

ACCÉLÉRER LA TRANSITION CLIMATIQUE **AVEC UN SYSTÈME ALIMENTAIRE** ■ **BAS CARBONE, RÉSILIENT ET JUSTE**

RAPPORT THÉMATIQUE
DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT

JANVIER 2024

. AVANT PROPOS

Le Haut conseil pour le climat a réalisé, dans le cadre de ses missions, un examen de l’empreinte carbone alimentaire et une analyse des politiques alimentaires et agricoles à l’aune des enjeux climatiques. Il s’agit d’évaluer la mise en œuvre et l’efficacité des politiques et mesures décidées par l’État et les collectivités territoriales pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, développer les puits de carbone, réduire l’empreinte carbone et développer l’adaptation au changement

climatique au sein d’un secteur d’activité particulier. Il s’agit également d’aborder les impacts socio-économiques, notamment sur la formation et l’emploi, et environnementaux, y compris pour la biodiversité, de ces différentes politiques publiques. Les recommandations ciblant l’alimentation et l’agriculture formulées dans le rapport annuel 2023 du Haut conseil pour le climat dans le cadre de l’analyse de l’action climatique sont actualisées et complétées ici.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ EXÉCUTIF	P6
RECOMMANDATIONS	P15

1	ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P21
	MESSAGES CLÉS	P22
	1.1 - L'AGRICULTURE, DEUXIÈME SECTEUR ÉMETTEUR EN FRANCE	P26
	1.1.1 ÉTAT DES LIEUX DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE	P26
	1.1.2 ÉMISSIONS AGRICOLES DE LA FRANCE AU SEIN DE L'UNION EUROPÉENNE	P32
	1.1.3 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS AGRICOLES	P33
	1.2 - ÉMISSIONS DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES	P34
	1.3 - ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS AU REGARD DES OBJECTIFS DE LA SNBC	P35
	1.4 - EMPREINTE CARBONE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P36
	1.4.1 PART DES IMPORTATIONS	P37
	1.4.2 DÉCOMPOSITION SELON LES DIFFÉRENTS POSTES DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P38
	1.4.3 DÉCOMPOSITION SELON LES PRODUITS CONSOMMÉS	P40
	1.5 - ANNEXES DU CHAPITRE 1	P40
	1.5.1 AZOTE, AGRICULTURE ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE	P40
	1.5.2 LE CARBONE DANS LES SOLS	P41
	1.5.3 CALCUL DE L'EMPREINTE CARBONE DE L'ALIMENTATION	P42
	1.5.4 PRINCIPAUX RÉSULTATS D'EMPREINTE CARBONE D'AGRIBALYSE POUR LES PRODUITS ALIMENTAIRES	P43
	1.5.5 IMPORTATIONS FRANÇAISES DE PRODUITS AGROALIMENTAIRES	P45
	1.6 - NOTES ET RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 1	P47

2	VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION DE L'AGRICULTURE ET DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P49
	MESSAGES CLÉS	P50

	2.1 - FACTEURS D'IMPACTS DU CLIMAT ET ACTIVITÉS AGRICOLES	P52
	2.1.1 TEMPÉRATURES	P52
	2.1.2 ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES	P53
	2.1.3 CYCLE DE L'EAU	P53
	2.1.4 INONDATIONS	P54
	2.1.5 SOLS ET TERRES AGRICOLES	P54
	2.1.6 SÉCHERESSES	P55
	2.1.7 VAGUES DE CHALEUR MARINES	P55

2.2 - IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNÉRABILITÉS DES CULTURES	P56
2.2.1 IMPACTS OBSERVÉS	P56
2.2.2 CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES	P59
2.2.3 EXEMPLE DE LA FILIÈRE VITICOLE	P60
2.2.4 IMPACTS PROJETÉS	P61
2.2.5 VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION	P62
2.3 - IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNÉRABILITÉS DE L'ÉLEVAGE	P63
2.3.1 IMPACTS OBSERVÉS ET PROJETÉS	P63
2.3.2 VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION	P64
2.3.3 EXEMPLE DE LA FILIÈRE LAITIÈRE	P65
2.4 - SENSIBILITÉ DU SYSTÈME ALIMENTAIRE, RISQUES COMBINÉS ET EN CASCADE	P66
2.5 - ANNEXES DU CHAPITRE 2	P67
2.5.1 RISQUES ET OPPORTUNITÉS À L'HORIZON 2030 POUR LES CULTURES EN FRANCE	P67
2.5.2 DES EFFETS SIMILAIRES À L'ÉCHELLE DU CONTINENT EUROPÉEN	P69
2.6 - NOTES DE RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 2	P70

3

OPTIONS ET SCÉNARIOS DE TRANSITION DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P73
MESSAGES CLÉS	P74
3.1 - ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	P77
3.1.1 OPTIONS D'ADAPTATION ET PRINCIPES GÉNÉRAUX	P77
3.1.2 OPTIONS D'ADAPTATION RELEVANT DE L'AGRICULTURE CLIMATO-INTELLIGENTE	P80
3.1.3 OPTIONS D'ADAPTATION RELEVANT DE L'AGROÉCOLOGIE	P83
3.1.4 LEVIERS ACTIONNABLES POUR L'ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	P86
3.2 - ATTÉNUATION DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE	P87
3.2.1 PRATIQUES AGRICOLES POUR L'ATTÉNUATION	P87
3.2.2 MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES BAS CARBONE ET ADAPTÉES	P95
3.2.3 VEROUS LIMITANT L'ADOPTION DE PRATIQUES D'ATTÉNUATION	P98
3.3 - DÉCARBONATION DES ÉTAPES INTERMÉDIAIRES	P101
3.3.1 INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ET TRANSFORMATION	P101
3.3.2 TRANSPORTS	P102
3.4 - ALIMENTATION BAS-CARBONE, DURABLE ET SAIN	P103
3.5 - PERTES ET GASPILLAGES ALIMENTAIRES TOUT AU LONG DE LA CHAÎNE	P105
3.6 - SCÉNARIOS DE TRANSITION DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P107
3.6.1 RÉFLEXIONS DE LA SNBC 3 POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF 2030	P107
3.6.2 SCÉNARIOS PROSPECTIFS POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS CLIMATIQUES	P108

3.7 - ANNEXES DU CHAPITRE 3	P109
3.7.1 PRINCIPALES ACTIONS D'ATTÉNUATION POUR LES TREIZE RÉGIONS DE LA MÉTROPOLE	P109
3.7.2 ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE VIANDE ET DE PRODUITS LAITIERS	P112
3.8 - NOTES DE RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 3	P113

4

ACTION PUBLIQUE POUR DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES BAS CARBONE ET ADAPTÉS **P119**

MESSAGES CLÉS **P120**

4.1 - POLITIQUES AGRICOLES, TRANSITION BAS CARBONE ET ADAPTATION **P125**

4.1.1 PACTE ET LOI D'ORIENTATION POUR LE RENOUVELLEMENT DES GÉNÉRATIONS EN AGRICULTURE	P125
4.1.2 PLAN STRATÉGIQUE NATIONAL DE LA POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE	P126
4.1.3 AUTRES POLITIQUES PUBLIQUES CONTRIBUANT À L'ADAPTATION	P134

4.2 - ACTIONS DES FILIÈRES POUR LA TRANSITION BAS CARBONE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE **P135**

4.3 - POUR ALLER VERS UNE ALIMENTATION BAS CARBONE ET SAIN **P136**

4.3.1 ENVIRONNEMENT ET OFFRE ALIMENTAIRE	P137
4.3.2 POLITIQUES ALIMENTAIRES FRANÇAISES	P139
4.3.3 OPPORTUNITÉS OFFERTES PAR LA STRATÉGIE NATIONALE POUR L'ALIMENTATION, LA NUTRITION ET LE CLIMAT	P142

4.4 - POLITIQUES COMMERCIALES DES SYSTÈMES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES FRANÇAIS, EUROPÉEN ET MONDIAL **P146**

4.5 - GOUVERNANCE POUR UNE MEILLEURE CONVERGENCE DES POLITIQUES AGRICOLES, ALIMENTAIRES, CLIMATIQUES, ENVIRONNEMENTALES ET DE SANTÉ PUBLIQUE **P147**

4.6 - ANNEXES DU CHAPITRE 4 **P148**

4.6.1 INTERVENTIONS DU PSN POUVANT INFLUENCER L'ATTÉNUATION ET L'ADAPTATION	P148
4.6.2 CONCILIER TRANSITION ALIMENTAIRE ET INCLUSIVITÉ SOCIALE	P153
4.6.3 POLITIQUES PUBLIQUES DE LUTTE CONTRE LA DÉFORESTATION IMPORTÉE	P154

4.7 - NOTES DE RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 4 **P155**

LISTE DES PRINCIPAUX SIGLES ET ABRÉVIATIONS **P160**

REMERCIEMENTS DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT **P162**

QU'EST-CE QUE LE HCC ? **P163**

LES MEMBRES DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT **P164**

· RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Le changement climatique affecte l'agriculture par des pertes de productivité qui se répercutent sur l'ensemble du système alimentaire. Réciproquement, les émissions de gaz à effet de serre du système alimentaire représentent une part importante (22 %) de l'empreinte carbone de la France. Dans la perspective de la neutralité carbone de la France à horizon 2050, le système alimentaire doit relever un triple défi climatique : réduire au maximum les émissions de gaz à effet de serre qu'il engendre, augmenter le stockage de carbone dans les sols agricoles, tout en se préparant à un climat plus chaud de +2 °C à court terme et possiblement de +4 °C à plus long terme protégeant ainsi les acteurs, notamment les plus fragiles.

Des verrous et freins limitent l'adoption de pratiques agricoles et alimentaires bas carbone et résilientes. Par exemple, les changements de pratiques ou de modèles peuvent engendrer des coûts pour les agriculteurs, exiger des investissements dans la logistique ou dans les industries de transformation, et peuvent impacter les revenus des acteurs des filières si ceux-ci ne sont pas compensés par une meilleure valorisation des produits, ou par des aides. L'organisation des systèmes agricoles et agro-industriels, structurée autour d'un nombre restreint de cultures ou de races animales, et d'une offre alimentaire faisant une place importante aux produits transformés et issus des animaux, crée des mécanismes de « verrouillages », aussi bien du côté de l'agriculture que de la demande alimentaire.

Sous réserve de lever les verrous et freins existants, de nombreux leviers peuvent être actionnés dans toutes les composantes du système alimentaire, soit la gestion des terres et des ressources en eau, les productions végétales et animales, les pratiques agricoles, les filières de transformation et de distribution, les régimes et pratiques alimentaires et le gaspillage à chaque étape. Les plus grands potentiels d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre en agriculture se trouvent dans l'augmentation du stockage de carbone dans les sols agricoles, la réduction et l'optimisation de l'utilisation d'engrais azotés minéraux, la gestion des

effluents d'élevage et la réduction des émissions liées à la fermentation entérique des ruminants. Ces changements requièrent un niveau élevé de compétences et supposent une prise de risques. D'autres leviers doivent également être actionnés en aval de la production agricole comme la diminution de la consommation de produits alimentaires intensifs en émissions afin d'éviter l'importation de ces produits et les effets de fuite aux frontières et de réduire l'empreinte carbone de l'alimentation.

La pertinence des différents leviers doit s'évaluer selon les co-bénéfices et antagonismes avec d'autres dimensions : sociales (revenus et conditions de travail des agriculteurs, notamment des éleveurs, coût de l'alimentation), économiques (compétitivité, échanges), environnementales (biodiversité, eau, sols) et liées à la santé des consommateurs (nutrition, pollution). En suivant une approche d'ensemble, une réduction de 50 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole à l'horizon 2050 est réalisable, à condition d'être accompagnée d'une baisse d'au moins 30 % de consommation de produits d'origine animale et d'un report vers d'autres sources de protéines, de soutien et accompagnement des acteurs, et d'actions renforçant la résilience du système alimentaire, qui est un prérequis à l'atteinte des objectifs climatiques de la France. Avec des hypothèses plus ambitieuses sur l'ensemble des leviers, dont la consommation alimentaire et le stockage de carbone dans les sols agricoles, il serait possible de se rapprocher davantage de la neutralité carbone du secteur agricole d'ici 2050.

Les politiques agricoles et alimentaires actuelles sont peu mobilisées en appui aux politiques climatiques. Seule une coordination des politiques concernant l'agriculture, l'alimentation, la santé publique, le climat et l'environnement permettra de maximiser les synergies, de protéger les agriculteurs français d'une forte montée des dommages causés par le changement climatique, de minimiser les coûts de la transition et de réduire les risques économiques pour les acteurs du système alimentaire, tout en garantissant l'accès à une alimentation durable et saine pour tous.

