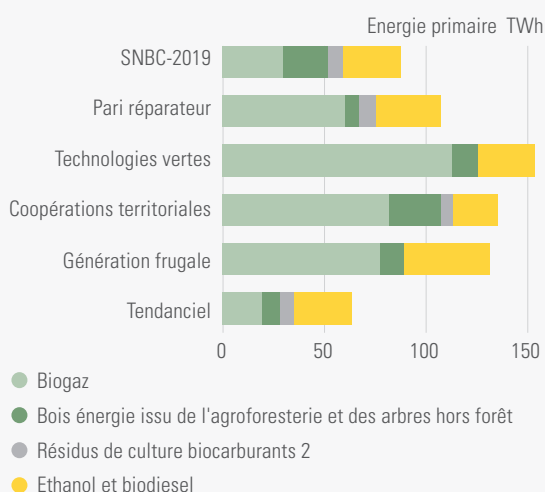
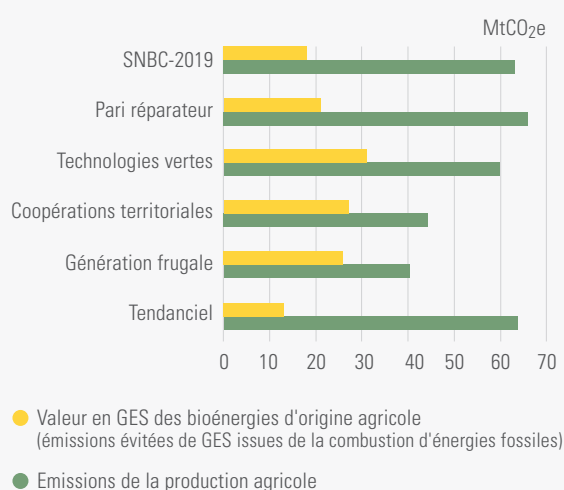


Figure 121. Valeur en gaz à effet de serre des bioénergies d'origine agricole



Dans le scénario *Coopérations territoriales*, les productions de biocarburants de 1^{re} génération sont divisées par 2. La méthanisation d'origine agricole – principalement issue de cultures intermédiaires et de déjections d'élevage – approche 80 TWh. La biomasse solide - bois énergie issu des haies, de l'agroforesterie et des « arbres hors forêt » en général, résidus de culture - atteint 40 TWh. S'y ajoute la production de matières lignocellulosiques issues de 500 milliers d'hectares de TCR et plantes pérennes.

Dans le scénario SNBC, la production de bioénergies atteint 95 TWh, dont 30 TWh avec la méthanisation de déjections d'élevage et des cultures intermédiaires, 28 TWh de biocarburants et 37 TWh de biocombustibles issus des haies, de l'agroforesterie et des arbres hors forêt en général, et des résidus de culture.

Dans les scénarios *Génération frugale* et *Coopérations territoriales*, les émissions de GES évitées par l'usage des bioénergies d'origine agricole s'élève respectivement à 26 et 27 MteqCO₂ et compense 60% des émissions de l'agriculture. Dans les scénarios *Pari réparateur*, les émissions de GES évitées par les bioénergies d'origine agricole⁹ compensent le tiers des émissions du secteur agricole. Seul le quart des émissions du secteur agricole sont compensées dans le scénario SNBC (Figure 121).

Les émissions de gaz à effet de serre pour l'alimentation au domicile et les services

Les émissions de GES au domicile

En 2020, la cuisson des aliments représentait 45% des consommations d'énergie résidentielles pour l'alimentation, hors confort thermique des espaces dédiées à l'alimentation dans le logement. Cependant, ce poste représentait 71% des émissions de CO₂, en raison du recours plus important au gaz fossile notamment pour cet usage. Dans le scénario Tendancier, les équipements se sont multipliés. Ce développement a entraîné une électrification des usages qui est le levier le plus important de décarbonation puisque le contenu carbone de l'électricité a été divisé par 4 sur la période (43 à

12 gCO₂/kWh). La part des équipements au gaz sont passés de 46% à 20% avec un contenu carbone du gaz encore important (166 gCO₂e/kWh).

Dans le scénario *Génération frugale*, la cuisson a été totalement électrifiée dès avant 2040. Le gaz subsiste en 2050 pour les scénarios *Coopérations territoriales* et *Technologies vertes*, mais il est constitué quasiment totalement de biogaz dans le premier et à 84% de biogaz dans le second. Cela est compensé par une meilleure efficacité des appareils dans le scénario *Technologies vertes*. Dans le scénario *pari réparateur*, il reste encore près de 20% de cuisinières ou feux à gaz, alors que le biogaz n'assure que la moitié de l'approvisionnement du gaz de réseau. Ceci explique le plus fort niveau d'émissions de la cuisson de ce dernier scénario.

Pour les équipements électriques nécessaires au froid alimentaire, préparation des repas et vaisselle, ce sont leur nombre, puissance, efficacité énergétique et temps d'usage qui diffèrent en premier lieu selon les scénarios. Le contenu carbone de l'électricité, lui, est près de deux fois inférieur entre le tendancier ou les scénarios *Génération frugale* et *Coopérations territoriales*, par rapport aux deux autres scénarios où il n'est plus que de l'ordre de 6 gCO₂/kWh.

Les émissions de GES liées au confort thermique, dites d'ambiance, reflètent les évolutions des qualités thermiques des logements et des espaces qui sont consacrés à l'alimentation et le niveau de décarbonation des énergies. Elles sont deux fois moins importantes dans le scénario *Pari réparateur* (940 ktCO₂) que dans le scénario Tendancier (2 MtCO₂), ce qui reste néanmoins bien supérieur aux émissions des équipements à usage strictement alimentaire. Pour les trois autres scénarios moins énergivores, les émissions de GES pour le confort thermique varient de 124 ktCO₂ (*Génération frugale*) à près de 200 ktCO₂ (*Technologies vertes*). Dans ces trois cas, ces émissions sont inférieures aux émissions liées aux usages strictement alimentaires.

Emissions de GES des commerces et de la restauration

Les émissions considérées concernent celles issues de la consommation d'énergie des commerces, des artisans, des cafés, restaurants, ainsi que des bureaux ou établissements accueillant du public pour la partie alimentaire (le détail de ces services est présenté en première partie).

⁹ Il s'agit des émissions évitées grâce à la substitution d'énergies fossiles par des bioénergies. La référence concernant les énergies fossiles sont les émissions directes de GES du gaz naturel.

