



HAL
open science

En France, d'ici à 2030, renforcer la diversité des services rendus par les terres en préparant la neutralité carbone pour 2050

Fanny Boudet, Thierry Brunelle, Cosma Cazé, Francois Mancebo, Olivier Mora, Sandrine Paillard, Jean-Francois Soussana, Albertine Vandebussche

► **To cite this version:**

Fanny Boudet, Thierry Brunelle, Cosma Cazé, Francois Mancebo, Olivier Mora, et al.. En France, d'ici à 2030, renforcer la diversité des services rendus par les terres en préparant la neutralité carbone pour 2050. [0] Future Earth. 2021. hal-03184796

HAL Id: hal-03184796

<https://hal.science/hal-03184796>

Submitted on 21 Apr 2021

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.

En France, d'ici à 2030, renforcer la diversité des services rendus par les terres en préparant la neutralité carbone pour 2050

Rapport de l'atelier sur les terres

7-8 octobre 2020

Avant-propos

Future Earth a lancé l'initiative *Science-Based Pathways for Sustainability* pour encourager les approches intégrées et prospectives des Objectifs de développement durable (ODD), avancer dans la compréhension des systèmes socio-écologiques et informer le débat et les politiques publiques. Une série d'ateliers¹ multi-acteurs permettent d'explorer différentes options pour progresser vers les objectifs environnementaux de l'Agenda 2030 et d'analyser les synergies et tensions entre ODD, les transformations sociétales et les incertitudes associées à ces options. L'atelier de construction d'une trajectoire pour les terres en France métropolitaine a eu lieu en visioconférence les 7 et 8 octobre 2020. Une vingtaine d'experts scientifiques et de terrain ont travaillé à la construction d'un scénario pour les terres en France métropolitaine à l'horizon 2030.

Comité scientifique

Thierry Brunelle, CIRAD
François Mancebo, Université de Reims
Olivier Mora, INRAE
Jean-François Soussana, INRAE

Experts auditionnés en amont de l'atelier

Antonio Bispo, INRAE
Jeanne Cadiou, IDDRI
Sylvain Doublet, Solagro
Vincent Hébrail, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
Sandra Lavorel, CNRS
Estelle Midler, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
Elizabeth Pagnac-Farbiaz, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
Johannes Svensson, IDDRI

Animation de l'atelier par le Comité scientifique et l'équipe Future Earth (Fanny Boudet, Cosma Cazé, Sandrine Paillard, Albertine Vandenbussche)

Rédaction du rapport : Fanny Boudet, Thierry Brunelle, Cosma Cazé, François Mancebo, Olivier Mora, Sandrine Paillard, Jean-François Soussana, Albertine Vandenbussche

Participants

Vincent Banos, INRAE
Nathalie Blanc, CNRS
Sylvain Bordebeure, ADEME
Yuna Chiffolleau, INRAE
Alice Colsaet, IDDRI | CIRED
Christian Couturier, Solagro
Wolfgang Cramer, CNRS
Julie Gobert, ENPC
Emmanuelle Kesse-Guyot, INRAE
Bruno Locatelli, CIRAD
Bruno Parmentier, consultant indépendant
Sylvain Pellerin, INRAE
Cédric Philibert, consultant indépendant
Antoine Pierart, ADEME
Philippe Pointereau, Solagro
Monique Poulot, Université Paris Nanterre
Rémi Prudhomme, CIRAD
Samuel Rufat, Université Cergy Pontoise
Olivier Therond, INRAE
Christian Valentin, IRD
Nina Valin, Doctorante à la Vrije Universiteit Amsterdam
Améline Vallet, CIRED
Isabelle Vial, OFB

¹ Deux autres ateliers s'inscrivant dans l'initiative Pathways ont été organisés en France en 2019, sur l'eau et sur la [biodiversité](#).

Table des matières

Session introductive	4
Session 1 : Scénario schématique pour renforcer les services rendus par les terres en préparant la neutralité carbone pour 2050	8
Session 2.1 : Agriculture & Alimentation	10
Session 2.2 : Biomasse énergie	14
Session 2.3 : Habitat et aménagement des territoires	24
Session 3 : Cohérence d'ensemble des composantes du scénario	28
Session 4.1 : Santé & Bien-être	29
Session 4.2 : Croissance, Emplois & Inégalités	32
Session 4.3 : Adaptation au changement climatique	35
Session 5 : Consolidation du scénario et dimensions manquantes	39
Session 6 : Trajectoires et transformations sociétales	41
Session 6.1 : Réduire la part des protéines animales dans notre alimentation	41
Session 6.2 : Développer les solutions fondées sur la nature en sollicitant la participation citoyenne	45
Session 6.3 : Transformer le foncier en communs	48
Session 7 : Interactions d'échelles	51
Bibliographie	55

Session introductive

Après l'ouverture de l'atelier par le Comité scientifique et un tour de table de présentation, cette session introductive a permis de présenter le contexte, l'objectif, la méthodologie et le programme de l'atelier.

Contexte, méthodologie et programme de l'atelier

L'atelier Terres a réuni une vingtaine de participants en octobre 2020. Il visait à construire un scénario et une trajectoire² qui permettent d'atteindre l'objectif "En France, d'ici à 2030, la diversité des services rendus par les terres est renforcée en préparant la neutralité carbone pour 2050". Le scénario et sa trajectoire ont été construits en tenant compte des synergies et tensions potentielles entre cet objectif, qui mêle des enjeux relatifs aux ODD 13 (Climat) et ODD 15 (Biodiversité terrestre), appelé objectif central, et d'autres ODD. Se faisant, les participants ont été amenés à pondérer l'importance qu'ils accordent aux différents objectifs dans un processus délibératif. En l'absence de consensus, ils pouvaient choisir de construire plusieurs scénarios. Une redéfinition de l'objectif central était également envisageable si, par exemple, la réalisation de l'objectif central initial signifiait de mettre au second plan d'autres objectifs auxquels les participants décidaient collectivement d'accorder plus de valeur.

Figure 1. Étapes du travail de construction du scénario pour les terres

Étape 1 : Définition du cadre de l'atelier	Étape 3: Construction du scénario et de sa trajectoire
Horizon temporel : 2030, comme étape vers la réalisation de la vision à 2050	Construire un scénario qui atteint l'objectif à 2030. Un scénario comprend des hypothèses à 2030 pour chaque ODD déterminant.
Cadre thématique : ODD "vert" choisi comme point d'entrée dans la réflexion et les enjeux à traiter lors de l'atelier	Analyser les principales implications du scénario pour les ODD impactés
Echelle spatiale	Analyser les principales implications du scénario pour d'autres échelles spatiales
Vision à 2050 pour l'ODD "vert" choisi comme point d'entrée	Analyser les transformations sociétales nécessaires à la réalisation de l'objectif
Objectif à 2030 pour l'ODD "vert" choisi comme point d'entrée	
Étape 2 : Analyse du système	Étape 4: Analyse du scénario
Identifier les facteurs directs qui affectent la capacité à atteindre l'objectif à 2030 et analyser leurs tendances passées	Consolider le scénario développé et analyser ses risques et incertitudes majeures
Sélectionner les autres ODD à traiter lors de l'atelier: (i) ODD déterminants pour l'évolution des facteurs biophysiques et (ii) ODD pour lesquels l'atteinte de l'objectif aura des implications majeures	Identifier les messages clés
Identifier les interactions clés entre les facteurs biophysiques et les ODD sélectionnés	
Identifier les acteurs dont les stratégies sont déterminantes pour l'atteinte de l'objectif à 2030 et préparer la liste de participants	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid #1a3d4d; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> Avant et après l'atelier (équipe & comité scientifique)</div> <div style="border: 1px solid #8b4513; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> Pendant l'atelier (participants)

Le travail de construction du scénario pour les terres inclut l'atelier lui-même mais aussi sa préparation et le travail de synthèse et de consolidation des résultats de l'atelier (Figure 1.1). En amont de l'atelier, un comité scientifique a été chargé de préciser le cadre des réflexions de l'atelier³ et de définir l'objectif central qui serait proposé aux participants. Il s'agissait de retenir un objectif normatif faisant consensus au sein de la communauté scientifique. Le comité scientifique a retenu l'objectif "En France, d'ici à 2030, la diversité des services rendus par les terres est renforcée en préparant la neutralité carbone pour 2050".

² Un scénario décrit un futur plausible dans toutes ses dimensions biophysiques et sociétales et la trajectoire qui permet d'y parvenir. Une trajectoire est composée de l'ensemble des transformations, étapes, et actions nécessaires à la réalisation du scénario.

³ Le comité scientifique a notamment décidé de retenir l'échelle de la France métropolitaine considérant que les enjeux associés aux terres dans les outre-mer demandaient une réflexion spécifique. Un travail sur et avec les acteurs des outre-mer complètera celui réalisé sur la France métropolitaine.

L'horizon 2030, qui tient au cadre de l'Agenda 2030, est proche et donc très contraignant pour imaginer un futur radicalement différent du présent. Pour desserrer cette contrainte, le comité scientifique a défini une vision à 2050, de sorte que l'objectif à 2030 puisse être considéré par les participants comme une étape vers la réalisation d'une vision plus ambitieuse. La vision à 2050 retenue est la suivante: "D'ici 2050, les usages et la gestion des terres en France contribuent à répondre aux défis sociétaux et environnementaux relatifs à l'alimentation, la dégradation des sols, la perte de biodiversité et l'adaptation et l'atténuation au changement climatique tant à l'échelle nationale que mondiale."

Le comité scientifique a ensuite procédé à l'analyse du système pour lequel l'atelier devait permettre d'explorer un futur possible au travers de la construction d'un scénario. Il s'agissait tout d'abord d'analyser les grandes tendances passées et présentes relatives à la perte de services rendus par les terres en France et aux facteurs de cette perte. Par ailleurs, le comité scientifique a sélectionné les ODD sur lesquels les discussions de l'atelier seraient centrées. Deux ensembles d'ODD ont été distingués (Figure 1.2). Le premier regroupe les ODD parmi les plus déterminants pour l'évolution des facteurs directs de perte de services rendus par les terres⁴ en France métropolitaine à l'horizon 2030. Le second ensemble considère quelques ODD pour lesquels l'atteinte de l'objectif aura des implications majeures.

Ce choix d'ODD, et donc des thématiques de l'atelier, a permis d'établir la liste de participants, qui a été élaborée sur la base de trois principes. D'une part, le Comité scientifique a cherché à réunir les principaux champs d'expertise scientifique et de terrain nécessaires à l'analyse des interactions entre les dynamiques relatives aux services rendus par les terres et aux ODD sélectionnés. D'autre part, il s'agissait de bénéficier de la présence d'acteurs dont les stratégies seront déterminantes pour l'atteinte de l'objectif ou qui seront largement impactés par un scénario permettant la réalisation de l'objectif. Enfin, les participants, en nombre limité, ne peuvent pas représenter l'ensemble des expertises et des acteurs concernés par les enjeux relatifs aux terres en France métropolitaine. C'est donc moins l'exhaustivité et la représentativité qui ont été recherchés que la diversité des expertises, notamment en sciences humaines et sociales et en sciences naturelles, et des visions pour l'avenir.

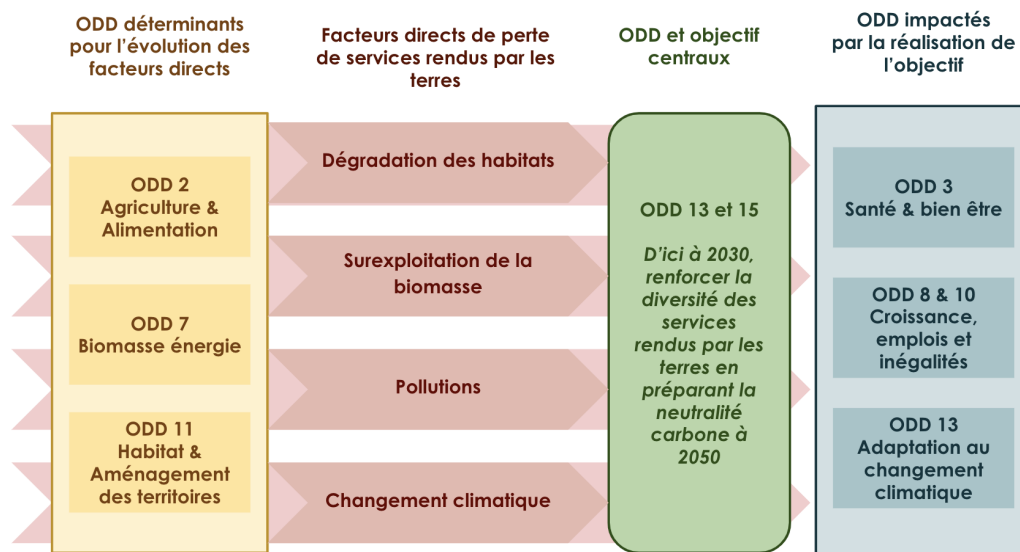
L'atelier s'est déroulé en six sessions (Figure 1.3). Un scénario schématique a été élaboré lors de la première session. Il a été affiné, au fur et à mesure des sessions suivantes, grâce à l'analyse des principales synergies et tensions entre l'objectif central et chacun des autres ODD étudiés. Ainsi, le scénario schématique a progressivement été enrichi d'hypothèses d'évolution relatives à d'autres ODD.

La trajectoire associée au scénario a fait l'objet d'une dernière session. Il s'agissait d'analyser les transformations sociétales nécessaires à la réalisation du scénario. A cette fin, le cadre *vrk* (*values, rules, knowledge*) développé par TARA (*Transformative Adaptation Research Alliance*⁵) a été mobilisé. Les transformations trouvent leur origine dans les processus de prise de décision, que ce soit dans les sphères sociale, économique ou politique. Ces processus sont contraints par les préférences des décideurs, le contexte institutionnel dans lequel ils évoluent et leur compréhension du monde (Lavorel et al., 2019 ; Colloff et al., 2017). Les participants ont analysé des transformations sociétales qu'ils considéraient indispensables à la réalisation du scénario pour les terres. S'inspirant du cadre *vrk*, ils ont cherché à identifier les éléments des cadres décisionnels qui permettraient une redéfinition des problèmes à considérer dans les processus de prise de décision, l'émergence de nouvelles options et in fine la réalisation des transformations envisagées.

⁴ Nous reprenons la distinction faite par la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) entre facteurs directs et indirects d'érosion de la biodiversité. "Les facteurs directs de changement de la nature ayant eu les incidences les plus lourdes à l'échelle mondiale sont, par ordre décroissant : la modification de l'utilisation des terres et des mers, l'exploitation directe des organismes, les changements climatiques, la pollution et les espèces exotiques envahissantes. Ces cinq facteurs directs découlent d'un ensemble de causes sous-jacentes, les facteurs indirects de changement, qui reposent à leur tour sur des valeurs sociales et des comportements incluant les modes de production et de consommation, la dynamique et les tendances démographiques, le commerce, les innovations technologiques et la gouvernance depuis le niveau local jusqu'au niveau mondial" (IPBES, 2019).

⁵ <https://research.csiro.au/tara/>

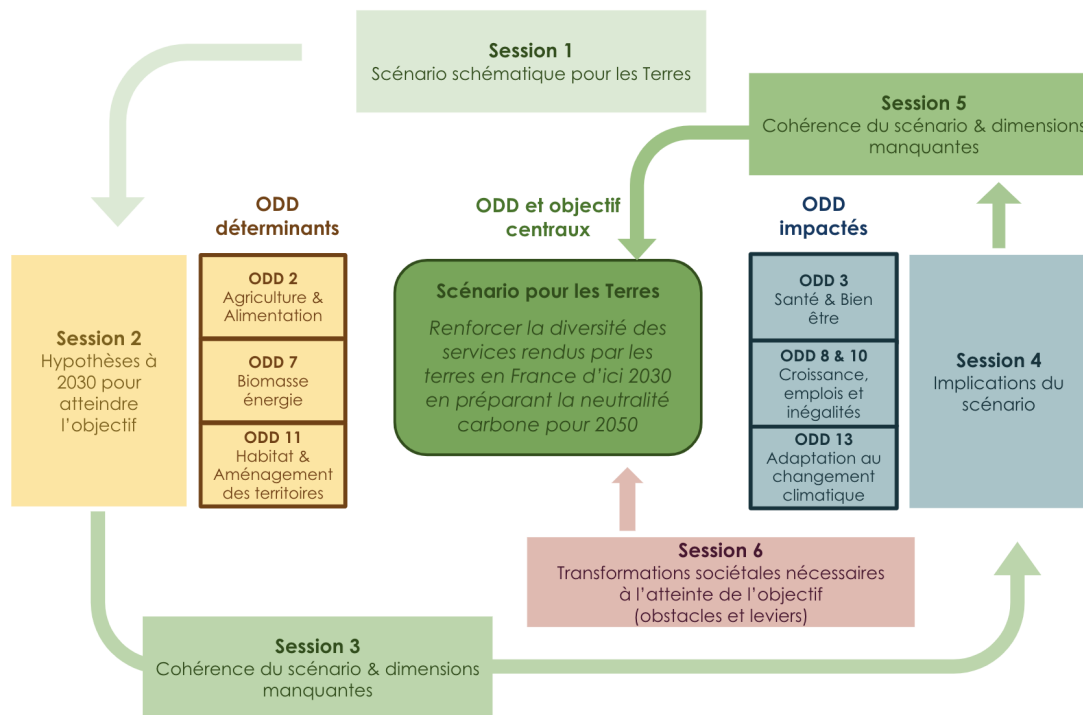
Figure 2. Objectif central du scénario, facteurs directs de perte de services rendus par les terres et ODD étudiés



Note : Le facteur direct de perte de services rendus par les terres 'dégradation des habitats' inclut les changements d'usages des sols et les pratiques agricoles et sylvicoles.

Une session sur l'analyse des interactions d'échelles spatiales a été organisée après l'atelier pour identifier les principales implications du scénario pour les autres échelles spatiales. Il s'agissait notamment de comprendre comment la poursuite de l'objectif à l'échelle de la France métropolitaine altère ou renforce la capacité des acteurs à d'autres échelles spatiales (pays, régions du monde ou échelle planétaire) à atteindre certains ODD.

Figure 3. Déroulement de l'atelier Terre



Discussion de l'objectif à 2030 et de la vision à 2050

L'objectif à 2030 et la vision à 2050, définis en amont de l'atelier par le Comité scientifique, ont fait l'objet d'une discussion par les participants.

- **Objectif** : En France, d'ici à 2030, renforcer la diversité des services rendus par les terres en préparant la neutralité carbone pour 2050.
- **Vision** : D'ici à 2050, les usages et la gestion des terres en France contribuent à répondre aux défis sociétaux et environnementaux relatifs à l'alimentation, la dégradation des sols, la perte de biodiversité et l'adaptation et l'atténuation au changement climatique tant à l'échelle nationale que mondiale.

Principaux points de discussion

- Outre le foncier bâti, la valeur du foncier est essentiellement liée aux gains que l'on peut anticiper de la commercialisation des produits sylvicoles et agricoles. Valoriser le foncier non-bâti en se fondant davantage sur les services écosystémiques est une hypothèse à envisager pour le scénario, notamment au travers de paiements pour services environnementaux.
- Dans l'explicitation de l'objectif, il apparaît nécessaire de distinguer les services aux gestionnaires de l'espace (agriculteurs, sylviculteurs, etc.) et les services à la société⁶. La première catégorie de services est généralement moins abordée dans les réflexions sur les terres. Il est important d'étudier les possibles convergences et tensions entre ces deux types de services ; en règle générale, on observe davantage de synergies que de tensions.
- Le terme "service" a une connotation utilitariste. Au-delà des services d'approvisionnement, de régulation et culturels rendus par les terres, il faut intégrer à l'objectif la valeur d'option des terres (pour le futur) et leur valeur intrinsèque, indépendamment des services qu'elles rendent aux humains.

Session 1 : Scénario schématique pour renforcer les services rendus par les terres en préparant la neutralité carbone pour 2050

1.1. Eléments transversaux du scénario schématique

- La multifonctionnalité des terres. Un même territoire assure simultanément des fonctions résidentielles, économiques, récréatives, etc. tout en préservant la biodiversité et en recherchant des synergies et complémentarités entre les différents usages. L'essor du télétravail peut aller dans le sens d'un tel scénario puisqu'il rapproche emploi et habitat, permettant de diminuer le temps de transports et les émissions de carbone associées, tout en renforçant l'économie locale via une consommation "sur place" du télétravailleur.
- Les solutions fondées sur la nature comme voie d'adaptation au changement climatique et de gestion des risques dans la mesure où le changement climatique se traduit par une demande croissante de services écosystémiques de protection. Par exemple, la restauration des dunes sur les zones côtières permet de renforcer les services qu'elles rendent en termes de prévention des

⁶ Cette distinction est par exemple faite dans l'étude "Les services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles" de l'INRAE (2017).

risques face aux tempêtes et aux inondations. En zone urbaine, davantage d'accès à la nature (parcs urbains, agriculture urbaine, etc.) permet de lutter contre les îlots de chaleur et de mieux gérer le ruissellement tout en améliorant la qualité de vie des citoyens. La localisation ou relocalisation d'activités et d'infrastructures en fonction de l'exposition aux risques doit aussi être envisagée pour les limiter.

- Le déploiement d'instruments économiques incitatifs, en particulier les paiements pour services environnementaux.
- La limitation des importations créant de la déforestation.

Le scénario doit prendre en compte une augmentation attendue de la population française d'ici à 2050⁷, même si celle-ci demeure faible comparée aux projections de croissance démographique dans d'autres pays (notamment l'Inde et les pays d'Afrique subsaharienne). Par ailleurs, le réchauffement climatique va intensifier la pression migratoire dans de nombreux pays tempérés. A cet égard, la création d'emplois agricoles représenterait une opportunité d'emploi des populations immigrées.

1.2. Éléments relatifs à l'agriculture et l'alimentation

Le scénario schématique suppose une modification des régimes et des comportements alimentaires pour une alimentation responsable et de meilleure qualité. Ce levier est particulièrement important dans un contexte où la qualité des sols s'amointrit et où, depuis 1995, les rendements diminuent (pour le blé) ou croissent beaucoup plus lentement.

Un tel changement de comportement alimentaire comprend, d'une part, des régimes alimentaires plus conformes aux recommandations nutritionnelles, avec notamment une réduction de la consommation de protéines animales et une augmentation de la consommation de produits de qualité et, d'autre part, une baisse du gaspillage et de l'usage des emballages plastiques. Ce changement est nécessairement concomitant d'une transformation de la production agricole, marquée notamment par la relocalisation et la transformation des modes d'élevage et une augmentation de la production sous labels. Il repose par ailleurs sur des mesures pour assurer l'accès de tous à une alimentation de qualité⁸ (aujourd'hui, par exemple, la consommation de viande est plus importante dans les CSP les plus modestes) (Paturel et Ndiaye, 2020).

Dans le scénario, les activités d'élevage diminuent mais ne disparaissent pas. Il s'agit notamment de maintenir les services écosystémiques rendus par le pâturage des ruminants : services de régulation (stockage de carbone, fertilité des sols avec les cycles du phosphore et de l'azote), de support (habitats pour la biodiversité) et culturels (qui soutiennent le développement d'activités économiques et de tourisme). La transformation de l'élevage se traduit par :

- Un redéploiement de la production de protéagineux à travers une meilleure utilisation des légumineuses fourragères, qui permet de limiter les pressions de l'élevage.
- Un essor des systèmes fondés totalement ou majoritairement sur l'herbe et une limitation de l'usage des concentrés en les produisant sur place.
- Une relocalisation de l'élevage, qui permet de mobiliser les complémentarités entre élevage et cultures. Une diminution de l'élevage n'a pas les mêmes implications en Bretagne et dans le Massif Central. Par exemple, la densité d'élevages porcins dans le Massif Central est significativement faible (un site tous les 53 km²) comparé à la Bretagne (un site tous les 5 km²) et à la moyenne

⁷ Selon les projections démographiques de l'INSEE (2017), la France accueillerait 74,0 millions d'habitants en 2050, soit 8,2 millions d'habitants de plus qu'en 2013. Le scénario central présente un solde migratoire avec l'étranger de +70 000 personnes par an, une fécondité stable et des gains d'espérance de vie pour la population française (Insee, 2017). La croissance démographique française à l'horizon 2050 repose donc principalement sur son solde migratoire positif.

⁸ Les réflexions en cours aujourd'hui à ce sujet concernent par exemple la création d'une sécurité sociale de l'alimentation.

nationale (un site tous les 38 km²) (Balouzat *et al.*, 2020). La complémentarité élevage-culture sur un même territoire est donc privilégiée dans le scénario. L'épandage d'effluents d'élevage permet de croiser un intérêt agronomique de maintien de la fertilité des sols à un intérêt environnemental à travers le stockage de carbone organique.

Le scénario doit statuer sur la diminution relative de l'élevage de monogastriques versus de ruminants. Les élevages monogastriques sont aujourd'hui fortement industrialisés et posent des problèmes de gestion des effluents, de prophylaxie (virus H1N8, peste porcine, ...), d'antibiorésistance et de bien-être animal. Les ruminants sont à l'origine d'une part non négligeable des émissions de GES. Le scénario *Ten Years For Agroecology* (TYFA) (Poux et Aubert, 2018) projette une diminution de la consommation de produits d'origine animale, une relocalisation de l'élevage à l'échelle européenne, un maintien de l'élevage des ruminants et un redéploiement des légumineuses. Ce scénario parvient à des réductions d'émissions nettes de gaz à effet de serre. Dans notre scénario, maintient-on les prairies avec des ruminants, ou plutôt avec une partie des prairies qui alimente la méthanisation ? Quelle est la place de l'élevage monogastrique ? Il est à noter que, du fait du maintien de la consommation de viande bovine qu'il envisage, TYFA n'est pas compatible avec une montée en puissance du profil alimentaire des consommateurs bio (Baudry *et al.*, 2019).