L'AGRICULTURE ET L'ALIMENTATION JOUENT UN RÔLE CENTRAL DANS L'ATTEINTE DES OBJECTIFS CLIMATIQUES DE LA FRANCE. L'ALIMENTATION REPRÉSENTE 22 % DE L'EMPREINTE CARBONE DE LA FRANCE. AU SEIN DU SYSTÈME ALIMENTAIRE, LES ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DE L'AGRICULTURE ONT PEU DIMINUÉ PAR RAPPORT AUX AUTRES SECTEURS D'ÉMISSION EN FRANCE ET À SES VOISINS EUROPÉENS. ACCÉLÉRER LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE L'ALIMENTATION ET DU SECTEUR AGRICOLE, TOUT EN SOUTENANT LES PRODUCTEURS ET INDUSTRIELS DU SECTEUR, ET EN PRÉSERVANT ET EN AMÉLIORANT L'ALIMENTATION ET LA SANTÉ DES CONSOMMATEURS, IMPLIQUE DE DÉVELOPPER UNE VISION D'ENSEMBLE CLAIRE D'UN SYSTÈME ALIMENTAIRE DÉCARBONÉ.

L'agriculture et l'alimentation jouent un rôle central dans l'atteinte des objectifs climatiques de la France et en particulier de la neutralité carbone en 2050. D'ici à 2050, l'essentiel des émissions résiduelles de gaz à effet de serre de la France devrait se concentrer dans le secteur de l'agriculture. Ces émissions résiduelles devront être contrebalancées par une augmentation du stockage de carbone dans les forêts et les sols agricoles. La baisse abrupte et inattendue des puits de carbone forestiers, ainsi que celle des surfaces en prairies, amoindrissent la capacité à compenser ces émissions résiduelles par des puits de carbone, nécessitant des efforts accrus de réduction des gaz à effet de serre du secteur. Les efforts d'atténuation du secteur agricole doivent s'inscrire dans le cadre plus large de réduction de l'empreinte carbone de l'alimentation afin d'éviter les fuites aux frontières. Une bonne compréhension des sources d'émissions du système alimentaire est nécessaire au pilotage des actions.

Le secteur agricole émet 77 Mt éqCO_2 par an, soit 18 % des émissions de gaz à effet de serre de la France en 2021. 85 % de ces émissions sont constituées de méthane et de protoxyde d'azote, dont le pouvoir de réchauffement global est plus élevé que celui du dioxyde de carbone (CO_2). Une réduction des émissions de méthane peut avoir un impact plus rapide que celle du CO_2 sur le réchauffement global. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur ont baissé de 13 % entre 1990 et 2021 en France.

- Les émissions directes de l'élevage représentent 46 Mt éqCO_2 en 2021, soit 59 % des émissions de l'agriculture. Elles sont principalement dues à la fermentation entérique et à la gestion des effluents. Les bovins contribuent à hauteur de 83 %, suivis

des porcins et des volailles. L'élevage est également responsable d'émissions indirectes, résultant de l'alimentation des cheptels (cultures, prairies). La baisse des émissions de l'élevage (-15 %) entre 1990 et 2021 résulte principalement d'une diminution de la taille du cheptel bovin liée aux difficultés économiques du secteur.

- Les émissions des cultures représentent 21 Mt éqCO_2 en 2021, soit 27 % des émissions du secteur agricole. Elles sont principalement dues à l'épandage d'engrais azotés minéraux, organiques et des apports à la pâture. L'utilisation d'engrais azotés minéraux est également responsable d'émissions indirectes lors de leur synthèse. La baisse des émissions des cultures (-15 %) entre 1990 et 2021 résulte principalement d'une baisse de la fertilisation azotée.
- Les émissions associées à l'utilisation des engins, moteurs et chaudières représentent 10 Mt éqCO_2 , soit 13 % des émissions de l'agriculture. La baisse des émissions liées à la consommation énergétique des tracteurs, engins et chaudières agricoles est faible (-4 %).
- La France a les émissions agricoles les plus élevées des États membres de l'Union européenne (UE) du fait de l'importance de son secteur agricole, et représente 17 % des émissions de l'UE pour l'agriculture. L'intensité surfacique d'émissions du secteur de l'agriculture en France est proche de la moyenne de l'Union Européenne (UE). Depuis 1990, les émissions de l'UE ont baissé de 21 %, sans pour autant que la baisse européenne ne soit due à des politiques directement ciblées.

Depuis son instauration en 2015, la stratégie nationale bas carbone (SNBC) définit des budgets carbone et trajectoires indicatives pour l'ensemble des secteurs émetteurs de gaz à effet de serre, dont l'agriculture. Le secteur de l'agriculture a respecté son premier budget carbone indicatif (2015-2018), et demeure sous les seuils indicatifs pour son deuxième budget carbone (2019-2023). Ces évolutions doivent cependant être nuancées car l'agriculture est le secteur ayant la cible de réduction d'émissions la plus faible et cette baisse des émissions résulte principalement de facteurs socio-économiques extérieurs à l'action publique.

L'utilisation des sols agricoles (prairies et sols cultivés), comptabilisée dans le secteur utilisation des terres, changement d'affectation des terres et forêts dans l'inventaire national des gaz à effet de serre, ajoute 6 Mt eqCO_2 aux émissions agricoles. Les sols agricoles émettent plus qu'ils ne stockent, bien que ces émissions aient fortement diminué entre 1990 et 2021 (-66 %).

- Les terres cultivées occasionnent un déstockage annuel net de carbone estimé à 8 Mt eqCO_2 (en 2021), résultant de la conversion d'autres terres (particulièrement prairies et forêts) en terres cultivées. Ce déstockage a baissé dans les trente dernières années.
- Les prairies occasionnent un stockage annuel net de carbone estimé à 1,3 Mt eqCO_2 (en 2021). Les prairies, dont la surface a diminué de 19 % entre 1990 et 2021, contribuent de moins en moins au stockage du carbone (baisse de 81 % de stockage sur la même période).

Au total, les activités agricoles (agriculture et usage des sols agricoles) émettent donc au niveau du territoire 83 Mt eqCO_2 . Les émissions du secteur «agriculture» et du secteur «utilisation des terres» font l'objet d'un niveau d'incertitude élevé à l'échelle nationale, respectivement de l'ordre de 15 % et 40 %.

L'empreinte carbone alimentaire de la France est estimée à 140 Mt eqCO_2 , soit 2,1 t eqCO_2 par habitant,

et représente 22 % de l'empreinte carbone globale des français. Cette empreinte inclut les émissions de la production agricole et des autres composantes du système alimentaire ainsi que celles générées hors de France par la production, la transformation et le transport. L'empreinte carbone de l'alimentation des français a diminué à peu près au même rythme que les émissions agricoles territoriales, soit respectivement 4 % et 3 %, entre 2010 et 2018.

- 46 % de l'empreinte carbone alimentaire sont des émissions importées, dont 52 % pour les importations des aliments et boissons directement destinées au consommateur, et 48 % pour les importations de matières premières et d'autres produits intermédiaires. La part des émissions importées a augmenté entre 2010 et 2018.
- La production agricole (en France et dans les pays d'exportation) représente 60 % des émissions de l'empreinte carbone alimentaire.
- Les émissions de la transformation représentent entre 6 % et 18 % de l'empreinte selon les méthodologies choisies.
- Les émissions du commerce et de la restauration hors domicile représentent 12 % de l'empreinte.
- Les émissions du transport de marchandises alimentaires représentent entre 6 % et 14 % de l'empreinte selon les méthodologies. Le transport routier est à l'origine de 83 % des émissions du transport de produits alimentaires.
- Les produits d'origine animale sont responsables de la majorité de l'empreinte carbone alimentaire (51 %), suivis des boissons (15 %).

Les pertes et gaspillages génèrent 15 Mt eqCO_2 d'émissions de gaz à effet de serre et sont réparties dans toutes les composantes du système alimentaire et dépendent des aliments considérés. En France, chaque année, près de 20 % de la nourriture est jetée soit 150 kg par personne et par an.

LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION AGRICOLE SONT IMPORTANTS DEPUIS PLUSIEURS DÉCENNIES ET S'INTENSIFIENT. S'ADAPTER EST NÉCESSAIRE POUR PROTÉGER LES AGRICULTEURS ET ÉLEVEURS, LIMITER LES DOMMAGES ET PRÉSERVER LA STABILITÉ DE L'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRE. À L'ÉCHELLE MONDIALE, LE CHANGEMENT CLIMATIQUE CONSTITUE UN FACTEUR DE RISQUE POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE CROISSANT AVEC LE NIVEAU DE RÉCHAUFFEMENT.

Les facteurs climatiques générateurs d'impacts agricoles, combinaisons de phénomènes aigus et chroniques, s'amplifient avec le niveau de réchauffement. Le changement climatique affecte la production agricole avec des pertes de récolte importantes et des baisses des ressources alimentaires pour les troupeaux. Chaque fraction de degré de réchauffement planétaire se traduit en France par une intensification des extrêmes chauds, une plus grande variabilité du cycle de l'eau à la fois par l'intensification des pluies extrêmes, et l'augmentation de la récurrence, la durée et l'ampleur de la sécheresse des sols. Le changement climatique a réduit la croissance de la productivité totale de l'agriculture mondiale d'environ 21 % depuis 1961.

Les changements de pluviométrie et leur variabilité affectent la disponibilité des ressources en eau et se traduisent pour les surfaces terrestres par une dégradation de la qualité des ressources en eau douce et une augmentation du risque d'inondation sur certains territoires. L'augmentation du déséquilibre saisonnier entre l'offre et la demande d'eau est perceptible à la fois sur le stress hydrique des cultures pluviales, sur les besoins d'irrigation des cultures irriguées et sur les décalages de saison de pâturage.

En France, les conséquences du changement climatique sur les rendements des cultures et de l'élevage sont déjà visibles, et vont continuer à s'amplifier. Le stress thermique entraîne des difficultés pour l'alimentation des troupeaux, et la chaleur a un impact négatif sur la santé animale, la nutrition, le comportement, le bien-être et la productivité des animaux, et la qualité des produits. Les sécheresses comme en 2003 et 2022 ont eu des impacts sur de nombreux types de cultures sous forme de baisses de rendement. Les inondations comme en 2010, 2016 et 2023 ont entraîné de lourds dégâts pour l'agriculture et l'élevage en France via les impacts sur les cultures, la perte de matériel, la mort des animaux, la dégradation des propriétés des sols ainsi que les pertes économiques.

Avec un réchauffement planétaire de l'ordre de +2 °C à horizon 2050, sans adaptation supplémentaire, les cultures seraient exposées en France à des pertes de rendement additionnelles, particulièrement pour des cultures d'été comme le maïs. La production fourragère pour les troupeaux à l'herbe augmentera vraisemblablement dans les zones les plus froides, tandis qu'elle diminuera probablement dans une partie des régions de plaine et dans les Alpes du Sud en raison de la chaleur et de la rareté de l'eau.

L'adaptation des activités agricoles aux effets négatifs observés du changement climatique est réactive, mais pas suffisamment transformatrice pour assurer leur résilience face aux multiples facteurs générateurs d'impacts qui vont continuer à s'intensifier.

- L'adaptation au réchauffement climatique se traduit par des dates de vendange, de récolte et de semis plus précoces, des changements de variétés végétales cultivées afin d'esquiver la sécheresse estivale et de pouvoir récolter plus précocement, une augmentation de l'utilisation de mélanges variétaux dans des cultures pour une meilleure espérance de rendement dans un climat plus variable, des évolutions dans les pratiques de taille de vignes et d'arbres fruitiers et de vinification, et une augmentation du pâturage hivernal et du stockage de fourrage pour pallier les risques accrus de sécheresse estivale.
- Les pertes de production lors des sécheresses de printemps ou d'automne pluvieux ont mis en évidence un niveau insuffisant de préparation à la gestion de ce type d'événement plus fréquent dans un climat qui se réchauffe et ont révélé des vulnérabilités dans le modèle agricole français. Le seuil de 2,6 Mrd€ de dommages liés à la sécheresse serait dépassé en moyenne tous les 10 ans si toutes les exploitations agricoles de métropole étaient assurées. La diminution graduelle de l'humidité

dité des sols dans un climat plus chaud, l'allongement de la durée de la période sèche, la forte incertitude sur les précipitations hivernales incitent à des transformations plus profondes pour renforcer la résilience des activités agricoles.