Pour ce secteur, les variations des consommations d'énergie entre scénarios sont amplifiées par les effets des évolutions du contenu carbone des énergies. Les évolutions tendanciennes ont été limitées avec une réduction de la demande énergétique de 14% depuis 2015. Le biogaz ne représente que 19% du gaz de réseau en 2050, mais le contenu carbone de l'électricité a baissé de près d'un facteur 4 comme nous l'avons vu précédemment. Le scénario *Pari réparateur* ne réduit les émissions dans le tertiaire liées à l'alimentation que d'un tiers par rapport au tendanciel car il garde encore une part importante de gaz de réseau qui reste moins décarboné que les autres scénarios (115 gCO₂/kWh). A l'inverse, la diminution de près de 80% du contenu carbone du gaz de réseau (35 gCO₂/kWh) dans le scénario *Génération frugale* a un impact majeur.

Les émissions de la mobilité des ménages pour l'alimentation

Les évolutions des pratiques d'achat, de restauration, en lien avec l'évolution de la mobilité quotidienne et de l'organisation du travail ont eu un impact sensible sur les besoins de déplacements des ménages, y compris dans le scénario Tendanciel dans lequel les consommations d'énergie pour les motifs alimentaires ont été réduites de près d'un facteur 3 depuis 2015, soit 13,7 TWh en 2050. La pénétration des motorisations électriques (hybrides ou totales) a été forte notamment dans les agglomérations, accélérée notamment par l'interdiction à la vente des véhicules thermiques en 2040. La vente des véhicules hybrides rechargeables a été elle tolérée jusqu'en 2050. En conséquence, l'électricité représente les deux tiers de la consommation d'énergie totale des déplacements automobiles en 2050. Notons qu'à véhicule similaire, le poids des batteries dégrade l'efficacité énergétique des véhicules.

Le scénario le plus sobre en énergie est le scénario *Génération frugale* avec des consommations d'énergie de 5,1 TWh pour les motifs alimentaires, scénario pour lequel les déplacements de proximité ont été largement privilégiés ainsi que le report vers des modes actifs ou les transports collectifs. La consommation d'énergie est de l'ordre de 10 TWh pour les scénarios Technologies vertes et *Pari réparateur* pour lesquels la mobilité est restée proche du scénario Tendanciel. Les motorisations dans le scénario Tendanciel étant déjà fortement décarbonées, les écarts entre scénarios dans les émissions de

Figure 122. Emissions de GES pour l'alimentation au domicile (hors confort thermique)

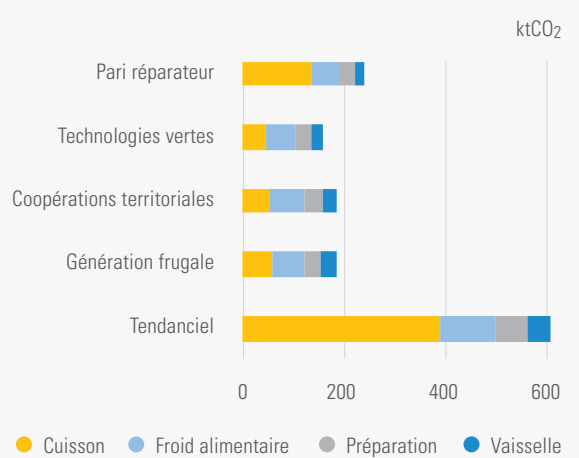


Figure 123. Emissions de GES pour l'alimentation dans le secteur tertiaire

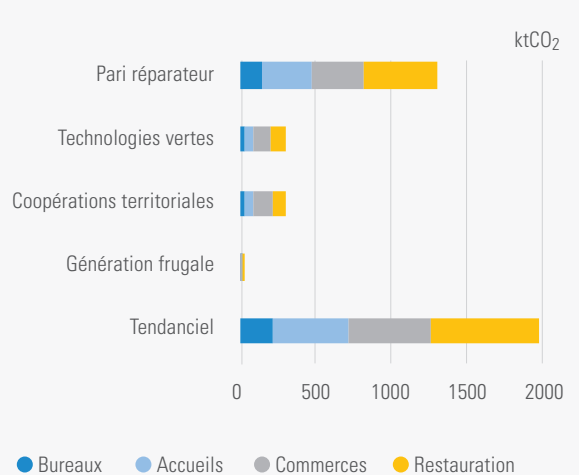
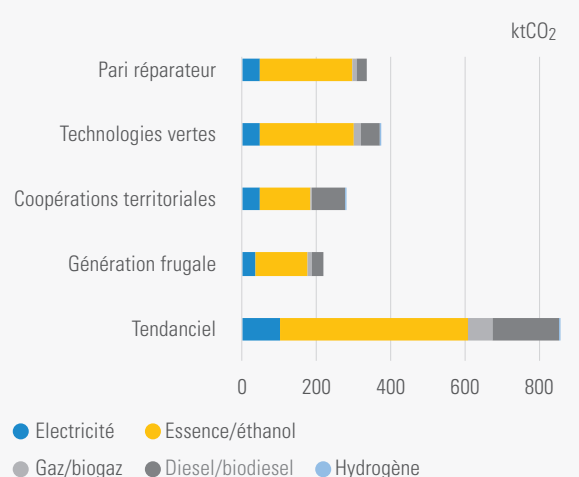


Figure 124. Emissions de la mobilité des ménages pour des motifs alimentaires



la mobilité des ménages sont d'abord le fait des différences de mobilité et des gains d'efficacité énergétique notamment liés aux motorisations électriques.

Pour les véhicules individuels dont la part modale reste majoritaire dans tous les scénarios, bien qu'il s'agisse de mobilité quotidienne, l'électricité représente plus de 90% des trafics et 75% (Génération frugale et Coopérations territoriales) à 82% (Pari réparateur) des consommations d'énergie. Celle-ci est quasi-totalement décarbonée. Les motorisations thermiques qui assurent le reste du trafic, fonctionnent le plus souvent avec des biocarburants et marginalement avec du biogaz avec des taux variables selon les scénarios. Dans le scénario Tendancier, ce sont les biocarburants de 1^{re} génération qui sont restés dominants. Pour les scénarios technologies vertes et Pari réparateur les biocarburants de seconde génération se sont développés dans la dernière décennie. Les motorisations au gaz concernent principalement les flottes de bus. Ce sont logiquement les émissions de ces véhicules thermiques qui subsistent en 2050 même si elles sont faibles en comparaison avec les émissions qui étaient en 2015 à 11200 ktCO₂ pour les motifs alimentaires.