L'essor de la consommation de produits de qualité (produits sous label) peut créer une tension entre objectifs dans la mesure où la production de ces produits requiert plus de surfaces agricoles et n'est pas nécessairement moins émettrice de GES par kilo de produit.

L'impact des transformations de la production agricole en termes d'emploi dépend en partie du rapport de la société à la technologie. L'essor des circuits courts ainsi que de l'agriculture biologique et sous labels dans notre scénario nécessite plus de main d'œuvre. Aussi, dans un contexte de multifonctionnalité des territoires, dans lequel les activités de production agricole sont proches des activités de consommation, la production hors-sol (dans des fermes urbaines notamment) pourrait être considérée comme une voie attractive.

1.3 Éléments relatifs à la biomasse énergie

Le scénario schématique repose sur la sobriété énergétique. Les discussions de la session sur la biomasse énergie devront porter sur :

- Le mix énergétique : la part du nucléaire, des énergies renouvelables éoliennes et solaires, l'ampleur de la mobilisation de la biomasse ;
- Les complémentarités et synergies entre les activités et les objectifs. Par exemple, l'agrivoltaïque permet d'associer sur un même espace la production d'électricité d'origine photovoltaïque et la production agricole (principalement du pâturage) ;
- La localisation des activités de production d'énergie renouvelable et leur acceptabilité sociale ;
- Le développement des matériaux et produits biosourcés, qui peuvent se substituer à des produits conventionnels, notamment ceux dérivés du pétrole, pour différents usages. Toutefois, leur développement risque de créer une concurrence d'usage des terres.

1.4 Éléments relatifs à l'habitat et à l'aménagement des territoires

Le scénario schématique repose sur un ralentissement du rythme d'artificialisation des sols. L'artificialisation des sols continue d'augmenter à l'échelle nationale (on artificialise environ un département français tous les 10 ans). Au-delà de l'aspect quantitatif de la perte de terres, l'artificialisation des terres représente, en 10 ans, 100 millions de tonnes de CO₂ en émission, soit le double des réductions d'émissions enregistrées au niveau national sur la même période. Par ailleurs, les formes prises par l'artificialisation entraînent un mitage du territoire avec des impacts sur les continuités écologiques et sur la disponibilité en terres agricoles.

La densification des villes représente un levier d'action important pour limiter l'étalement urbain, et selon les options de morphologie urbaine privilégiées, peut être compatible avec un renforcement des services rendus par les terres dans les espaces urbains.

Le scénario doit également traiter des interactions entre les zones rurales et urbaines, étroitement liées aux déterminants des modes d'habiter, telles que les mobilités quotidiennes, les préférences individuelles et les migrations de populations. Par exemple, la migration d'individus vers des zones rurales structurées par de petits pôles urbains met en lumière l'attractivité de la campagne. L'enjeu est de structurer l'organisation de ces réseaux de villes petites et moyennes de sorte à limiter l'urbanisation diffuse sur ces territoires.

Session 2.1 : Agriculture & Alimentation

La session parallèle sur l'agriculture et l'alimentation avait pour objectif : 1) d'identifier les interactions entre les cibles d'une agriculture et alimentation durable et l'objectif pour les terres et 2) de définir une trajectoire pour une transition alimentaire et agricole durable à l'horizon 2030, compatible avec l'objectif pour les terres.

2.1.1 Les cibles d'une agriculture et alimentation durable

Des cibles, définies en amont de l'atelier par le Comité scientifique, pour la transition agricole et alimentaire ont été discutées par les participants. Ces cibles reprennent celles de l'ODD 2 ("Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable") en les adaptant au contexte de la France métropolitaine et aux enjeux à traiter dans l'atelier :

1. Alimentation saine
2. Alimentation suffisante
3. Revenus "décent" pour les agriculteurs
4. Préservation de la biodiversité et des sols
5. Atténuation du changement climatique
6. Adaptation au changement climatique

Les cibles 4 et 5 sont alignées avec l'objectif pour les terres.

Les participants ont souligné que la cible 2 concerne une alimentation suffisante à la fois en termes de quantité et de qualité (apports nutritionnels essentiels). Par ailleurs, si la disponibilité alimentaire en France est suffisante - quantitativement et qualitativement - pour l'ensemble de la population, l'accès à une alimentation saine et suffisante n'est pas garantie pour tous. Enfin, la France exporte approximativement l'équivalent de la production de 40% de ses surfaces tout en en important l'équivalent de 30%. Doit-on chercher à réduire ces flux, très impactants environnementalement et socialement ? La cible d'alimentation suffisante pose ainsi la question de l'échelle géographique à laquelle elle doit être considérée : France, Europe, ou plus largement les régions vers lesquelles nous exportons le plus, le Maghreb notamment ? Quelle part d'exportations souhaite-t-on conserver dans le scénario à 2030 ?

Le renouvellement de génération des agriculteurs français (la moitié des agriculteurs partiront à la retraite d'ici à 2050) peut jouer un rôle déterminant dans la transition agricole. Les politiques publiques d'accompagnement d'installation agricole, notamment en agriculture biologique, joueront donc un rôle clé dans les années à venir (formation des agriculteurs, régulation du foncier, subventions pour l'installation en bio, etc.). Toutefois, les effets du renouvellement générationnel ne peuvent pas se penser indépendamment de la tendance lourde d'augmentation de la taille des exploitations et des évolutions des formes d'exploitation. De plus en plus de personnes déclarées "agriculteurs" ne sont pas des actifs

agricoles, ils exploitent leurs terres à distance. La dissociation croissante entre exploitation, société et propriété participe à l'agrandissement des exploitations (par regroupement). La SAFER rencontre ainsi de plus en plus de difficultés à réguler le foncier et à encourager l'installation de petits agriculteurs.

2.1.2 Les principales hypothèses d'une transition agricole et alimentaire durable dans le scénario pour les terres

Les participants ont identifié les principales hypothèses d'une transition agricole et alimentaire durable et les principales synergies et tensions qui y sont associées. Les hypothèses, largement inspirées du scénario Aferres2050 (Couturier *et al.*, 2016) concernent : les comportements et régimes alimentaires, le volume des productions agricoles, les usages de la biomasse, les pratiques agricoles, et les systèmes agricoles et alimentaires.

Comportements et régimes alimentaires

- La réduction de la consommation de sucres et de graisses, de la quantité totale de protéines consommées et la substitution des protéines végétales aux protéines animales, conformément aux recommandations nutritionnelles (Ministère des Solidarités et la Santé, 2019), contribuent aux cibles d'alimentation saine et suffisante. La moindre consommation de protéines animales contribue en outre à la cible d'atténuation du changement climatique étant données les empreintes carbone respectives des protéines végétales et animales. Toutefois, les produits riches en sucre ont en moyenne une empreinte carbone plus faible que les produits bons pour la santé.
- La réduction des pertes et gaspillages tout au long de la chaîne alimentaire repose sur des changements de comportements (y compris en restauration collective en adaptant les portions) et le déploiement des technologies et filières de recyclage. Elle contribue, en relâchant la pression sur les ressources naturelles, aux cibles d'alimentation suffisante, de préservation de la biodiversité et des sols et d'atténuation du changement climatique.
- Le développement de la consommation et production de produits biologiques permet de préserver la biodiversité et les sols, et contribue à l'atténuation du changement climatique et à une alimentation plus saine.

Volume de la production agricole

- Le volume de l'élevage (à la fois des monogastriques et des ruminants, plus particulièrement les élevages nourris à base de grains) et la production de céréales et de fourrages diminuent au bénéfice des cibles d'atténuation du changement climatique et de préservation de la biodiversité et des sols. Les élevages de ruminants émettent davantage de GES que les monogastriques, et leur alimentation est significativement plus consommatrice de terres que celle des humains et des monogastriques : 40% des terres arables sont mobilisés pour leur alimentation. Le nombre de ruminants doit donc diminuer, plus particulièrement dans les régions avec peu de prairies permanentes comme dans le Grand Ouest. L'élevage des monogastriques présente également de nombreux enjeux, dont le bien être animal et l'intensification de la production. Par exemple, les élevages de porc au Danemark visent une production porcine de 40 porcelets par truie. De plus, le soja, responsable d'une partie importante de la déforestation au Brésil, est très utilisé dans les élevages monogastriques. Enfin, les élevages de monogastriques sont industriels (1% des exploitations françaises produit 60 à 80% des œufs, du porc et de la volaille produits en France) et sont une source de résistance accrue de la population aux antibiotiques. Le travail des éleveurs mettant en place des changements de pratique (par exemple, un allongement du nombre de jours d'élevage des poulets) doit être valorisé. Il est toutefois nécessaire de conserver à la fois les monogastriques et les ruminants car ils remplissent des rôles complémentaires ; les ruminants valorisent l'herbe et les monogastriques les déchets.

- Les productions maraîchères et de légumineuses augmentent pour contribuer à une alimentation saine et suffisante, ainsi qu'à la préservation de la biodiversité et des sols (fixation naturelle de l'azote des légumineuses).
- Un volant d'exportations agricoles est maintenu, notamment vers l'Afrique du Nord, pour contribuer à la sécurité alimentaire mondiale (étant données les limites en termes de production alimentaire dans certaines régions).

Usages de la biomasse

- L'essor de la valorisation des biodéchets pour l'usage agricole concourt à l'atténuation du changement climatique et à des revenus décents pour les agriculteurs.
- La mobilisation de la biomasse pour la production d'énergie (ou de matériaux biosourcés) doit éviter une concurrence d'usage des terres avec la production alimentaire.

Pratiques agricoles et d'élevage

L'usage des produits phytosanitaires, et l'ensemble des coûts économiques, environnementaux et sanitaires qui y sont associés, sont fortement réduits pour contribuer à la santé nutritionnelle, à la préservation de la biodiversité et des sols et à l'atténuation du changement climatique. L'agriculture biologique, ainsi que plus généralement les pratiques agroécologiques, se développent sur tout le territoire. Elles mettent l'accent sur la conservation de la fertilité des sols, notamment au travers de :

- Un travail réduit ou occasionnel des sols ;
- L'agroforesterie ;
- L'introduction des légumineuses ;
- Les rotations de cultures afin de diversifier les parcelles et les paysages ;
- Le développement des couverts végétaux, pour lutter contre l'érosion des sols et favoriser l'infiltration de l'eau ;
- Les cultures associées ;
- L'utilisation de variétés végétales adaptées ;
- Le maintien, voire la réintroduction, des prairies naturelles.

Les participants ont toutefois souligné que ces pratiques peuvent être à l'origine de tensions. Les principales tensions qu'ils ont identifiées sont les suivantes :

- Les couverts végétaux pour conserver la fertilité du sol et stocker l'eau dans les sols posent des problèmes dans certaines régions. En effet, selon les paramètres biophysiques locaux (régime de pluie, profondeur du sol, dynamique des hydrosystèmes), de telles pratiques se traduisent par une augmentation sous couvert mais aussi par davantage d'évapotranspiration si bien que le drainage jusqu'aux nappes phréatiques peut se trouver réduit du fait de la diminution du ruissellement dans les régions où les précipitations sont relativement faibles.
- Le bilan environnemental des produits issus de l'agriculture biologique n'est pas systématiquement meilleur en termes d'émission de GES que celui des produits de l'agriculture conventionnelle. Cette tension se résout, dans la transition envisagée, avec un changement d'habitudes alimentaires systémique (les GES diminuent de 34% et l'usage des terres de 24% dans le cas d'un régime alimentaire qui inclut davantage de protéines végétales (Baudry *et al.*, 2019 ; Solagro, 2019)). Celui-ci inclut non seulement une consommation plus importante de produits biologiques mais aussi davantage de protéines végétales (en substitution à celles d'origine animale) et un recours plus important aux circuits courts. En effet, l'empreinte carbone à l'hectare de la production de protéines végétales est plus faible que celle de la production de protéines animales, quel que soit le mode de production agricole. Par ailleurs, les circuits courts ont une logistique optimisée et se traduisent par

une prise de conscience des consommateurs qui y ont recours de l'impact environnemental de leur consommation, ce qui leur permet de réduire les émissions de GES liées à la distribution, d'autant plus que les trajets effectués par les particuliers pour s'approvisionner dans ce cadre sont souvent multifonctionnels (non seulement achat de nourriture mais aussi balade en campagne par exemple).

- L'agriculture biologique est en général moins productive (en particulier pour les céréales mais pas systématiquement pour les surfaces fourragères et les légumineuses) que l'agriculture conventionnelle et ses produits sont en moyenne plus chers. Un essor massif de l'agriculture biologique interroge donc la capacité à produire assez pour tous, et à des prix abordables. Le moindre rendement en bio est essentiellement dû à la non utilisation d'azote chimique et à l'utilisation de variétés sélectionnées pour l'agriculture conventionnelle. Le scénario permet une alimentation suffisante car il associe une nécessaire sortie de l'azote chimique fabriquée à partir du gaz naturel, le changement de régimes et comportements alimentaires et la mise en place d'un catalogue de variétés et plants spécifiques pour l'agriculture biologique, pour toutes les espèces, à disposition des professionnels. En ce qui concerne l'accès, la transformation des régimes alimentaires reposant sur un moindre gaspillage et moins de dépenses pour les produits animaux et transformés, le coût de l'alimentation n'augmente pas. Toutefois, les inégalités d'accès ne se résument pas aux effets prix et revenu.

Les nouvelles technologies (usage des robots, des drones, télédétection spatiale, bases de données, intelligence artificielle, etc.) sont mobilisées pour l'agriculture de précision, le désherbage, etc. sur la base d'analyses de cycle de vie (ACV) en termes d'émission de GES et de biodiversité.

Des systèmes d'élevage plus vertueux, notamment du point de vue de l'alimentation du bétail, se développent. Les systèmes extensifs sont privilégiés avec une généralisation des systèmes à l'herbe pour les ruminants et l'abandon des systèmes basés sur le maïs et le soja, afin de contribuer aux cibles de préservation de la biodiversité et des sols et d'atténuation du changement climatique. Ce changement permettrait notamment de stopper la déforestation liée à l'importation du soja. Cette évolution se traduit en outre par une amélioration du bien-être animal.

Dans le scénario, les modes d'élevage pour lesquels l'alimentation n'entre pas en compétition avec l'alimentation humaine et qui jouent un rôle dans la préservation de la biodiversité se développent notamment dans les zones de montagnes. La surface rendue disponible par la diminution de l'élevage est utilisée pour créer des zones propices à la préservation de la biodiversité, comme les Surfaces d'Intérêt Écologique⁹ et des espaces naturels sans intervention humaine, plutôt que pour faire des cultures énergétiques.

Systèmes agricoles et alimentaires

- La transition agricole et alimentaire envisagée repose sur la coexistence d'une variété d'agricultures, de filières et d'opérateurs. Elle est fondée sur des innovations sociales et technologiques, de nouvelles réglementations, des paiements pour services environnementaux, l'accès à des variétés adaptées, le maintien du nombre d'exploitations et de l'emploi agricole, qui pose la question de l'attractivité de ces métiers.
- Parmi les innovations intéressantes pour notre scénario, celles qui concernent les modalités d'installation méritent d'être analysées. Ainsi par exemple, les économies de gamme peuvent être recherchées au travers d'un groupement d'exploitants spécialisés dans tel ou tel atelier collaborant à une production diversifiée et complémentaire à la fois du point de vue agronomique et commercial (dans le cadre de circuits courts notamment).

⁹ Les SIE sont un ensemble d'habitats semi-naturels ou naturels de haute valeur écologique, situés dans les espaces agricoles.

- Les systèmes misant sur la qualité et les économies de gamme sont promus afin de concourir à une alimentation saine et suffisante et d'assurer des revenus décents aux agriculteurs.
- La réduction et la mutualisation du transport tout au long de la chaîne alimentaire en promouvant les circuits courts et la consommation locale (y compris à l'échelle de territoires transfrontaliers) contribuent à l'atténuation du changement climatique. En outre, le développement des circuits courts représente une opportunité pour les agriculteurs de diversifier leurs activités, et par conséquent leurs revenus.
- La transition vers une alimentation issue d'une agriculture utilisant moins d'intrants et caractérisée par de moindres apports en protéines animales a pour conséquence la suppression d'emplois dans les secteurs qui produisent, transforment et distribuent les produits délaissés. Elle suppose donc une restructuration des filières et des emplois, qui peut prendre du temps et appelle un accompagnement.

Session 2.2 : Biomasse énergie

La session parallèle sur la biomasse énergie avait pour objectif : 1) d'identifier les interactions entre les cibles d'une biomasse énergie durable et l'objectif pour les terres et 2) de définir une trajectoire pour une transition durable pour la biomasse énergie à l'horizon 2030, compatible avec l'objectif pour les terres. Une session complémentaire s'est déroulée après l'atelier sur les terres, réunissant les participants de l'atelier intéressés par les enjeux relatifs à la biomasse énergie, ainsi que deux experts¹⁰ qui n'étaient pas présents lors de l'atelier. Cette session avait pour objectif de poursuivre les discussions commencées dans le cadre de la session sur la biomasse énergie, notamment sur les vecteurs énergétiques et les solutions de stockage *power to gas*.

2.2.1 Les cibles d'une biomasse énergie durable

Des cibles ont été définies par le Comité scientifique, en amont de l'atelier, pour une mobilisation durable de la biomasse pour produire de l'énergie neutre en carbone et pour stocker du carbone.

1. Contribuer à l'atténuation du changement climatique ;
2. Être adaptée aux impacts du changement climatique, y compris sur la ressource en eau ;
3. Préserver la multifonctionnalité de l'agriculture et des forêts ;
4. Préserver la biodiversité et les sols.

2.2.2 Les principales hypothèses d'une mobilisation durable de la biomasse pour la production d'énergie dans le scénario pour les terres

Éléments transversaux

La trajectoire élaborée est alignée avec l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050 de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) et de la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse (SNMB) et reprend plusieurs principes de ces stratégies : le principe de hiérarchie des usages¹¹, le respect de la biodiversité, l'intégration des impacts du changement climatique, y compris sur la ressource en eau, et les usages régionaux ou locaux privilégiés de manière à limiter les émissions de CO₂ associées au transport de la biomasse et la déforestation associée aux importations de biocarburants et de bois (Ministère de la Transition Écologique, 2020).

¹⁰ Christian Couturier, Solagro, et Sylvain Bordebeure, ADEME.

¹¹ Selon le principe de la hiérarchie des usages, la biomasse est avant tout valorisée pour l'alimentation et les matériaux avant d'être mobilisée pour générer de l'énergie.

Les participants ont ajouté que la biomasse devait être considérée au-delà de l'étape d'extraction : dans la transition envisagée, des systèmes de recyclage se développent à l'échelle du territoire pour maximiser la circularité de la biomasse entre les secteurs agricole, sylvicole et énergétique, permettant d'atténuer la pression sur la ressource. Des incitations économiques sont ainsi mises en place pour encourager les différents secteurs à valoriser, de façon pérenne, les résidus et les déchets (par exemple les déchets bois issus des zones urbaines). Le développement de l'utilisation circulaire de la biomasse s'accompagne, dans le scénario, d'études approfondies sur les externalités négatives des procédés et de processus de concertation avec les différentes parties prenantes. En effet, la quête de naturalité, illustrée par les réticences au recyclage des cendres et à l'utilisation du digestat de méthanisation et du biochar¹², peut freiner le développement des différents circuits de recyclage de la biomasse. Une attention constante est donc portée à l'acceptabilité des différentes pratiques de recyclage.

Les solutions énergétiques sont organisées de manière à éviter la perte des autres services écosystémiques et à préserver ainsi la multifonctionnalité des territoires¹³. La place du système de production dans l'aménagement des territoires est reconsidérée, et la poursuite d'économies d'échelle est réévaluée¹⁴.

Dans le scénario, les stratégies pour réduire les émissions de GES sont privilégiées aux stratégies de compensation. En effet, la mise en place de moyens de compensation des émissions de GES est nécessaire mais loin d'être suffisante pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Selon la SNBC, la neutralité carbone implique de diviser par six les émissions et doubler le carbone stocké dans les puits de carbone d'ici à 2050. Dans la transition envisagée par les participants, seuls les puits "traditionnels" que sont les sols et les forêts sont mobilisés, et le stockage géologique de type BECCS¹⁵ (Bioénergie avec captage et stockage de carbone) ne connaît pas de développement important à l'horizon 2030 et 2050. En effet, trop d'incertitudes persistent concernant cette méthode de stockage, notamment quant aux moyens techniques d'isolation des réservoirs à CO₂ et des systèmes de collectes et de transport de CO₂, et quant à l'impact sur les terres de telles solutions.

Enfin, ces éléments de transition de la production d'énergie prennent place dans un contexte où la demande énergétique diminue, une plus grande sobriété et efficacité énergétiques étant indispensables à l'atteinte de la neutralité carbone. De plus, l'objectif de neutralité carbone ne repose pas uniquement sur le développement de la biomasse : les énergies solaire et éolienne jouent un rôle important dans le scénario.

Essor du solaire et de l'éolien

La production d'énergies solaire et éolienne augmente dans le scénario pour compenser une baisse de la consommation d'énergies fossile et nucléaire. Les participants ont précisé que si les éoliennes et les panneaux photovoltaïques ont un impact écologique, de l'étape de l'extraction des minéraux pour la fabrication des technologies au recyclage de ces dernières, les analyses de cycles de vie révèlent que les émissions de GES par kWh de ces technologies sont très faibles par rapport aux énergies fossiles. Produire un kWh avec des éoliennes correspond à 12g de CO₂, 40g avec des panneaux photovoltaïques, 450g avec du gaz naturel, 800g avec du pétrole, et plus de 1000g avec du charbon (GIEC, 2014).

La surface nécessaire pour un déploiement massif des énergies solaire et éolienne doit être estimée et optimisée.

¹² Le biochar est issu d'un procédé de pyrolyse du méthane permettant de décomposer le méthane en carbone solide et hydrogène.

¹³ De telles solutions sont explorées dans une étude prospective à l'échelle de la région Nouvelle Aquitaine réalisée pour réfléchir aux mesures d'atténuation et d'adaptation au changement climatique de la région (Acclima Terra et Le Treut, 2018).

¹⁴ La recherche d'économies d'échelle dans les stratégies économiques d'après-guerre s'est traduite par une dépendance aux produits phytosanitaires et l'érosion de la biodiversité.

¹⁵ Souvent mobilisés dans les scénarios du GIEC, les BECCS commencent à être utilisés dans certains pays comme la Norvège.

- Les panneaux photovoltaïques doivent être installés en priorité sur les toitures et les espaces déjà artificialisés, comme les friches industrielles, pour limiter la consommation de terres. Cette stratégie est modélisée dans le scénario négaWatt, où les 150 TWh d'électricité solaire produits en 2050 correspondent à une surface d'installations photovoltaïques au sol de seulement 15 000 ha, suggérant qu'il est possible de développer massivement l'énergie solaire sans entraîner de changement d'usage des sols. Les systèmes agrivoltaïques¹⁶ sont encore au stade de l'expérimentation et leur impact sur la productivité des sols dépend des cultures. Les panneaux présentent un risque de concentration des écoulements d'eau et d'érosion, néanmoins sans baisse significative de la productivité (Pointereau *et al.*, 2009). Dans certains cas, les panneaux permettent de protéger les cultures en cas de climat sec et d'excès d'ensoleillement. L'impact de ces installations sur la production primaire végétale doit être davantage étudié afin de ne pas surestimer le potentiel de ces systèmes.
- L'emprise au sol et l'impact sur la production végétale des éoliennes sont encore plus faibles que les panneaux photovoltaïques. Une éolienne consomme 0,5 ha en phase d'exploitation (Védrine et Jourdain, 2020), et 83% du parc éolien est actuellement construit sur des terres agricoles (ADEME *et al.*, 2017). La consommation de terres par le développement de l'éolien reste marginale : le parc éolien contribue actuellement à seulement 1,5 % de l'artificialisation des terres en France. La Programmation Pluriannuelle Énergétique (PPE) prévoit l'installation de 18 000 MW d'électricité éolienne supplémentaire d'ici à 2028, correspondant à 310 ha de terres agricoles par an. Des textes réglementaires encadrent la consommation de terres agricoles liée à l'éolien, le démantèlement, et la remise en état des sites. De plus, certaines mesures peuvent être prises pour réduire davantage l'emprise au sol, comme l'assemblage en l'air des pales d'un rotor.

Une part de la biomasse dans le mix énergétique en légère augmentation

Les participants ont évalué les modes de production durables du biogaz et du bois-énergie, en tenant compte des tensions et des synergies entre l'objectif pour les terres et les quatre cibles d'une biomasse énergie durable.

La production de biomasse énergie garde une place importante dans le mix énergétique et ne connaît qu'une légère augmentation d'ici à 2030 dans le scénario. La production de biogaz est uniquement utilisée conjointement à des pompes à chaleur pour écrêter les pics de consommation de chaleur en hiver et éviter ainsi de surdimensionner le système électrique par rapport à la demande annuelle (Committee on Climate Change, 2018), et la production de bois-énergie est maintenue en tant qu'"énergie d'ajustement".