Le changement climatique peut également générer des opportunités pour l'agriculture. L'augmentation des températures réduit en partie certains risques qui pèsent sur les cultures (ex. gel, températures froides en hiver, maladies fongiques...), améliore les conditions de production de certaines cultures (ex. durée d'ensoleillement, concentration atmosphérique de CO₂, semis plus précoce possible, augmentation du nombre de jours disponibles pour certaines actions...), augmente la zone d'exploitation de certaines cultures, permet le développement de cultures qui ont une plus grande capacité à faire face au déficit hydrique et aux vagues de chaleur avec de nouvelles variétés ou nouvelles espèces (sorgho).

Des risques de plus en plus complexes et difficiles à gérer, menacent la résilience du système alimentaire et la sécurité alimentaire.

- Les événements extrêmes entraînent des chutes rapides et brutales de production au niveau mondial. Les pertes de production agricole induites par les catastrophes climatiques ne pourront pas toujours être contre-balançées par les productions des

régions non touchées par ces événements, le stockage et le commerce. Cette éventualité croît avec le niveau de réchauffement planétaire, et pourrait compromettre la stabilité de l'approvisionnement alimentaire régional ou mondial.

- Les effets négatifs aigus et chroniques du changement climatique sur la production alimentaire peuvent se produire en conjonction d'autres chocs, comme les zoonoses, pandémies, et conflits armés, et induire des risques sur la sécurité alimentaire. La dépendance du système alimentaire aux énergies fossiles est un facteur d'instabilité et de vulnérabilité, comme le montrent les impacts du renchérissement des engrais sur les prix agricoles.
- La récurrence des sécheresses et des inondations accentue le besoin de renforcer la gouvernance concertée pour l'usage de la ressource en eau en associant tous les acteurs pour éviter les conflits d'usage et limiter les risques de maladaptation.

Les besoins d'adaptation des systèmes agricoles du territoire français en métropole et en outre-mer seront d'autant plus limités que le niveau de réchauffement planétaire sera stabilisé rapidement. Le renforcement de la résilience de la production agricole face au changement climatique est nécessaire à sa contribution à l'atteinte de la neutralité carbone en France.

IL EXISTE DE NOMBREUSES OPTIONS D'ATTÉNUATION ET D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE SYSTÈME ALIMENTAIRE, MAIS SA STRUCTURE ET SON FONCTIONNEMENT SONT RIGIDES, FREINENT L'ADOPTION DE NOUVELLES PRATIQUES ET VERROUILLENT LA POSSIBILITÉ DE CHANGEMENTS TRANSFORMATIONNELS. UNE RÉDUCTION AMBITIEUSE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET UNE ADAPTATION PROTECTRICE NÉCESSITENT UNE PLANIFICATION ET DES INVESTISSEMENTS CONCERTÉS QUE SEUL UN CHANGEMENT PROFOND DES SYSTÈMES AGRO-ALIMENTAIRES REND POSSIBLE.

Le système alimentaire, dont la structure a été mise en place depuis le milieu du XX^e siècle, fait face à de nombreux freins et verrous qui ralentissent ou entravent l'adoption de pratiques et de modèles agricoles bas carbone et durables. Il s'agit par exemple de la structuration des modèles agricoles et agro-industriels autour d'un nombre restreint de

cultures et de races animales et d'une spécialisation des bassins de production, ou des coûts et risques liés au changement de pratiques et de transformation de système, qui peuvent impacter le revenu des agriculteurs. Ces freins et verrous peuvent être levés par des changements profonds du système alimentaire :

- La revalorisation des revenus des agriculteurs et des éleveurs qui transforment leurs pratiques.
- La réorientation des dispositifs de soutien en faveur des pratiques agricoles bas carbone et adaptées au changement climatique.
- Les offres de formations initiale et continue permettant l'acquisition des compétences nécessaires aux transformations.
- Le renforcement du volet climat de la formation des conseillers agricoles.
- Le renforcement de l'implication des filières et des collectivités territoriales dans la gouvernance du système agroalimentaire pour soutenir davantage les changements de pratiques et ouvrir des débouchés pour de nouvelles productions agricoles en mobilisant également les acteurs de la transformation, du stockage, du transport, de la distribution et de la restauration.
- Le renforcement de la recherche et de l'innovation en appui à la transition climatique.

AGRICULTURE

Plusieurs opportunités contribuent à la transformation de l'agriculture : le renouvellement des générations, le plus fort intérêt des jeunes installés pour les modes de production durables, la prise de conscience croissante des problèmes environnementaux et climatiques par les agriculteurs ou encore le développement de nouvelles compétences.

Sous réserve de lever les freins et verrous associés, de nombreuses pratiques agronomiques permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'adapter l'agriculture.

- Les principales options d'adaptation relèvent de l'agriculture climato-intelligente et de l'agroécologie. Elles consistent à sélectionner et utiliser des variétés ou des espèces de plantes plus tolérantes à la sécheresse et aux températures élevées, sélectionner des races animales thermo-tolérantes, diversifier les cultures et les choix variétaux afin de réduire les risques à l'échelle de l'exploitation, stocker des fourrages et utiliser des parcours pour garantir les ressources alimentaires pour les troupeaux herbagers, gérer l'eau à l'échelle du bassin versant de manière économe et solidaire, renforcer le contenu en matière organique des sols afin d'augmenter l'infiltration

et le stockage de l'eau, planter des arbres pour fournir de l'ombrage aux troupeaux (ce qui contribue au stockage de carbone), limiter le vent et l'évapo-transpiration, et protéger les cultures des températures élevées.

- Des risques de maladaptation importants existent et doivent être anticipés comme le recours à l'irrigation massive dans des territoires où les apports en eau sont projetés en diminution. Des critères peuvent cependant être définis pour dimensionner les retenues de substitution aux impacts futurs du changement climatique en cohérence avec la transformation des systèmes agricoles concernés afin d'optimiser l'usage de l'eau en fonction des volumes acceptables pour respecter la viabilité des milieux aquatiques notamment.
- Des pratiques agricoles peuvent être mises en œuvre pour réduire les émissions de gaz à effets de serre de l'agriculture sans impacts négatifs sur les rendements. Elles portent notamment sur la réduction et l'optimisation du recours aux engrais azotés minéraux, la réduction des pertes d'azote lors de l'épandage, l'utilisation des légumineuses, l'alimentation et la conduite des troupeaux, la sélection génétique de troupeaux peu émetteurs, la gestion des effluents d'élevage, ou encore la réduction et l'optimisation de l'usage des énergies fossiles.
- Des pratiques permettent de stocker du carbone dans les sols agricoles et la biomasse comme l'agroforesterie, les haies, les prairies, les cultures intermédiaires et les apports d'engrais organiques. Le stockage de carbone étant réversible, son caractère pérenne dépend de la durée des pratiques stockantes. La conservation des stocks de carbone des sols est essentielle, en évitant le retournement des prairies permanentes et le drainage des zones humides.
- L'agriculture est, en outre, à même de contribuer à la production d'énergie (ex. biocarburants, biogaz, agrivoltaïsme) mais cela peut, selon les conditions choisies, engendrer des conflits d'usage des terres et impacter la production agricole à visée alimentaire.
- En combinant l'ensemble de ces mesures d'atténuation et sans tenir compte des besoins d'adaptation, le potentiel théorique de réduction d'émissions serait de l'ordre de 27-30 Mt éqCO₂ par an dès 2030 selon l'Inrae et pourrait s'élever à 85 Mt éqCO₂ à plus long terme avec les hypothèses les plus ambitieuses.

- Au-delà des seuls changements de pratiques, les systèmes agroécologiques, en particulier biologiques, sont moins émetteurs de gaz à effet de serre à l'hectare que les systèmes conventionnels, mais ils peuvent l'être plus au kilogramme d'aliment produit. Ces systèmes sont plus bénéfiques pour le stockage de carbone, la préservation de la biodiversité et des ressources naturelles et le bien-être animal et fournissent davantage de services écosystémiques que les systèmes conventionnels, ce qui les rend en général mieux adaptés aux changements climatiques à venir.
- La concertation organisée à l'occasion des COP régionales constitue une opportunité de transition bas carbone et d'adaptation des systèmes agricoles et alimentaires, et de conservation accrue des ressources en eau douce et des sols.

ALIMENTATION

Réduire l'empreinte carbone de l'alimentation, au-delà de la réduction des émissions de l'agriculture, nécessite de décarboner l'ensemble du système alimentaire, d'adopter une alimentation saine et moins riche en produits d'origine animale, et de réduire au maximum les émissions importées et les gaspillages. Par ailleurs, cela suppose de soutenir l'adoption de pratiques agricoles bas carbone et adaptées au changement climatique en réduisant les externalités sociales et environnementales négatives. Des leviers à toutes les étapes du système alimentaire doivent être mobilisés.

- Les industries agroalimentaires peuvent réduire leur consommation énergétique et agir sur leur approvisionnement en matières premières agricoles, pour éviter les émissions importées, et proposer aux consommateurs une alimentation bas carbone, saine et accessible.
- Plusieurs pistes doivent être poursuivies conjointement pour réduire les émissions du transport de produits alimentaires : réduire les distances parcourues via une relocalisation et une optimisation de la chaîne logistique ; électrifier le fret routier et améliorer l'efficacité énergétique des véhicules ; reporter le fret routier vers des modes de transports moins émetteurs.
- Encourager la consommation préférentiellement des produits bas carbone, de saison et issus de modes de production durables.

- Limiter les pertes et gaspillages à chaque étape du système alimentaire.
- Substituer les protéines d'origine animale par des protéines végétales dans l'alimentation constitue un levier essentiel pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et génère des co-bénéfices pour la santé humaine.

SCÉNARIOS

Pour atteindre les objectifs climatiques beaucoup de choses sont à mettre en place et beaucoup de leviers existent pour faire plus et plus rapidement. Les approches prospectives par scénarios facilitent la mise en cohérence d'ensemble d'options de décarbonation pour parvenir à des projections jusqu'en 2050.

- Les scénarios des trajectoires d'émission jusqu'en 2030 retenus dans le cadre de la préparation de la 3^e stratégie nationale bas carbone intègrent de nombreux leviers techniques et s'appuient sur des hypothèses en matière de production de nourriture et de consommation de viande pour atteindre un objectif de -22 % par rapport à 2015. Vu la proximité de l'objectif (dans 7 ans) et considérant la baisse observée des émissions entre 2015 et 2021 (-7,9 % seulement), atteindre l'objectif 2030 requiert une approche ambitieuse, rapide et systémique.
- Plusieurs scénarios montrent qu'il serait possible de projeter une réduction des émissions du secteur agricole de 50 % des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 par rapport à 2020, voire plus, en intégrant le stockage de carbone dans les sols agricoles à partir d'hypothèses variées. Sur la base des réductions théoriques, l'atteinte de la neutralité carbone comme objectif pour l'agriculture (production et sols agricoles) d'ici 2050 pourrait être accessible en France et devrait être approfondie.
- Les scénarios permettant de réduire les émissions agricoles de 50 % d'ici 2050 envisagent une baisse de la consommation de protéines animales d'au moins de 30 %, une diminution de la part de l'azote minéral apporté aux cultures de 40 à 100 % et un développement de l'agroécologie et de l'agriculture biologique pour atteindre 50 % de la surface agricole utilisée.

LA TRANSFORMATION DU SYSTÈME AGRO-ALIMENTAIRE FRANÇAIS, ESSENTIELLE POUR FAIRE FACE AUX ENJEUX CLIMATIQUES, PASSE PAR UNE MISE EN COHÉRENCE DES POLITIQUES AGRICOLES AVEC LES OBJECTIFS DES POLITIQUES CLIMATIQUES AINSI QU'AVEC LES OBJECTIFS DE NUTRITION ET DE SANTÉ DES POLITIQUES ALIMENTAIRES. ELLE S'APPUIE SUR LES OPPORTUNITÉS DE SYNERGIES LIÉES À L'AGROÉCOLOGIE, ET IMPLIQUE UNE NOUVELLE GOUVERNANCE PARTAGÉE DE CES OBJECTIFS POUR REDÉFINIR LE PARTAGE DE LA VALEUR ENTRE TOUS LES ACTEURS DU SYSTÈME.

Trois politiques structurantes pour l'agriculture et l'alimentation, en cours d'élaboration ou susceptibles d'une actualisation à court terme, intègrent un objectif ou un axe d'action climatique : le Pacte et la Loi d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture (PLORGA), le Plan stratégique national (PSN) de la Politique agricole commune et la Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat (SNANC). La déclinaison régionale et territoriale de certaines de ces politiques est nécessaire et parfois réalisée via les Projets alimentaires territoriaux. L'ancrage territorial profond de l'agriculture impose des pratiques cohérentes avec la réalité des territoires et incite à adopter des méthodes participatives d'élaboration de plans territoriaux relatifs à l'alimentation comme à l'usage de l'eau et des terres.