Empreinte énergétique et carbone globale du système alimentaire en 2050

Les consommations d'énergie en 2050 sont distribuées entre les différentes étapes du système alimentaire quel que soit le scénario. Les besoins énergétiques totaux varient fortement, de 139 TWh pour le scénario *Génération frugale* à 186 TWh pour le scénario *Pari réparateur* et 232 TWh pour le scénario Tendancier. Les gains énergétiques les plus marqués entre scénarios concernent la mobilité des ménages, les transports de marchandises et la production agricole. Les forts gains d'efficacité anticipés dans les scénarios Technologies Vertes et Pari réparateur ne compensent, pas le plus souvent, les gains liés aux pratiques de sobriété de tous types, réalisés dans les scénarios *Génération frugale* et *Coopérations territoriales*.

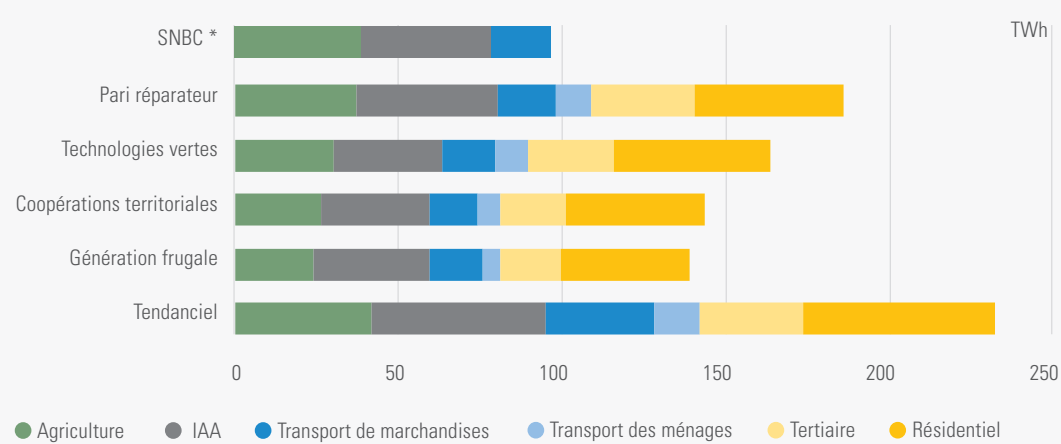
Les consommations du secteur résidentiel restent relativement importantes. Comme nous l'avons vu, elles se partagent entre les consommations d'énergie strictement nécessaires à la préparation des repas et celles prises en compte pour le confort thermique de

la cuisine et des espaces à manger. Les consommations d'énergie des industries agroalimentaires arrivent en seconde position, puis les transports regroupant les trafics de denrées alimentaires et les déplacements des ménages pour leurs achats alimentaires ou la restauration. Soulignons que les transports de marchandises dans les véhicules utilitaires légers, notamment pour la distribution des produits alimentaires, n'ont pas été estimés et alourdiraient le bilan des transports.

Les émissions totales de GES sont fortement réduites, de plus des deux tiers dans le scénario *Génération frugale* par rapport au scénario Tendancier. C'est le résultat des effets combinés de la réduction des besoins alimentaires et énergétiques exposés en seconde partie et de la pénétration de sources d'énergie décarbonées. Les bioénergies d'origine agricole peuvent compenser ces émissions mais seulement partiellement, soit de 25% pour le scénario SNBC à 60% pour le scénario *Génération frugale*.

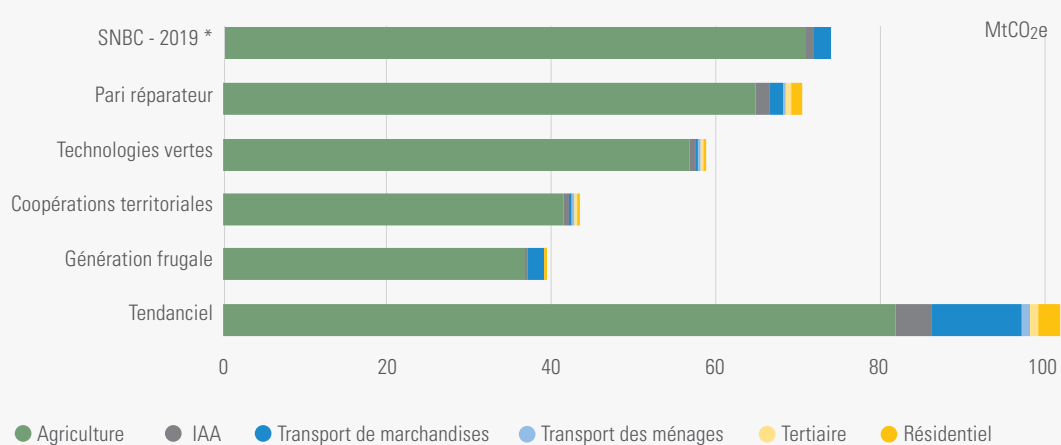
La neutralité carbone n'est donc pas atteinte directement dans ces scénarios. Le poids des émissions du secteur agricole, et en particulier de méthane et d'oxyde d'azote, se renforce dans le bilan carbone total des systèmes alimentaires. Les nouvelles organisations sociales, les changements de régimes alimentaires, la relocalisation de certaines productions agricoles ou de transformation, la généralisation de technologies performantes et la décarbonation des sources d'énergie, soutenues par des politiques très volontaristes, ont permis de réduire fortement les émissions dans les secteurs aval de la production agricole. Les émissions de CH₄ et N₂O sont, elles, plus difficiles à réduire sans des changements de régimes alimentaires et de pratiques agricoles plus poussées. Elles devront être, à défaut, compensées par des puits de carbone pérennes.

Figure 125. Empreinte énergétique globale des systèmes alimentaires en 2050



* les secteurs résidentiel, tertiaire et mobilité des ménages n'ont pas été évalués pour ce scénario

Figure 126. Empreinte carbone globale des systèmes alimentaires en 2050



* les secteurs résidentiel, tertiaire et mobilité des ménages n'ont pas été évalués pour ce scénario

LES LEVIERS PRINCIPAUX D'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES

Comme nous l'avons vu précédemment, aucun des scénarios ne parvient à la neutralité carbone sans l'apport de puits de carbone biologiques ou la capture et séquestration du carbone dans le sol. L'écart en termes d'émissions de GES de l'ensemble du système alimentaire est néanmoins important, de l'ordre de 30 MtCO₂e entre les scénarios Génération frugale et Pari réparateur. Les scénarios se différencient par l'ampleur des leviers actionnés selon qu'il s'agisse de la maîtrise de la demande en denrées alimentaires, dont l'alimentation animale, de la demande en biens et services mobilisés tout au long du système, des progrès d'efficacité énergétique et/ou de la décarbonation des sources d'énergie. Les résultats de cet exercice fournissent un certain nombre d'enseignements que nous présentons ici, sans que cela soit exhaustif. L'importance des travaux menés dans ce projet ainsi que la grande diversité des aspects de la chaîne alimentaire abordés, incite au développement d'analyses complémentaires ultérieures.