Les limites associées au développement de la méthanisation

La méthanisation¹⁷ présente de nombreuses limites. Le rendement par m² de la photosynthèse est faible par rapport aux rendements du photovoltaïque et de l'éolien, et le potentiel de production est limité. Alors que l'ADEME évalue le potentiel de production du biogaz à 70 TWh en France à l'horizon 2035 (ADEME, 2013), la consommation primaire de gaz fossile s'élevait à 470 TWh en 2018 (Haut Conseil pour le Climat, 2020). Dans le scénario, le potentiel de production diminue davantage : la quantité de biodéchets alimentaires est considérablement réduite par l'évolution des comportements alimentaires, les élevages sont réduits et en plein air, l'usage d'intrant diminue, et la majorité des résidus de culture est restituée au sol, car l'apport de matières organiques permet de conserver la qualité des sols. De plus, le potentiel de production du biogaz à long terme est incertain, compte tenu des effets du changement climatique (réduction des ressources en eau notamment).

¹⁶ Les systèmes agrivoltaïques visent à coupler une production électrique secondaire avec une production agricole principale en permettant une synergie de fonctionnement.

¹⁷ Plus d'informations sur le développement de la méthanisation en France dans l'étude de l'INRAE (INRAE, 2019).

Le contexte énergétique actuel est extrêmement défavorable à un développement important du biogaz, du fait du différentiel de coûts encore élevé avec le gaz naturel et le charbon pour les usages thermiques. Les pouvoirs publics ont successivement défini trois objectifs de développement pour le biogaz : la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte de 2015 a fixé l'objectif de porter la part du biogaz à 10% de la consommation de gaz en 2030 ; la PPE de 2016 fixait un objectif de production de biogaz de 8 TWh en 2023, mais cet objectif a ensuite été revu à la baisse (6 TWh) dans la PPE de 2019 notamment dû aux coûts importants liés au développement de la filière. En effet, en l'absence de subventions, le biogaz n'est pas encore compétitif face au gaz fossile : l'objectif de la PPE serait d'atteindre un coût de 60 €/MWh en 2028, alors que le prix actuel du gaz naturel est inférieur à 25 €/MWh (INRAE, 2019).

L'impact écologique de la production de biogaz

Les participants ont évalué l'impact écologique de la production de biogaz, notamment sur le stockage de carbone au sol, le changement d'usage des terres et le cycle de l'eau.

Plusieurs études analysent l'impact de la biomasse sur les stocks de carbone dans le sol en comparant les différents itinéraires que peut prendre la biomasse agricole :

- Produire du fourrage et l'épandre ;
- Produire du fourrage, le méthaniser, et épandre le digestat ;
- Produire du fourrage, nourrir le bétail, et épandre les effluents ;
- Produire du fourrage, nourrir le bétail, méthaniser les effluents et épandre le digestat.

La comparaison des itinéraires montre que la méthanisation réduit l'activité microbienne du sol, mais que la fraction de carbone stable¹⁸ stockée au sol est la même avec ou sans méthanisation, avec environ 14 % de carbone restitué au sol à long-terme (Thomsen *et al.*, 2013). Les digestats n'ont pas les mêmes propriétés qu'une litière végétale, ils sont riches en azote mais pauvres en carbone, et ils présentent donc le risque d'un apport plus faible de carbone pour le sol. Cependant, des tests de potentiel méthanogène montrent que la valeur carbone est similaire pour un digestat frais et un fumier un peu décomposé (le fumier est souvent stocké quelques mois avant d'être épandu, entraînant une perte de carbone et d'azote au cours de la fermentation, ainsi que des émissions de méthane et de protoxyde d'azote). De plus, des quantités de carbone assez significatives peuvent être stockées dans le sol en produisant du biogaz, même sans épandre le digestat, grâce aux résidus de biomasse aérienne mais surtout grâce au développement du système racinaire. En effet, la biomasse souterraine stocke deux à trois fois plus de carbone que la biomasse aérienne.

L'augmentation de la fréquence et de la surface des CIVE entre les cultures permet d'augmenter les stocks de carbone dans les zones de grandes cultures (Pellerin *et al.*, 2013). Jusqu'à aujourd'hui, les successions de cultures et la diminution des cheptels ont beaucoup réduit les apports de carbone dans le sol dans ces zones, imposant de ne pas ou de peu utiliser les résidus de culture pour produire de l'énergie.

Les participants ont toutefois souligné que la production de biogaz à partir de CIVE pouvait avoir un impact négatif sur l'eau car les cultures intermédiaires sont cultivées en demi-saisons, qui correspondent à des périodes clé pour la recharge des aquifères. Cependant, si le couvert intermédiaire est détruit suffisamment tôt avant la culture suivante (de l'ordre de 15 jours), le risque de déficit en eau pour la culture suivante est presque nul (Cousin *et al.*, 2018). Il est nécessaire de réaliser davantage de modélisation pour identifier les situations critiques où mettre des couverts présente des risques, notamment en cas de sécheresse importante.

Les participants ont également évoqué le risque que la valorisation des couverts intermédiaires les

¹⁸ Le carbone stable est la part de carbone stockée sur le long-terme.

transforme en cultures de rentes, et que les agriculteurs soient encouragés à utiliser des fertilisants et des produits phytosanitaires. La valorisation des CIVE pourrait également créer une compétition entre la production de biogaz et de ressources fourragères, et entraîner ainsi une augmentation du prix de la paille et des terres. Cependant, le risque est limité, car l'achat de terres pour faire des CIVE n'est pas rentable, la paille n'est pas une ressource optimale pour la méthanisation et les agriculteurs n'ont aucun intérêt à mettre des ressources fourragères potentielles dans leurs méthaniseurs s'ils doivent par la suite acheter des fourrages sur le marché pour nourrir leur bétail.

La production de biogaz à partir des CIVE ou des prairies peut donc être compatible avec la protection des sols en acquérant une bonne maîtrise des modes de production durable.

Les bénéfiques associés au développement de la méthanisation

Les participants ont souligné que le développement du biogaz était souhaitable, du fait de l'importance de préserver différents vecteurs énergétiques et du rôle de la méthanisation dans la transition agroécologique.

- Préserver différents vecteurs pour satisfaire la demande finale

Les participants ont analysé la plus-value associée à la préservation de différents vecteurs énergétiques (notamment le gaz), plutôt que d'électrifier tous les usages. L'utilisation de différents vecteurs énergétiques permet d'alimenter les différents usages avec une meilleure performance. D'une part, les énergies solaire et éolienne permettent de produire de grandes quantités d'électricité non carbonée. D'autre part si, pour la majorité des participants, la biomasse n'est pas pertinente pour produire de l'électricité¹⁹, le biogaz peut néanmoins couvrir l'ensemble des besoins thermiques sur le réseau de gaz. L'utilisation du vecteur gaz est même soutenue par de grands groupes énergétiques comme ENGIE et par le secteur industriel, qui plaident pour une conservation des systèmes de chauffage au gaz dans les logements, et prévoient des usages significatifs de biogaz. Cependant, les participants ont souligné qu'aujourd'hui, l'utilisation de la biomasse énergie ne se développe que progressivement pour les usages industriels et collectifs, et se stabilise pour le chauffage domestique, notamment suite à une diffusion importante du chauffage électrique dans l'habitat français. Ces installations, qui consistaient majoritairement en des radiateurs fixes à convecteurs électriques très énergivores, sont progressivement remplacées par des pompes à chaleur permettant d'atteindre de très bons rendements²⁰, installées dans des logements mieux isolés.

De plus, le biogaz peut être mobilisé pour certains secteurs très difficiles à électrifier. Dans le scénario, la proportion de transports électriques continue d'augmenter et les individus appliquent le principe de sobriété énergétique dans leurs déplacements. L'électrification de la carburation des poids lourds par exemple, fait l'objet d'expérimentations techniques, mais la création de biocarburants liquides à partir de biomasse et d'hydrogène et la route électrique (actuellement testé sur des petites portions d'autoroute en Suède et en Allemagne) restent aujourd'hui au stade de prototype industriel. La fédération nationale des transports routiers privilégie le biométhane pour assurer l'autonomie des poids lourds pour le transport longue distance. Le biométhane pour les poids lourds est déjà utilisé dans certains pays comme le Danemark, où le réseau de gaz naturel est alimenté à 14% par du biométhane (Eyl-Mazzega et Mathieu, 2019). Pour l'aviation, des hydrocarbures de synthèse issus du procédé Fischer Tropsch sont mobilisés. Selon le principe "Power and Biomass to Liquid", le carbone de la biomasse est combiné avec de

¹⁹ L'un des participants a plutôt défendu que le biogaz devait être mobilisé pour produire de l'hydrogène par reformage (en plus de l'hydrogène produit par pyrolyse avec de l'électricité issue des énergies solaire et éolienne) pour contribuer à la montée en puissance des énergies renouvelables électriques.

²⁰ C'est-à-dire que la chaleur restituée dans l'habitat ou dans l'industrie est largement supérieure à l'électricité consommée pour le fonctionnement de l'installation.

l'hydrogène vert issu de l'électricité solaire et éolienne pour produire des hydrocarbures²¹. Ce procédé permet d'utiliser la quasi-totalité du carbone de la biomasse²² (avec un taux de conversion de carbone d'environ 98%) et correspond à un niveau d'efficacité énergétique d'environ 50% (Albrecht *et al.*, 2017). A surface mobilisée égale (2,5% de la SAU sont actuellement mobilisés pour produire des biocarburants (FranceAgrimer, 2020), la quantité de biocarburant peut être multipliée par 3 (*ibid.*). L'utilisation des hydrocarbures de synthèse permet de combler l'écart actuel entre la part de biocarburants autorisée dans l'aviation (50%) et la part de biocarburant actuellement utilisée (0,01%) (IEA, 2020). De cette manière, les émissions associées à l'aviation sont réduites avant l'arrivée de l'avion à hydrogène sur le marché. Cependant, le déploiement de ce procédé de transformation nécessite un investissement considérable dans les infrastructures requises. Par ailleurs, si ce procédé permet de réduire fortement les émissions liées à l'aviation, il ne permet pas de rendre ce mode de transport neutre en carbone, surtout si les transports aériens sont empruntés à des niveaux similaires ou supérieurs qu'ils le sont aujourd'hui. Ainsi, la priorité est de réduire l'utilisation de l'avion avant même le développement de ces hydrocarbures, et l'adoption de systèmes de compensation des émissions liées à l'aviation tel que CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*).

Le vecteur gaz peut aussi permettre de stocker les excédents d'électricité solaire et éolienne. En effet, un système principalement fondé sur l'électricité renouvelable soulève des enjeux d'équilibrage de la puissance sur le réseau, car les énergies solaire et éolienne sont intermittentes. En cas de forte production, l'électrification de nouveaux secteurs peut permettre d'absorber les excédents d'électricité. Dans certains cas, la gestion de la demande peut être optimisée, par exemple les batteries des véhicules électriques peuvent être rechargées pendant les heures de pointe de production renouvelable. Cependant, d'autres usages nécessitent une offre constante d'énergie et des solutions de stockage doivent donc être disponibles en cas de réduction de la production d'électricité. Les solutions de stockage fondées sur l'hydrogène ou le méthane (*power to gas*) peuvent alors être mobilisées. Certains participants ont défendu une solution de stockage de l'électricité verte sous forme d'hydrogène (pour le reconverter ensuite en électricité) quand d'autres ont mis en avant l'intérêt de convertir l'électricité en gaz (procédé de méthanation) car le méthane offre une solution simple pour stocker de l'électricité dans le réseau de gaz existant. En effet, la méthanation permet de stocker l'électricité sur une longue durée pour continuer d'approvisionner le réseau durant les périodes d'absence de vent et de soleil, pouvant durer jusqu'à plusieurs semaines. Les participants ont souligné que le biométhane commence déjà à être mobilisé, et que ce gaz jouera un rôle essentiel pendant les trente prochaines années. Les partisans du stockage de l'électricité sous forme d'hydrogène quant à eux considèrent qu'ouvrir des usines de méthanation alors que des grandes usines de reformage du méthane mettent en oeuvre le procédé inverse (produire de l'hydrogène avec le méthane présent dans le biogaz) était dénué de sens. Le déploiement à grande échelle d'un réseau d'hydrogène se mettra progressivement en place, mais paraît peu réalisable d'ici à 2050. En effet, l'hydrogène peut être stocké dans les cavités salines²³ et en plaçant des électrolyseurs²⁴ à proximité des capacités de stockage (Bader et Jacquelin, 2013), mais ces solutions de stockage présentent des limites, notamment pour le transport longue distance de l'hydrogène et la distribution dans les habitats. Les canalisations ne sont pas faites pour transporter de l'hydrogène, et le transport de l'hydrogène sous forme d'ammoniac, comme prévu par le Japon pour importer de l'hydrogène vert ou bleu d'Australie, est coûteux et complexe.

- Le rôle de la méthanisation dans la transition agroécologique

²¹ Un procédé similaire à celui-ci permet de produire du méthanol pour la filière chimie afin de produire du plastique à faible émission de CO₂. Cependant, ce procédé n'est pas développé, dans le but de limiter la pollution plastique des océans et des sols.

²² La biomasse utilisée dans ce procédé vient d'abord des usines d'éthanol, qui génèrent des flux de CO₂ concentré relativement facile à exploiter.

²³ Les cavités sont creusées en injectant de l'eau douce dans un forage pour retirer l'eau salée.

²⁴ Les électrolyseurs permettent de convertir l'électricité en hydrogène, et peuvent être ralentis ou arrêtés si la demande en électricité augmente.

Dans la transition envisagée, le biogaz est principalement produit à partir de CIVE et de prairies, et l'impact écologique est minimisé, notamment l'impact sur la qualité des sols, le changement d'usage des terres, le cycle du carbone et le cycle de l'eau.

Le choix des ressources utilisées pour la production du biogaz d'ici à 2030 dépend de l'objectif du scénario. Visant une production de 63 TWh de biogaz en 2030, le scénario de l'ADEME mobilise principalement les résidus de cultures et les effluents, et à partir de 2030 les cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) (ADEME, Solagro et Inddigo, 2013). Les prairies représentent seulement 5 à 10% de la production de biogaz, car l'étude affirme que les herbes et fourrages sont une ressource en phase d'expérimentation et difficile à estimer. Dans notre scénario, les différentes sources de biomasse et les méthodes de prélèvement doivent être compatibles avec la préservation des sols, donc les prairies et les CIVE, plus favorables au maintien d'une bonne qualité des sols, représentent une part importante de la production de biogaz. Les participants ont ajouté que le développement du biogaz en CIVE et en prairie était souhaitable, davantage pour son rôle dans la transition agroécologique que pour son intérêt énergétique. En effet, la méthanisation est un moyen de valoriser et donc de favoriser le déploiement des prairies dans un contexte où l'élevage diminue, et de valoriser les légumineuses qui jouent un rôle clé pour préserver la qualité des sols, comme la luzerne, initialement utilisée pour l'élevage. Ainsi, les légumineuses et l'épandage de digestat permettent d'arrêter rapidement le recours à l'azote chimique (car elles permettent d'améliorer le bilan d'azote) et de limiter l'usage de pesticides.

L'étude MethaLAE, coordonnée par Solagro et menée sur 46 exploitations, conclut également que la méthanisation en CIVE ou en prairie peut être un levier pour l'agroécologie (ADEME et Solagro, 2018). La méthanisation améliore le solde azoté avec, en moyenne, une diminution de 8 kg de surplus d'azote. Les agriculteurs sont encouragés à curer plus souvent les réservoirs de lisiers et donc à les laisser moins longtemps séjourner pour bénéficier du potentiel méthanogène. Il y a donc moins d'émissions d'ammoniac sous bâtiment (une diminution de 9 kg d'émissions d'ammoniac par hectare). Ainsi, le procédé de méthanisation permet un meilleur contrôle des émissions de GES que les solutions de stockage classiques d'effluents, y compris dans l'épandage du digestat (techniques d'enfouissement des digestats, séparation de phases pour en faire du compost, etc.). Certains participants ont également souligné que le développement de la méthanisation pourrait permettre au secteur agricole de réduire sa dépendance aux énergies fossiles.

Concernant la surface mobilisée, la production de biogaz en France n'inclut pas ou peu de cultures dédiées, et engendre donc peu de changements dans l'usage des terres. Dans le scénario, les méthaniseurs sont installés dans les prairies déjà existantes, en organisant des fauches tardives (plus bénéfiques pour la biodiversité) et en priorisant la mobilisation de la biomasse pour les méthaniseurs plutôt que pour l'alimentation du bétail. Concernant la part de biogaz produit à partir de CIVE, la surface qui doit être mobilisée pour produire une quantité déterminée de biogaz dépend de la productivité agricole et des stratégies de prélèvements. Dans l'étude de l'ADEME, 50 TWh de biogaz sont produits à partir de CIVE en 2050²⁵ (ADEME, 2013). Dans le cas où les CIVE sont récoltées dès qu'un rendement de quatre tonnes de matières sèches par hectare est atteint, la production de 50 TWh de biogaz mobilise une surface d'environ 5 millions d'hectares. Dans le cas où les agriculteurs cherchent à atteindre des niveaux de rendements de huit à dix tonnes de matière sèche par hectare²⁶, la surface nécessaire descend à 3 millions d'hectares. Cependant, ce niveau de rendement n'est pas durable car la variabilité annuelle du climat et le changement climatique peuvent entraîner une baisse de production, alors qu'une quantité importante et constante de biomasse doit être récoltée pour que le méthaniseur atteigne un seuil

²⁵ Dans cette étude, les CIVE représentent 40% des 130 TWh de biogaz produits en 2050, correspondant à environ 20 millions de tonnes de matière sèche au niveau national.

²⁶ En agriculture de conservation, la productivité des CIVE dépend, entre autres, du choix d'espèces et du niveau de formation des agriculteurs.

de rentabilité de plus de 85%. Dans les deux cas, la surface de CIVE ne représente qu'une petite partie de l'ensemble des grandes cultures.

Un modèle de production durable pour la filière bois-énergie

Le recours au bois-énergie a des impacts négatifs, notamment les émissions de particules fines et la perte de biodiversité. Cependant, le bois est aujourd'hui la principale source renouvelable d'énergie, et son faible taux de prélèvement (50% de la croissance annuelle des forêts en France) suggère un potentiel de production important. De plus, la filière bois énergie joue un rôle clé en permettant de financer les efforts de reboisement. Une extension du bocage et sa gestion durable peuvent permettre aux agriculteurs de produire de l'énergie tout en développant les autres services écosystémiques. Le label Haie certifie les bonnes pratiques de gestion des haies par les agriculteurs pour créer une filière de production de bois durable et locale. Concernant l'impact sur les stocks de carbone de la filière bois-énergie, l'intensification des prélèvements pourrait avoir pour conséquence immédiate de diminuer le stock de carbone dans les écosystèmes forestiers. Cependant, comme le taux de prélèvement ne représente que 50% de la croissance annuelle des forêts en France aujourd'hui, le carbone stocké dans les forêts est donc en augmentation. De plus, si le bois-énergie mobilise principalement les sous-produits issus de la transformation du bois, le processus permet de valoriser ces résidus. Enfin, la mobilisation de la biomasse pour produire de l'énergie ou des matériaux entraîne un effet de substitution, qui correspond à la quantité d'émissions de CO₂ économisées par l'usage de la biomasse en remplacement d'énergies ou de matériaux concurrents, non renouvelables et présentant des bilans carbone moins favorables.

La filière bois-énergie est donc maintenue dans la transition envisagée, comme une "énergie d'ajustement" (Tabourdeau, 2014) entre la sortie des énergies fossiles et le développement des énergies solaire et éolienne, dans la mesure où les enjeux de préservation et d'atténuation et d'adaptation au changement climatique sont intégrés à l'exploitation et où des efforts pour respecter la hiérarchie des usages sont entrepris.

Selon le principe de hiérarchie des usages issu du Grenelle de l'Environnement et de la Stratégie Nationale du Développement Durable, la biomasse doit avant tout être valorisée pour satisfaire les besoins alimentaires et en matériaux avant d'être mobilisée pour les besoins énergétiques. Or, la sylviculture française est en déficit commercial de manière structurelle (autour de 6 milliards d'euros par an depuis plus d'une décennie), plus particulièrement pour les filières bois d'œuvre et bois de construction, les secteurs de la pâte à papier et les meubles concentrant les 3/4 du déficit (Ministère de la Transition Écologique, 2020). En effet, si la demande en bois énergie est pour l'essentiel satisfaite par la production nationale (88% du bois énergie consommé en France vient de France), la France importe beaucoup de produits transformés (seuls 65% du bois d'œuvre et 41% du bois industrie consommés sont produits nationalement) (Cattelot, 2020). Si le marché du bois énergie continue de se développer, alors que les usages bois d'œuvre et bois d'industrie stagnent ou chutent, le principe de hiérarchie des usages n'est pas respecté. Les politiques publiques permettant de développer le bois énergie doivent être maintenues pour éviter le recours à l'importation, mais les efforts doivent être dirigés vers l'identification et la mise en place de mesures permettant de soutenir les autres filières bois.

De plus, les importations de bois viennent aujourd'hui de pays dont les modes de production peuvent être particulièrement nocifs pour l'environnement. Par exemple, une partie des pellets utilisés pour les chaudières à bois est importée des forêts nord-américaines, où certaines pratiques sylvicoles comme la coupe à blanc entraînent la destruction d'habitats et d'écosystèmes forestiers. Les participants ont mentionné la tension entre un objectif "zéro déforestation nette" en France et la réalité de l'industrie sylvicole française qui dépend grandement des importations. Les circuits courts sont donc privilégiés de manière à valoriser la filière nationale et à privilégier des modes de production durables.

La gestion forestière doit également être adaptée au changement climatique et contribuer à son atténuation. Si à court terme, l'augmentation des températures peut favoriser la croissance dans certaines régions et les événements extrêmes peuvent générer de nouvelles phases de croissance et créer de nouveaux puits, à long terme, la succession d'années sèches et l'augmentation de la fréquence et la sévérité d'événements extrêmes entraîneront des perturbations importantes des écosystèmes forestiers (Roux *et al.*, 2017). Dans les massifs forestiers qui bénéficient de conditions climatiques favorables, les services rendus par la diversité d'espèces sont valorisés pour une productivité primaire plus résiliente au changement climatique²⁷. Dans les massifs les plus fragilisés par l'impact du changement climatique, des efforts de reboisement sont entrepris pour restaurer les écosystèmes forestiers.

La structuration des filières produits bois et bois énergie actuelle n'est pas toujours favorable au développement de pratiques de reboisement adaptées au changement climatique, notamment en ce qui concerne le choix d'essence. En effet, les résineux ont davantage de débouchés économiques car ces essences sont moins onéreuses, en partie car elles poussent plus rapidement. Actuellement, en France, les trois quarts des coupes concernent des résineux, alors que la forêt française est composée à deux tiers de feuillus (IGN, 2018). Les efforts de reboisement ont donc privilégié jusqu'à maintenant les essences résineuses, avec 80% des forêts plantées en résineux, alors que les feuillus jouent un rôle-clé dans le maintien de la biodiversité et des services écosystémiques en France (IGN, 2017). De plus, les forêts résineuses acidifient les sols (Augusto, Bonneau et Ranger, 2000) et résistent moins bien aux tempêtes (Colin et Riou-Nivert, 2009). En outre, des essences particulièrement valorisées comme l'épicéa sont très vulnérables aux attaques de ravageurs comme les scolytes. Une transition des filières bois impliquerait, d'une part, la création de débouchés économiques pour le feuillu, et d'autre part, le maintien au même niveau de la forêt résineuse afin de ne pas augmenter les importations de bois résineux. Par ailleurs, le choix d'essence pour le reboisement doit s'opérer en intégrant d'autres facteurs que les critères économiques, comme la compatibilité avec l'écosystème local et la diversité des essences. Cependant, le déficit commercial²⁸ structurel²⁹ de la filière et le manque de lisibilité et de stabilité des politiques publiques freinent la transformation du système productif existant.

Dans la transition envisagée, le vieillissement des forêts et l'évolution de leur capacité de stockage carbone sont mieux intégrés à la gestion forestière. En effet, aujourd'hui, 79% des arbres des forêts françaises ont moins de 100 ans, notamment du fait de la déprise agricole et des programmes de reboisement d'après-guerre (entre les années 1950 et 1980-90, les actions du FFN ont entraîné le reboisement de plus de 2 000 000 ha) (du Bus de Warnaffe et Angerand, 2020). Ce phénomène est accentué par une tendance au raccourcissement des rotations (IGN, 2018). Pour mettre en œuvre des sylvicultures adaptatives et plus dynamiques, la plupart des rapports d'orientation récents préconisent de raccourcir les cycles en diamètre et en âge (Peyron, 2015). L'impact du rajeunissement des forêts reste cependant sujet à controverse. Certains défendent que le raccourcissement des rotations permet d'adapter la forêt au changement climatique, de réduire les risques de pertes liés aux tempêtes et aux ravageurs forestiers, d'adapter l'offre à des marchés orientés vers des bois de plus petit diamètre et de maximiser le carbone séquestré dans les produits bois (Roux *et al.*, 2017). Pour d'autres, le rajeunissement massif des forêts réduit la capacité de stockage carbone et augmente les risques d'incendie³⁰ (Cattelot, 2020). Une rotation raccourcie implique aussi une augmentation du transfert des

²⁷ La variété génétique entre les arbres d'une même forêt permet aux essences de s'adapter à de nouvelles conditions climatiques.