AGRICULTURE

Le Pacte et la Loi d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture constituent une opportunité, au moyen d'une vision claire de l'agriculture française, bas carbone et adaptée au changement climatique, de mobiliser de nombreux outils et de lever certains des verrous. Ils pourront faire l'objet d'une évaluation en regard des enjeux climatiques dès qu'ils seront stabilisés.

La Politique agricole commune et le Plan stratégique national de la France ne sont pas conçus ni dimensionnés pour permettre aux agriculteurs et aux éleveurs de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de s'adapter au changement climatique, et sont encore trop peu mobilisés pour la transition bas carbone et l'adaptation du secteur agricole et de l'utilisation des terres. Ils présentent cependant de nombreuses dispositions mobilisables pour le climat.

- **Budget** : la France estime le budget européen du Plan stratégique national dédié aux interventions favorables au climat à 19 Mrd€, soit 42 % de la

contribution européenne. D'autres estimations suggèrent une contribution à l'action climatique bien plus faible de 3 à 12 Mrd€ selon le périmètre.

- **Leviers mobilisés** : certaines options, potentiellement efficaces pour l'atténuation et l'adaptation du secteur agricole et identifiées par le Secrétariat général à la planification écologique, ne sont pas mobilisées à ce stade dans le Plan stratégique national. En particulier, aucune mesure ne cible les leviers identifiés pour la réduction des émissions dues à la fermentation entérique des ruminants.
- **Efficacité** : le Plan stratégique national contribue à lever certaines barrières comme le besoin d'investissement, mais les mesures proposées ne sont pas assez ambitieuses pour entraîner les transformations nécessaires à la transition bas carbone et à l'adaptation au changement climatique. Elles bénéficient de budgets relativement restreints, sont peu attractives ou n'incitent pas au changement de pratiques.
- **Effets sur les émissions** : hors émissions liées à l'utilisation d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture pourraient diminuer de 9 à 11 %, avec la mise en œuvre du Plan stratégique national. Le Plan stratégique national, bien qu'il soit la première source de financement public pour l'agriculture, ne permet donc pas d'atteindre les objectifs de la 2^e stratégie bas carbone, et encore moins ceux, à venir, de la 3^e stratégie bas carbone. Par ailleurs, les autres mesures mises en œuvre hors Plan stratégique national ne suffisent pas à combler cet écart.
- **Adaptation** : les enjeux d'adaptation sont globalement peu couverts dans le Plan stratégique national et certaines mesures mises en œuvre

peuvent générer des risques de maladaptation selon la manière dont elles sont déployées. La révision à venir du Plan stratégique national pourrait être une opportunité pour mieux accompagner une transformation vers une adaptation réellement protectrice de l'agriculture face aux impacts du changement climatique à venir.

Des travaux d'identification de besoins d'adaptation ont été engagés dans plusieurs filières agricoles et soulignent notamment le besoin d'évolutions réglementaires, de soutiens financiers et d'outils de diagnostic de vulnérabilités spécifiques à chaque filière. La transformation des politiques agricoles offre une opportunité de répondre à ces besoins.

ALIMENTATION

Les politiques alimentaires actuelles misent principalement sur l'information aux consommateurs alors que celle-ci ne constitue qu'une partie des leviers du changement de comportement alimentaire. De plus, la dimension climatique y reste encore peu prise en compte.

Les politiques alimentaires restent faiblement financées en comparaison des financements visant le secteur agricole. Par ailleurs, peu d'actions publiques sont mises en œuvre pour cibler les acteurs les plus influents des systèmes alimentaires comme les industries agroalimentaires, les distributeurs et la restauration commerciale, les producteurs d'intrants, les importateurs ou la finance. L'action publique reste donc principalement cantonnée aux deux extrémités du système alimentaire : les agriculteurs et les consommateurs.

La Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat constitue une opportunité de transformer

à la fois l'offre et l'environnement alimentaire pour favoriser des comportements et pratiques compatibles avec la transition bas carbone et l'adaptation.

La réduction de la consommation de produits d'origine animale ne sera possible que si l'offre, la transformation, la grande distribution et la restauration hors domicile est elle-même moins riche en produits d'origine animale, afin d'éviter que les efforts faits au niveau des élevages en France soient annulés par des importations.

Les pouvoirs publics peuvent également agir via plusieurs canaux pour créer un environnement économique encourageant des choix alimentaires bas carbone tout en garantissant l'accès de tous, et en particulier des ménages les plus modestes, à une alimentation saine et durable.

Les échanges commerciaux entre l'UE et le reste du monde peuvent produire des effets de fuite de carbone vers les pays tiers. Les réductions d'émissions territoriales permises par la politique environnementale et climatique européenne risquent de donner lieu, au moins en partie, à une augmentation des émissions à l'étranger. Il existe plusieurs moyens de réduire ces effets de fuite, certains relevant d'interventions de politiques commerciales comme celles sur les conditionnalités attachées aux accords ouvrant l'importation de produits agricoles et alimentaires, ou sur le devoir de vigilance. Leur impact peut cependant être limité. L'évolution des préférences de consommateurs, la réduction des coûts d'atténuation pour les agriculteurs, et la poursuite d'accords environnementaux multilatéraux ambitieux sont donc également à mobiliser.

RECOMMANDATIONS

Les recommandations ciblant l'alimentation et l'agriculture formulées dans le rapport annuel 2023 du Haut conseil pour le climat dans le cadre de l'analyse de l'action climatique sont actualisées et complétées ici.

1. ACCÉLÉRER LA TRANSITION VERS UN SYSTÈME ALIMENTAIRE BAS CARBONE, RÉSILIENT ET JUSTE

L'accélération de la transition climatique du système alimentaire est indispensable pour atteindre la neutralité carbone de la France en 2050, réduire la vulnérabilité aux chocs climatiques, renforcer la souveraineté alimentaire et réduire l'empreinte carbone en limitant les importations, tout en visant une réduction de la précarité pour les producteurs et les consommateurs les plus fragiles, et des bénéfices nutrition-santé grâce à une transition alimentaire réduisant la prévalence des maladies chroniques.

Cette accélération suppose de :

- Renforcer l'ambition climatique des politiques agricoles et alimentaires françaises en cohérence avec les objectifs climatiques de l'accord de Paris et avec la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique en cours de développement (MASA, MTECT, SGPE).
- Établir une trajectoire de réduction d'émissions de l'ensemble du système alimentaire cohérente avec les budgets carbones sectoriels successifs de la stratégie nationale bas carbone et l'atteinte de la neutralité carbone à horizon 2050 en s'appuyant sur des pratiques, des mesures et des options d'action de plus en plus transformatrices dans le cadre d'une vision stratégique et d'une politique économique à long terme (SGPE, MASA, MTECT, MSP, Minefi).
- Privilégier, pour la vision stratégique et la politique économique, une approche multidimensionnelle prenant en compte la santé humaine, les impacts sur la santé des écosystèmes, la vulnérabilité du secteur agricole, et la nécessité d'une transition juste et systémique ciblant toutes les composantes (production, transformation, distribution, consommation, transport) (SGPE, MASA, MTECT, MSP, Minefi).

2. AMÉLIORER L'ARCHITECTURE D'ACTION PUBLIQUE EN COHÉRENCE AVEC LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050 ET LA TRAJECTOIRE DE RÉCHAUFFEMENT DE RÉFÉRENCE

L'accélération de la transition climatique du système alimentaire de la France requiert la coordination et la convergence des politiques agricoles, des politiques alimentaires et des politiques de santé publique avec les politiques climatiques et environnementales. Cette coordination, sous l'égide du Premier ministre (SGPE), passe par l'élaboration et l'actualisation de feuilles de route nationales précisant des trajectoires jusqu'à 2050 avec des jalons tous les 5 ans atteints grâce à des mesures supplémentaires coordonnées impliquant l'ensemble des ministères concernés (MASA, MTECT, MSP, MESR, Minefi).

- La Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat pourrait être étendue à l'agriculture afin de disposer d'une stratégie nationale de transition climatique de l'ensemble du système alimentaire. C'est dans ce cadre intégré que seraient instruites par le SGPE, avec l'appui des ministères et en consultation avec les parties prenantes et la recherche, les feuilles de route nationales permettant également un bouclage de la biomasse d'origine agricole.
- Améliorer la coordination des acteurs publics en décloisonnant les processus de décisions pour s'assurer de la cohérence des politiques agricoles et alimentaires avec les objectifs des politiques climatiques, de nutrition et de santé, de lutte contre la précarité alimentaire et de préservation de l'environnement.
- Améliorer la gouvernance du système alimentaire et l'efficacité de la cogestion pour la transformation en les rendant plus inclusives et plus représentatives du pluralisme agricole et alimentaire, de la diversité des modèles, des systèmes et des pratiques.

Généraliser et accélérer la mise en œuvre des options techniques les plus efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et s'adapter, simultanément dans toutes les composantes du système alimentaire, des plus incrémentales aux plus transformationnelles (MASA, MTECT, SGPE, Minefi).

3. RENFORCER LES POLITIQUES PUBLIQUES AU SERVICE DE LA TRANSITION

Porter la réduction des émissions du secteur agricole par au moins un facteur deux d'ici à 2050, et se rapprocher le plus possible de l'atteinte de la neutralité carbone pour le secteur en intégrant le stockage de carbone dans les sols et dans la biomasse (agroforesterie et sylvo-pastoralisme), comme objectif dimensionnant dans la négociation de la prochaine PAC et proposer une trajectoire d'émissions pour l'agriculture européenne avec des jalons en 2030, 2040 et 2050. À court terme, réviser le Plan stratégique national pour renforcer son ambition climatique, en conformité avec le cadre européen (MASA, MTECT, SGPE).

PLAN STRATÉGIQUE NATIONAL

Évaluer les effets climat du Plan stratégique national

- Attribuer des objectifs climatiques chiffrés (atténuation et adaptation) au Plan stratégique national, associés à des indicateurs d'impacts pour suivre et évaluer ses effets.
- Évaluer les impacts potentiels du Plan stratégique national et de ses interventions sur l'action climatique (atténuation et adaptation), et en publier les résultats et méthodologies.
- Évaluer l'impact de l'aide forfaitaire ciblant la réduction des émissions de gaz à effet de serre, et envisager une hausse de son budget.

Revoir les budgets

- Réorienter les financements en augmentant les mesures favorables au climat (mesures agro-environnementales et climatiques, investissements non productifs, soutien à la formation et à la coopération).
- Augmenter les budgets alloués aux aides couplées et aux interventions sectorielles pour les légumineuses et les fruits et légumes, pour faciliter l'évolution de l'offre de protéines végétales.

- Réserver, dans chaque région, une part substantielle du budget des aides aux investissements, à la formation et à la coopération (soutien à des projets de coopération entre agriculteurs et avec d'autres acteurs, notamment via le partenariat européen pour l'innovation) aux enjeux climatiques.

Renforcer les critères des interventions

- Mettre en place des mesures fortes pour encourager les réductions d'émissions de méthane entérique, la méthanisation des effluents d'élevage, le stockage de carbone dans les sols (cultures intermédiaires, prairies temporaires), la réduction des pertes d'azote à l'épandage et renforcer celles portant sur les légumineuses, les haies, l'agroforesterie (sylvo-pastoralisme accompagnant la décroissance de l'élevage) et les solutions fondées sur la nature.
- Développer et renforcer les standards de la conditionnalité environnementale des aides.
- Renforcer les exigences de l'éco-régime pour encourager un changement de pratiques en profondeur.
- Renforcer les critères des aides au revenu pour les orienter en priorité vers les exploitations les plus vulnérables.
- Renforcer les critères des aides couplées bovines pour les orienter en priorité vers les exploitations d'élevage bas carbone les plus vulnérables.
- Renforcer les exigences et les garanties relatives aux mesures pouvant conduire à de la maladaptation, conditionner le soutien aux investissements hydrauliques agricoles à l'adoption de systèmes agricoles plus économes en eau, conditionner les outils de gestion des risques à l'adoption de pratiques favorisant l'adaptation.

PACTE ET LOI D'ORIENTATION DE RENOUVELLEMENT DES GÉNÉRATIONS EN AGRICULTURE

Saisir l'opportunité du Pacte et de la Loi pour développer une vision et des orientations claires sur les types de modèles agricoles et sur le système alimentaire (MASA, MIOM).