Une consommation alimentaire plus équilibrée et plus végétale

Les considérations de santé publique et environnementales se traduisent par trois objectifs principaux pour guider l'évolution de la consommation alimentaire :

- Un meilleur équilibre nutritionnel pour les régimes avec la réduction de la surconsommation en calories, des produits moins sucrés, salés ou ultra-transformés.
- Des régimes moins carnés, comportant plus de légumineuses, de fruits et de légumes, ainsi que des produits issus de l'agriculture biologique.
- Une réduction conséquente des pertes et des gaspillages.

Selon l'étude Esteban menée par Santé Publique France, les comportements alimentaires ont peu évolués ces deux dernières décennies. Près de la moitié des adultes en France et 18% des enfants de 6 à 17 ans sont en surpoids ou obèses. La part des adultes obèses est passée de 10% à 17% en dix ans (études INCA). De nouvelles recommandations nutritionnelles ont été définies par le Plan National Nutrition Santé en 2019. En outre, comme nous l'avons vu précédemment, les comportements alimentaires ont des conséquences importantes sur l'environnement. La part carnée des régimes, la consommation de produits d'origine lointaine ou hors saison, contribuent notamment significativement aux émissions de gaz à effet de serre. Santé Publique France souligne enfin une augmentation des inégalités sociales de santé liée une dégradation des consommations alimentaires chez les personnes moins diplômées. Une synergie entre les politiques de santé publique, d'accès à une alimentation saine et équilibrée et les politiques environnementales est donc indispensable. Les produits animaux dans les régimes alimentaires connaissent une tendance lente à la baisse. Malgré cela, la surconsommation de protéines, aux deux tiers d'origine animale et un tiers d'origine végétale, est très importante. Elle est en moyenne de plus de 80% des apports nutritionnels conseillés qui sont de 60g/jour/personne de protéines totales. La diversité des niveaux de consommation est forte selon les individus : 25 g/j/pers pour le premier décile de consommation de viande composé à 80% de femmes et 230 g/j/pers pour le dernier décile¹⁰. La consommation de viande et de produits laitiers, fortement ancrée

10 Ref CECAM

dans les habitudes culturelles en France, n'est pas justifiée d'un point de vue nutritionnel.

La consommation de viande est de 85 kg par habitant et par an, derrière l'Amérique du Nord (120 kg/hab/an) mais au-dessus de la moyenne européenne (76 kg) et le double de la moyenne mondiale (42 kg). La consommation de viande en Afrique est de 17 kg/hab/an. La question d'une meilleure répartition de la consommation de protéines animales est ainsi posée, elle pourrait se traduire pour les pays européens par une inversion de la part des protéines animales vs végétales, la part des protéines animales étant aujourd'hui des deux tiers. Le respect des apports nutritionnels conseillés en matière de protéines totales associé à un apport d'un tiers par des protéines animales conduirait à une réduction de la consommation de produits animaux plus forte que celle proposée dans le scénario *Génération frugale*. En effet, dans ce scénario, la consommation de viande est divisée par 3 et celle de produits laitiers par 2. Mais la surconsommation de protéines totales est encore de 26% et la part des protéines végétales de 50% environ.

L'efficacité du système alimentaire doit aussi être questionnée. Les pertes et les gaspillages sont évaluées à 10 millions de tonnes par an, soit 155 kg/personne/an. Un tiers est issu de la consommation au domicile ou en restauration hors domicile, un tiers issu de la production agricole. La transformation est responsable de 20% de ces pertes et gaspillage et la distribution de 14%. Seulement 20% de ces pertes sont valorisés sous forme d'alimentation animale.

Une consommation alimentaire respectant les apports nutritionnels conseillés et nettement plus végétalisée combinée avec une réduction des pertes et des gaspillages induirait une baisse sensible de la demande en produits agricoles à l'horizon 2050. Cette baisse est constatée dans les différents scénarios présentés et ce, malgré une hausse de la population estimée à 72 millions. La hausse de la part des seniors dans la population joue, par ailleurs, dans le sens d'une baisse de la demande alimentaire. Notons qu'une part importante de la production agricole est destinée à l'alimentation animale, la production d'1 kcal animal nécessitant 7 kcal d'aliments végétaux. Une alimentation humaine équilibrée et plus végétale sera donc moins consommatrice de produits agricoles et nettement moins émettrice de gaz à effet de serre.

Le retour à un élevage plus extensif et à une alimentation herbagère

Les émissions globales des systèmes alimentaires en 2050 montrent que ce sont les émissions du stade agricole, méthane et oxyde d'azote en particulier, qui sont les plus difficiles à réduire. Il est à noter que les émissions territoriales de l'agriculture représentent une part majeure (de l'ordre de 50%) des émissions totales de la France dans les scénarios Transitions 2050, contre 20% aujourd'hui. Ces émissions sont dépendantes en grande partie de la consommation de viande de ruminants, du traitement des effluents d'élevage et de l'usage d'engrais azotés. Pour atteindre la neutralité carbone, les efforts de réduction qui ne sont pas faits dans ce domaine doivent être compensés par du stockage de carbone dans des puits biologiques et technologiques (capture et stockage du carbone) dont la pérennité doit être analysée et garantie.

Pour des raisons de santé et d'évolution des régimes alimentaires déjà évoquées, les cheptels bovins, ovins et porcins baissent d'ores-et-déjà dans le scénario *Tendanciel*. Par hypothèse, les régimes flexitariens et végétariens comportent une baisse plus forte de la viande que des laitages. En conséquence en 2050, les cheptels de vaches laitières sont à un niveau relativement proche selon les 5 scénarios. Par contre, les effectifs de bovins viande connaissent un recul important dans les scénarios *Coopérations territoriales* et *Génération frugale*. Une évolution similaire intervient pour les brebis viande par rapport aux brebis lait.