²⁸ 5,7 Mds €/an en 2015, selon la SNMB.

²⁹ Manque d'intégration et de dialogue entre les professionnels de l'exploitation forestière (i.e la ressource en bois disponible) et les besoins des professionnels de l'industrie du bois. En amont, une gestion plus dynamique des forêts se heurte à plusieurs obstacles : un tiers seulement de la forêt privée applique des engagements de gestion durable, les métiers de l'exploitation forestière et de la première transformation du bois manquent d'attractivité, et la forêt ne se renouvelle plus assez, que ce soit par régénération naturelle ou par plantation (Cour des comptes, 2020). En aval, la filière exporte du bois brut et importe des produits transformés, creusant un déficit commercial important.

³⁰ Le risque est maximum durant les vingt premières années, le peuplement étant très sensible aux incendies.

minéraux³¹, impactant la fertilité du sol, de même que la flore, et des ré-émissions de carbone liées au travail du sol lors des phases préparatoires à la plantation (UICN, 2015). Il est nécessaire de préserver une trame de vieux peuplements pour préserver la biodiversité dépendante des bois “sur-matures”, ces derniers étant de moins en moins nombreux³².

Les taux de prélèvements et le choix d’essences pour le reboisement dépendent de facteurs qui varient selon les régions : les conditions climatiques, l’état des massifs, le niveau d’aridité et d’acidité des sols, etc. Ainsi, dans la transition envisagée, des scénarios territoriaux sont développés pour encourager l’adoption de modes de gestion de la forêt contribuant à l’adaptation au changement climatique en fonction des territoires et massifs.

2.2.3 Questions de recherche et incertitudes

Les participants ont réfléchi aux éléments d’incertitude qui pourraient constituer des obstacles à une transition durable pour les bioénergies et aux questions qu’une telle transition pose.

- Quelle est l’ampleur des investissements nécessaires pour maintenir la productivité des cultures agricoles et forestières malgré les effets négatifs du changement climatique ?
- Comment améliorer le transfert de connaissances et d’innovations pour aider les gestionnaires et les propriétaires forestiers à s’adapter au changement climatique ?
- Comment passer de la réactivité aux crises environnementales à la prévision et à l’anticipation ?
- Pour les différentes régions, sous les scénarios forestiers actuels, quelle est la vulnérabilité des espèces actuellement en place et quelles sont les essences plus résilientes qui pourraient être implantées ?
- Quelle est la quantité minimum de biogaz à mobiliser pour rentabiliser les systèmes de production et de distribution ?
- Quel est l’impact potentiel du stockage géologique sur les autres services rendus par les terres en France ?
- Pour dépasser l’antagonisme entre stockage et utilisation dans la gestion des forêts, quelles sont les meilleures stratégies et à quelle échelle les appliquer ?
- Par quels moyens le développement régional, notamment dans les zones rurales, pourra-t-il bénéficier de la ressource biomasse tout en la préservant ?
- Comment anticiper le risque d’une baisse de rendement des différents types de bioénergie sur le long terme, dû au réchauffement climatique et à la diminution de la disponibilité en eau ?
- Comment assurer la pérennité économique d’un territoire multifonctionnel ?
- A quelle vitesse et à quelle ampleur réduire la demande énergétique pour parvenir à la neutralité carbone en 2050 ?
- La combustion de la biomasse génère des particules fines et des émissions d’oxyde d’azote : dans quelle mesure peut-on réduire leurs impacts sur la santé ?
- Quelles sont les synergies possibles entre le Green Deal³³ et la PAC concernant la mobilisation de la biomasse ?

³¹ Matières non organiques comme l’azote et le phosphore, indispensables à toutes les formes de vie végétales de la forêt.

³² Dépassant leur âge d’exploitabilité.

³³ Le Green Deal est un ensemble d’initiatives politiques proposées par la Commission européenne avec pour objectif principal la neutralité carbone de l’Europe en 2050.

Session 2.3 : Habitat et aménagement des territoires

La session parallèle sur l'habitat et l'aménagement des territoires avait pour objectif : 1) d'identifier les interactions entre les cibles de modes d'habitat et d'aménagement des territoires durables et l'objectif pour les terres et 2) de définir une trajectoire pour les modes d'habitat et d'aménagement des territoires à l'horizon 2030 compatible avec l'objectif pour les terres.

2.3.1 Les cibles de modes d'habitat et d'aménagement des territoires durables

Des cibles ont été définies en amont de l'atelier, par le Comité scientifique, pour des modes d'habitat et d'aménagement des territoires durables en tenant compte du contexte de la France métropolitaine et des enjeux à traiter dans l'atelier.

1. Connectivité des activités humaines sur le territoire³⁴ ;
2. Accès de tous aux aménités ;
3. Accès de tous aux services (éducation, santé, etc.), au logement et à l'emploi ;
4. Adaptation des territoires au changement climatique ;
5. Réduction de l'impact environnemental des constructions et des infrastructures associées aux activités humaines³⁵ ;
6. Atténuation du changement climatique ;
7. Préservation de la biodiversité et des sols.

Les cibles 6 et 7 sont alignées avec l'objectif pour les terres.

2.3.2 Les principales hypothèses d'une transition vers des modes d'habitats et d'aménagement des territoires durables dans le scénario pour les terres

Ralentissement de l'artificialisation et densification

Les études issues des données Teruti-Lucas et Corine Land Cover s'accordent sur l'accélération de l'artificialisation des sols français, caractérisée par une forte progression dans les années 2000, suivie d'un ralentissement entre 2009 et 2014 et d'une reprise en 2015. Avec un rythme de croissance des surfaces artificialisées évalué à environ 0,5 % par an, la France est proche de la moyenne européenne et se situe entre l'Espagne et l'Allemagne dont les rythmes d'artificialisation sont respectivement cinq fois plus et deux fois moins rapides (Béchet *et al.*, 2019). La construction de nouveaux logements est la première source d'artificialisation en France entre 2006 et 2015 (Loisier et Petel, 2019). Face à cette tendance, la densification des villes et le renouvellement urbain³⁶ représentent des leviers importants pour éviter l'artificialisation de nouveaux sols et préserver des espaces naturels, agricoles et forestiers.

Des formes innovantes de construction du bâti permettent de prendre en compte la biodiversité, notamment à travers la création d'espaces d'accueil pour la biodiversité. L'intégration de solutions fondées sur la nature en ville permet également de contribuer aux cibles de préservation de la biodiversité, d'adaptation au changement climatique et de réduction de l'impact environnemental de l'habitat. Par exemple, la végétalisation des espaces urbains permet de diminuer l'effet d'îlot de chaleur en ville contrairement à l'installation de climatiseurs qui exacerbent le phénomène. Toutefois, ces solutions peuvent aussi être consommatrices de ressources (consommation d'eau pour la végétalisation

³⁴ Dans l'optique de mettre en relation différentes activités sur un territoire, le terme "connectivité" a été choisi plutôt que celui de "mobilité", car le premier englobe le second dans une perspective relationnelle (les connexions sociales à travers internet par exemple, ne nécessitent pas de déplacement).

³⁵ La cible 5, contrairement aux cibles 6 et 7, tient compte des impacts environnementaux liés à l'habitat et aux infrastructures qui ne sont pas liées au changement climatique ni à la biodiversité (production de déchets, espaces paysagers, consommation en eau et énergie qui fait pression sur les ressources naturelles).

³⁶ Le renouvellement urbain implique des actions de destruction-reconstruction, de réhabilitation et de relogement des habitants.

en ville par exemple). De plus, leur mise en place implique des délais de changements de comportements plus ou moins longs selon le temps nécessaire à leur appropriation par les acteurs.

Le manque d'incitations financières à économiser l'espace représente un vrai frein à la densification. La construction de bâti sur des terrains agricoles demeure généralement moins coûteuse que le renouvellement urbain. Par ailleurs, plus on s'éloigne d'une agglomération, plus le prix de l'immobilier au m² diminue. En parallèle, de nombreux espaces en zones urbaines, particulièrement dans les villes petites et moyennes, sont sous-utilisés. Les logements vacants ont augmenté de 3,4% en moyenne entre 2010 et 2015, ce qui représente plus de 5 fois l'augmentation annuelle de la période 1990-1999 (+0,6%) (Insee, 2018). Le taux de logements vacants est particulièrement élevé dans les villes moyennes où il atteint parfois 10%, ce qui favorise la périurbanisation (Insee, 2018).

La densification, en tant que levier pour réduire l'artificialisation, doit être adaptée aux enjeux socio-écologiques locaux. En effet, elle peut avoir des impacts négatifs sur la qualité de vie des citoyens, au travers notamment de l'accès au logement (coût) et des conditions de vie (congestion des réseaux de transports, manque d'espaces verts et nuisances associées à un espace réduit, etc.). Certaines configurations urbaines peu denses, avec de nombreux espaces publics, arborés avec des essences locales à forte évapotranspiration, une agriculture d'interstice et des jardins familiaux, et des ruelles étroites bordant l'habitat individuel dense dans un tissu peu dense, comme dans de nombreuses petites villes anciennes, permettent, dans certains contextes, des formes d'habiter plus adaptées à la fois sur le plan de l'environnement et sur celui de la sociabilité.

Afin de limiter la progression des espaces urbanisés, il est essentiel de préserver des terres naturelles, agricoles et forestières, y compris à l'intérieur des villes et en périphérie (des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique et des réserves naturelles par exemple). Cela peut impliquer la gestion et la restauration d'espaces naturels protégés tels que les réserves naturelles et les parcs nationaux. Une meilleure gestion de ces espaces peut amener des bénéfices en termes d'accès aux aménités et d'adaptation au changement climatique. Il est également important d'assurer une connexion entre ces espaces naturels sur le territoire en mobilisant les Trames Vertes et Bleues (TVB).

Quand l'imperméabilisation des sols n'a pu être ni évitée, ni réduite, des opérations de renaturation des sols sont possibles pour ramener des sols artificialisés à un état proche de leurs états initiaux. Le développement de telles opérations permettrait de compenser l'imperméabilisation d'autres espaces. Cette option est mise en avant dans le Plan Biodiversité de 2018 du gouvernement français pour atteindre l'objectif de *Zéro artificialisation nette*. Toutefois, la désimperméabilisation des sols demeure une option coûteuse, longue et risquée à mettre en place ; elle implique la déconstruction, la dépollution, la désimperméabilisation puis la reconstruction d'un technosol. Les coûts de ses opérations de renaturation sont encore mal connus étant donné le peu de projets de renaturation en France actuellement (Fosse, 2019).

Relation à l'espace et dimension systémique des modes d'habiter

Au-delà de l'habitat, l'artificialisation dépend aussi du développement des infrastructures de transport et de services, logistiques notamment. Limiter l'artificialisation implique donc une réflexion sur l'imbrication des différentes activités et de leurs localisation sur un territoire. L'analyse des mobilités individuelles éclaire les enjeux de localisation des zones d'infrastructures industrielles et commerciales. Par exemple, les mobilités alimentaires, devenues essentielles dans les zones périurbaines et dans les petites villes influencent l'aménagement des espaces. Le phénomène de forte vacance de logements dans les villes moyennes couplé à celui d'une périurbanisation croissante et d'un développement des zones commerciales en périphérie résulte de la recomposition des formes d'offres commerciales suite à des changements de pratiques des habitants.

La relation à l'espace combine des demandes en termes de qualité de vie, d'accès aux logements, à l'emploi, à la nature, à la santé, à l'éducation, etc. L'aménagement des territoires doit donc tenir compte de l'ensemble de ces dimensions de manière systémique. Les politiques de zonage dans les domaines agricoles et urbains ont promu une spécialisation monofonctionnelle des espaces qui n'a pas permis de freiner les dynamiques de périurbanisation. Il s'agit aujourd'hui de développer une multifonctionnalité des terres à plusieurs échelles, de penser l'imbrication des activités, plutôt que leur ségrégation. A cet égard, l'agroécologie est une forme d'agriculture qui génère une variété de services (aménités, paysages, biodiversité, biomasse, etc.) quand l'agriculture conventionnelle tend à simplifier les paysages. Une approche plus systémique de l'aménagement des territoires implique une réorganisation des systèmes industriels et productifs sur l'ensemble du territoire. La localisation d'activités productives plus proches des consommateurs pose cependant la question de l'accès au foncier.

La re-territorialisation des systèmes alimentaires représente un enjeu majeur d'aménagement durable des territoires pour répondre aux cibles d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, et d'accès de tous aux aménités et aux services. L'analyse des mobilités alimentaires met en lumière les rapports entre des habitants et leurs territoires d'approvisionnement, et les phénomènes sociaux et spatiaux qui y sont liés. Par exemple, la crise sanitaire a souligné le besoin d'approvisionnement alimentaire de proximité de certains consommateurs (Chiffolleau *et al.*, 2020). Le développement de circuits courts d'approvisionnement permet à la fois l'accès à une alimentation locale, la création d'emploi sur les territoires, et, en favorisant les apprentissages, la réduction de l'impact environnemental de notre alimentation (Chiffolleau, 2019; Chiffolleau et Dourian, 2020). La libération du foncier induite par la décroissance de certaines villes permettrait d'introduire une agriculture urbaine et des jardins partagés qui contribueraient à améliorer la qualité de vie des résidents.

Les travaux prospectifs de la DATAR "Territoires 2040" ont montré l'intérêt de penser conjointement les mobilités humaines et les modes d'habiter (DATAR, 2011). S'interroger sur les usages sociaux qui s'opèrent dans chaque territoire et sur la manière dont les usagers s'approprient l'espace (les modes d'habiter) est primordial pour aborder les enjeux liés aux territoires de manière systémique. Cela implique une meilleure prise en compte des usages et pratiques existants dans les politiques d'aménagement, tant sur le plan résidentiel, professionnel et récréatif. L'initiative "cours d'Oasis" par exemple permet d'adapter les cours de récréation des écoles au changement climatique et aux pratiques des enfants. L'initiative associe les élèves et les adultes d'établissements scolaires concernés pour réfléchir à un nouvel aménagement des cours d'écoles. Les acteurs locaux peuvent être mobilisés pour leurs savoirs locaux (savoirs profanes, non experts) du fonctionnement de leurs territoires. Par exemple, intégrer les usages illicites en zones périurbaines et rurales (décharge sauvage par exemple) dans la conception de politiques publiques permettrait de répondre aux besoins des populations. Il s'agit également de mieux connaître les préférences des habitants pour mieux comprendre et anticiper leurs choix. Ainsi, l'augmentation de la population dans les villes petites et moyennes est portée par l'attractivité de ces territoires en termes d'accès à la nature, de prix de l'immobilier, de coût de la vie, etc.

Enfin, l'adaptation au changement climatique doit être abordée sous l'angle de transformations plus importantes que les ajustements jusque-là mis en place par les politiques publiques. La notion d'adaptation transformationnelle notamment se réfère à une adaptation qui change les éléments fondamentaux d'un système en réponse au climat et à ses effets (GIEC, 2014). Par exemple, dans un contexte de production agricole, au-delà des ajustements via de nouvelles variétés ou modes d'irrigation des cultures, une adaptation transformationnelle implique des changements profonds de comportements et d'activités (régimes alimentaires, pratiques agricoles et d'élevage, etc.). Pour l'aménagement urbain, la trajectoire d'adaptation transformationnelle implique de redéfinir collectivement les options pour créer un territoire organisé autour de l'alimentation (AMAP, jardins partagés, etc.), du recyclage (Ressourceries), des logiques informationnelles ou récréatives (Centre de ressources pour la création d'associations ou

d'entreprises visant des enjeux productifs ou récréatifs). L'éco-quartier Clichy-Batignolles dans le 17ème arrondissement de Paris est un exemple de projet qui traite les enjeux écologiques sur le plan de la morphologie urbaine (diminution des émissions de gaz à effet de serre, végétalisation des espaces, sobriété énergétique des bâtiments, etc.) mais qui, s'imposant de manière coercitive aux habitants, ne permettra pas une réelle adaptation transformationnelle.

Vision partagée des terres

La transition vers des modes d'aménagement durables des territoires repose sur une vision partagée des terres. En effet, la consommation du foncier dépend de la valeur d'usage qui lui est attribuée. Par exemple, les projets d'aménagement du Triangle de Gonesse sont fondés sur différentes visions des terres. Contrairement au projet de la zone commerciale et de loisirs EuropaCity, le projet de transition agroécologique de l'association Carma (Coopération pour une ambition agricole, rurale et métropolitaine d'avenir) met en avant une vision du foncier fondée sur les services écosystémiques rendus par ces terres.

La notion de bien commun met en avant le partage d'une ressource commune pour une meilleure gestion des ressources urbaines et territoriales. Une transition vers des pratiques d'utilisation d'espaces plus collectives implique une remise en question des droits de propriété existants. Ainsi, par exemple, dans un contexte de hausse des prix de l'immobilier, les "*Community Land Trusts*" (CLT ou organismes foncier solidaire) développés aux Etats-Unis visent à instaurer un habitat abordable et une gestion du territoire partagée. Les CLT sont des organisations à but non lucratif qui acquièrent et gèrent des logements, en ayant comme principe une dissociation entre le "foncier" et le "bâti" (les ménages sont propriétaires du bâti et locataires du foncier). Par ailleurs, l'économie du partage ("*sharing economy*") est un exemple d'organisation d'individus pour créer des biens collectifs. Cela peut se manifester à travers le don, la location, le partage ou l'échange de biens ou de services. L'économie du partage peut également concerner la mobilité à travers l'optimisation de l'usage des modes de transport (covoiturage, autopartage, etc.).

Gouvernance participative et solidarités

Des territoires multifonctionnels reposent sur un nouveau cadre de gouvernance plus transparent et inclusif. En effet, les asymétries de pouvoir influencent les prises de décision sur les services écosystémiques et leur mise en œuvre (Vallet, Locatelli et Pramova, 2020). Il s'agit de mieux prendre en compte les modes de vie des habitants dans les décisions d'aménagement, mais aussi d'anticiper les gagnants et les perdants dans ces décisions et de mieux définir les acteurs et les processus de la gouvernance. La participation citoyenne permet à la fois davantage de transparence, une représentation plus large des intérêts particuliers et une meilleure prise en compte des pratiques et usages existants dans les projets d'aménagement. La gouvernance participative permet aussi aux citoyens de se sentir intégrés à la vie locale et d'agir sur leur environnement. Enfin, un récit mobilisateur représente un outil clé pour accompagner le changement des comportements pour une transition écologique. Le récit mobilisateur du progrès et de l'accès des individus à la consommation par exemple a été central pendant les décennies qui ont suivi la Seconde Guerre mondiale.

Pour pallier aux inégalités de ressource entre territoires, des formes de solidarité entre les différentes échelles territoriales doivent être mises en place. Il s'agit également de construire des solidarités écologiques et de reconnaître l'interdépendance des êtres vivants entre eux et avec leurs milieux (Mathevet *et al.*, 2010). Le principe de solidarité écologique offre une vision de la gestion des territoires qui renforce la cohérence territoriale par la mise en relation des acteurs.

Session 3 : Cohérence d'ensemble des composantes du scénario

La session sur la cohérence du scénario avait pour objectif : 1) de restituer les sessions parallèles, et 2) de s'assurer de la cohérence des transitions envisagées pour l'agriculture et l'alimentation, la biomasse énergie et les modes d'habitat et d'aménagement des territoires.

3.1 Cohérence du scénario

L'ensemble des transitions envisagées repose sur la multifonctionnalité des terres, la diversité des acteurs et de leurs modes d'organisation, y compris spatiale, et la sobriété.

Dans le scénario, chaque territoire intègre différentes fonctions (production, emploi, habitat, protection de la biodiversité, etc.). La transition agroécologique renforce la multifonctionnalité des espaces et une variété de services rendus par les terres (aménités, paysages, biodiversité, biomasse), alors que l'agriculture conventionnelle, surtout orientée vers la production, entraîne un grand nombre de "dis-services" (simplification des paysages, pollutions environnementales (eau, air, sol), perte de la biodiversité, etc.).

Les trois transitions prennent une diversité de formes selon les caractéristiques des territoires (relief, climat, paysage, potentiel agricole, ressources naturelles, etc.). Une diversité d'options (diversité des cultures, des pratiques agricoles, des filières, des services, des modes d'habiter) coexistent au sein d'un même territoire pour mieux s'adapter à ses spécificités. Dans cette logique de territorialisation, la coexistence des options mises en œuvre et leurs articulations sur un territoire devient cruciale.

Enfin, la sobriété des usages est une composante clé des trois transitions. Elle est indispensable à la réduction des tensions entre les différents usages des terres et de la biomasse et de la pression sur les ressources naturelles.

3.2 Un désaccord sur l'ampleur de la mobilisation de la biomasse relativement aux autres énergies renouvelables

Les participants ont convenu que la bioénergie ne serait pas produite à grande échelle et que la quantité de biomasse mobilisable pour produire de la chaleur n'augmenterait que légèrement. Cependant, les différentes formes que pourrait prendre cette mobilisation, notamment l'avenir de la méthanisation, et les solutions de stockage de l'énergie ont suscité le débat.

Les analyses des participants diffèrent quant à l'impact d'une réduction de l'élevage sur la production de biogaz. En effet, certains participants ont mis en avant qu'un élevage plus extensif entraîne une moindre possibilité de récupération des effluents d'élevage, limitant les quantités de biomasse mobilisable pour la méthanisation. Pour d'autres participants, l'élevage ne représente qu'une partie des ressources pour la production de biogaz. La biomasse issue des cultures intermédiaires, des prairies, et des déchets alimentaires pouvant aussi être mobilisée. La réduction de l'élevage représente alors une opportunité de développement de la méthanisation, car les méthaniseurs peuvent être alimentés par de l'herbe, les prairies étant possiblement réintroduites dans des plaines céréalières pour alimenter des méthaniseurs. La réintroduction de prairies permettrait d'améliorer la fixation d'azote dans les sols, au travers de la production de légumineuses de durées longues en rotation pour la méthanisation. Les participants n'ont pas conclu sur un ordre de grandeur pour la production de biogaz d'ici à 2030. Ils n'ont donc pas non plus statué sur l'ampleur de l'électrification des secteurs dépendant du gaz pour arriver à la neutralité carbone en 2050.

Session 4.1 : Santé & Bien-être

La session parallèle sur la santé et le bien-être avait pour objectif d'analyser les implications (co-bénéfices et tensions) des hypothèses à 2030 définies pour l'agriculture et l'alimentation, la biomasse énergie, et l'habitat et l'aménagement des territoires sur des cibles définies pour la santé et le bien-être en France métropolitaine.

4.1.1 Cibles pour la santé et le bien-être

Des cibles, définies en amont de l'atelier par le Comité scientifique, pour la santé et le bien-être ont été discutées par les participants. Ces cibles reprennent celles de l'ODD 2 ("Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable") en les adaptant au contexte de la France métropolitaine et aux enjeux à traiter pendant l'atelier.

1. Amélioration de l'alimentation (qualitativement et quantitativement) ;
2. Réduction des maladies liées aux pollutions et des maladies émergentes ;
3. Amélioration de la qualité de vie et diminution de l'exposition aux nuisances ;
4. Augmentation de la capacité (au sens de "capabilité") à décider et à agir sur son environnement immédiat ;
5. Meilleure prise en compte des usages et des savoirs vernaculaires ou non experts.

Principaux points de discussion

Les participants ont souligné l'importance de la vulnérabilité au changement climatique pour la santé et le bien-être. La France est en effet classée 15^{ème} parmi les 183 pays les plus exposés aux phénomènes météorologiques extrêmes (Eckstein *et al.*, 2019). Les aléas climatiques peuvent causer des dommages environnementaux, matériels et humains variables selon le niveau de vulnérabilité. Il ne s'agit pas uniquement de réduire les vulnérabilités humaines et environnementales, mais aussi de considérer les effets systémiques et les effets rebonds qu'elles peuvent induire. Par exemple, les mesures sanitaires pour lutter contre la COVID-19 se sont traduites par l'utilisation croissante du plastique à usage unique polluant l'environnement. Bien que ces enjeux de vulnérabilité se retrouvent dans les cibles de manière transversale, les participants ont choisi d'introduire cet élément explicitement dans la cible 3 qui devient : Amélioration de la qualité de vie, diminution de l'exposition aux nuisances et des vulnérabilités et de leurs effets systémiques.

La situation d'urgence sanitaire a rappelé que les crises ont un caractère imprévisible et brutal. Dans un contexte où la probabilité de ces chocs est plus élevée, intégrer la question de la résilience des populations en amont dans les décisions politiques est indispensable. Des populations plus résilientes ont en effet plus de capacités à anticiper, agir, rebondir et s'adapter face aux risques et menaces pour retrouver un nouvel équilibre plus soutenable.

Dans un contexte de gestion de l'urgence, la prise en compte des enjeux de justice, d'organisation de la citoyenneté et de démocratie est essentielle. La réduction des libertés civiles qui a caractérisé la gestion de la crise sanitaire reflète le manque d'anticipation (certaines situations d'urgence n'ayant pas été anticipées, leur gestion est passée par la contrainte des citoyens). Par ailleurs, de nombreuses associations se sont engagées dans la distribution d'aide alimentaire (Chiffolleau *et al.*, 2020) et dans la fabrication de masques. Les capacités individuelles et collectives à agir sont ainsi au cœur des enjeux démocratiques et de citoyenneté. La cible 4 a par conséquent été modifiée pour intégrer à la fois la dimension collective de la capacité à agir et à décider sur son environnement immédiat et les contextes de crises ou les situations d'urgence. Elle devient : Augmentation de la capacité (au sens de capabilité)

individuelle et collective à décider et à agir sur son environnement, y compris en situation de crise et d'urgence

4.1.2 Implications des hypothèses à 2030 pour les cibles de santé et bien-être

Transition agricole et alimentaire et santé et bien-être

La baisse de l'utilisation d'intrants chimiques envisagée dans le scénario est favorable à une amélioration de l'alimentation qualitativement et à une réduction de la pollution de l'air et de l'eau et par suite des maladies liées à l'exposition aux polluants (ou aggravées par cette exposition comme la COVID-19).