- Définir un cadre de référence pour l'agriculture bas carbone et adaptée au changement climatique listant les types de systèmes et les options techniques à encourager, des plus incrémentales aux plus transformationnelles, tenant compte de la variabilité territoriale. Privilégier les mesures transformationnelles. Dissuader les pratiques non adaptées et fortement émettrices. Aligner les financements publics avec ce nouveau cadre de référence.
- Mettre en place un plan de transition agroécologique et climatique pour accompagner chaque exploitation ou groupement d'exploitations qui le souhaite, notamment via la mise en place de diagnostics climat (bas carbone et vulnérabilité), de services climatiques, et d'outils financiers de gestion des risques de transition et d'un fonds de transition.
- Saisir l'opportunité de l'installation pour développer l'agriculture bas carbone et adaptée, via un soutien prioritaire, par exemple, au moyen de critères de sélection ou de majoration dans l'octroi des aides aux installations.
- Intégrer, de manière systématique, les questions climatiques dans les formations dispensées par l'enseignement agricole (et général), développer la formation continue sur ces questions, renforcer la formation des enseignants, conseillers et accompagnants agricoles sur les sujets de l'atténuation et de l'adaptation, renforcer la formation des acteurs de l'administration, des filières et des industries agroalimentaires.

- Encourager le développement de nouvelles filières (ex. légumineuses, cultures intermédiaires) permettant des réductions d'émissions et alignées avec la nécessité d'augmenter la consommation de protéines végétales.
- Lancer un plan d'accompagnement pour la transition bas carbone et l'adaptation de l'élevage en commençant par mobiliser la sélection génétique, les additifs alimentaires, la gestion des troupeaux, l'introduction de races mixtes, le stockage de fourrages, l'élevage à l'herbe, l'introduction d'arbres dans les prairies (sylvo-pastoralisme) et de haies, en engageant des transformations plus profondes du secteur et de la consommation de produits d'origine animale, en soutenant les revenus des éleveurs les plus modestes engagés dans la transition bas carbone et l'adaptation.
- Reconcevoir les outils assurantiels agricoles pour inciter l'adoption de pratiques bas carbone et adaptées et limiter les risques de maladaptation.
- Autoriser le stockage d'eau en agriculture seulement pour les projets économes en eau, tenant compte des projections climatiques sur toute la période d'utilisation des infrastructures et respectant les autres usages (ex : eau potable, protection des milieux aquatiques) afin de favoriser des pratiques d'adaptation transformationnelle et d'éviter les risques de maladaptation.

S'assurer de l'engagement des autres acteurs du système alimentaire pour l'atténuation et l'adaptation (MASA, Minefi, organisations interprofessionnelles, coopératives).

- S'assurer que toutes les filières agricoles mettent en œuvre des plans d'actions d'atténuation et d'adaptation cohérents avec l'objectif de la neutralité carbone de la France à horizon 2050 et la trajectoire de réchauffement de référence.
- S'appuyer sur l'effet levier des industries agroalimentaires et de la distribution en les encourageant à s'approvisionner auprès de fermes et d'entreprises bas carbone et adaptées au changement climatique et en négociant l'évolution de leur offre vers des produits bas carbone.

STRATÉGIE NATIONALE POUR L'ALIMENTATION, LA NUTRITION, ET LE CLIMAT

Saisir l'opportunité de la Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat pour l'étendre à l'agriculture et pour encadrer et accompagner une transformation de l'offre de l'industrie, de la distribution et de la restauration pour permettre l'évolution des régimes alimentaires vers une alimentation bas carbone, saine et accessible (MASA, MTECT, MSP, Minefi, SGPE).

- Agir sur l'offre de la transformation, en grande distribution et en restauration hors domicile afin qu'elle soit moins riche en produits d'origine animale, plus riche en protéines d'origine végétale et fruits et légumes et ne produise pas ou peu d'émissions importées.
- Améliorer l'accessibilité de l'offre durable et saine pour les ménages les plus modestes et encadrer les politiques commerciales des distributeurs pour garantir un revenu décent aux agriculteurs.
- Élargir l'offre de produits bas carbone, en particulier les produits d'origine végétale, dans la restauration collective publique et privée via un renforcement des critères de la commande publique.
- Proposer des recommandations en matière d'alimentation durable qui intègrent des critères climatiques.
- Mobiliser des outils réglementaires pour réguler la publicité, le marketing et les offres promotionnelles pour les produits alimentaires hautement carbonés.

4. PROMOUVOIR ET SOUTENIR L'ENGAGEMENT DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES AU SERVICE DE L'ACTION CLIMATIQUE

Renforcer l'engagement des collectivités territoriales en matière de transition bas carbone et d'adaptation des systèmes agricoles et alimentaires, et la gestion de l'eau et des sols, notamment en s'appuyant sur les COP régionales de territorialisation de la planification écologique (Collectivités, ANCT, MTECT, MIOM).

Renforcer le rôle des projets alimentaires territoriaux comme vecteurs de la transition bas carbone et de l'adaptation au changement climatique des territoires (MASA, MTECT).

Activer, dans chaque région, les mesures agro-environnementales et climatiques du PSN les plus favorables pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique (Régions).

Réserver, dans chaque région, une part substantielle du budget des aides aux investissements du PSN à la coopération (soutien à des projets de coopération entre agriculteurs et avec d'autres acteurs, notamment via le partenariat européen pour l'innovation) et à la formation aux enjeux climatiques (Régions).

5. RENFORCER LES CAPACITÉS DES ACTEURS DES SYSTÈMES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES EN S'APPUYANT SUR LA FORMATION, LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

ÉDUCATION ET FORMATION AUX ENJEUX CLIMATIQUES

Améliorer le contenu et renforcer l'accès à l'éducation sur l'alimentation bas carbone et adaptée au climat futur et les enjeux liés au climat, en particulier au contenu de l'empreinte carbone alimentaire (MASA, MESRI, MENJ).

Élaborer un plan de formation des acteurs du système alimentaire assorti d'objectifs permettant son évaluation (MASA, MESRI, MENJ, chambres d'agriculture).

- Intégrer de manière systématique les questions climatiques dans les formations initiales et continues dispensées et renforcer la formation des enseignants.
- Renforcer la place de l'atténuation et de l'adaptation dans la formation des conseillers et des accompagnants agricoles (ex. via les chambres d'agriculture, les observatoires régionaux agriculture et climat, les groupes d'experts régionaux sur le climat...).
- Renforcer la formation permanente des acteurs dans les filières, les industries agroalimentaires, la distribution et la restauration et celle des acteurs publics.

RECHERCHE ET INNOVATION

Financer la recherche pour actualiser et développer les connaissances sur les impacts du changement climatique et les options techniques et leviers socio-économiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de stockage de carbone, et d'adaptation au changement climatique des systèmes agricoles et alimentaires qui combinent efficacité et retombées économiques, sociales et environnementales positives (MASA, Instituts de recherche, instituts techniques, MESRI).

Faciliter l'utilisation des connaissances agro-climatiques en développant des méthodes et des services agro-climatiques spécifiques aux besoins de chaque filière agricole (MASA, Instituts de recherche, instituts techniques, MESRI).

Renforcer les liens entre les innovations de terrain et la recherche pour capitaliser sur les retours d'expérience d'acteurs pionniers (MASA, Instituts de recherche, instituts techniques, MESRI).

Développer des scénarios se rapprochant de la neutralité carbone pour le secteur agricole (production et sols) à horizon 2050, pour éviter la dépendance aux puits de carbone forestiers pour contrebalancer les émissions résiduelles agricoles, car les forêts sont fragilisées par le changement climatique (MASA, Instituts de recherche).

Financer des recherches sur la gouvernance du système alimentaire pour identifier des formes favorables à sa transformation bas carbone et adaptée (MASA, Instituts de recherche, instituts techniques, MESRI).

6. INTÉGRER LES ENJEUX CLIMATIQUES DANS LE SUIVI ET L'ÉVALUATION DES POLITIQUES ALIMENTAIRES ET AGRICOLES

Améliorer les méthodes d'inventaire et d'estimation des facteurs d'émission en France pour le secteur de l'agriculture et le secteur utilisation des terres pour renforcer la pertinence des analyses en réduisant les incertitudes (MASA, MTECT).

Mettre en œuvre en France le cadre de certification des absorptions de carbone développé par l'Union Européenne dès qu'il sera finalisé (MASA, MTECT).

Actualiser annuellement l'estimation de l'empreinte carbone alimentaire de la France pour permettre son suivi et l'analyse de ses évolutions (MASA, MTECT).

Établir un inventaire cartographié des vulnérabilités agricoles du territoire national (MASA, Instituts de recherche, Collectivités territoriales).

Mettre à l'épreuve du climat (*ex ante*) et évaluer l'impact climatique (atténuation et adaptation) de l'ensemble des lois structurantes pour l'agriculture et l'alimentation, publier les rapports d'évaluation (résultats et méthodologies) (MASA, MTECT, SGPE).

7. RÉORIENTER LES POLITIQUES ALIMENTAIRES, AGRICOLES ET COMMERCIALES DE L'UNION EUROPÉENNE POUR RENFORCER LEUR CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS CLIMATIQUES

Promouvoir, au niveau européen, une feuille de route climatique de la Politique agricole commune, pour réduire les soutiens aux productions les plus intensives en émissions de gaz à effet de serre en lien avec l'objectif de neutralité carbone en 2050, aux productions les plus consommatrices d'eau, en tenant compte d'autres enjeux comme la biodiversité, et augmenter les soutiens aux productions ayant de faibles intensités d'émissions, économes en eau, ainsi que des bénéfiques nutritionnels (comme les fruits et les légumes) (MEAE, MASA, Minefi).

Défendre au niveau européen l'adoption d'une loi-cadre sur les systèmes alimentaires durables ambitieuse, incluant notamment la mise en œuvre d'un affichage nutritionnel et environnemental sur les produits alimentaires, des standards minimum de durabilité et des règles de durabilité claires pour la commande publique (MEAE, MASA, Minefi).

Étudier (*ex-ante*) les implications qu'aurait une extension du système d'échange de droits d'émission européen à l'agriculture et à plus d'acteurs de l'alimentation (MEAE, MASA, Minefi).

Veiller à ce que les accords commerciaux à l'importation négociés au niveau européen induisent une réduction des émissions dans les pays de production (MEAE, MASA, Minefi).

1

ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE
DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

	MESSAGES CLÉS	P22
1.1	L'AGRICULTURE, DEUXIÈME SECTEUR ÉMETTEUR EN FRANCE	P26
	1.1.1 ÉTAT DES LIEUX DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE	P26
	1.1.2 ÉMISSIONS AGRICOLES DE LA FRANCE AU SEIN DE L'UNION EUROPÉENNE	P32
	1.1.3 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS AGRICOLES	P33
1.2	ÉMISSIONS DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES	P34
1.3	ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS AU REGARD DES OBJECTIFS DE LA SNBC	P35
1.4	EMPREINTE CARBONE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P36
	1.4.1 PART DES IMPORTATIONS	P37
	1.4.2 DÉCOMPOSITION SELON LES DIFFÉRENTS POSTES DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P38
	1.4.3 DÉCOMPOSITION SELON LES PRODUITS CONSOMMÉS	P40
1.5	ANNEXES DU CHAPITRE 1	P40
	1.5.1 AZOTE, AGRICULTURE ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE	P40
	1.5.2 LE CARBONE DANS LES SOLS	P41
	1.5.3 CALCUL DE L'EMPREINTE CARBONE DE L'ALIMENTATION	P42
	1.5.4 PRINCIPAUX RÉSULTATS D'EMPREINTE CARBONE D'AGRIBALYSE POUR LES PRODUITS ALIMENTAIRES	P43
	1.5.5 IMPORTATIONS FRANÇAISES DE PRODUITS AGROALIMENTAIRES	P45
1.6	NOTES ET RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 1	P47