Les systèmes d'élevage deviennent simultanément plus extensifs dans ces deux scénarios, les prairies permanentes sont donc maintenues en très large partie. Les activités de transformation de la viande et d'aliments pour le bétail sont, elles, sensiblement impactées, alors que les activités de production et transformation de produits végétaux sont amenées à se développer. La baisse de la consommation de produits animaux doit donc s'accompagner d'une transformation des systèmes d'élevage et une diversification des productions.

Une évolution des pratiques agricoles et de l'usage des sols

Le développement de l'agroécologie fait partie des objectifs des politiques agricoles européennes. Elle favorise la biodiversité et permet de stocker plus de carbone

dans le sol en limitant le travail du sol, avec une meilleure gestion de l'azote en privilégiant la fertilisation organique et en introduisant des cultures intermédiaires. Le développement des haies et de l'agroforesterie, la protection des prairies permanentes, et la restauration des terres dégradées sont également des leviers importants. Il s'agit d'inverser la tendance à un déstockage du carbone existante depuis de nombreuses années sur les terres cultivées en France.

L'agriculture est particulièrement vulnérable au dérèglement climatique et ses impacts sur la production agricole ne doivent en aucun cas être sous-estimés. Des politiques d'adaptation aux changements climatiques sont nécessaires, un meilleur stockage du carbone dans les sols et des cultures ayant des besoins d'irrigation plus limités en sont des éléments majeurs.

Alors que 85% de la surface agricole utile est mobilisée pour l'alimentation animale, une évolution vers des régimes nettement moins carnés permet une plus grande flexibilité sur l'usage des sols et une meilleure complémentarité entre production alimentaire et autres usages de la biomasse. Le développement des haies et de l'agroforesterie ainsi que les cultures intermédiaires et résidus de culture, par exemple, sont des ressources importantes en bioénergies.

Le protoxyde d'azote représente 23% des émissions de GES du système alimentaire aujourd'hui. La réduction substantielle de l'usage d'engrais azotés est un élément incontournable de l'atteinte de la neutralité carbone, comme nous venons de le voir. Les cultures de légumineuses, en cultures intermédiaires notamment, permettent à la fois de maintenir un haut niveau de rendement global en complément de productions en agriculture biologique et l'enrichissement des sols par fixation symbiotique. Alors que la fixation symbiotique de l'azote ne représente que 17% des apports d'azote aujourd'hui, elle atteint 65% en 2050 dans le *scénario Coopérations territoriales*.

Des surfaces agricoles libérées à l'étranger grâce à une réduction des importations

Rediriger la production agricole domestique vers le marché intérieur, relocaliser des filières déficitaires tels que les fruits et légumes sur le territoire à proximité des bassins de consommation, sont des leviers majeurs

pour réduire les importations de produits agricoles et agroalimentaires. La conséquence est double : la libération de millions d'hectares de terres agricoles dans les pays fournisseurs de la France et une réduction du transport de marchandises, part non négligeable de l'empreinte carbone du système alimentaire. Cela va de pair avec une réduction des exportations et le recul des cultures dédiées à l'alimentation animale dans le cadre d'une évolution des régimes alimentaires afin de ne pas accroître la pression foncière en France. Des complémentarités sont donc à trouver entre l'évolution de la demande alimentaire, le renforcement de l'autonomie alimentaire par la relocalisation de la production pour les filières les plus pertinentes et le recul concomitant de certaines exportations.

Le transport de marchandises peut être sensiblement réduit

Le trafic actuel de denrées alimentaires pour l'alimentation de la population métropolitaine est estimé à 206 Mdtkm¹¹, trafic généré par les importations compris. Les produits importés représentent 15% des tonnages nécessaires à l'alimentation mais 77% des trafics. La poursuite de l'accroissement des échanges internationaux dans le *scénario Tendancier* conduit à une hausse de 20% du trafic soit 240 Mdtkm en 2050. Les différents leviers mobilisés et présentés ci-dessus conduisent à limiter le trafic de ces marchandises à environ 70 Mdtkm en 2050 dans le *scénario Coopérations territoriales* et le *scénario Génération frugale*, soit une division par 3. Si on considère seulement les trafics internationaux induits par les produits importés, ces trafics sont divisés par 8 par rapport à aujourd'hui dans ces deux scénarios. Alors que les deux tiers des trafics sont actuellement générés par les importations, ils ne représentent plus qu'un tiers des transports totaux dans ces deux scénarios.

Les destinations lointaines pèsent lourdement dans le transport international. Aujourd'hui, les importations proviennent pour les deux tiers d'Europe mais celle-ci ne pèse que pour 20% dans les trafics internationaux et le reste du Monde pour 80%.

Nos estimations montrent que cette baisse des trafics internationaux dans les scénarios ne se traduit pas par

11 BARBIER C. & al. (2019), L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France, Club Ingénierie Prospective Energie et Environnement, Paris, IDDRI.

une augmentation des trafics en France métropolitaine. Le trafic de denrées alimentaires est même en légère baisse par rapport au *scénario Tendanciel*. Il est de l'ordre de 44 Mdtkm en 2050 pour les trois scénarios Génération frugale, Coopérations territoriales et Technologies vertes, contre 53 Mdtkm aujourd'hui et 48 Mdtkm dans le *scénario Tendanciel*. Ceci s'explique par la baisse globale des disponibilités en denrées alimentaires nécessaires dont celles produites en France. La production domestique pour les besoins intérieurs est de 192 Mt aujourd'hui, elle varie de 155 Mt dans le *scénario Coopérations territoriales* à 180 Mt dans le *scénario Pari réparateur*.

Par conséquent, la réduction forte des importations ne se traduit pas par une hausse en volume du transport routier. La baisse sensible du transport maritime pour les longues distances, n'a donc pas d'impact environnemental négatif globalement dans les scénarios. La réduction des importations conduit au contraire à la disparition des trajets routiers effectués dans les pays d'origine jusqu'aux ports ou aux aéroports.

La mobilité des ménages au carrefour des pratiques d'achats, de restauration et des lieux de travail.

La place des repas dans la vie quotidienne, de la commensalité, sont très différentes selon les scénarios. Le *scénario Génération frugale* anticipe le développement des circuits courts, l'intérêt pour le « faire soi-même », les recettes simples demandant peu d'équipements. A l'inverse, les scénarios Technologies vertes ou Pari réparateur sont basés sur la poursuite de l'individualisation de la consommation à partir de produits préparés par les industries agroalimentaires ou la restauration hors domicile. Entre ces alternatives, les chaînes de valeur et le temps consacré par les ménages ou les employés de la transformation, distribution et restauration, tout comme les équipements et technologies mobilisés, sont très variables. Évaluer l'impact sur l'empreinte énergétique de ces différentes organisations sociales est particulièrement ardu, d'autant que le système statistique n'est pas conçu pour une telle analyse de la fonction alimentation.