La transition vers une agriculture et une alimentation durable est susceptible de fournir des revenus plus décents aux agriculteurs, leur permettant d'améliorer leur qualité de vie. L'augmentation des revenus repose en particulier sur :

- L'essor des circuits courts et des signes de qualité,
- La diversification des activités agricoles,
- La valorisation des biodéchets pour l'usage agricole.

La reterritorialisation de l'alimentation repose sur la reconnexion entre l'aliment et son territoire d'origine et peut prendre deux formes :

- Une consommation locale qui s'appuie sur la proximité géographique entre production et consommation au travers du développement de circuits courts et de proximité,
- Des appellations et signes de qualité mettant en valeur l'origine territoriale d'un produit.

La reterritorialisation renforce la production locale, mais peut aussi renforcer la solidarité entre territoires, qui n'ont pas tous les mêmes possibilités de production agricole. Par exemple, le nord de la France est une région fortement touchée par la pauvreté où la production de fruits et légumes est moindre. Les projets alimentaires territoriaux peuvent tenir compte de ces différentes capacités des territoires à produire pour limiter les inégalités d'accès à l'alimentation.

La reterritorialisation alimentaire permet par ailleurs d'augmenter les capacités individuelles et collectives à agir sur son environnement immédiat. Par exemple, les projets alimentaires territoriaux s'appuient sur la participation d'une diversité de parties prenantes d'un territoire (producteurs, distributeurs, consommateurs et acteurs publics).

La reterritorialisation, par le développement de circuits courts, peut contribuer à l'amélioration de la santé et du bien-être.

- La réduction des transports tout au long de la chaîne alimentaire et des émissions de gaz à effet de serre induites contribue à diminuer les maladies liées aux pollutions,
- L'essor de l'agriculture urbaine, périurbaine et les ceintures vertes peut contribuer à nourrir les villes situées à proximité,
- Au-delà de l'approvisionnement alimentaire, l'agriculture urbaine peut aussi contribuer à l'insertion sociale, ainsi qu'à l'accès aux aménités et aux loisirs pour les citoyens.

Toutefois, l'essor des circuits courts et de proximité est susceptible de créer certaines tensions avec les cibles définies pour la santé et le bien-être :

- L'agriculture urbaine et périurbaine recouvre différents modes de production mobilisant des équipements dont les impacts environnementaux peuvent être importants quand ils se traduisent par l'augmentation des consommations d'eau et d'énergie. L'agriculture de haute technologie (hydroponique par exemple) est aujourd'hui peu acceptée par les Français mais le développement des équipements agricoles de haute technologie est soutenu par les pouvoirs publics.

- Le développement de circuits courts passe par une réorganisation des infrastructures de production, d'abattage et de transformation sur l'ensemble du territoire, qui peut augmenter le nombre de personnes touchées par les nuisances associées à la production et à la transformation agricoles, et les conflits d'usage qui y sont associés. En outre, la création d'emplois agricoles et agroalimentaires implique une augmentation du nombre d'employés exposés aux nuisances.
- L'agroécologie et l'essor des circuits courts peuvent mobiliser davantage de ressources des producteurs. En particulier, le nombre et la variété des tâches à accomplir (production, commercialisation, logistique, etc.) impliquent un temps de travail supplémentaire. La mutualisation des investissements, des équipements, des emplois et de certaines activités au sein de groupements d'agriculteurs constitue alors un moyen pour réaliser les gains potentiels en termes de revenu et de qualité de vie associés à l'agroécologie et à l'essor des circuits courts.
- Les circuits courts portent le risque de bénéficier surtout aux privilégiés et de renforcer des inégalités sociales. Des mécanismes de compensation doivent être mis en place pour limiter ces risques. Par exemple, le projet pour une sécurité sociale de l'alimentation a pour objectif d'assurer l'accès à une alimentation choisie et de qualité pour l'ensemble de citoyens. Un budget alimentaire de 150 euros par mois par personne serait ajouté à la carte vitale permettant aux ménages les plus défavorisés de subvenir à leurs besoins.

Biomasse énergie et santé & bien-être

L'essor des renouvelables et la relocalisation de la production d'énergie posent la question de l'acceptabilité sociale. En effet, les populations résidant à proximité des installations peuvent subir des nuisances causées par l'installation des éoliennes (modification des paysages, baisse de la valeur du foncier, bruit, etc.) et des méthaniseurs (trafic routier, nuisances olfactives et sonores, risques de pollutions par rejets d'ammoniac dans l'air ou de pollutions des eaux liés au digestat, risques d'incendies, etc.).

Modes d'habitat et d'aménagement des territoires durables et santé & bien-être

La gouvernance participative des espaces est au centre d'une transition vers des modes d'habitat et d'aménagement des territoires durables. La participation citoyenne peut contribuer à l'amélioration de la santé et du bien-être, notamment à travers :

- Une meilleure prise en compte des usages et savoirs vernaculaires. Toutefois, l'articulation entre le rôle des savoirs scientifiques et des savoirs vernaculaires ou non-experts doit être repensée. D'un côté, la domination des savoirs scientifiques dans la production de connaissances contraint la valorisation de savoirs et expériences tirées du vécu. D'un autre côté, certains savoirs scientifiques ne sont pas assez valorisés. Des processus de co-construction de savoirs permettraient de renforcer les liens science-société et de développer le partage entre savoirs experts et non-experts.
- Une meilleure capacité individuelle et collective à agir sur son environnement grâce à l'implication de la société civile dans la prise de décision.

La transition vers des modes d'habitat et d'aménagement des territoires durables repose sur des territoires multifonctionnels qui améliorent la qualité de vie des résidents au travers de l'accès à un ensemble de services (accès à la nature, à la santé, à l'éducation, etc.). Cette multifonctionnalité des territoires pose la question des dispositifs à mettre en place pour articuler les échelles de gouvernance et limiter les tensions entre les objectifs poursuivis dans les différents territoires.

Session 4.2 : Croissance, Emplois & Inégalités

La session parallèle sur la croissance, l'emploi et les inégalités avait pour objectif d'analyser les implications (co-bénéfices et tensions) des hypothèses pour 2030 définies pour l'agriculture et l'alimentation, la biomasse énergie, et l'habitat et l'aménagement des territoires sur des cibles définies pour la croissance, l'emploi et les inégalités en France métropolitaine.

4.2.1. Cibles pour la croissance, l'emploi et les inégalités

Des cibles, définies en amont de l'atelier par le Comité scientifique, pour la croissance, l'emploi et les inégalités ont été discutées par les participants. Ces cibles reprennent celles de l'ODD 8 ("Travail décent et croissance économique") et de l'ODD 10 ("Inégalités réduites") en les adaptant au contexte de la France métropolitaine et aux enjeux à traiter dans l'atelier :

1. Réduire les inégalités de revenus,
2. Assurer l'égalité des chances et favoriser l'intégration sociale, économique et politique de tous,
3. Parvenir au plein emploi et garantir à tous un travail décent,
4. Privilégier des modes de développement économique n'entraînant pas la dégradation de l'environnement (notamment en misant sur la diversification, la modernisation technologique et l'innovation et les secteurs à haute valeur ajoutée et à forte intensité de main d'œuvre).

Les participants ont souligné qu'en ce qui concerne la cible 2, il fallait insister sur les trois piliers d'inégalités usuellement considérés en sociologie : inégalités de résultats, de participation (à la définition des politiques notamment) et de représentation (au sens de la reconnaissance de ceux qui ne peuvent participer ou qui en sont empêchés) (Honneth, 2004 ; Fraser, 2005).

4.2.2. Co-bénéfices entre les hypothèses définies pour 2030 et les cibles pour la croissance, les emplois et les inégalités

Les participants ont débattu des voies de réduction des inégalités dans le cadre de transitions qui, largement fondées sur la sobriété, ne sont pas favorables à une croissance économique soutenue. La relocalisation des activités économiques, si elle permet de rémunérer correctement les producteurs et si les décisions sont bien partagées (Gobert, 2018), permet de créer des emplois et d'opérer une redistribution de la valeur aux acteurs locaux permettant en outre de lutter contre les inégalités.

Création d'emplois via une relocalisation des activités

Les participants ont souligné que, pour toutes les transitions envisagées, la relocalisation d'activités tout au long des chaînes de production - et la redistribution de la valeur économique y étant associée - est créatrice d'emplois. Ainsi, dans le secteur de l'énergie, la rénovation énergétique, l'installation de panneaux solaires ou le développement du biogaz sont plus intensifs en main-d'œuvre locale que la production d'énergie nucléaire ou que l'importation de ressources énergétiques. En outre, la transition agroécologique est plus créatrice d'emplois que le scénario tendanciel puisque le modèle agricole actuel supprime 10 000 emplois par an. Par exemple, les agriculteurs en bio utilisent des méthodes mécaniques plus chronophages qu'en agriculture conventionnelle ce qui pourrait permettre d'employer davantage. Par ailleurs, les pesticides représentent une charge de 3,2 milliards d'euros par an pour les agriculteurs. Une réduction de l'usage des pesticides de moitié par rapport au niveau actuel, conformément au plan Ecophyto, représenterait un gain de 1,6 milliard d'euros par an ce qui permettrait de créer un emploi à plein temps pour 15 fermes (l'équivalent d'un technicien travaillant avec les agriculteurs pour les accompagner dans la réduction de l'usage des pesticides). Enfin, les solutions fondées sur la nature en urbanisme sont aussi génératrices d'emplois (entretien des espaces végétalisés notamment) tout en

demandant de développer de nouvelles compétences et d'innover organisationnellement (Bruzzone *et al.*, 2016).

Redistribution de la valeur

Pour les participants, l'enjeu des transitions envisagées réside moins dans la croissance ou décroissance économique que dans la redistribution des richesses. La relocalisation des activités et la création d'emplois qu'elle entraîne s'accompagnent en effet d'une création et d'une redistribution de richesse à l'échelon local.

L'augmentation des revenus des agriculteurs dans la transition agricole et alimentaire envisagée tient à plusieurs facteurs :

- La relocalisation permet de redistribuer aux producteurs primaires une part plus importante de la valeur créée tout au long de la chaîne agroalimentaire.
- Une réforme de la PAC qui se traduirait par des subventions sur la base de l'UTH (Unité de Travail Humain) et non de l'hectare aurait un effet redistributif.
- La promotion de labels de qualités (AOP, biologique, etc.) permettrait une augmentation des revenus des agriculteurs et une meilleure qualité de vie en termes de temps de travail³⁷. Cela peut passer par des subventions nationales ou européennes, mais aussi par les coopératives agricoles, à l'instar de celle de l'AOP-AOC de Laguiole (Aveyron) qui double la Dotation d'Installation en Agriculture (DIA) des jeunes agriculteurs avec les revenus générés par la coopérative.
- La rémunération de la préservation des services écosystémiques réduirait les inégalités de revenus entre agriculteurs tout en privilégiant un développement économique n'entraînant pas la dégradation de l'environnement.
- Les monnaies locales pourraient concourir à la création d'emplois locaux puisqu'une partie du budget des acteurs d'un territoire donné est dépensée en monnaie locale favorisant l'approvisionnement local.

Ces facteurs, et la redistribution de la valeur qu'ils permettent, reposent toutefois non seulement sur des politiques de soutien des filières mais aussi en grande partie sur les choix des consommateurs.

Lutte contre les inégalités

Certaines hypothèses du scénario concourent à la réduction des inégalités, notamment :

- L'augmentation des revenus des agriculteurs réduit les inégalités dans la population française ;
- La reterritorialisation redistribue les emplois et les revenus sur le territoire à condition que le processus ne soit pas capté par des acteurs nationaux ou internationaux cherchant à adapter leurs modalités d'action pour saisir les opportunités associées à la reterritorialisation sans pour autant créer d'emplois et de revenus pour les populations locales ;
- La réduction des intrants permet de limiter les pollutions chimiques et leurs conséquences sur la santé des populations vivant à proximité des exploitations agricoles concernées ;
- La mise en place de solutions fondées sur la nature en urbanisme (façades et toitures végétalisées, réaménagement d'anciens espaces industriels en parcs urbains, etc.) permet d'améliorer l'accès aux aménités et à la nature en ville.

³⁷ Dans le groupe Lactalis, les producteurs sous labels de qualité ont un niveau de vie quasiment deux fois supérieur à ceux produisant pour le modèle conventionnel.

4.2.3. Tensions entre les hypothèses définies pour 2030 et les cibles pour la croissance, les emplois et les inégalités

Temporalité des transitions

La différence de temporalité entre, d'une part, l'urgence des défis environnementaux et, d'autre part, le temps nécessairement long des changements sociétaux constitue une tension transversale à toutes les transitions envisagées. Une transition durable est faite d'une multitude de projets qui nécessitent un certain temps d'appropriation par les acteurs (citoyens, politiques, consommateurs, producteurs). Une gestion durable du territoire repose sur des filières qui n'existent pas toujours, tant pour l'alimentation, l'énergie ou encore le bois d'œuvre. Repenser les approvisionnements de manière locale repose en premier lieu sur une meilleure connaissance des acteurs locaux de l'origine des ressources qu'ils mobilisent ou qu'ils pourraient mobiliser (Colletis et Pecqueur, 1993). La redistribution des ressources financières et humaines sur le territoire demeure un processus complexe. Même si les moyens existent parfois, il n'est pas facile de les rendre disponibles pour les transitions (par exemple, rediriger le budget consacré aux pesticides à la création de nouveaux emplois n'est pas spontané). Par ailleurs, les territoires urbains et ruraux n'ont pas le même accès aux aménités, aux produits bio, à la mobilité, etc. Cette diversité de contextes appelle des solutions différenciées et donc plus longues à mettre en place.

Se pose alors la question des options qui permettraient d'accélérer les processus de transition. A cet égard, les élus politiques sont généralement plus sensibles aux enjeux de développement durable qu'auparavant, et sont ainsi plus susceptibles d'accompagner ces projets et de faire connaître les initiatives existantes. L'accompagnement des transitions pour atténuer les effets des destructions d'emplois (dans la production, la transformation et la commercialisation de produits animaux par exemple) ou soutenir les investissements nécessaires (infrastructures associées aux énergies renouvelables, formations, etc.) est décisive pour le rythme des transitions. Par ailleurs, une attention particulière doit être portée à la gouvernance des transitions, en veillant à impliquer les populations dans les processus de décision.

Risques d'inégalités accrues

Développer les actions de solidarité est indispensable pour éviter que les ménages les plus modestes paient les coûts des transitions. Il peut s'agir d'actions ciblées telles qu'une restauration collective gratuite et de qualité³⁸, des logements sociaux de qualité dans lesquels la rénovation énergétique est prise en charge par l'Etat, des bons eau-énergie (en veillant à éviter les effets rebond), etc. De même, pour que le scénario se traduise par une moindre inégalité d'accès aux produits alimentaires de qualité, une variété de modalités d'accès adaptées à différents contextes (campagne, villes moyennes, etc.) doit être privilégiée.

Les hypothèses du scénario reposent beaucoup sur la prise de conscience et la responsabilité des consommateurs. Or, il existe de nombreux freins, y compris culturels, au changement des habitudes de consommation. Il faut éviter l'entre-soi qui peut caractériser les coopératives de consommateurs réunissant les convaincus de la cause environnementale et les ménages les plus aisés. Pour ce faire, il apparaît nécessaire de réinventer les systèmes démocratiques au niveau local en insistant sur la participation de chacun.

³⁸ Des réflexions sont en cours sur le concept d'une sécurité sociale alimentaire, à l'instar de celle relayée dans les Chroniques pour une Démocratie Alimentaire à la Chaire Alimentations du monde de l'UNESCO (Paturel, 2019) ou encore celles d'Ingénieurs sans frontières en collaboration avec AgriSTA (Ingénieurs sans frontières et AgriSTA, 2019).

Session 4.3 : Adaptation au changement climatique

La session parallèle sur l'adaptation au changement climatique avait pour objectif de réfléchir aux implications des hypothèses faites sur l'agriculture et l'alimentation, la biomasse énergie et les modes d'habitat et d'aménagement des territoires pour l'adaptation au changement climatique.

4.3.1 Cibles pour l'adaptation au changement climatique

Des cibles, définies en amont de l'atelier par le Comité scientifique, pour l'adaptation au changement climatique ont été discutées par les participants. Ces cibles reprennent celles de l'ODD 13 "Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre le changement climatique et ses répercussions" en les adaptant au contexte de la France métropolitaine et aux enjeux à traiter pendant l'atelier.

1. Réduire la vulnérabilité et renforcer la résilience des milieux et des populations face aux changements climatiques et événements extrêmes ;
2. Promouvoir des modes de gouvernance permettant de renforcer les capacités d'adaptation aux changements climatiques.

Le rapport du GIEC sur les sols mentionne trois points-clés sur l'adaptation au changement climatique à prendre en compte dans le cadre de l'élaboration d'un scénario pour les terres :

- Certaines stratégies d'adaptation peuvent être poursuivies sans créer de concurrence dans l'usage des terres ou en réduisant la sollicitation des terres (par exemple, une réduction de l'érosion des sols peut permettre de préserver la qualité des surfaces agricoles actuelles, et de limiter ainsi le besoin de convertir de nouvelles surfaces) ;
- Dans certaines situations d'érosion de côtes ou des sols par exemple, il existe un seuil au-delà duquel l'adaptation n'est plus possible, et des transformations irréversibles et des pertes significatives sont inévitables ;
- Alors que certaines actions ont un impact immédiat sur la résilience au changement climatique, comme la conservation d'écosystèmes à haute teneur en carbone (tourbières, pâturages, forêts, ou zones humides), d'autres actions peuvent prendre plusieurs décennies pour produire des résultats mesurables, comme la reforestation ou la régénération des sols dégradés.

Les participants se sont attachés à identifier des mesures d'adaptation visant à ne pas créer de concurrence dans l'usage des terres et à éviter les pertes irréversibles engendrées par le changement climatique. Si ces mesures doivent être mises en œuvre d'ici à 2030, elles s'inscrivent néanmoins dans une temporalité plus longue, les tendances climatiques se prolongeant au-delà de cette échéance.

4.3.2 Implications des hypothèses à 2030 pour les cibles d'adaptation

Selon Biggs, Schluter et Schoon (2015), la résilience des services écosystémiques dépend de trois propriétés majeures du système socio-écologique :

- Le maintien de la biodiversité et de la redondance³⁹,
- La gestion de la connectivité,
- La gestion des facteurs lents et des rétroactions.

La résilience repose en outre sur quatre principes de gestion :

- Développer la connaissance des systèmes socio-écologiques en tant que systèmes adaptatifs

³⁹ La redondance décrit la répétition d'éléments particuliers dans un système, propriété permettant le maintien de ce dernier et assurant la provision de services écosystémiques.

- complexes,
- Encourager l'apprentissage par l'expérimentation,
- Élargir la participation et promouvoir des systèmes de gouvernance polycentrique.

Les participants ont analysé les différents leviers à intégrer aux transitions envisagées pour développer les capacités d'adaptation au changement climatique et renforcer la résilience des services écosystémiques.

Pallier la variabilité de la production agricole et énergétique

Alors que l'utilisation de fertilisants permettait de compenser l'érosion des sols et l'hétérogénéité de la productivité des sols, les systèmes de production agricole fondés sur des processus écologiques avec moins d'intrants redonnent de l'importance à la variabilité des sols (niveaux d'érosion et types de sol) dans les pratiques agricoles. Par ailleurs, le changement climatique entraîne des rendements agricoles et sylvicoles plus variables. Maintenir un niveau de production suffisant repose à la fois sur des modes de gestion caractérisés par des capacités d'anticipation et de stockage, et sur des organisations collectives à l'échelle locale, régionale, nationale et transnationale.

Le scénario repose sur l'essor des énergies solaire et éolienne pour compenser la baisse de production des énergies fossiles. La sensibilité de la production de ces énergies au changement climatique est variable. Si les éoliennes ne sont pas impactées par les variations de température, le fonctionnement des panneaux photovoltaïques est altéré en cas de fortes chaleurs. L'expérimentation de systèmes innovants comme l'agrivoltaïsme peut permettre de protéger certaines cultures des excès de rayonnement solaire, et de contribuer ainsi à la résilience des agriculteurs.

Multifonctionnalité des terres et adaptation

La promotion de territoires multifonctionnels dans leurs types de production, la diversité biologique qu'ils accueillent et les usages des sols, est potentiellement source de résilience au changement climatique. Pour les forêts, par exemple, une gestion durable et multifonctionnelle permet de concilier les activités sylvicoles avec la préservation de la biodiversité, les loisirs et le paysage, et les services écosystémiques (puits de carbone, cycle de l'eau, équilibre des sols, etc.). Des mesures pour préserver la biodiversité dans les forêts sont déjà expérimentées aujourd'hui, notamment pour les forêts avec la gestion en libre évolution⁴⁰ ou le reboisement en forêt mélangée (en plantant des essences forestières diverses). Pourtant, aujourd'hui, 84% du reboisement est de nature monospécifique⁴¹, suite à une demande accrue de résineux. Le reboisement doit donc être accompagné de mesures permettant de soutenir les plantations en feuillus, et d'élargir le cercle d'acteurs ayant accès aux ressources génétiques et aux bénéfices liés à leur utilisation.

La multifonctionnalité pose également la question de l'échelle à laquelle elle doit être gérée. Les forêts sont gérées à l'échelle de la propriété et de la parcelle, ce qui ne permet pas d'optimiser les usages de la biomasse forestière, alors qu'une gestion à plus grande échelle pourrait permettre une meilleure gestion de la multifonctionnalité.

Privilégier les Solutions Fondées sur la Nature

Les nouveaux risques liés au changement climatique, notamment les risques de catastrophes naturelles, et l'adaptation à ces risques, ont une influence sur la gestion des terres. Dans notre scénario, pour faire face à ces risques, les solutions fondées sur la nature (SFN) se déploient.

⁴⁰ Sans aucune intervention humaine sur le cycle naturel de la forêt.

⁴¹ En France, près de la moitié des peuplements sont monospécifiques et un autre tiers des peuplements ont uniquement deux essences (UICN, 2015).

Les solutions fondées sur la nature (SFN) sont définies par l'UICN comme *“les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les enjeux de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité”* (UICN, 2020). Les SFN doivent satisfaire deux exigences principales : contribuer de façon directe à un défi de société identifié, autre que celui de la conservation de la biodiversité et s'appuyer sur les écosystèmes et présenter des bénéfices pour la biodiversité. Dans le scénario, les SFN sont privilégiées pour faire face aux enjeux de salinisation⁴² des nappes d'eau douce et des terres. Les zones vulnérables à l'érosion côtière, comme le delta du Rhône, où la discontinuité hydrosédimentaire survenant à certains endroits accélère le phénomène d'érosion en aval, sont davantage protégées (Guerrin et Barone, 2020). Il en va de même pour les zones humides et les zones exposées à des risques de glissement de terrain. La restauration des dunes permet de lutter contre l'érosion. Dans le cas où ces mesures ne sont pas suffisantes, des déplacements d'activités ou d'infrastructures sont décidés, notamment pour les activités exposées à des risques de submersion sur le littoral et les estuaires. Les SFN sont de plus en plus envisagées pour penser la densification des villes, jusqu'alors abordée avec des modes de représentation et des organisations territoriales peu favorables à l'innovation.

Dans le scénario, les services écosystémiques de régulation du climat local sont renforcés grâce aux hypothèses faites pour :

- L'agriculture et l'alimentation, avec des systèmes agricoles davantage fondés sur la valorisation de la diversité et des habitats semi-naturels ;
- L'habitat et l'aménagement des territoires, où les nouveaux systèmes urbains entremêlent différents espaces et fonctions et où les services écosystémiques sont mobilisés pour une meilleure régulation du climat local par la végétation, via le développement de parcs urbains permettant de limiter les îlots de chaleur par exemple.

Des systèmes de gouvernance polycentriques et une gestion adaptative

L'adaptation au changement climatique consiste principalement à renforcer la capacité de résilience des acteurs impactés, en donnant à chaque acteur les capacités de s'appropriier les outils nécessaires pour atténuer sa vulnérabilité. L'appropriation des outils pour l'adaptation ne peut pas s'effectuer à travers la définition de nouvelles normes d'action énoncées par des experts scientifiques et techniques. Ces normes doivent être coproduites par les gestionnaires d'espaces, la communauté scientifique et les ingénieurs. Le processus de coproduction de normes repose sur l'adoption de formes alternatives de gouvernance, parmi lesquelles la gouvernance polycentrique⁴³ et la gouvernance adaptative.