1 ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE



MESSAGES CLÉS

- **L'agriculture et l'alimentation jouent un rôle central dans l'atteinte des objectifs climatiques de la France et en particulier de la neutralité carbone en 2050. D'ici à 2050, l'essentiel des émissions résiduelles de gaz à effet de serre de la France devrait se concentrer dans le secteur de l'agriculture. Ces émissions résiduelles devront être contrebalancées par une augmentation du stockage de carbone dans les forêts et les sols agricoles. La baisse abrupte et inattendue des puits de carbone forestiers, ainsi que celle des surfaces en prairies, amoindrissent la capacité à compenser ces émissions résiduelles par des puits de carbone, nécessitant des efforts accrus de réduction des gaz à effet de serre du secteur. Les efforts d'atténuation du secteur agricole doivent s'inscrire dans le cadre plus large de réduction de l'empreinte carbone de l'alimentation afin d'éviter les fuites aux frontières. Une bonne compréhension des sources d'émissions du système alimentaire est nécessaire au pilotage des actions.**
- **Le secteur agricole émet 77 Mt eqCO_2 par an, soit 18 % des émissions de gaz à effet de serre de la France en 2021. 85 % de ces émissions sont constituées de méthane et de protoxyde d'azote, dont le pouvoir de réchauffement global est plus élevé que celui du dioxyde de carbone (CO_2). Une réduction des émissions de méthane peut avoir un impact plus rapide que celle du CO_2 sur le réchauffement global. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur ont baissé de 13 % entre 1990 et 2021 en France.**
 - **Les émissions directes de l'élevage représentent 46 Mt eqCO_2 en 2021, soit 59 % des émissions de l'agriculture. Elles sont principalement dues à la fermentation entérique et à la gestion des effluents. Les bovins contribuent à hauteur de 83 %, suivis des porcins et des volailles. L'élevage est également responsable d'émissions indirectes, résultant de l'alimentation des cheptels (cultures, prairies). La baisse des émissions de l'élevage (-15 %) entre 1990 et 2021 résulte principalement d'une diminution de la taille du cheptel bovin liée aux difficultés économiques du secteur.**
 - **Les émissions des cultures représentent 21 Mt eqCO_2 en 2021, soit 27 % des émissions du secteur agricole. Elles sont principalement dues à l'épandage d'engrais azotés minéraux, organiques et des apports à la pâture. L'utilisation d'engrais azotés minéraux est également responsable d'émissions indirectes lors de leur synthèse. La baisse des émissions des cultures (-15 %) entre 1990 et 2021 résulte principalement d'une baisse de la fertilisation azotée.**
 - **Les émissions associées à l'utilisation des engins, moteurs et chaudières représentent 10 Mt eqCO_2 , soit 13 % des émissions de l'agriculture. La baisse des émissions liées à la consommation énergétique des tracteurs, engins et chaudières agricoles est faible (-4 %).**

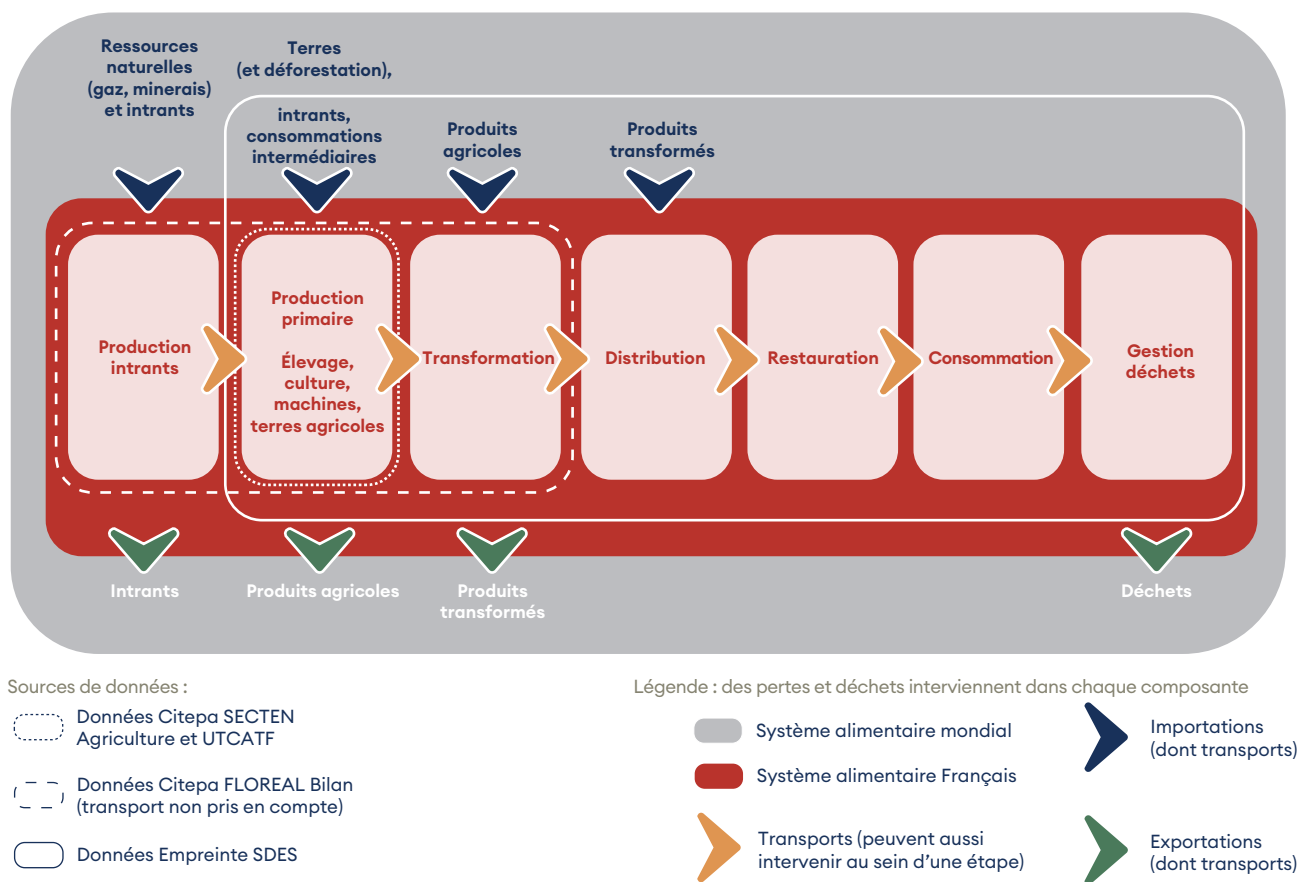
- La France a les émissions agricoles les plus élevées des États membres de l'Union européenne (UE) du fait de l'importance de son secteur agricole, et représente 17 % des émissions de l'UE pour l'agriculture. L'intensité surfacique d'émissions du secteur de l'agriculture en France est proche de la moyenne de l'Union Européenne (UE). Depuis 1990, les émissions de l'UE ont baissé de 21 %, sans pour autant que la baisse européenne ne soit due à des politiques directement ciblées.
- Depuis son instauration en 2015, la stratégie nationale bas carbone (SNBC) définit des budgets carbone et trajectoires indicatives pour l'ensemble des secteurs émetteurs de gaz à effet de serre, dont l'agriculture. Le secteur de l'agriculture a respecté son premier budget carbone indicatif (2015-2018), et demeure sous les seuils indicatifs pour son deuxième budget carbone (2019-2023). Ces évolutions doivent cependant être nuancées car l'agriculture est le secteur ayant la cible de réduction d'émissions la plus faible et cette baisse des émissions résulte principalement de facteurs socio-économiques extérieurs à l'action publique.
- L'utilisation des sols agricoles (prairies et sols cultivés), comptabilisée dans le secteur utilisation des terres, changement d'affectation des terres et forêts dans l'inventaire national des gaz à effet de serre, ajoute 6 Mt eqCO_2 aux émissions agricoles. Les sols agricoles émettent plus qu'ils ne stockent, bien que ces émissions aient fortement diminué entre 1990 et 2021 (-66 %).
 - Les terres cultivées occasionnent un déstockage annuel net de carbone estimé à 8 Mt eqCO_2 (en 2021), résultant de la conversion d'autres terres (particulièrement prairies et forêts) en terres cultivées. Ce déstockage a baissé dans les trente dernières années.
 - Les prairies occasionnent un stockage annuel net de carbone estimé à 1,3 Mt eqCO_2 (en 2021). Les prairies, dont la surface a diminué de 19 % entre 1990 et 2021, contribuent de moins en moins au stockage du carbone (baisse de 81 % de stockage sur la même période).
- Au total, les activités agricoles (agriculture et usage des sols agricoles) émettent donc au niveau du territoire 83 Mt eqCO_2 . Les émissions du secteur «agriculture» et du secteur «utilisation des terres» font l'objet d'un niveau d'incertitude élevé à l'échelle nationale, respectivement de l'ordre de 15 % et 40 %.
- L'empreinte carbone alimentaire de la France est estimée à 140 Mt eqCO_2 , soit 2,1 t eqCO_2 par habitant, et représente 22 % de l'empreinte carbone globale des français. Cette empreinte inclut les émissions de la production agricole et des autres composantes du système alimentaire ainsi que celles générées hors de France par la production, la transformation et le transport. L'empreinte carbone de l'alimentation des français a diminué à peu près au même rythme que les émissions agricoles territoriales, soit respectivement 4 % et 3 %, entre 2010 et 2018.
 - 46 % de l'empreinte carbone alimentaire sont des émissions importées, dont 52 % pour les importations des aliments et boissons directement destinées au consommateur, et 48 % pour les importations de matières premières et d'autres produits intermédiaires. La part des émissions importées a augmenté entre 2010 et 2018.
 - La production agricole (en France et dans les pays d'exportation) représente 60 % des émissions de l'empreinte carbone alimentaire.
 - Les émissions de la transformation représentent entre 6 % et 18 % de l'empreinte selon les méthodologies choisies.
 - Les émissions du commerce et de la restauration hors domicile représentent 12 % de l'empreinte.

- Les émissions du transport de marchandises alimentaires représentent entre 6 % et 14 % de l’empreinte selon les méthodologies. Le transport routier est à l’origine de 83 % des émissions du transport de produits alimentaires.
- Les produits d’origine animale sont responsables de la majorité de l’empreinte carbone alimentaire (51 %), suivis des boissons (15 %).
- Les pertes et gaspillages génèrent 15 Mt eqCO_2 d’émissions de gaz à effet de serre et sont réparties dans toutes les composantes du système alimentaire et dépendent des aliments considérés. En France, chaque année, près de 20 % de la nourriture est jetée soit 150 kg par personne et par an.

L’agriculture et l’utilisation des sols émettent des gaz à effets de serre (GES). Connaître la répartition des sources et des volumes d’émission ainsi que des potentiels de stockage de carbone, notamment dans les sols et en comprendre les interdépendances est important pour orienter les efforts de réduction des émissions associées à la phase de production dans les systèmes alimentaires (cf. encadré 1.a, encadré 1.b).

Le système alimentaire¹ (cf. figure 1.a) génère aussi des émissions à travers la transformation, le transport, la distribution et la consommation de nourriture en plus des émissions liées à la production. Pour l’ensemble de ces activités, une partie des émissions a lieu sur le territoire français et une autre au-delà des frontières.

Figure 1.a – Représentation schématique des composantes du système alimentaire



1. Le système alimentaire représente l’ensemble des étapes de la production agricole (culture, élevage) jusqu’à la consommation de nourriture en passant par l’industrie agro-alimentaire, la distribution, le transport, la restauration, la gestion des déchets et la publicité. Ces étapes sont interdépendantes et se sont façonnées depuis le milieu du XX^e siècle, guidées par la logique de performance économique. Ce secteur d’activité est essentiel au bon fonctionnement de la société. Cependant, certains aspects du système alimentaire sont pointés du doigt pour leurs impacts négatifs sur la santé, les écosystèmes et le changement climatique.

Encadré

Données d'émissions mobilisées

1.a

Sauf mention contraire, les données des émissions de gaz à effet de serre territoriales utilisées sont celles de l'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre réalisé par le Citepa, dans sa version au format Secten 2023 (répartition sectorielle identique à la SNBC). Pour les secteurs étudiés (agriculture et une partie de l'UTCATF), les données consolidées les plus récentes, portant sur l'année 2021, sont utilisées. Les incertitudes liées aux calculs des émissions de ces deux secteurs sont indiquées dans les sections correspondantes.

Le Citepa a actualisé les inventaires d'émissions en 2023 en intégrant les nouvelles lignes directrices du GIEC adoptées en 2019 et en recalculant les valeurs des années passées¹. Par exemple pour 2015, les émissions actualisées sont de 83 Mt eqCO_2 alors qu'elles étaient précédemment estimées à 87. Dans ce chapitre seront annotés les chiffres d'émissions obtenus avant l'intégration de ces modifications méthodologiques par une étoile : « t eqCO_2^* » pour les distinguer de ceux de l'inventaire Secten du Citepa le plus récent. Pour les autres chapitres, les valeurs d'émissions présentées ne prennent pas en compte, dans la plupart des cas, cette actualisation. Les comparaisons doivent alors se faire avec précaution en gardant ces modifications à l'esprit.