Nous avons fait le choix de prendre en compte le

confort thermique au domicile et dans les activités tertiaires dédiées à l'alimentation. Le poids des consommations d'énergie pour ce poste est important dans le bilan global et est déterminé par des politiques de rénovation thermique relevant du secteur bâtiment. Sa prise en compte n'en est pas moins justifiée. Pour les consommations d'énergie relevant plus strictement de la fonction alimentation, une baisse des consommations d'énergie est présente dans le *scénario Tendanciel* notamment du fait de l'électrification de la cuisson. Un potentiel de réduction de moins 35% supplémentaires dans le résidentiel est envisagé dans le *scénario Génération frugale* par rapport au *scénario Tendanciel*. Les commerces alimentaires et restauration hors domicile enregistrent une baisse similaire dans ce scénario. La mobilité des ménages pour leurs achats alimentaires ou leurs déplacements vers de lieux de restauration a une empreinte énergétique nettement plus faible que le résidentiel-tertiaire. Néanmoins, les lieux de consommation et pratiques de mobilité sont suffisamment différents pour engendrer un écart d'un facteur deux entre les consommations d'énergie de la mobilité des ménages dans le *scénario Génération frugale* (5,1 TWh) et celles du *scénario Pari réparateur* (10,4 TWh). Il est à noter que les consommations d'énergie des véhicules utilitaires légers en ville pour l'approvisionnement des lieux d'achats ou de restauration ainsi que des livraisons au domicile ou en points relais, n'ont pu être évaluées dans ce projet mais amplifieraient probablement ce résultat du fait de leur recours accru dans le *scénario Pari réparateur*.

De l'énergie aux émissions de GES

Dans les secteurs aval du système alimentaire, de la transformation jusqu'au résidentiel, les émissions de GES proviennent essentiellement de la combustion d'énergies fossiles. L'empreinte énergétique totale du système alimentaire était évaluée à 367 TWh pour l'année de référence (2015)¹². Le *scénario Tendanciel* anticipe d'ores-et-déjà une baisse conséquente de cette demande énergétique à l'horizon 2050 (232 TWh). Ceci est le résultat de l'évolution à la baisse de la demande en denrées alimentaires comme nous l'avons déjà évoqué pour des raisons nutritionnelles et de gaspillage, mais surtout des hypothèses d'évolution tendancielle

¹² Ibid.

de l'efficacité énergétique et de pénétration de l'électricité à toutes les étapes du système alimentaire, dans le cadre de l'exercice « Transitions 2050 » de l'Ademe. Les scénarios *Pari réparateur* et *SNBC* sont généralement ceux pour lesquels les gains d'efficacité énergétiques sont les plus élevés. A titre d'exemple dans les transports, des gains de 50% pour les poids lourds par t.km sont anticipés dans ces deux scénarios, ou encore de 30% et 59% pour l'aviation internationale respectivement pour le scénario *Pari réparateur* et le scénario *SNBC* par rapport à aujourd'hui. Les gains d'efficacité sont liés en partie à la pénétration de l'électricité pour le transport routier. Néanmoins, la réalisation de tels niveaux de progrès technologiques moyens pour l'ensemble des parcs considérés en 2050 est à interroger. Le mix énergétique détermine enfin le niveau des émissions de GES. Pour les industries agroalimentaires, dans le scénario *Tendanciel*, l'approvisionnement énergétique est principalement partagé entre le gaz naturel, première source d'énergie (22,9 TWh) et l'électricité (18,7 TWh). Dans les scénarios *Génération frugale* et *Coopérations territoriales*, la biomasse se substitue largement au gaz naturel, alors qu'à l'opposé l'électricité devient la première source d'énergie dans le scénario *Pari réparateur* (26 TWh, soit 54%). Pour les transports de marchandises, le transport routier est celui qui connaît une plus forte mutation avec une pénétration de l'électricité respectivement de 5% dans le scénario *Génération frugale* à 65% dans le scénario *Pari réparateur*, toutes zones confondues. Dans le scénario *Génération frugale*, le biodiesel est dominant avec près de 9 TWh consommés par les poids lourds en 2050, contre 0,8 TWh d'électricité, soit dix fois moins. Dans le scénario *Pari réparateur* à l'inverse, la demande d'électricité des poids lourds atteint près de 10 TWh, le gazole a été abandonné. Dans les deux scénarios, le bioGNV est de l'ordre de 6 TWh.

Conclusion et perspectives

L'approche en termes d'empreinte met en lumière les interactions fortes entre les régimes et pratiques alimentaires d'une part et les modes de production et d'approvisionnement au cœur du système alimentaire d'autre part. Eviter les surconsommations et le gaspillage, préférer les aliments végétaux, produits dans l'hexagone, biologiques et de saison, modifie l'assolement sur le territoire national et permet d'orienter une partie plus importante de la surface agricole utile et de la production végétale vers l'alimentation humaine directement. L'approche en empreinte permet également d'évaluer les rétroactions d'une évolution des flux importés sur les pays fournisseurs de la France et leur impact environnemental. La bifurcation vers la neutralité carbone nécessite par conséquent des politiques fortes et cohérentes du champ à l'assiette.

Les scénarios dont l'empreinte est la plus faible sont les scénarios Génération frugale et Coopérations territoriales. L'empreinte énergétique du système alimentaire de ce premier scénario est plus faible d'un quart par rapport à celle du *scénario Pari réparateur*, soit 47 TWh économisés. L'empreinte carbone est, elle, réduite de 44%, soit -31 MCO₂e. Alors que l'empreinte carbone du système alimentaire représentait près de 25% de l'empreinte totale des ménages en 2020, le poids du système alimentaire se renforce nettement en 2050 dans l'empreinte totale du fait de la persistance d'une partie des émissions de méthane et de protoxyde d'azote. Bien que nous ne disposions pas d'évaluation de l'empreinte totale des ménages en 2050 selon ces scénarios, les émissions de système alimentaire atteignent un niveau de plus de 50% des émissions totales territoriales en 2050 de ces deux scénarios telles qu'évaluées dans le rapport Transitions2050 de l'Ademe.