La gouvernance polycentrique est pertinente pour gérer des enjeux interconnectés à des échelles différentes, car elle promeut à la fois la subsidiarité et la coopération entre les différentes échelles de gouvernance. Ce mode de gouvernance est particulièrement approprié pour la mise en place de mesures d'adaptation, car des antagonismes d'intérêts peuvent survenir entre les acteurs et les échelles. Par exemple, les mesures prises par les acteurs impliqués dans la gestion des terres (agriculteurs, forestiers, etc.) pour s'adapter au changement climatique peuvent entraîner des impacts négatifs sur d'autres acteurs (les personnes habitant en aval d'un bassin versant par exemple seront affectées par les glissements de terrain, crues et sécheresses en fonction des décisions prises par les gestionnaires en amont). La gouvernance polycentrique tend à valoriser les initiatives des coopératives ou des réseaux associatifs car ces organisations ont les capacités organisationnelles nécessaires à une forte implication

⁴² L'excès de pompage dans les nappes côtières favorisent l'intrusion saline, par un phénomène de biseau salé : l'eau marine pénètre les milieux côtiers et réduit la ressource en eau douce.

⁴³ Le système polycentrique de gouvernance implique une multiplicité de centres de décision indépendants correspondant à des niveaux de juridictions multiples (local, régional, national...) et partageant un ensemble de règles communes. Cette forme de gouvernance requiert un niveau élevé de participation citoyenne co-organisée (Bauwens et Mertens, 2017).

dans de tel système de gouvernance (Ostrom, 2012). La gestion adaptative, quant à elle, est un processus particulièrement adapté à un contexte d'incertitude, qui consiste à l'amélioration systématique "des pratiques et des politiques de gestion fondées sur un apprentissage basé sur la connaissance des résultats de stratégies ayant préalablement été mises en œuvre" (Pahl-Wostl, 2009).

Les systèmes de gouvernance participative et polycentrique doivent prendre en compte les inégalités et les enjeux de pouvoir pour parvenir à une gestion durable et inclusive des biens communs. Par exemple, la gestion de l'eau en France repose aujourd'hui sur un système de gouvernance qui vise à être polycentrique et participatif, avec des comités de bassin composés de différents acteurs (élu, agriculteurs, associations de défense de l'environnement, consommateurs, représentants de l'Etat, etc.). Pourtant, le secteur agricole continue à jouer un rôle dominant dans l'élaboration de stratégies pour l'eau. Les outils d'aménagement du territoire, comme les SCoT (Schémas de Cohérence Territoriale)⁴⁴, demeurent quant à eux peu participatifs, certains acteurs restant systématiquement isolés de la prise de décision et de la construction de l'innovation. Une gouvernance polycentrique et participative doit donner aux acteurs locaux, y compris aux petits propriétaires, accès aux moyens juridiques, financiers et matériels nécessaires pour mettre en place une gestion adaptative et une logique d'expérimentation. Elle repose aussi sur des dispositifs de mise en relation des multiples acteurs et échelles décisionnelles impliqués dans la gestion des terres. Enfin, la mobilisation des connaissances locales doit être privilégiée pour concevoir des modes de gestion adaptés au terrain. L'expérimentation, en étant organisée à l'échelle du territoire plutôt qu'à l'échelle individuelle, permet un partage plus large des connaissances et leçons tirées de l'expérimentation, et in fine une vision partagée des stratégies à mettre en œuvre.

Certains acteurs peuvent avoir intérêt à neutraliser ou à acculturer ces nouveaux réseaux. Par exemple, les coopératives forestières, qui fournissent des conseils professionnels aux sylviculteurs, ont peu intérêt à encourager l'apprentissage et l'expérimentation collective des forestiers.

Une nécessaire reformulation des enjeux environnementaux

Définir un enjeu par l'opposition de deux partis dans un but de simplification réduit la variété et la qualité des solutions considérées. Pour la gestion des forêts par exemple, deux groupes distincts sont généralement identifiés (les pro et les anti-exploitation) alors que certains acteurs catalogués comme "contre l'exploitation" sont en fait contre certains modes d'exploitation des forêts. De même, le débat sur les solutions d'adaptation au stress hydrique est souvent réduit à l'opposition entre ceux qui souhaitent maximiser les possibilités de prélèvements pour satisfaire tous les besoins en eau, grâce au stockage, et ceux qui préconisent de réduire les prélèvements. Pourtant, entre ces deux positions tout un gradient de solutions intéressantes existe.

Repenser les enjeux environnementaux nécessite d'appréhender la complexité du système socio-économique dans lequel ils s'inscrivent. Par exemple, si l'enjeu relatif à l'eau est défini comme un problème de manque d'eau, la création de retenues pour répondre aux périodes de pic de demande apparaît comme une solution évidente. S'il est reformulé comme étant un problème de flux d'eau hétérogènes reposant sur de multiples facteurs, de nouvelles questions sont posées et de nouveaux leviers d'action apparaissent, tels que la réduction de l'impact écologique du stockage, la réduction des prélèvements non nécessaires, la recharge hivernale des nappes phréatiques, etc. La reformulation des enjeux peut permettre aux acteurs d'accéder à de nouveaux outils pour l'adaptation au changement climatique. Une reformulation collective des enjeux environnementaux permet aux acteurs d'appréhender un système socio-écologique dans sa complexité, et d'ouvrir l'espace des solutions.

La gestion des ressources naturelles et de l'usage des terres n'est aujourd'hui pas conçue comme un

⁴⁴ Les SCoT sont des documents de planification stratégique à long terme destinés à servir de cadre de référence pour les différentes politiques sectorielles, notamment celles centrées sur les questions d'organisation de l'espace et d'urbanisme, d'habitat, et de mobilité.

outil pour l'adaptation. Dans le scénario pour les terres, la gouvernance des territoires, dans leur diversité, devient un instrument d'adaptation au changement climatique permettant la mise en réseau à des échelles multiples et l'expérimentation collective pour réduire les risques de sécheresses, d'îlots de chaleur, de glissement de terrains, etc.

Prendre en compte les obstacles économiques et les incertitudes scientifiques

Plusieurs obstacles économiques à l'adaptation ont été mis en avant par les participants.

- L'adoption de nouvelles pratiques et technologies plus vertueuses pour l'environnement est freinée par le temps nécessaire pour amortir les investissements existants (phénomène de *lock-in*).
- La fiscalité des revenus fonciers et le droit fiscal actuel favorisent l'étalement urbain et contraignent la mise en place des mesures d'adaptation (Sainteny, 2018).
- Les changements de pratiques nécessaires à l'adaptation sont entrepris s'ils répondent aux attentes du marché. Dans la sylviculture par exemple, le choix d'essence et les modes de gestion sont avant tout déterminés par les standards de compétitivité.
- Le développement de prévisions quantifiées sur le changement climatique et ses impacts (fréquence et évolution des événements extrêmes, impact sur les rendements agricoles et sylvicoles, etc.) aiderait les acteurs à estimer les besoins futurs pour l'adaptation au changement climatique et à mieux structurer l'aide à l'adaptation.

Session 5 : Consolidation du scénario et dimensions manquantes

Cette session avait pour objectif : (1) de restituer les résultats des sessions parallèles thématiques sur la santé et le bien-être, la croissance, les inégalités et l'emploi, et l'adaptation au changement climatique, et (2) d'identifier les dimensions manquantes au scénario schématique.

5.1 Éléments de discussion sur les transitions

Les participants ont noté que l'agriculture et l'alimentation ont pris davantage de place dans les discussions que d'autres thématiques (espaces naturels, infrastructures, bâti, transports, activités économiques par exemple). A cet égard, ils ont souligné que l'agroécologie et les circuits courts alimentaires existent depuis longtemps (les circuits courts datent de l'Antiquité) et ne devraient pas être communiqués comme représentant de "nouvelles méthodes". Toutefois, ces modes de production, distribution et consommation alimentaires demeurent minoritaires et prennent aujourd'hui des formes innovantes.

Ils ont également souligné que les questions relatives au développement de capacités individuelles et collectives ont été largement mises en avant. Le scénario n'est ainsi pas limité à une image du futur mais aborde aussi largement les leviers pour y parvenir. Toutefois, la responsabilisation de l'individu, très présente dans les discussions, ne doit pas mener à sous-estimer le rôle des pouvoirs publics et des entreprises dans les transitions. Des outils de politiques publiques (incitations économiques, information, réglementation, etc.) sont nécessaires à la promotion de comportements individuels mais aussi collectifs plus durables. Pour mieux articuler ces différents outils, la participation citoyenne dans les processus de gouvernance est un élément clé. Par exemple, l'élection citoyenne des membres des chambres d'agriculture permettrait d'assurer une représentation des citoyens dans les orientations de l'agriculture française.

Enfin, penser les transitions repose sur une meilleure connaissance des solutions mises en place dans d'autres pays. Par exemple, le système de fiducies d'utilité sociale mis en place au Québec représente un grand intérêt pour la conservation des milieux naturels⁴⁵.

5.2 Eléments manquants au scénario

Certaines tensions entre les objectifs de transition alimentaire durable et de santé et bien-être n'ont pas été suffisamment abordées :

- Comment assurer la sécurité alimentaire des consommateurs (à travers les dates limite de consommation par exemple pour les produits frais et périssables) tout en réduisant le gaspillage alimentaire ?
- Comment favoriser le recyclage de la biomasse à travers l'épandage de produits organiques sur les sols agricoles et forestiers tout en limitant les risques pour l'environnement (sols, eaux et flore en particulier) et pour la santé humaine en cas de consommation de produits alimentaires ou d'eau contaminés ?

Les risques naturels (inondations, mouvements de terrains, montée du niveau des mers, etc.) ont été jugés par les participants comme ayant peu été pris en compte dans le scénario.

La réalisation du scénario prendra des formes spécifiques à l'échelle des territoires. Les évolutions de l'agriculture, de la forêt et des espaces urbains ne seront pas uniformes sur tout le territoire français; ce que le scénario construit n'aborde pas suffisamment. Or, par exemple, le consensus des participants sur le recours à plus d'énergie éolienne pose la question de la localisation de la production des énergies renouvelables et de l'acceptation des équipements par les populations locales. En outre, la déclinaison territoriale du scénario permettrait de mieux aborder les questions de l'émergence et de la gouvernance des projets qui font les transitions.

Session 6 : Trajectoires et transformations sociétales

Identification et choix des transformations à analyser

La première partie de la session sur les trajectoires et transformations sociétales avait pour objectifs de : 1) présenter le cadre *vrk* (*value-rule-knowledge*) aux participants (Colloff et al., 2017), 2) d'identifier deux ou trois grandes transformations à analyser en session parallèle.

Les transformations identifiées par les participants

Chaque participant a proposé une transformation qu'il considérait comme indispensable à la réalisation du scénario. La liste suivante correspond aux propositions des participants reformulées pour tenir compte des redondances.

- Transformation de la PAC avec une réelle intégration environnementale ;
- Mise en cohérence des différents niveaux de soutien pour accompagner la transformation des exploitations vers la protection des ressources (biodiversité, pollution) ;
- Réduire la part des protéines animales dans notre alimentation ;
- Parvenir à généraliser les systèmes agroécologiques et les filières diversifiées ;
- Développer l'usage et le recyclage des bio-matériaux (en respectant la hiérarchie des usages) ;
- Prise de conscience par les acteurs de la fabrique de la ville de la vulnérabilité et des enjeux de

⁴⁵ Une fiducie d'utilité sociale (FUS) est l'affectation d'un patrimoine (terres agricoles, bâti, foncier, etc.) à une vocation d'intérêt général (à caractère culturel, éducatif, religieux, scientifique, etc.) plutôt qu'au bénéfice d'une personne physique ou morale (Marchand, 2019).

- durabilité des ressources qu'elle mobilise (matériaux, sols, etc.) ;
- Renforcer la multifonctionnalité des villes par une meilleure intégration de la nature ;
- Développer les approches fondées sur la nature avec de la participation citoyenne ;
- Mettre en place une gouvernance participative pour une gestion adaptative des usages des terres ;
- Parvenir à ce que chaque territoire mette en place un projet alimentaire et énergétique territorial démocratique ;
- Parvenir à ce que la valeur des sols intègre leurs fonctionnalités écologiques et sociales ;
- Transformer le foncier en bien commun ;
- Mobiliser la biomasse énergie pour la mobilité non électrifiable, en combinant le carbone avec de l'hydrogène vert issu de l'électricité solaire et éolienne, davantage que comme une source d'énergie à développer largement.

Les transformations sélectionnées pour analyse en sessions parallèles

Les participants ont procédé à un vote pour définir les trois transformations à analyser en sessions parallèles. Celles qui ont rassemblé le plus de votes sont les suivantes :

- Réduire la part des protéines animales dans notre alimentation ;
- Développer les approches fondées sur la nature avec de la participation citoyenne ;
- Transformer le foncier en bien commun.

Session 6.1 : Réduire la part des protéines animales dans notre alimentation

La session parallèle sur la transformation "réduire la part des protéines animales dans notre alimentation" avait pour objectif d'analyser les obstacles et leviers à cette transformation.

6.1.1 Explicitation de la transformation

Les participants ont tout d'abord souligné qu'il ne s'agissait ni d'éliminer entièrement la consommation de protéines animales, ni d'en supprimer une source (ruminants, monogastriques, poissons) en particulier. La réduction de la part des produits animaux dans l'alimentation se comprend au niveau populationnel, et concerne en particulier les individus en consommant plus que nécessaire. Seules les protéines animales d'origine terrestre ont été considérées dans la session, les produits halieutiques posant des problèmes spécifiques relatifs à la gestion des stocks et à la santé (contamination par les métaux lourds, etc.).

La réduction de la consommation de protéines animales pose potentiellement des problèmes d'insuffisance en fer et en zinc biodisponibles, ainsi qu'en vitamine B12 (notamment présente chez les ruminants). Évaluer les options de substitution aux protéines animales (viande de synthèse, légumineuses, insectes, etc.) est donc crucial puisqu'elles ont des implications différentes pour l'environnement et la santé humaine.

Enfin, les participants ont souligné l'importance de l'alimentation des animaux pour la durabilité environnementale et sanitaire des régimes alimentaires. Il faut en effet que la production de viande, qui persiste même si à un niveau moindre dans la transition envisagée, réponde à l'objectif pour les terres à 2030.

6.1.2 Obstacles à la transformation

Les participants ont identifié les obstacles à la réalisation de la transformation et les ont classés selon leur nature (ils relèvent des valeurs, des règles ou des connaissances) et selon les acteurs concernés.

Obstacles liés aux valeurs

En France, la viande est encore pour beaucoup associée à une bonne santé, à la force physique et à la virilité. En outre, les ménages les moins aisés peuvent considérer la viande comme un symbole d'accès à un statut social supérieur. La viande est aussi parfois considérée comme vertueuse pour l'environnement puisque sa production permet de maintenir des pâtures. Enfin, l'alimentation - dans le contexte français où la majorité des personnes mangent à leur faim - est associée au plaisir⁴⁶. Un changement radical de régime alimentaire peut donc être perçu comme un "sacrifice" d'un élément important constituant leur plaisir au profit d'enjeux de santé et d'environnement.

Si les valeurs associées à la consommation de produits animaux, notamment de viande, tendent à freiner la réduction de la consommation de protéines animales, il faut cependant noter leur forte évolution, notamment pour les jeunes générations.

Obstacles liés aux règles

La transition vers un régime moins riche en protéines animales est freinée par la faiblesse de l'offre de produits de substitution appétissants et pratiques à utiliser. En outre, l'offre en protéagineux est largement dominée par le soja, qui pose des problèmes environnementaux (déforestation importée, par exemple).

La réduction de la part des protéines animales dans les régimes alimentaires se heurte aux difficultés de reconversion des filières agro-alimentaires liées à l'élevage qui représentent beaucoup d'emplois, d'investissements et parfois d'endettement (pour les éleveurs porcins en agriculture conventionnelle notamment). En outre, la production et la transformation de substituts végétaux aux protéines animales, tout comme la conversion à des modes d'élevage plus durables, reposent sur un investissement massif dans de nouveaux équipements et de nouvelles compétences.

Obstacles liés aux connaissances

De nombreux obstacles à la réduction de la part des protéines animales dans les régimes alimentaires tiennent aux connaissances.

- L'information nutritionnelle est disponible, grâce au PNNS (Programme National Nutritionnel Santé) notamment. Elles incluent les indications quant aux besoins minimums en protéines et aux alternatives végétales aux protéines animales. Toutefois, cette information reste peu connue des consommateurs. De plus, la publicité pour les produits alimentaires est diffusée à bien plus grande échelle et va souvent à contre-courant du PNNS.
- Substituer des protéines végétales aux protéines animales implique d'adopter de nouvelles habitudes et d'acquérir de nouvelles connaissances culinaires.
- Les médecins sont en général peu formés à la nutrition. Par exemple, ils sont nombreux à préconiser de manger des produits laitiers régulièrement, bien que cela ne soit pas en cohérence avec le PNNS.
- La recherche technologique sur les légumineuses dans le secteur agroalimentaire qui permettrait notamment d'améliorer la praticité de ces produits, est peu développée.

⁴⁶ Selon un sondage IPSOS, la notion de plaisir arrive en tête quand il est demandé aux Français de décrire à quoi correspond leur alimentation pour eux (55% des sondés) (IPSOS, 2019). Cette tendance est confirmée par plusieurs sondages tels que celui de Harris interactive, où 94% des Français interrogés déclarent "faire beaucoup ou assez attention à manger pour se faire plaisir" (Harris interactive, 2019).

Tableau 6.1 : Obstacles à la réduction des protéines animales classés selon leur nature

	Consommateurs	Autres acteurs
Valeurs	Perception de la viande comme étant : <ul style="list-style-type: none"> - Bonne pour la santé, la force physique, et marqueur de masculinité - Un signe d'accès à un statut social supérieur - Bonne pour l'environnement (pâtures) Considérer davantage les dimensions environnementales et sanitaires de l'alimentation peut être perçu comme menaçant la dimension "plaisir" de l'alimentation	
Règles	<ul style="list-style-type: none"> - Peu d'offre et manque de diversité de substituts végétaux attractifs 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts humains et financiers de la réorientation des investissements et des emplois des filières animales conventionnelles vers des filières plus durables (de production animale et végétale) - Coûts de l'acquisition de nouvelles compétences
Connaissances	<ul style="list-style-type: none"> - Les informations nutritionnelles ne sont pas suffisamment diffusées et la publicité, qui touche un large public, va souvent à contre courant des recommandations nutritionnelles - Manque de connaissances culinaires nécessaires à la préparation des protéines végétales 	<ul style="list-style-type: none"> - Médecins généralistes généralement peu formés à la nutrition - Manque de recherche technologique du secteur agroalimentaire sur les légumineuses pour améliorer la praticité notamment

6.1.3. Leviers d'actions

Les participants ont identifié quatre ensembles de leviers d'actions pour réduire la part des protéines animales dans notre alimentation : l'information, l'éducation, l'innovation et les politiques publiques. Ces leviers font écho à "La roue du changement" proposée par le World Resources Institute (Ranganathan *et al.*, 2016), qui comprend quatre stratégies pour encourager le changement d'habitude de consommation :

1. Faire évoluer les normes sociales,
2. Minimiser les perturbations,
3. Maximiser la prise de conscience,
4. Mettre en avant les bénéfices.

Information

- Renforcer les moyens du PNNS (Denhartigh et Descamps, 2019).
- Privilégier une communication positive en insistant sur la promotion des alternatives telles que les légumineuses plutôt que sur la réduction de la consommation de viande. Ce type de communication positive porte cependant le risque de se traduire par l'ajout de protéines végétales aux protéines animales plutôt que par la substitution recherchée (un tel résultat a été rapporté concernant une campagne nutritionnelle canadienne).
- Introduire l'information sur l'impact environnemental des produits alimentaires dans les bases de données publiques telles que l'*Open Food Facts* (Open Food Facts, 2012). L'idée est d'ajouter sur les emballages un "écoscore", en plus du Nutri-Score. Cette information est déjà présente pour certains produits, notamment grâce à l'outil Agribalyse (ADEME, 2020) qui permet de connaître

l’empreinte environnementale des aliments sur la base d’ACV. Toutefois, la plupart des ACV se centrent sur le bilan carbone et prennent mal en compte les impacts sur la biodiversité et la santé (résidus des pesticides, par exemple). Or, par exemple, des poulets labellisés AOP de 90 jours présentent un bilan plus lourd que les poulets de qualité standard en émissions de GES mais ont un impact négatif moindre sur la biodiversité.

- Mieux informer sur la nutrition doit aussi orienter le consommateur vers des produits bruts ou peu transformés. En effet, les produits industriels (c’est notamment le cas des “fausses” viandes) contiennent souvent des additifs et ingrédients qui impactent la santé et l’environnement.

Education

- Accompagner la mutation des emplois dans les filières impactées, en développant des formations pour les éleveurs, les conseillers techniques en élevage et plus généralement l’ensemble des acteurs de la chaîne agro-alimentaire (y compris les bouchers, les cuisiniers et restaurateurs, etc.).
- Organiser des émissions culinaires (sur les modèles existants) centrées sur les légumineuses, ou encore améliorer la vulgarisation de ce savoir culinaire et nutritionnel par des cours, dès l’école. Le levier de l’éducation doit toutefois être manié finement en fonction des catégories sociales.
- Mettre en place un service civique agro-alimentaire⁴⁷, calqué sur le modèle actuel du service civique, pour sensibiliser les jeunes générations aux enjeux associés aux modes de production de notre alimentation. Cette initiative contribuerait aussi à résoudre le problème de main-d’œuvre agricole.

Innovation

- Développer la recherche sur les alternatives aux protéines d’origine animale, comme les légumineuses, la “viande” issue d’insectes ou la viande de synthèse. Concernant ces dernières, l’innovation permettrait de les rendre plus appétissantes et plus faciles à cuisiner.

Politiques publiques

- La PAC pourrait soutenir les filières animales de qualité pour aider à la conversion des acteurs de l’élevage.
- Veiller à ce que les accords commerciaux n’encouragent pas les importations de viande de moindre qualité.
- Soutenir la mise en place dans les restaurations collectives publiques et privées d’“un repas sans viande par semaine”, afin d’encourager la transition de manière transversale (changer les habitudes de cuisine, habituer les consommateurs à ce genre de repas, etc.).
- Les marchés publics sont un levier d’action important pour soutenir l’essor des filières (circuits courts⁴⁸, légumineuses, etc.). Un tel levier repose néanmoins sur la coordination des acteurs à un échelon territorial pour assurer des volumes suffisants et sur des prix attractifs pour les agriculteurs locaux.
- Réglementer la publicité de sorte qu’elle ne véhicule pas des messages contraires au PNNS.
- Si une taxation de la viande paraît difficile à mettre en œuvre, taxer les émissions d’azote associées à la production de viande pourrait contribuer à limiter les volumes de production.

⁴⁷ Les participants se sont référés à l’ouvrage *Retour sur Terre - 35 propositions* (Bourg et al., 2020). Un amendement (finalement rejeté) a été proposé sur ce principe en octobre dernier, en se calquant sur le modèle du SNU (Service National Universel) de l’exécutif, et non du service civique (Assemblée Nationale, 2020).

⁴⁸ C’est notamment le cas de l’initiative *Terres de Sources* à Rennes (Collectivité du Bassin Rennais, 2018).

Session 6.2 : Développer les solutions fondées sur la nature en sollicitant la participation citoyenne

La session parallèle sur la transformation “développer les solutions fondées sur la nature en sollicitant la participation citoyenne” avait pour objectif d’analyser les obstacles et leviers à cette transformation.

6.2.1 Explicitation de la transformation

Les SFN permettent de valoriser la diversité des services écosystémiques pour résoudre des problèmes environnementaux. Selon les participants, ces solutions doivent être sélectionnées et mises en œuvre à travers un processus de consultation et de suivi impliquant différents acteurs. Ils ont par ailleurs noté que l’utilisation des SFN peut aussi bien répondre à une recherche de maîtrise de la nature pour apporter des solutions à des enjeux humains qu’à une remise en question de cette recherche de maîtrise de la nature.

6.2.2 Identification des obstacles à la transformation

Les participants ont identifié les obstacles à la réalisation de la transformation, en les classant selon leur nature (ils relèvent des valeurs, des règles ou des connaissances).

Tableau 6.2 : Obstacles aux développement participatif de solutions fondées sur la nature

Valeurs	<ul style="list-style-type: none"> - Croyance selon laquelle les progrès technologiques apporteront des solutions à tous les problèmes et que la maîtrise de ces technologies est toujours à la portée de l’humain - Perte d’intérêt dans l’engagement citoyen - Les standards de performance créés et véhiculés à l’échelle d’un secteur freinent l’adoption de techniques “non conventionnelles” (par exemple, un agriculteur doit répondre aux standards de production agricole définis par les coopératives) - Les SFN sont généralement perçues comme moins efficaces que les solutions conventionnelles
Règles	<ul style="list-style-type: none"> - Encadrement technique des filières pour atteindre les standards de production et les objectifs de rendement - Critères restreints pour évaluer la performance d’une solution - Les procédures de sélection des solutions, fondées sur le système de valeurs dominant (les études d’impact, par exemple), ne sont pas favorables aux SFN (multicritères, haut niveau d’incertitude) - Peu d’espaces de discussions impliquant largement les parties prenantes, dans la mise en œuvre des stratégies d’aménagement par exemple - Les asymétries de pouvoir font obstacle à l’identification et à la mise en œuvre de solutions participatives - Normes actuelles pour sélectionner les acteurs associés aux processus de prise de décision - Les règles de planification et de cadrage, comme les documents d’urbanisme, n’incluent généralement pas les SFN
Connaissances	<ul style="list-style-type: none"> - Les critères de performance appliqués aux solutions technologiques conventionnelles orientent la production de connaissances scientifiques - Les promesses de performance des solutions technologiques conventionnelles ne sont pas systématiquement tenues mais l’écart aux résultats promis est souvent tu (économie fondée sur “la promesse d’un monde meilleur lié à la révolution technologique” (Joly, 2005))

6.2.3 Identification des leviers d’action

Un nouveau système d'évaluation et de diffusion de connaissances sur les SFN

Les solutions technologiques conventionnelles et les SFN sont développées pour résoudre des problèmes liés à la dégradation des écosystèmes ou à la protection des êtres humains, des activités économiques et des infrastructures situées dans des zones à risque. Dans les deux cas, le décideur, un.e maire par exemple, doit s'assurer de l'efficacité de la solution sur la base d'une étude d'impact. Celle-ci envisage différentes hypothèses sur l'évolution de différents facteurs (les crues décennales et centennales par exemple, dans le cas d'une solution pour protéger des infrastructures de la montée des eaux) afin d'analyser les incidences négatives de la solution et de proposer des moyens de les éviter. L'évaluation de l'efficacité des solutions technologiques conventionnelles suit une approche monocritère, alors que celle des SFN est évaluée selon des critères de performance variés (réponse efficace aux défis sociétaux, viabilité économique, avantages nets pour la biodiversité et pour l'intégrité des écosystèmes, etc.). Les SFN ne peuvent donc que difficilement rivaliser avec les solutions conventionnelles. Le registre de performance doit donc s'ouvrir à davantage de critères pour intégrer de nouvelles solutions, parmi lesquelles les assemblages de plusieurs SFN visant à créer des synergies entre les solutions, sans disqualifier les solutions conventionnelles. Ce changement implique d'abord de créer un système de référence commun sur l'efficacité des SFN et repose sur une évolution à la fois des valeurs des décideurs et du système de règles qui en découle.