Les comparaisons européennes s'appuient sur les données d'inventaires au format Cnuc pour être comparables entre elles. Les chiffres peuvent différer légèrement du format Secten du fait de périmètres d'émissions différents de chacun des formats.

L'analyse de l'empreinte carbone de l'alimentation s'appuie sur les données du Service des données et études statistiques (Sdes, CGDD). Des estimations spécifiques effectuées par l'Ademe et par Carbone 4 sont aussi utilisées en complément pour discuter plus en profondeur certains points. L'analyse par l'empreinte vient appuyer, pour l'agriculture et l'alimentation, le rapport Maîtriser l'empreinte carbone de la France du Haut Conseil pour le Climat (2020)².

Encadré

Périmètres de représentativité des inventaires d'émissions de l'agriculture

1.b

Les émissions territoriales de l'agriculture analysées correspondent au secteur de l'agriculture et de la sylviculture au sens de l'inventaire national de gaz à effet de serre du Citepa. Ce secteur inclut les émissions de gaz à effet de serre liées principalement à la production agricole, soit celles de l'élevage, des cultures, ainsi que les émissions énergétiques des engins, moteurs et chaudières agricoles (cf. figure 1.a). Les émissions de la sylviculture traitées ici correspondent uniquement aux émissions des engins sylvicoles et représentent une fraction de l'ordre du 5 % du sous-secteur Secten «Engins, moteurs et chaudières en agriculture/sylviculture».

Les émissions et absorptions de carbone liées à l'usage des terres agricoles et aux changements d'affectation des terres ne sont pas comptabilisées dans le secteur de l'agriculture, mais dans celui de l'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) au sein de l'inventaire national du Citepa et de la SNBC.

Pour ces deux sources de données, le format Secten est utilisé et son périmètre inclut la métropole et les outre-mer appartenant à l'Union européenne (périmètre de Kyoto).

Les émissions territoriales de l'agriculture excluent les émissions en amont et en aval des activités agricoles, comme la fabrication des engrais, le transport de marchandises, ou encore la production d'énergie à partir de déchets agricoles, qui sont respectivement rapportées avec les secteurs de l'industrie, du transport et de l'énergie. Par ailleurs, elles ne prennent pas en compte les émissions liées aux importations.

L'inventaire Floréal du Citepa, qui s'appuie sur les données de l'inventaire national pour estimer des émissions en intégrant certains postes amont et aval des filières, permet une lecture complémentaire intégrée par filière.

Une analyse plus complète basée sur les données du Sdes (CGDD) donne accès à l'empreinte carbone de l'alimentation. Afin d'alléger le texte, l'expression « empreinte alimentaire » est utilisée par la suite pour désigner l'empreinte carbone de l'alimentation.

La pêche et l'aquaculture contribuent aux émissions de gaz à effet de serre de l'alimentation et des leviers d'atténuation et d'adaptation spécifiques existent. Elles n'ont pas été traitées dans ce rapport.

1.1 L'AGRICULTURE, DEUXIÈME SECTEUR ÉMETTEUR EN FRANCE

1.1.1 ÉTAT DES LIEUX DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE

En France, les émissions du secteur de l'agriculture s'élèvent à 77 Mt eqCO_2 en 2021 et comptent pour 18 % des émissions totales de GES de la France (hors changement d'affectation des terres inclus dans le secteur UTCATF) (cf. figure 1.d). Il s'agit du deuxième secteur émetteur en France derrière les transports.

Atteindre une neutralité des émissions pour stabiliser le réchauffement planétaire nettement sous 2 °C nécessite à la fois une réduction rapide des émissions de CO_2 mais aussi des GES hors CO_2 . 85 % des émissions de GES de l'agriculture sont constitués de méthane et de protoxyde d'azote, qui ont un pouvoir de réchauffement global plus élevé que celui du dioxyde de carbone (cf. encadré 1.c). En 2021 en France, le méthane (CH_4) représente 56 % des émissions de ce secteur, suivi du protoxyde d'azote (N_2O) à hauteur de 29 %, et du dioxyde de carbone (CO_2) à hauteur de 15 %. L'agriculture est à l'origine de 69 % des émissions nationales de CH_4 et de 87 % des émis-

sions nationales de N_2O . À l'inverse, l'agriculture est à l'origine de 4 % des émissions nationales de CO_2 . Au niveau mondial, les émissions de méthane représentent le deuxième facteur de réchauffement à ce jour, sa concentration atmosphérique ayant plus que doublé depuis le milieu du XIX^e siècle³.

Une réduction des émissions de méthane peut avoir un impact plus rapide que celle du CO_2 sur le réchauffement global (cf. encadré 1.c). C'est pourquoi une attention croissante est apportée aux gaz au potentiel de réchauffement global (PRG) plus élevé que le CO_2 . Lors de la COP 26, plus de cent pays, dont la France, se sont engagés à une baisse de 30 % des émissions mondiales de CH_4 d'ici à 2030 par rapport à leur niveau de 2020. La forte réduction des émissions de méthane a une double influence en limitant le réchauffement à court terme et en améliorant la qualité de l'air par la réduction de la production d'ozone de surface⁴.

Encadré

Le calcul du PRG bénéficie des avancées de la recherche

1.c

Le Potentiel de Réchauffement Global (PRG) correspond au forçage radiatif cumulé par un gaz à effet de serre, sur une période de référence, en comparaison du CO₂. Les PRG sont régulièrement revus par le GIEC et sont utilisés par le Citepa pour la réalisation des inventaires nationaux. À chaque ajustement, le Citepa recalcule les estimations pour toutes les années depuis 1990, rendant possible l'interprétation des évolutions avec une série homogène⁵. À partir de l'inventaire 2022, le Citepa utilise les potentiels de réchauffement des gaz sur une période d'un siècle (PRG100) publiés par le GIEC en 2019, et qui valent 1 pour le CO₂ (par définition), 28 pour le CH₄ et 265 pour le N₂O. Les valeurs du PRG ont à nouveau été mises à jour dans le sixième rapport du GIEC de 2021, celle du CH₄ passant à 27,9 et celle du N₂O à 273. Ces évolutions seront ultérieurement prises en compte dans les estimations du Citepa.

La durée de vie du CH₄ dans l'atmosphère est courte, estimée à environ 12 ans, alors qu'elle atteint 109 ans pour le N₂O. Du fait de cette courte présence dans l'atmosphère, l'impact du CH₄ sur le réchauffement global est relativement plus important à court et moyen terme (20 ans) qu'à long terme (100 ans). Pour comparaison, la durée de vie du CO₂ varie dans l'atmosphère, de cent ans (pour 30-50 % des émissions) à un millier d'années (pour 15-40 % des émissions) et plus.

Les émissions agricoles proviennent principalement de processus biologiques au sein des systèmes de production et dépendent peu de la consommation d'énergie fossile. Les processus biologiques, comme la fermentation entérique chez les ruminants ou les processus microbiens dans les sols, sont influencés par des facteurs liés au sol (ex. matière organique et teneur en azote des sols) et au climat (ex. température, humidité), ainsi que par les pratiques agricoles. Ceci conduit à une importante variabilité spatiale et temporelle des émissions.

Les incertitudes sur les inventaires du secteur de l'agriculture sont estimées, à l'échelle nationale, à 15 %⁶ du fait des hypothèses simplificatrices nécessaires à l'agrégation d'émissions diffuses issues de nombreuses exploitations agricoles. La comptabilisation des émissions de GES dans l'inventaire national est la résultante du produit d'un facteur d'émission moyen^I, d'une activité^{II} et d'un volume d'activité au sein du secteur^{III}.

Les émissions de l'agriculture proviennent essentiellement de l'élevage et des cultures, puis des engins, moteurs et chaudières agricoles (cf. tableau 1.a). En particulier, l'élevage de bovins et l'épandage d'engrais et d'amendements minéraux comptent pour plus de la moitié des émissions du secteur de l'agriculture en 2021 (49 % et 13 % respectivement, soit 9 et 3 % des émissions nationales tous secteurs confondus).

Les émissions de l'élevage représentent 46 Mt éqCO₂ en 2021, soit 59 % des émissions de l'agriculture. Principalement composées de méthane (93 %), elles proviennent du processus de digestion des ruminants (bovins, ovins et caprins principalement), appelé fermentation entérique, et de la gestion des effluents d'élevage, également émetteurs de méthane, mais aussi de protoxyde d'azote.

Les bovins contribuent à hauteur de 83 %, suivis des porcins (6 %) et des volailles (moins de 1 %), aux émissions de l'élevage. Le reste des émissions regroupe celles des autres élevages (ovins, caprins, équidés et lapins). Les élevages de ruminants utilisent pour leur alimentation des prairies dont la gestion peut avoir un impact sur les stocks de carbone organique du sol (cf. section 1.1.3). Les élevages produisent des engrais organiques qui contribuent à la fertilisation azotée des cultures et des prairies et évitent ainsi le recours à une fertilisation azotée minérale (engrais de synthèse).

L'élevage est également responsable d'émissions indirectes, résultant de l'alimentation des cheptels à partir de cultures dont la production est émettrice de GES. Ces émissions indirectes sont comptabilisées dans le sous-secteur des cultures. Une part de l'alimentation animale est importée, ce qui génère des émissions dans les pays exportateurs qui ne sont pas

I. Exemple : quantité de N₂O émis par kg d'azote minéral épandu sur un sol agricole.

II. Exemple : nature et quantité d'engrais azotés minéraux épandus.

III. Exemple : surface ou nombre d'exploitations concernées.

prises en compte dans l'inventaire national mais peuvent être importantes lorsque les cultures ont été précédées de déforestation (cf. section 1.4).

Les émissions des cultures représentent 21 Mt éqCO₂ en 2021, soit 27 % des émissions du secteur agricole.

Les premiers postes d'émissions sont : les engrais et amendements minéraux (51 %), les déjections déposées par les animaux à la pâture (7 %) et les engrais et amendements organiques (7 %). Le restant des émissions (35 %) résulte de pratiques culturales spécifiques (apports d'amendements basiques, brûlage des résidus, riziculture émettrice de méthane, etc.). 90 % de ces émissions proviennent du N₂O (cf. annexe 1.5.1).

L'utilisation d'engrais azotés minéraux est également responsable d'émissions indirectes lors de leur synthèse par le procédé Haber-Bosch, à partir de ressources fossiles (gaz naturel). En France, la fabrication de ces intrants a généré de l'ordre de 2,5 Mt éqCO₂* d'émissions en 2020 dans le secteur de l'industrie mais une part des engrais azotés, et donc des émissions liées à leur synthèse, est également importée⁷.

Les émissions associées à l'utilisation des engins, moteurs et chaudières^I représentent 10 Mt éqCO₂, soit 13 % des émissions de l'agriculture. Elles sont presque intégralement composées de dioxyde de carbone (CO₂). Ces émissions proviennent de la combustion de carburants fossiles dans les engins à moteur thermique⁸.

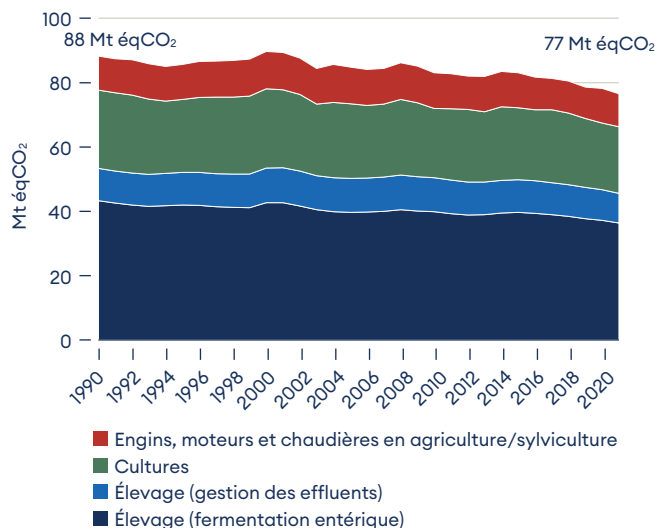
ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE

Les émissions de l'agriculture française ont diminué de 13 % sur la période 1990-2021. Cette évolution à la baisse se constate au niveau des cultures (-15 %), de l'élevage (-15 %) et des émissions liées aux engins et chaudières agricoles (-4 %) (cf. figure 1.b).

La décarbonation^{II} du secteur de l'agriculture a été moins rapide que celle des autres secteurs émetteurs, qui ont réduit leurs émissions de 23 % sur la même période. Par conséquent, le poids du secteur agricole dans les émissions nationales a augmenté de deux points de pourcentage en 2021 par rapport à 1990.