La réduction significative de la consommation de produits animaux assure une plus grande résilience et autonomie du système alimentaire. Les besoins en produits agricoles sont moindres et la possibilité de satisfaire la demande alimentaire par des productions domestiques est, elle, renforcée. La réduction substantielle des importations renforce la sécurité alimentaire face aux aléas climatiques, aux crises de tout type, aux hausses de prix sur les marchés mondiaux et aux transports internationaux.

Les limites du périmètre : VUL et ferroviaire, emballages
Le périmètre de l'empreinte énergétique et carbone pris en compte est similaire à celui qui avait été retenu pour le projet CECAM d'évaluation de l'empreinte actuelle. Si des travaux ont débuté sur les véhicules utilitaires légers assurant le transport en ville des denrées alimentaires, la modélisation particulièrement complexe de ces trafics pour la situation 2020 et en prospective n'a pas pu être menée à son terme et pourrait faire l'objet d'un projet ultérieur. L'enjeu est relativement important puisqu'il s'agit notamment de toutes les livraisons dans les commerces, la restauration hors domicile ou encore les consommateurs finaux. Le taux de chargement de ces véhicules est souvent faible, occasionnant des consommations de carburant au véhicule.kilomètre et à la tonne.kilomètre très élevées. Par ailleurs, une analyse comparative doit être menée sur le bilan énergétique des différentes options d'approvisionnement, par l'intermédiaire de commerces de différente taille et déplacements des ménages, de points relais ou de livraison au domicile. Notons également que les emballages n'ont pas été étudiés dans ce projet.

Comme nous l'avons vu, seuls les scénarios Génération frugale et Coopérations territoriales permettent d'aller vers la neutralité carbone sans recourir à la capture et séquestration du carbone par des solutions technologiques. Aller vers cette neutralité carbone du système alimentaire nécessite sans nul doute une évolution majeure des politiques publiques à de multiples niveaux : d'abord à l'échelle européenne et nationale, jusqu'au niveau local mais également en direction de tous les secteurs d'activité impliqués et enfin un accompagnement des exploitants agricoles, employés des industries agroalimentaires et des entreprises de transport, impactés par cette évolution. L'engagement de la population et notamment des nouvelles générations dans cette transition n'est pas le principal obstacle au regard des études sociologiques sur les comportements alimentaires ou encore des mesures proposées par la Conférence Citoyenne pour le Climat. Une vision systémique des mutations à opérer est indispensable et gage de succès.

GLOSSAIRE

- **Agriculture à bas niveau d'intrants de synthèse** : il s'agit principalement de l'agriculture biologique mais aussi de systèmes qui s'en rapprochent tout en utilisant de très faibles apports d'azote et d'amendements minéraux.
- **Agriculture intégrée** : elle rassemble les systèmes qui maximisent les ressources et mécanismes de régulation naturels pour remplacer des apports d'intrants dommageables à l'environnement sans les bannir.
- **Agriculture de conservation** : système cultural qui favorise une perturbation mécanique des sols minimale (peu ou pas de travail du sol), le maintien d'une couverture permanente du sol et la diversification des espèces végétales.
- **Agriculture conventionnelle raisonnée** : elle rassemble les systèmes dont l'objectif de maximisation des rendements est dominant et les rotations peu diversifiées par rapport à l'actuel. Les réductions de consommation d'intrants sont principalement permises par des innovations technologiques comme par exemple les produits de biocontrôle/ biostimulants, l'agriculture de précision, la sélection variétale.
- **Agroécologie** : système agricole qui consiste à appliquer des concepts et principes écologiques de manière à optimiser les interactions entre les végétaux, les animaux, les humains et l'environnement, sans oublier les aspects sociaux dont il convient de tenir compte pour que le système alimentaire soit durable et équitable.
- **Agroforesterie** : désigne les pratiques, nouvelles ou historiques, associant arbres, cultures et/ou animaux sur une même parcelle agricole, en bordure ou en plein champ. Ces pratiques comprennent les systèmes agro-sylvicoles mais aussi sylvo-pastoraux, les pré-vergers (animaux pâturant sous des vergers de fruitiers) et autres.
- **AgriTech** : nouvelles technologies au service de l'agriculture.
- **Artificialisation des sols** : transformation d'un sol naturel, agricole ou forestier pour de l'aménagement qui mène à une imperméabilité totale ou partielle des sols.
- **Azote exporté** : azote contenue dans l'ensemble des productions agricoles, grains, fourrages, herbe, paille.
- **Biocarburant** : carburant issu de la biomasse.
- **Biogaz ou biométhane** : gaz combustible issu des matières organiques, composé essentiellement de méthane et de dioxyde de carbone.
- **Changement d'usage des sols** : changements d'utilisation des terres par déforestation, afforestation, artificialisation des sols, mise en culture de prairies permanentes, etc.
- **Cultures associées** : culture simultanée de deux espèces ou plus, sur la même surface
- **Cultures intermédiaires** : cultures non-alimentaires temporaires entre deux cultures principales dans une rotation culturale ayant pour objectif d'améliorer la fertilité des sols et éventuellement la production d'énergie.
- **Dark-kitchen** : restaurants 'virtuels', entièrement digitalisés, ne travaillant qu'avec les plateformes de livraisons à domicile.
- **Energie métabolique** : énergie produite par le corps humain (vélo notamment).
- **Espaces peu anthropisés** : surfaces constituées d'espaces naturels, de forêts, d'infrastructures agroécologiques, de prairies permanentes. Il exclut donc les surfaces artificialisées et les terres cultivées.
- **Fermentation entérique** : processus digestif par lequel des micro-organismes décomposent des substrats, notamment des glucides, en molécules plus simples permettant leur absorption dans la circulation sanguine d'un animal. Elle entraîne une formation de méthane.
- **GES** : Gaz à effet de serre.
- **Méthanisation** : processus biologique de dégradation de la matière organique, appelé aussi digestion anaérobie.
- **Mdt.km** : Milliard de tonnes.kilomètre.
- **Mha** : Million d'hectares.
- **pkm** : passager.kilomètre.
- **PNNS** : Plan National Nutrition Santé.
- **Prairie naturelle** : couvert végétal herbacé ensemencé naturellement (prairies d'altitude notamment).
- **Prairie permanente** : couvert végétal herbacé ensemencé par une action anthropique depuis plus de 6 ans.
- **Prairie temporaire** : surface semée pour une durée maximale de 6 ans avec des graminées associées ou non à des légumineuses.
- **SAU** : Surface agricole utile.
- **Régime flexitarien** : régime alimentaire à faible consommation de produits animaux, inférieure à 50g/j/ personne dans les travaux présentés ici.
- **Rendement en « blé pur »** : il s'agit de la production de blé tendre en tonnes de blé sec par hectare. Ce rendement prend en compte le fait que les infrastructures agroécologiques ou la présence de cultures associées diminuent la production de blé ; il dépend également des pratiques (fertilisation) et de la technique (génétique).
- **Rendement global** : le rendement global exprime la quantité totale de biomasse produite par hectare de terre agricole, cultures et prairies. Cette notion est plus proche de celle de coefficient de rendement équivalent, qui permet de mesurer la production d'une surface agricole non seulement du point de vue de la « culture principale » (par exemple le blé tendre) mais aussi du point de vue plus global en comptabilisant également les cultures associées, les cultures intermédiaires et les productions éventuelles de bois par l'agroforesterie et les infrastructures agroécologiques.
- **SNBC** : Stratégie Nationale Bas Carbone.
- **Surplus d'azote** : différence entre l'ensemble des apports d'azote au sol, et l'ensemble des exportations par les cultures ou l'herbe. Le surplus d'azote est un indicateur de pollution potentielle (nitrate, ammoniac).
- **Taillis à courte rotation et plantes énergétiques pérennes** : cultures lignocellulosiques utilisables pour la production de matériaux ou d'énergie comme le miscanthus ou la canne de Provence par exemple.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Publications des autrices et auteurs mobilisées pour le projet de recherche SISAE