Les effets néfastes et les incertitudes associés à un recours systématique aux solutions technologiques conventionnelles doivent être rendus visibles. Dans l'hypothèse d'une hausse très importante du niveau de la mer par exemple, certaines infrastructures de protection côtière ne sont plus fonctionnelles, et peuvent même avoir des effets négatifs en augmentant la vulnérabilité des zones côtières. De plus, les externalités négatives des solutions conventionnelles sont souvent irréversibles : une fois les infrastructures installées, résoudre les problèmes de maladaptation⁴⁹ peut s'avérer difficile. C'est le cas des nombreux barrages installés aux Pays-Bas, qui ne sont pas efficaces dans un scénario de changement climatique extrême. Remplacer ces barrages par d'autres solutions représenterait un délai et des investissements considérables. L'aménagement du littoral, notamment l'urbanisation côtière et le développement d'activités dans ces zones, doit donc intégrer la gestion de l'incertitude.

A priori, les SFN ne sont pas plus coûteuses que les solutions technologiques conventionnelles. Cependant, l'adoption des SFN peut se heurter à un problème de financement étant données les méthodes utilisées pour estimer leurs coûts et bénéfices. Pour comparer deux options incluant une SFN, il est nécessaire de considérer le coût d'investissement et le coût de fonctionnement et de comptabiliser toutes les externalités, positives et négatives, que les options génèrent. Il est également essentiel de veiller à la redistribution des bénéfices et des coûts associés aux SFN, pour que ceux profitant des bénéfices participent à leur financement. Par ailleurs, l'adoption de critères de performance plus variés et l'implication d'un panel d'acteurs plus divers dans la conception et la mise en œuvre des SFN tend à élargir le champ des bénéficiaires par rapport à une solution technologique conventionnelle gérée par un opérateur privé.

De nouvelles connaissances sur les résultats des SFN doivent être développées et diffusées, à travers des publications et des actions de sensibilisation, pour influencer les systèmes de valeurs et de règles, dépasser l'association des solutions "naturelles" à une moindre performance, et soutenir les acteurs dans la mise en œuvre des SFN.

Les normes et les textes réglementaires doivent être adaptés à des niveaux plus élevés de variabilité et d'incertitude pour ne pas freiner l'adoption des SFN tout en assurant que l'institution mettant en place la

⁴⁹ La maladaptation est définie comme "un processus d'adaptation qui résulte directement en un accroissement de la vulnérabilité à la variabilité et au changement climatiques et/ou en une altération des capacités et des opportunités actuelles et futures d'adaptation" (Magnan, 2013).

SFN engage sa responsabilité pour assurer la sécurité des habitants exposés au risque (la montée du niveau de la mer par exemple).

Intégrer de nouveaux acteurs et de nouvelles connaissances

Les SFN peuvent permettre de rassembler des acteurs et des institutions qui n'interagissaient pas jusqu'alors et dont les valeurs sont possiblement divergentes. Les systèmes de décision doivent évoluer pour intégrer de nouvelles connaissances et de nouveaux acteurs, au-delà de ce que les participants ont qualifié de "société des ingénieurs". Par exemple, l'intégration d'écologues facilite l'appréhension des enjeux environnementaux par les services responsables de la gestion des eaux dans les villes. Faire évoluer le système d'acteurs implique aussi de reconnaître la valeur des connaissances locales et d'associer les acteurs porteurs de celles-ci dans la prise de décision. Cela pose la question des modalités d'intégration des savoirs locaux et profanes dans les processus de décision.

Un ensemble de règles, formelles et informelles, définit les acteurs participant à la prise de décision, les règles formelles impliquant généralement une plus grande diversité d'acteurs que les règles informelles. En cellule de crise de gestion quantitative de l'eau, certains départements n'invitent plus les associations environnementales, car le dialogue entre ces associations et les agriculteurs est devenu trop difficile. Les enjeux de pouvoir ont ainsi un rôle crucial dans la délimitation de l'espace des solutions. Ils doivent être reconnus et réduits pour pouvoir intégrer durablement des SFN. Toutefois, l'intégration de nouveaux acteurs n'est pas suffisante pour limiter les asymétries de pouvoir car la présence dans les espaces de prise de décision ne garantit pas d'avoir une influence sur les décisions.

Mettre en place des SFN passe par des efforts pour restaurer le dialogue entre des acteurs dont les intérêts et les valeurs divergent afin de sortir des approches en silo et des clivages existants pour reformuler les enjeux sur la case de débats fondés sur les connaissances et explicitant la variété des valeurs des parties prenantes. Redonner une place positive aux agriculteurs par exemple, et passer de l'*agribashing*⁵⁰ à l'*agriservice*, repose sur la valorisation des services rendus par l'agriculture, y compris les services d'approvisionnement.

Appréhender la complexité des systèmes socio-écologiques

Les participants ont souligné le besoin d'appréhender la complexité des systèmes socio-écologiques avant de définir un problème et de chercher des solutions appropriées. Sans redéfinition des problèmes et de l'espace des solutions, les acteurs auront tendance à recourir à des solutions qu'ils connaissent et qui paraissent évidentes étant donné la formulation du problème.

Les enjeux environnementaux doivent être reformulés de manière à adopter une perspective plus holistique et multicritère. Par exemple, les barrages sont censés répondre au problème de déficit hydrique mais engendrent des problèmes reconnus par tous : discontinuité écologique, évaporation, colmatage, relargage de pollution, etc. Appréhender le déficit hydrique passe par une prise en compte, d'une part, des problèmes associés aux barrages et aux secteurs impactés (le tourisme et la pêche par exemple), et d'autre part, des bénéfices de la création ou de la restauration de zones humides, à l'origine d'un grand nombre de services écosystémiques.

Session 6.3 : Transformer le foncier en communs

La session parallèle sur la transformation du foncier en communs avait pour objectif d'analyser les obstacles et leviers à cette transformation.

⁵⁰ Cette notion est utilisée pour décrire le ressenti des agriculteurs face à des critiques de plus en plus nombreuses sur les pratiques d'agriculture conventionnelle.

6.3.1 Explicitation de la transformation

La question du bien commun permet d'appréhender une variété d'enjeux associés tels que les droits de propriété, les droits d'usage, les modes de gestion des ressources, les dimensions politiques et éthiques liées aux terres, etc. Il s'agit donc de transformer le foncier pour qu'il passe d'un outil de plus value marchande à un bien relevant de l'intérêt général. Au-delà de la propriété privée de l'habitat ou des terrains, l'appropriation individuelle d'une ressource et de son usage représente un vrai enjeu pour le foncier. Dans sa "tragédie des communs", Garrett Hardin (1968) souligne qu'un usage non régulé des ressources en accès libre peut mener à leur surexploitation et leur épuisement.

6.3.2 Obstacles à la transformation

Les participants ont tout d'abord identifié les obstacles à la transformation du foncier en communs en les catégorisant selon leur nature (ils relèvent des valeurs, des règles ou des connaissances).

Valeurs

- Devenir propriétaire de son logement est perçu comme une étape importante pour les français ; 58% des ménages français sont propriétaires de leur résidence principale en 2018, contre 48% en 1968 (Le Graët, 2018). L'accès à la propriété privée semble permettre de se sentir plus citoyen.
- La propriété privée est perçue comme permettant une gestion plus efficace de la ressource concernée. Le passage de la propriété collective à la propriété privée des sols date du Néolithique et est souvent associé à la productivité et rentabilité des terres plus importantes en uni-propriété plutôt qu'en communs.
- Dans un contexte de mondialisation et de mobilité croissante des populations, l'attachement à un territoire est plus fragile qu'il ne l'était auparavant. Cet attachement au lieu peut se caractériser par un phénomène complexe qui met en lumière un lien affectif positif entre les individus et des lieux familiers (Low et Altman, 1992). La perte de ce lien réduit la valeur qui est donnée à un territoire et influence les pratiques et les comportements de ses usagers.

Règles

- Les outils fiscaux associés au foncier bâti et non bâti incitent à l'imperméabilisation des espaces. D'une part, la taxe foncière sur les terrains non bâtis incite les propriétaires à vendre leurs terrains constructibles. D'autre part, la nouvelle distribution de la taxe foncière risque d'accentuer les incitations économiques à l'étalement urbain. La taxe foncière étant principalement perçue par les communes et les intercommunalités (57%) et les départements (43%), elle incite à l'artificialisation des sols (Niel et Filomin, 2019).
- La représentation et le poids politique des propriétaires fonciers créent des asymétries de pouvoir. Par exemple, le monde agricole en France est surreprésenté dans la politique nationale.
- La différence de prix entre les terres agricoles ou forestières et les terres constructibles représente une incitation à l'artificialisation des terres par la vente de parcelles constructibles. En effet, les prix des terrains agricoles français sont les plus bas de l'Europe occidentale. Ceci est dû à la faible rentabilité du foncier non bâti, aux taxations importantes et aux restrictions liées au statut de fermage (Sainteny, 2018). Une évolution du droit du foncier peut avoir des effets systémiques faisant obstacle à la mise en place d'une transformation du foncier en communs. Une réforme du statut du fermage pourrait impliquer des effets secondaires sur la profession agricole et le milieu rural. Par exemple, la légalisation de l'assolement en commun permet aux agriculteurs de constituer de grandes exploitations agricoles et encourage le développement de formes sociétaires en agriculture. Celles-ci permettent de dissocier travail agricole et capital de l'exploitation, et peuvent se traduire par une évolution vers une agriculture basée sur le salariat, qui modifie les territoires touchés par

ces formes de production (espaces de transit par exemple).

- La perception actuelle du foncier et des biens immobiliers comme des actifs financiers, au même titre que d'autres placements marchands, va à l'encontre de celle du foncier en tant que bien commun.

Connaissances

- Le manque de connaissance des sols et de leur fonctionnement induit une vision du foncier comme espace délimité et statique dénué d'épaisseur environnementale alors qu'il est un espace vivant caractérisé par des cycles et continuités écologiques. Les connaissances sur les interactions et les interdépendances entre les aménités fournies par les sols sont peu diffusées parmi les citoyens et les décideurs.
- Les informations concernant les régimes de propriété ne sont pas suffisamment accessibles et freinent l'appropriation de certains enjeux par les citoyens (par exemple, les conflits récurrents entre chasseurs et habitants reflètent le manque d'information sur les droits de chasse et la propriété privée).

Tableau 6.3 : Obstacles à la transformation du foncier en communs

Valeurs	<ul style="list-style-type: none"> - Devenir propriétaire de son logement est perçu comme une étape importante de leur vie par les français - Le statut de propriété privée est perçu comme permettant une gestion plus efficace de la ressource concernée - Perte de lien au territoire qui réduit la valeur qui lui est donnée et influence les pratiques et les comportements de ses usagers
Règles	<ul style="list-style-type: none"> - Les outils fiscaux associés au foncier bâti et non bâti incitent à l'imperméabilisation des terres - La représentation et le poids politique des propriétaires fonciers créent des asymétries de pouvoir - La différence de prix entre les terres agricoles ou forestières et les terres constructibles représente une incitation à l'artificialisation des terres par la vente de parcelles constructibles - Le foncier et les biens immobiliers sont perçus comme des actifs financiers, au même titre que d'autres placements marchands
Connaissances	<ul style="list-style-type: none"> - Le manque de connaissance des sols et de leur fonctionnement induit une vision du foncier comme espace délimité et statique dénué d'épaisseur environnementale alors qu'il est un espace vivant caractérisé par des cycles et continuités écologiques - Les informations concernant les régimes de propriété ne sont pas suffisamment accessibles et freinent l'appropriation de certains enjeux par les citoyens

6.3.3 Leviers d'action

Information

- L'accès aux connaissances sur les sols et leurs aménités pourrait contribuer à transformer le rapport des français à la propriété privée comme unique moyen d'épanouissement et d'ancrage et à renforcer l'attachement et la valeur donnés à un territoire.
- Un meilleur accès aux informations concernant les régimes de propriété (le régime de fermage par exemple) pourrait atténuer les asymétries de pouvoir entre les différents acteurs.

Réappropriation du sol

- Le rapport au sol des agriculteurs, des sylviculteurs ou des urbanistes influence leurs pratiques et usages des sols. Des modes d'organisation tels que la polyculture-élevage pourraient être développés sur la base d'un statut de propriété collective, à l'inverse des modes d'agriculture conventionnels associés à l'uni-propriété.
- La prise en compte des cultures locales est clé pour transformer les rapports de nos sociétés à la propriété. Ainsi, les alpages et l'agro-pastoralisme constituent un patrimoine culturel qui croise des pratiques et des acteurs multiples (éleveurs, chasseurs, environnementalistes, gestionnaires de la ressource en eau, etc.), qui doivent composer avec des données de terrain complexes (captages d'eau potables, zones humides protégées, chemins de randonnée, exploitation forestière, réserve de chasse, etc.).
- L'implication des bailleurs sociaux ou encore des organismes en charge du logement locatif sur fonds publics peut représenter un levier pour valoriser la nature en ville. Récemment, certains bailleurs sociaux ont développé des projets d'aménagement de jardins partagés aux pieds d'immeubles sociaux qui permettent la réappropriation d'espaces partagés. Toutefois, leur objectif premier est de loger des populations ; leur vision reste donc éloignée de celle d'une transformation du foncier en communs.

Gouvernance participative

- L'explicitation des interdépendances entre les différents acteurs du système et l'identification des gagnants et perdants à une transformation du foncier en communs peuvent être un levier de changement. Les interactions doivent être caractérisées en termes de flux d'aménités et d'usages qui se déploient au-delà de leur territoire d'origine. Le manque de connaissances sur ces interactions entretient les positions dominantes (monde agricole à travers le statut de fermage par exemple).
- Selon Elinor Ostrom, les "communs" représentent des formes d'organisations sociales autour de ressources valorisées par un collectif qui mettent en œuvre des règles pour leur gouvernance. Dans son ouvrage "*Governing the Commons*" (1990), Ostrom décrit des groupes d'individus ayant pu échapper à la tragédie des communs par l'autogestion pour une utilisation pérenne de ressources communes. Les outils de gestion collective de biens communs inspirés des "Community Land Trusts" pourraient être mobilisés dans ce sens. Il existe des aires marines et terrestres gérées en collaboration avec des écoles, permettant d'intégrer à la fois les enfants et les parents. Les jardins partagés sont un autre exemple d'implication de citoyens dans des modes de gestion collective. Toutefois, il existe des moyens collectifs structurés par des organismes, comme les chambres d'agricultures, qui ne sont pas nécessairement représentatifs des acteurs, en l'occurrence des agriculteurs. Les participants ont suggéré des mesures comme le tirage au sort et la rotation de collectifs en charge de biens communs pour permettre une meilleure représentation.

Outils de régulation du foncier

- Mettre en place des dispositifs pour attribuer aux habitants un droit de regard sur l'usage du foncier dans leurs voisinages permettrait d'éviter des situations de monopole des ressources par certains acteurs ;
- Un état des lieux du foncier suite à un changement de propriétaire de terrain (similaire à ceux établis dans le cadre de la location d'un appartement) permettrait de réduire la dégradation des sols ;
- Renforcer le principe pollueur-payeur ;

- Renforcer l'usufruit en découplant la propriété du bâti et la propriété du sol ;
- Une fiscalité négative pour dissuader de nouvelles constructions et valoriser les services environnementaux rendus par les sols non imperméabilisés ;
- Un recours plus important à des dispositifs de servitude environnementale, qui consistent à créer des obligations des propriétaires au bénéfice d'autres propriétaires ou de tiers (collectivité, établissement ou organisation de protection pour la nature). Dans le secteur agricole, cela pourrait soutenir le maintien des haies, des zones humides, des bandes enherbées, etc. Cet outil demeure peu utilisé et sa mise en place est particulièrement difficile dans le milieu agricole.

Session 7 : Interactions d'échelles

Cette session a eu lieu le 26 novembre 2021 et a réuni les participants de l'atelier particulièrement intéressés par les enjeux relatifs aux interactions d'échelles et un expert⁵¹. Elle avait pour objectif d'étudier les interactions d'échelles associées au scénario pour les terres en France. Il s'agissait d'analyser, d'une part, les implications du scénario pour les terres en France pour le reste du monde, et d'autre part, les facteurs extérieurs à la France susceptibles de freiner ou de faciliter les transitions envisagées.

7.1 Implications du scénario pour le reste du monde

Afin d'analyser les implications du scénario sur le reste du monde, les participants ont notamment mobilisé le concept de *telecoupling* (Liu *et al.*, 2013), un cadre théorique interdisciplinaire permettant de décrire les interactions à distance entre des systèmes biophysiques et socio-économiques.

Implications du scénario via les échanges commerciaux

Les économies nationales sont interconnectées et les productions, notamment agricoles, très spécialisées. La relocalisation de la production et la multifonctionnalité des terres dans le scénario implique donc des mutations majeures des systèmes de production et des balances commerciales. La diminution des importations agricoles françaises envisagée dans le scénario a des répercussions négatives sur l'économie des principaux partenaires commerciaux de la France (par exemple, une relocalisation des productions maraîchères en France aurait des effets négatifs sur l'économie espagnole). De façon symétrique, une relocalisation des systèmes alimentaires dans les pays vers lesquels la France exporte pourrait mettre en péril certaines filières françaises (lait et céréales par exemple).

Si la baisse des importations de produits comme le soja a des bénéfices importants pour la biodiversité et le climat à l'échelle mondiale en limitant la déforestation⁵², l'ambition du scénario en matière de production d'énergie renouvelables porte le risque d'une importation accrue de biomasse. L'hypothèse d'une mobilisation locale de la biomasse, faite dans notre scénario, est donc déterminante pour éviter les impacts négatifs d'un essor des énergies renouvelables sur la biodiversité et le climat à l'échelle mondiale.

⁵¹ Les participants présents à cette séance étaient Thierry Brunelle, François Mancebo, Olivier Mora, Rémi Prudhomme et Améline Vallet.

⁵² A cet égard, notre scénario est aligné avec la Stratégie Nationale sur les Protéines Végétales (SNPV) du plan France Relance qui a pour objectifs de "réduire [la] dépendance aux importations de matières riches en protéines, notamment le soja importé de pays tiers, [...] d'améliorer l'autonomie alimentaire des élevages [tout en] développant une offre de produits locaux en légumes secs" (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2020). Pour ce faire, l'ambition est entre autres d'augmenter de 40% les surfaces semées en protéagineuses dès 2022, soit 400 000 hectares supplémentaires en 2 ans.

En ce qui concerne le cycle de l'azote, des travaux en cours montrent qu'une politique de taxation des engrais afin de limiter les pertes d'azote réduirait la production agricole en Europe et induirait, via le commerce international, des fuites (leakages) de consommation d'azote vers le reste du monde (Lungarska et al., in prep). En revanche, si ce changement s'accompagne, comme dans notre scénario, d'un changement de régime alimentaire (baisse de la consommation de produits animaux), il permet bien de réduire la pollution azotée à l'échelle mondiale. Par ailleurs, une des incertitudes de notre scénario porte sur sa capacité à boucler le cycle de l'azote puisqu'on suppose à la fois une réduction des intrants azotés synthétiques et de la production animale, et donc des sources d'engrais organiques. Les agriculteurs pourraient alors être tentés d'importer des engrais organiques avec un bilan carbone négatif lié au transport. Le développement des légumineuses (en pur, en associé, en couvert) dans les rotations est donc crucial.

La baisse des exportations de produits alimentaires français dans notre scénario pose la question des répercussions pour la sécurité alimentaire mondiale, a fortiori si la transition agroécologique est européenne (l'UE étant exportatrice nette de céréales, de produits laitiers et de certaines viandes). Pour les participants, ces évolutions des capacités exportatrices de la France et de l'Europe auront peu de répercussions sur la sécurité alimentaire mondiale puisque d'autres régions (Russie et Amérique latine) pourront combler le déficit. En outre, la sécurité alimentaire tient davantage à des problèmes d'accès à l'alimentation qu'à un problème d'offre.

Exemplarité ou opportunité de marché

Les participants se sont interrogés sur les effets d'entraînement que pourrait avoir le scénario sur d'autres régions du monde. Les transformations mises en œuvre à l'échelle française ou européenne auraient un effet d'exemplarité pour le reste du monde. A cet égard, en affichant des ambitions fortes sur la neutralité carbone, à travers le Green Deal notamment, l'UE se montre très proactive dans les négociations internationales, même si cette ambition fait l'objet de dissensions au sein de l'UE⁵³.

Au-delà de l'influence institutionnelle, on peut s'interroger sur les effets de mimétisme que des changements de modes de vie en France, a fortiori en Europe, entraîneraient dans le reste du monde. A cet égard, on peut probablement tabler sur des changements de mode de vie beaucoup plus rapides dans les pays émergents et en développement que dans les pays industrialisés de longue date. Par exemple, la transition nutritionnelle (diversification des produits consommés et augmentation de la part animale) a été beaucoup plus rapide dans ces pays que dans ceux qui ont été les premiers à faire l'expérience de cette transition. D'ailleurs, de nombreux pays d'Amérique Latine se montrent d'ores et déjà beaucoup plus proactifs que la France dans leurs politiques nutritionnelles car ils font face à un développement massif des maladies causées par des excès de consommation alimentaire, de produits animaux notamment. Toutefois, l'argument du mimétisme et des effets d'entraînement que des changements de mode de vie français ou européens pourraient susciter dans le reste du monde apparaît peu convaincant puisqu'en matière de modes de vie ce sont plutôt les Etats-Unis qui font référence.

Enfin, à l'inverse d'un effet d'entraînement, les transitions envisagées dans le scénario fondées sur la sobriété et de moindres productions et exportations françaises pourraient représenter une opportunité pour d'autres pays et régions. Des pays comme la Russie ou la Chine pourraient développer leurs productions sur la base de standards environnementaux moins exigeants pour conquérir les marchés délaissés par la France, avec des conséquences environnementales aggravées à l'échelle planétaire. De même, une moindre exploitation des hydrocarbures par les entreprises françaises représenterait une opportunité pour d'autres entreprises et pays ; elle ne se traduirait donc pas par une moindre production et consommation de ces énergies.

⁵³ L'Irlande notamment, qui n'est pas en bonne position pour atteindre la neutralité carbone, tend à s'opposer à des mesures ambitieuses.

Interactions dans les territoires transfrontaliers

- La baisse des pollutions d'origine agricole notamment dans le scénario a des répercussions positives pour les pays frontaliers partageant des bassins versants avec la France.
- Une régulation contraignante de l'artificialisation des sols en France pourrait entraîner son report au-delà des frontières, tant pour des activités industrielles que pour l'habitat individuel. Ce risque est particulièrement important pour les territoires frontaliers. Par exemple, la régulation de l'artificialisation des sols en Suisse est aujourd'hui plus contraignante qu'en France, ce qui incite les habitants à proximité de la frontière à construire leur habitation sur le territoire français. Ce risque peut concerner des pays plus éloignés, quand des français construisent des résidences secondaires en Espagne ou au Maroc par exemple. Le risque de contournement renforce l'importance de l'hypothèse sur la participation citoyenne aux décisions d'aménagement du territoire proposée dans le scénario puisque qu'elle est indispensable (bien que non suffisante) à une évolution des valeurs.

7.2 Les facteurs extérieurs à la France susceptibles de faire obstacle ou de faciliter les transitions envisagées pour 2030

Politiques européennes et accords internationaux

Le scénario est généralement aligné avec les accords internationaux sur le climat et la biodiversité. En particulier, la Convention des Nations Unies pour la biodiversité va probablement promouvoir une politique ambitieuse sur les aires naturelles protégées, ce qui créera des incitations pour aller dans le sens des transitions envisagées dans le scénario.