- BARBIER C., COUTURIER C., DUMAS P., KESSE-GUYOT E., BAUDRY J., PHARABOD I., POUROUCHOTTAMIN P., TOILIER F. (2022), *Simulation prospective du Système Alimentaire et de son Empreinte carbone*. Rapport de recherche, Janvier 2022. CIRED. 172 pages.
- BARBIER C., COUTURIER C., DUMAS P., KESSE-GUYOT E., PHARABOD I. (2020), *Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation. Partie 1 : Empreintes de régimes alimentaires selon les parts de protéines animales et végétales*. ADEME. 34 pages.
- BARBIER C., COUTURIER C., DUMAS P., KESSE-GUYOT E., PHARABOD I. (2020), *Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation. Partie 2 : Empreintes des importations agricoles et alimentaires françaises*. ADEME. 35 pages.
- BARBIER C., COUTURIER C., POUROUCHOTTAMIN P., CAYLA J-M, SYLVESTRE M., PHARABOD I. (2019), *L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France / Energy and Carbon Footprint in France*, Club Ingénierie Prospective Energie et Environnement, Paris, IDDRI, 24p.
- COUTURIER C., CHARRU M., DOUBLET S., POINTEREAU P. (2016), *Le scénario Afterres2050*. SOLAGRO, 93 pages.
- GEHRING J., TOUVIER M., BAUDRY J., JULIA C., BUSCAIL C., KESSE-GUYOT E., et al. *Consumption of Ultra-Processed Foods by Pesco-Vegetarians, Vegetarians, and Vegans: Associations with Duration and Age at Diet Initiation*. The Journal of Nutrition, Volume 151, Issue 1, January 2021, Pages 120–131.
- KESSE-GUYOT E., LAIRON D., ALLES B., SECONDA L., BAUDRY J., et al. (2022). *Key findings of the French BioNutriNet project on organic food-based diets: description, determinants, and relationships to health and the environment*. Advances in Nutrition, Oxford University Press, 13 (1), pp.208-224.
- SEARCHINGER T., WAITE R., HANSON C., RANGANATHAN J., DUMAS P. (2019), *Creating a Sustainable Food Future, A Menu of Solutions to Feed Nearly 10 Billion People by 2050*, World Resources Institute, p. 556. <https://www.wri.org/publication/creating-sustainable-food-future-final-report>

Prospective du Système Alimentaire et de son Empreinte Énergétique et Carbone

CINQ VISIONS DE L'ALIMENTATION EN FRANCE
VERS LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050

JUIN 2022

RÉSUMÉ

Aller vers la neutralité carbone du système alimentaire du champ à l'assiette à l'horizon 2050 impose une évolution sensible des régimes alimentaires et des arbitrages à différentes étapes : les systèmes de production agricoles et le partage d'usage des sols, le niveau d'importations et d'exportations de produits agricoles et alimentaires et le transport associé, les systèmes de transformation ou encore les modes d'approvisionnement des ménages. Six visions du système alimentaire en 2050 sont décrites dans ce rapport. Cinq scénarios sont communs à l'exercice Transitions 2050 de l'Ademe et un scénario reprend le scénario SNBC-AMS 2019. Les résultats montrent tout d'abord l'importance des synergies possibles entre les préoccupations de santé publique, une plus grande autonomie alimentaire et la protection de l'environnement.

La production agricole reste une source majeure d'émissions de gaz à effet de serre en 2050 non seulement pour l'ensemble du système alimentaire mais également dans l'empreinte carbone globale tous secteurs confondus. L'objectif de neutralité carbone impose de réduire drastiquement les émissions de méthane et d'oxyde d'azote. La réduction des pertes et des gaspillages, ainsi qu'une alimentation beaucoup plus végétale et nutritionnellement équilibrée sans surconsommation de calories ou de protéines, sont incontournables. L'évolution des pratiques agricoles doit permettre une meilleure gestion de l'azote en privilégiant la fixation symbiotique, celle-ci pourrait assurer la majorité des apports azotés.

Rediriger la production agricole domestique vers le marché intérieur, relocaliser des filières déficitaires sur le territoire, sont également des leviers importants pour réduire les importations de produits agricoles et agroalimentaires. Des millions d'hectares de terres agricoles dans les pays fournisseurs de la France seraient ainsi libérés. Une plus grande autonomie alimentaire peut permettre une division par trois du transport de marchandises, qui pèse de manière non négligeable dans l'empreinte carbone du système alimentaire.

Les émissions de CO₂ issues de la combustion des énergies fossiles représentent la moitié de l'empreinte carbone du système alimentaire actuel. La sobriété dans les usages, du champ à l'assiette, est la première étape. Elle permettra de limiter les besoins conséquents d'investissement dans des équipements, des motorisations, des organisations logistiques, des bâtiments plus efficaces énergétiquement et la généralisation de l'usage d'énergies décarbonées.



INRAE

Solagro



phi
LABS



Avec le soutien financier de :