Au niveau européen, la PAC n'encourage pas suffisamment l'adoption de pratiques vertueuses pour l'environnement pour constituer un levier à la réalisation du scénario. La réforme imminente de la PAC pour la période de 2021-2027 devrait peu changer la donne puisqu'il semble qu'elle se traduira par une re-nationalisation des budgets et donc un retour à davantage de souveraineté en matière de politiques agricoles. Toutefois, le Green Deal va nettement dans le sens du scénario. La stratégie "De la ferme à la fourchette" à 2030 vise à réduire l'utilisation des pesticides de 50%, d'engrais d'au moins 20%, les pertes de nutriments d'au moins 50% sans détériorer la fertilité des sols et à atteindre 25% d'agriculture biologique pour la surface agricole européenne (Commission Européenne, 2020). Le Green Deal prévoit aussi une protection renforcée des espaces naturels et la préservation d'éléments naturels dans les paysages.

Stratégies d'exportation et concurrence internationale

La relocalisation des activités agricoles et énergétiques sur le territoire français dans le scénario a pour conséquence une baisse des importations, qui peut conduire à des rétorsions de la part des principaux partenaires de la France. La suppression de l'avantage fiscal pour les biocarburants à base d'huile de palme au niveau européen, par exemple, a mené l'Indonésie, premier producteur mondial de l'huile végétale, à remettre en question ses contrats d'armements avec la France.

Ce constat a conduit les participants à questionner l'ampleur de la relocalisation des activités dans le scénario. Réduire certaines exportations françaises non-compatibles avec la mise en place du scénario (exportations de céréales notamment) n'empêche pas de développer certains secteurs, y compris à l'export, pour lesquels la France a un avantage comparatif (l'éolien marin, le ferroviaire et le digital agricole par exemple).

Le désavantage comparatif de la France pour certains produits représente un vrai obstacle à la réalisation du scénario. Par exemple, le désinvestissement de la recherche privée et publique dans la sélection variétale et la transformation des légumineuses pour l'alimentation humaine rend difficile la concurrence avec des variétés étrangères (soja notamment). La faible résistance aux aléas climatiques

d'une majorité des légumineuses françaises les rend peu attractives pour les agriculteurs. Le retard français et européen sur les légumineuses semble difficile à combler d'ici 2030.

La relocalisation des activités à l'échelle européenne ou mondiale pose la question de la vulnérabilité de l'approvisionnement en cas de crise (événements climatiques causant une forte baisse de production agricole par exemple) dans un contexte où la gestion de la production en flux tendu est devenue la règle. Une réflexion sur la stratégie européenne en matière de constitution de stocks de matières premières (mais aussi de produits finis comme les masques) est importante dans le cadre de la construction d'un scénario qui envisage une réorganisation géographique des productions et dans un contexte dans lequel la préparation des États et des populations à des situations de crises majeures est un enjeu important⁵⁴.

Crises externes

Des crises exogènes au système socio-économique du pays, qu'elles soient sanitaires ou géopolitiques, pourraient freiner ou au contraire accélérer la mise en place du scénario, en fonction de leur nature et de leur traitement politique. En ce qui concerne la crise sanitaire actuelle, d'un côté, l'agenda politique a été accaparé par la résolution de la crise, et par conséquent les enjeux environnementaux ont été plutôt occultés. D'un autre côté, la crise a été à l'origine de mesures politiques systémiques pour relancer l'économie française et européenne, qui mettent largement en avant la protection de l'environnement. Le plan France Relance contient ainsi plusieurs mesures favorables au scénario, telles que la Stratégie Nationale sur les Protéines Végétales.

Contribution à la neutralité carbone à l'échelle mondiale

Pour parvenir à un mix énergétique permettant d'atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050 à l'échelle mondiale et limiter l'élévation des températures à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels à l'échelle internationale, les quatre scénarios développés par le GIEC impliquent une multiplication par dix des capacités installées d'énergie solaire et éolienne d'ici à 2050, et une multiplication par trois de la biomasse énergie (GIEC, 2019). Les participants ont souligné qu'une multiplication par trois de la production de biomasse énergie n'était pas compatible avec le renforcement des services rendus par les terres à l'échelle française. La multiplication par dix des capacités installées d'énergie solaire et éolienne d'ici à 2050 a été jugée réalisable par les participants à l'échelle de la France. Cependant, elle suppose un rythme d'installation de ces systèmes de production cinq fois supérieur au rythme actuel, ce qui représente un défi majeur.

Les participants ont souligné que la biomasse énergie peut être produite dans des pays comme la France, dont les conditions climatiques restent favorables, et où les défis locaux de sécurité alimentaire, de biodiversité, et d'eau sont relativement faibles par rapport à d'autres pays. Les pays similaires de ce point de vue à la France pourront dédier cette production à la consommation nationale, et exporter leurs éventuels surplus vers les territoires qui ne pourront pas en produire suffisamment, c'est-à-dire les pays plus impactés par le changement climatique comme le Brésil, le Pakistan ou encore le Maroc (GIEC, 2020) ou encore les pays à forte densité de population comme le Benelux. Pour atteindre une décarbonisation de l'ensemble de l'économie française, une part mineure d'énergies renouvelables peut être importée de pays mieux pourvus en ressources renouvelables, comme l'électricité solaire au Maroc, ou mieux pourvus en matières premières ou en combustibles zéro carbone (car les quantités d'électricité nécessaires pour les produire sans carbone seront considérables).

⁵⁴ Voir à ce sujet la Proposition de résolution en application de l'article 34-1 de la Constitution, sur la résilience alimentaire des territoires et la sécurité nationale déposée par la Sénatrice Françoise Laborde en 2019.

Bibliographie

- Acclima Terra et Le Treut, H. (dir) (2018) *Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires. Synthèse*. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00444/55570/>.
- ADEME, Solagro et Inddigo (2013) *Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation*, p. 117. Disponible sur : <https://www.ademe.fr/estimation-gisements-potentiels-substrats-utilisables-methanisation>
- ADEME et al. (2017) *Agriculture et énergies renouvelables : état de l'art et opportunités pour les exploitations agricoles.*, p. 70. Disponible sur : https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/201806agriculture-enr-contributions-opportunités-2018-rapport_final.pdf.
- ADEME (2020) *Agribalyse, Base de données environnementale de référence sur les produits agricoles et alimentaires*. Disponible sur : <https://ecolab.ademe.fr/agribalyse> (Consulté le: 18 Novembre 2020).
- ADEME et Solagro (2018) *La méthanisation, levier de l'agroécologie, Synthèse des résultats du programme MéthaLAE*, p. 14. Disponible sur : https://solagro.org/images/imagesCK/files/methalae_10_pages.pdf.
- Albrecht, F. G. et al. (2017) 'A standardized methodology for the techno-economic evaluation of alternative fuels – A case study', *Fuel*, 194, pp. 511–526. doi: 10.1016/j.fuel.2016.12.003.
- Assemblée Nationale (2020) 'Amendement N°II-1164 - Pour un SNU écologique'. Disponible sur : <http://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/amendements/3360C/AN/1164.pdf>.
- Augusto, L., Ranger, J. et Bonneau, M. (2000) 'Influence des essences sur la fertilité chimique des sols. Conséquences sur les choix sylvicoles.', *Revue Forestière Française* (6), p. 507. doi: 10.4267/2042/5384.
- Bader, A. G. et Jacquelin, L. M. (2013) 'Le stockage souterrain de l'énergie.', *Géosciences, BRGM*. Disponible : <https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-01061149/document>
- Balouzat, J., Roguet, C. et Rapey, H. (2020) 'Comprendre le fonctionnement des systèmes mixtes porcins- bovins du Massif Central pour mieux appréhender leur avenir', in *52eme Journées de la Recherche Porcine*. Paris, France, pp. 203–208. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02486610>
- Barbier C. (CNRS-CIRED), Couturier C. (Solagro), Dumas P. (CIRAD-CIRED), Kesse-Guyot E. (INRAE-EREN), Pharabod I. (PliLabs), *Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation, Empreintes de régimes alimentaires selon les parts de protéines animales et végétales Empreinte et provenance des importations de produits agricoles et alimentaires françaises*. Rapport de l'ADEME
- Baudry, J. et al. (2019) 'Improvement of diet sustainability with increased level of organic food in the diet: findings from the BioNutriNet cohort', *American Journal of Clinical Nutrition*, 2019, pp. 1173–1188. doi: 10.1093/ajcn/nqy361
- Bauwens, T. et Mertens, S. (2017). *Economie sociale et gouvernance polycentrique de la transition*. Chapitre de l'ouvrage : Cassier, I., Maréchal, K., Méda, D. (2017), *Vers une société post-croissance. Intégrer les défis écologiques, économiques et sociaux*. La Tour d'Aigues : éd. De l'Aube, p 89-121.
- Bechet, B. et al. (2017) *Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols : déterminants, impacts et leviers d'action*. report. IRSTEA, p. 127. Disponible sur : <https://hal.inrae.fr/hal-02607270>
- Biggs, R., Schlüter, M. et Schoon, M. (2015) *Principles for building resilience: Sustaining ecosystem services in social-ecological systems*. doi: 10.1017/CBO9781316014240.
- Bourg, D. et al. (2020) *Retour sur Terre - 35 propositions*. Paris: Presses Universitaires de France.

- Bruzzone, S., de Gouvello, B. et Deroubaix, J.F. (2016) 'Dispositifs de traitement des micropolluants dans les eaux de voirie: de l'"invention" de solutions techniques au "design" de pratiques innovantes'. Disponible sur : <http://hdl.handle.net/2042/60334>.
- Cattelot, A. (2020) *La forêt et la filière bois à la croisée des chemins : l'arbre des possibles*. Rapport parlementaire, p. 218.
- Chiffolleau, Y. (2019) *Les circuits courts alimentaires. Entre marché et innovation sociale*. Toulouse: ERES (Sociologie économique). Disponible sur : <https://www.cairn.info/les-circuits-courts-alimentaires--9782749262345.htm>.
- Chiffolleau, Y. et al. (2020) *Manger au temps du coronavirus. Enquête sur les systèmes alimentaires*. Apogée Edition. Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03099263>
- Chiffolleau, Y. et Dourian, T. (2020) 'Sustainable Food Supply Chains: Is Shortening the Answer? A Literature Review for a Research and Innovation Agenda', *Sustainability*, 12(23), p. 9831. doi: 10.3390/su12239831
- Colin, F. et Riou-Nivert, P. (2009) 'Relations entre résistance au vent, descripteurs du peuplement et sylviculture', *Innovations Agronomiques* (6), 39-49. Disponible sur : <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2016224099>
- Collectivité du Bassin Rennais (2018) 'Terres de Sources - Des producteurs engagés', *Eau du Bassin Rennais Collectivité*, 2 March. Disponible sur: <https://www.eaudubassinrennais-collectivite.fr/blog/terres-de-sources-des-producteurs-engages/>
- Colletis, G. et Pecqueur, B. (1993) 'Intégration des espaces et quasi intégration des firmes : vers de nouvelles rencontres productives?', *Revue d'économie régionale et urbaine*.
- Colloff, M. J., Martín-López, B., Lavorel, S., Locatelli, B., Gorddard, R., Longaretti, P.-Y., Walters, G., van Kerkhoff, L., Wyborn, C., Coreau, A., Wise, R. M., Dunlop, M., Degeorges, P., Grantham, H., Overton, I. C., Williams, R. D., Doherty, M. D., Capon, T., Sanderson, T., & Murphy, H. T. (2017). An integrative research framework for enabling transformative adaptation. *Environmental Science & Policy*, 68, 87-96.
- Commission Européenne (2020) 'Farm to fork strategy - For a fair, healthy, and environmentally-friendly food system'. Disponible sur : https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf.
- Committee on Climate Change (2018) *Hydrogen in a low-carbon economy*. Disponible sur : <https://www.theccc.org.uk/publication/hydrogen-in-a-low-carbon-economy/>.
- Cour des comptes (2020) La structuration de la filière forêt-bois.
- Cousin, I. et al. (2018) 'Evaluating the ecosystem services linked to water in agricultural ecosystems: a contribution to the French national assessment of ecosystem services', in 2. *ISMC Conference: New Perspectives on Soil Models. International Soil Modeling Consortium 2018*. Wageningen, Netherlands (2nd ISMC Conference: New Perspectives on Soil Models. Book of Abstracts). Disponible sur : <https://hal.inrae.fr/hal-02734959>.
- Couturier, C. et al. (2016) *Afterres2050 - Le scénario Afterres 2050 Version 2016*, p. 93. Disponible sur : https://www.lafranceagricole.fr/r/Publie/FA/p1/Infographies/Web/2017-01-24/Solagro_afterres2050_24012017.pdf.
- DATAR (2011) *Territoires 2040 - Des systèmes spatiaux en perspectives*. 3. Disponible sur : <https://www.data.gouv.fr/en/datasets/territoires-2040-n3-des-systemes-spatiaux-en-perspective-30382882/>
- Denhartigh, C. et Descamps, E. (2019) *Politiques publiques : Pour une alimentation bénéfique à la santé de tous et au climat. Cahier de 70 recommandations*, p. 28. Disponible sur : <https://cdurable.info/IMG/pdf/cahier-reco-5f77.pdf>

du Bus de Warnaffe, G. et Angerand, S. (2020) *Gestion forestière et changement climatique. Une nouvelle approche de la stratégie nationale d'adaptation*. Fédération Amis de la Terre France, Canopée, Fern. Disponible sur : https://www.fern.org/fileadmin/uploads/fern/Documents/2020/Gestion_forestie_re_et_changement_climatique_Etude_Fern_Canopee.pdf.

Eckstein, D. et al. (2019) *Global Climate Risk Index 2020: Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2018 and 1999 to 2018*. Germanwatch Nord-Süd Initiative. Disponible sur: <https://books.google.fr/books?id=6RRFzQEACAAJ>.

Eyl-Mazzega, M.A. et Mathieu, C. (2019) *Biogas and Biomethane in Europe: Lessons from Denmark, Germany and Italy*. IFRI. Disponible sur : https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/mathieu_eyl-mazzega_biomethane_2019.pdf

Fosse, J. (2019) *Objectif 'Zéro artificialisation nette': quels leviers pour protéger les sols ?* France Stratégie, p. 54. Disponible sur : <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-2019-artificialisation-juillet.pdf>.

FranceAgriMer (2020) *Proposition d'une méthodologie de calcul de la SAU allouée à la production de biocarburants*. Etudes Biocarburants. Disponible sur : <https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/63194/document/NOTE-SAU-VF.pdf?version=1>.

Fraser, N. (2011) *Qu'est-ce que la justice sociale ? Reconnaissance et redistribution*. Paris: La Découverte (Poche/Sciences humaines et sociales). Disponible sur : <https://www.cairn.info/qu-est-ce-que-la-justice-sociale--9782707167897.htm>.

GIEC (2014) 'Annex III: Technology-specific cost and performance parameters.', dans *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, pp. 1329–1356. Disponible sur : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf

GIEC (2014) *Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Genève, Suisse, p. 161. Disponible sur : https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf

GIEC (2019) *Résumé à l'intention des décideurs, Réchauffement planétaire de 1,5°C. Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté*. Genève, Suisse: Organisation météorologique mondiale, p. 32. Disponible sur : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_french.pdf

GIEC (2020) *Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres*. Genève, Suisse, p. 39. Disponible sur : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_fr.pdf

Giraudet L-G., Apouey B., Arab H., Baeckelandt S., Begout P., et al. (2021). *Deliberating on Climate Action: Insights from the French Citizens' Convention for Climate*.

Gobert, J. (2018) 'La bioraffinerie : mythe structurant d'une infrastructure clé de la transition écologique', *Tracés*. doi: 10.4000/traces.8259.

Guerrin, J. et Barone, S. (2020) 'Récits d'action publique et opérations de traductions : la restauration écologique du fleuve Rhône (France)', *Politique et Sociétés*, 39(2), pp. 49–79. doi: 10.7202/1070039ar.

- Hardin, G. (1968) 'The Tragedy of the Commons', *Science*, 162(3859), pp. 1243–1248. doi: 10.1126/science.162.3859.1243.
- Harris interactive (2019) *Thème 4 : « Dis-moi ce que tu manges... L'alimentation à l'épreuve des nouveaux enjeux de consommation »*, France. Disponible sur : https://harris-interactive.fr/opinion_polls/theme-4-dis-moi-ce-que-tu-manges-lalimentation-a-lepreuve-des-nouveaux-enjeux-de-consommation/.
- Haut Conseil pour le Climat (2020) *Rénover mieux : leçons d'Europe : réponse à la saisine du Gouvernement*. Paris: Haut conseil pour le climat. Accessible sur : <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/renover-mieux-lecons-deurope/>
- Honneth, A. (2004) 'La théorie de la reconnaissance: une esquisse', *Revue du MAUSS*, 23(1), pp. 133–136. doi: 10.3917/rdm.023.0133.
- IEA (2020) *Renewables 2020 – Analysis*. Disponible le : <https://www.iea.org/reports/renewables-2020>
- IGN (2017) *La forêt plantée en France : état des lieux*. La feuille de l'inventaire forestier. Disponible sur : https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/if40_plantations.pdf.
- IGN (2018) *La forêt française, état des lieux et évolutions récentes - panorama des résultats de l'inventaire forestier*, p. 56. Disponible sur : https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/180906_publicif_bd.pdf.
- Ingénieurs sans frontières et AgriSTA (2019) *Pour une sécurité sociale de l'alimentation*, p. 32. Disponible sur: https://www.isf-france.org/sites/default/files/2020.05.10_pour_une_securite_sociale_de_lalimentation.pdf.
- INRAE (2017) *Les services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles - Une contribution au programme EFESSE (résumé)*. Paris, p. 12. Disponible sur : <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/efese-services-ecosystemiques-rendus-par-les-ecosystemes-agricoles-resume-francais-3.pdf>.
- INRAE (2019) *Rapport sur le verdissement du gaz*. Comité de prospective de la CRE, p. 51. Disponible sur : <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/rapport-sur-le-verdissement-du-gaz-prospective-cre-1.pdf>.
- Insee (2017) *D'ici 2050, la population augmenterait dans toutes les régions de métropole*. Insee Première 1652. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2867738>
- Insee (2018) *374 000 logements supplémentaires chaque année entre 2010 et 2015*. 1700. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3572689>.
- IPBES (2019) *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental SciencePolicy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, & H. T. Ngo (editors). Secrétariat IPBES, Bonn, Germany. 56 p. <https://ipbes.net/global-assessment>
- IPSOS (2019) *Comportements alimentaires : les tendances de consommation des Français*, p. 27. Disponible sur : https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2019-02/ipsos_pour_inbev_-_comportements_alimentaires_les_tendances_de_consommation_des_francais.pdf.
- Joly, P. B. (2005) *Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies. Les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques ?* Rapport de la Mission pour la Métro. Disponible sur : https://www.unil.ch/nanopublic/files/live/sites/nanopublic/files/shared/NanoGrenoble_rapport_final_.pdf.
- Lavorel, S., Colloff, M.J., Locatelli, B., Gorddard, B., Prober, S.M., Gabillet, M., Devaux, C., Laforgue, D., Peyrache-Gadeau, V. (2019). Mustering the power of ecosystems for adaptation to climate change. *Environmental Science and Policy* 92, 87-97

- Le Graët, A. (2018) *Dans toutes les régions, des ménages plus souvent propriétaires qu'il y a 50 ans - Insee Focus - 132*. Insee focus. Disponible sur : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3642600>
- Levasseur, P. (2006) 'L'expérience allemande de la méthanisation à la ferme : transposition au contexte français.', *Techni Porc*, pp. 13–20. Disponible sur : <https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/tp2006n4levasseur.pdf>
- Liu, J. et al. (2013) 'Framing Sustainability in a Telecoupled World', *Ecology and Society*, 18(2). doi: 10.5751/ES-05873-180226.
- Loisier, A.C. et Petel, A.L. (2019) *Les enjeux de l'artificialisation des sols : diagnostic*. Comité pour l'Economie Verte, p. 45. Disponible sur : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Les%20enjeux%20de%20l%E2%80%99artificialisation%20des%20sols.pdf>
- Low, S. M. et Altman, I. (1992) 'Place Attachment', in Altman, I. and Low, S. M. (eds) *Place Attachment*. Boston, MA: Springer US, pp. 1–12. doi: 10.1007/978-1-4684-8753-4_1.
- Magnan, A. (2013) *Éviter la maladaptation au changement climatique*. IDDRI Policy Brief 08/13. Disponible sur : <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/propositions/eviter-la-maladaptation-au-changement-climatique>
- Marchand, M. (2019) *Les fiducies d'utilité sociale : synthèse de connaissances*. Montréal : Territoires innovants en économie sociale et solidaire (TIESS). Disponible sur : <https://tiess.ca/wp-content/uploads/2020/04/FUS-synthese.pdf>
- Mathevet, R. et al. (2010) 'La solidarité écologique : un nouveau concept pour une gestion intégrée des parcs nationaux et des territoires', *Natures Sciences Sociétés*, 18(4), pp. 424–433. doi: 10.1051/nss/2011006.
- Ministère des Solidarités et de la Santé (2019) *Programme National Nutritionnel Santé 2019-2023*. Paris, p. 94. Disponible sur : https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4_2019-2023.pdf.
- Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (2020) *Dossier de presse - La stratégie nationale protéines végétales*. Disponible sur : <https://agriculture.gouv.fr/dossier-de-presse-la-strategie-nationale-proteines-vegetales>
- Ministère de la Transition Écologique (2020) *Aires protégées en France, Ministère de la Transition écologique*. Disponible sur : <https://www.ecologie.gouv.fr/aires-protgees-en-france>
- Niel, X. et Filomin, M. (2019) *Taxe sur le foncier bâti : quelles disparités entre collectivités ?* Bulletin d'information statistique de la Direction Générale des Collectivités Locales 133. Disponible sur : https://www.collectivites-locales.gouv.fr/files/files/statistiques/brochures/bis_133.pdf
- Open Food Facts (2012) *Open Food Facts - World, The free food products database*. Disponible sur : <https://world.openfoodfacts.org>
- Ostrom, E. (1990) *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2012) 'Par-delà les marchés et les États. La gouvernance polycentrique des systèmes économiques complexes', *Revue de l'OFCE*, 120(1), pp. 13–72. doi: 10.3917/reof.120.0013.
- Pahl-Wostl, C. (2009) 'A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes', *Global Environmental Change*, 19(3), pp. 354–365. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001.
- Paturel, D. et Ndiaye, P. (2020) *Le droit à l'alimentation durable en démocratie*. Nîmes: Champ social. Disponible sur : <https://hal.inrae.fr/hal-03058526>.

- Paturel, D. (2019) *Pour une Sécurité Sociale de l'Alimentation*. Disponible sur : <https://www.chaireunesco-adm.com/Pour-une-Securite-Sociale-de-l-Alimentation>
- Pellerin, S. et al. (2013) *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport de l'étude réalisée par l'INRA*. Disponible sur : <https://www.ademe.fr/contribution-lagriculture-francaise-a-reduction-emissions-gaz-a-effet-serre>
- Peyron J.L. (2015) Travaux exploratoires. Climat, Forêt, Société – Livre vert, ECOFOR
- Pointereau, P. et al. (2009) *Les impacts environnementaux et paysagers des nouvelles productions énergétiques sur les parcelles et bâtiments agricoles*. Rapport final. Paris: Ministère de l'agriculture, SOLAGRO, Agence Paysage, p. 152. Disponible sur : https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/energie_paysage_environment DGPAAT 2009 rapport_final.pdf
- Poux, X. et Aubert, P.-M. (2018) 'Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine', *IDDRI-AScA*, Study N°09/18, p. 78. Disponible sur : <https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20Iddri/Etude/201809-ST0918-tyfa.pdf>
- Ranganathan, J. et al. (2016) *Shifting diets for a sustainable future*, p. 90. Disponible sur : https://files.wri.org/s3fs-public/Shifting_Diets_for_a_Sustainable_Food_Future_1.pdf
- Roux, A. et al. (2017) *Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050*. Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. INRAE et IGN, p. 101. doi: 10.13140/RG.2.2.20800.12805.
- Sainteny, G. (2018) 'La fiscalité peut-elle contribuer à limiter l'artificialisation des sols ?', *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 91(3), pp. 41–45. doi: 10.3917/re1.091.0041.
- Solagro (2019) *Le revers de notre assiette. Changer d'alimentation pour préserver notre santé et notre environnement*, p. 64. Disponible sur : http://www.bib-bop.org/base_bib/bib_detail.php?ref=23558&titre=&debut=
- Tabourdeau, A. (2014) *Entre forêt et énergie : composer la transition : le cas du bois-énergie en Auvergne et Rhône-Alpes*. Theses. Université de Grenoble. Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01134549>
- Thomsen, I. K. et al. (2013) 'Carbon dynamics and retention in soil after anaerobic digestion of dairy cattle feed and faeces', *Soil Biology and Biochemistry*, 58, pp. 82–87. doi: 10.1016/j.soilbio.2012.11.006.
- UICN France (2015) *Bois-Energie et Biodiversité forestière*. 3. Paris, France, p. 56. Disponible sur : https://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/06/Energies_renouvelables_Bois-m6.pdf
- UICN France (2020) 'Les Solutions fondées sur la Nature'. Disponible sur : <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>
- Vallet, A., Locatelli, B. et Pramova, E. (2020) 'Ecosystem services and social equity: Who controls, who benefits and who loses?', *Center for International Forestry Research (CIFOR)*, (307). doi: 10.17528/cifor/007849.
- Vedrine, L. et Jourdain, X. (2020) *Cycle de vie des éoliennes : tout sauf du vent*. Cultures Sciences de l'Ingénieur, p. 15. Disponible sur : <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/pedagogiques/12704/12704-cycle-de-vie-des-eoliennes-ensps.pdf>