La baisse des émissions de l'élevage (-15 %) entre 1990 et 2021 résulte principalement d'une diminution de la taille du cheptel bovin (cf. figure 1.c). Les effectifs de vaches laitières ont diminué de 37 % sur la période et ceux du reste du cheptel bovin de 14 %⁹. Au total, le nombre de bovins a baissé de 17 %. Concernant les éle-

Figure 1.b – Évolution des émissions de GES du secteur de l'agriculture en France entre 1990 et 2021



Source : Calcul HCC, d'après Citepa (2023), données Secten et EEA

vages de volailles, leurs émissions ont augmenté de 4 % entre 1990 et 2021, tandis que celles des élevages porcins ont augmenté de 12 %. L'effectif des volailles a augmenté de 8 %, suggérant des améliorations en termes d'efficacité. Pour l'élevage porcine, la taille du cheptel n'a augmenté que de 4 %. La tendance à l'intensification des élevages s'est accompagnée du stockage des déjections et du développement de systèmes de gestion sous forme de lisier et litières accumulées (élevages de porcs et vaches laitières en particulier), pouvant contribuer à la hausse des émissions par tête.

La baisse des émissions des cultures (-15 %) entre 1990 et 2021 résulte principalement d'une baisse de la fertilisation azotée minérale et de la diminution de la taille du cheptel bovin (cf. figure 1.c). Les émissions des engrais azotés minéraux et des engrais organiques épandus ou déposés à la pâture ont respectivement diminué de 21 %, 4 % et 16 % par rapport à 1990. Les déjections à la pâture et les apports d'azote organique ont diminué suite à la baisse du cheptel des systèmes bovins herbagers¹⁰. Par ailleurs, les effluents d'élevage sont valorisés de manière croissante par des méthaniseurs avec un retour au sol des digestats de méthanisation. La baisse de la fertilisation azotée en culture, sans que les rendements agricoles n'aient été affectés, reflète l'optimisation de cette pratique.

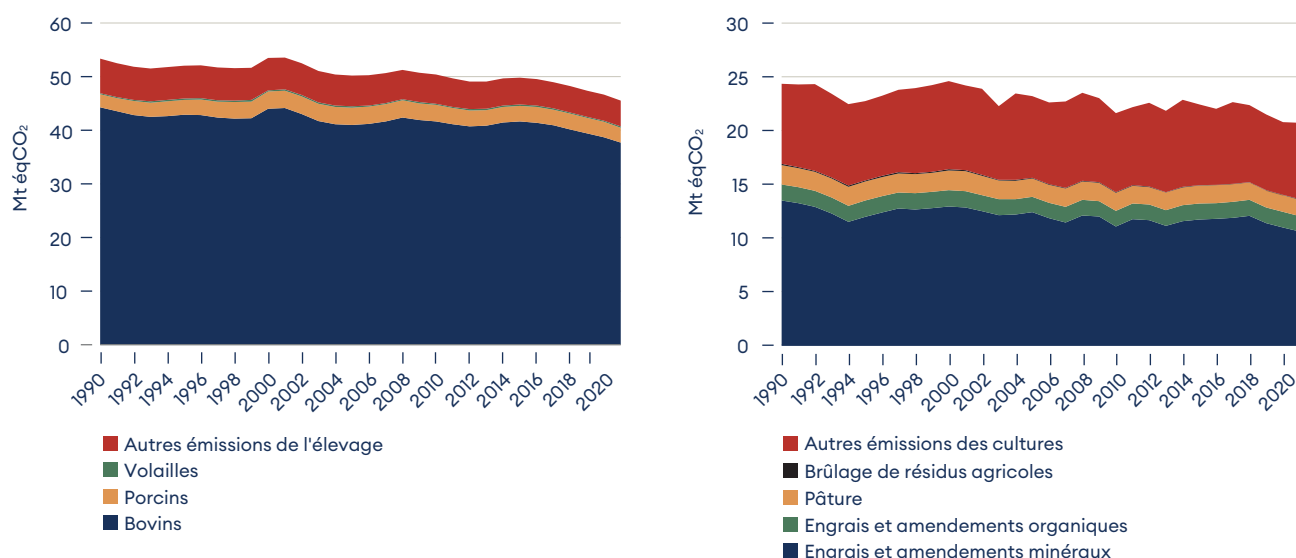
Les émissions liées à la consommation énergétique des tracteurs, engins et chaudières agricoles ont peu évolué entre 1990 et 2021 (-4 %).

I. Y compris ceux utilisés pour la sylviculture.
 II. Le terme décarbonation désigne ici la réduction de tous les GES.

Tableau 1.a - Les postes d'émissions de gaz à effet de serre
du secteur de l'agriculture en 2021ⁱ

SOUS-SECTEUR DE L'AGRICULTURE	POSTE D'ÉMISSIONS	ÉMISSIONS (Mt éqCO ₂)**	PART DANS DU SECTEUR (%)	CH ₄ (kt CH ₄)**	N ₂ O (kt N ₂ O)**	CO ₂ (kt CO ₂)**
ÉLEVAGE	BOVINS	37,7	49,3 %	1 285,1	6,5	0,0
	PORCINS	2,8	3,7 %	98,9	0,1	0,0
	VOLAILLES	0,2	0,3 %	6,5	0,2	0,0
	AUTRES	4,8	6,3 %	129,9	4,3	0,0
CULTURES	ENGRAIS ET AMENDEMENTS MINÉRAUX	10,6	13,8 %	0,0	32,5	1 955,5
	ENGRAIS ET AMENDEMENTS ORGANIQUES	1,4	1,9 %	0,0	5,5	0,0
	PÂTURES	1,5	2,0 %	0,0	5,7	0,0
	BRÛLAGE DE RÉSIDUS AGRICOLES	0,0	0,1 %	1,0	0,0	0,0
	AUTRES	7,1	9,3 %	1,3	26,7	0,0
ENGINS, MOTEURS ET CHAUDIÈRES	ENGINS À MOTEURS THERMIQUES	10,2	13,3 %	0,5	3,3	9 359,1
TOTAL		76,5	100,0 %	1 523,1	84,9	11 314,6

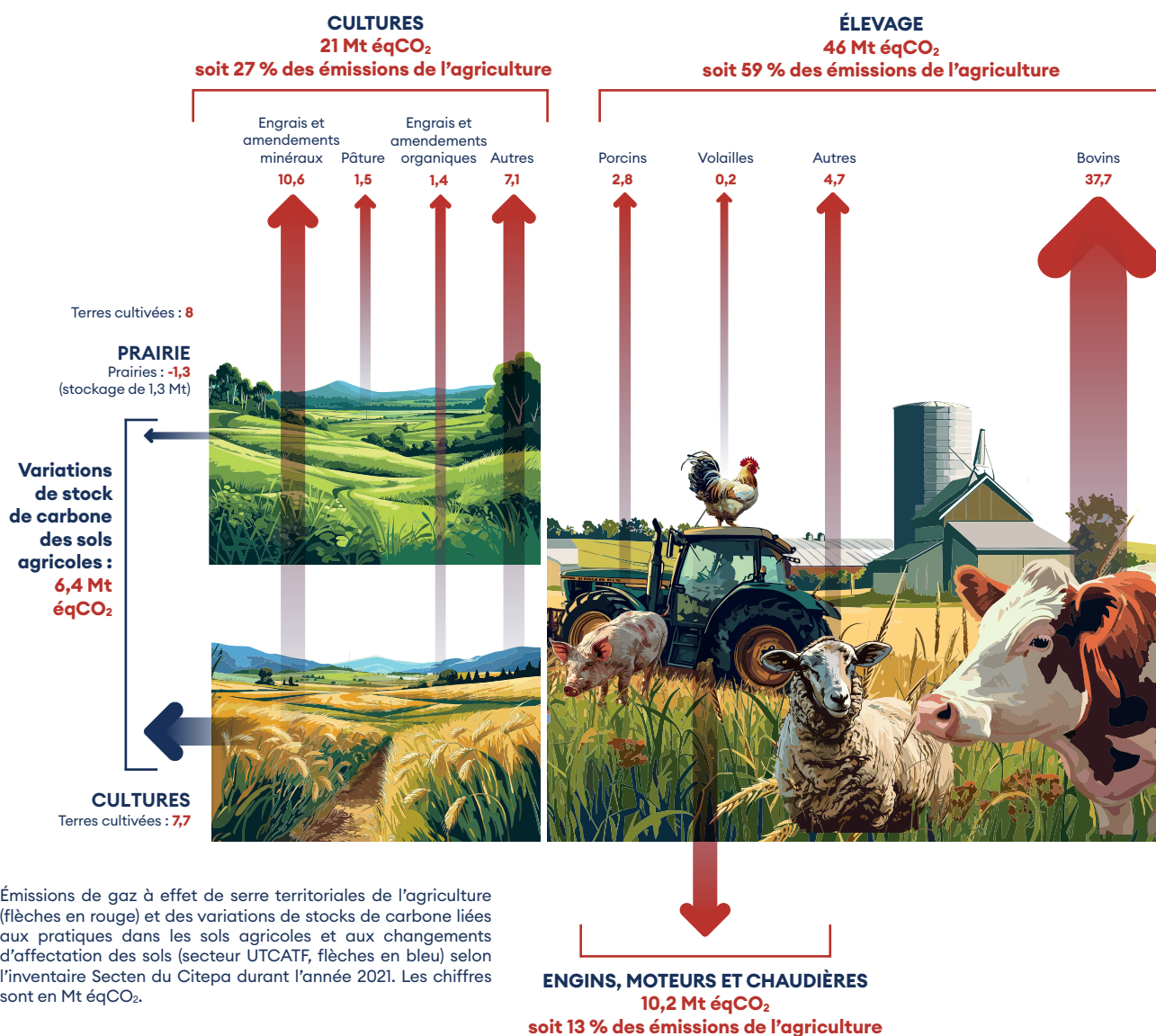
Source : Citepa, Secten 2023

 Figure 1.c – Évolution des émissions de GES
de l'élevage et des cultures en France entre 1990 et 2021


Source : Calcul HCC, d'après Citepa (2023), données Secten et EEA

i. Citepa (2023), Données Secten. ** La valeur en Mt éqCO₂ est obtenue en sommant les valeurs de chaque gaz pondérées par leur PRG (1 pour le dioxyde de carbone, 28 pour le méthane et 265 pour le protoxyde d'azote, valeurs utilisées pour l'inventaire du Citepa de 2023). Par exemple, pour le poste « engrais et amendements minéraux », les émissions proviennent de 32,5 kt N₂O et de 1955,5 kt CO₂. En prenant en compte les PRG pour avoir CO₂ équivalent : Émissions du poste = 0,0x28 + 32,5x265 + 1955,5x1 = 10 568 kt éqCO₂ = 10,6 Mt éqCO₂.

Figure 1.d – Représentation schématique des émissions de l'agriculture selon l'inventaire national Secten



Source : Citepa, Secten

Encadré

Une lecture par filières agricoles des données d'émissions

1.d

Les filières agricoles peuvent être définies comme des systèmes d'action visant à produire et à mettre sur le marché des produits alimentaires, intégrant un ensemble d'acteurs économiques mis en relation via des flux de produits, d'information et des flux monétaires¹¹. Elles sont émettrices de gaz à effet de serre à toutes les étapes de la chaîne de valeur. Elles sont réparties par grandes catégories de produits telles que « les produits laitiers », « la viande bovine », « les céréales ». Différents acteurs industriels prennent en charge la production d'intrants pour les cultures (engrais, produits phytosanitaires, etc.) et d'alimentation animale à l'amont. La transformation, la commercialisation et la distribution des produits alimentaires constituent l'aval de la production agricole. Leur mode d'organisation est fortement influencé par la nature des produits concernés (périssable ou non) et le degré de transformation des produits constituant l'offre au consommateur final.

L'inventaire Floréal du Citepa présente les émissions et absorptions territoriales détaillées par secteurs (céréales, oléagineux, porcins, etc.), avec une analyse plus détaillée, notamment de certaines importations (ex. alimentation animale), pour les filières bovin lait et céréales. Floréal intègre certaines des émissions nationales associées à l'amont des filières (ex : production des intrants, d'aliments pour le bétail), à l'aval (ex : industries agroalimentaires) et aux consommations énergétiques associées (cf. figure 1.e). Les émissions associées au transport, à la distribution et à la consommation des produits alimentaires ne sont pas comptabilisées dans Floréal.

Par rapport au format Secten, le lien entre élevage et cultures est ici traité dans son interdépendance et les émissions et absorptions liées aux changements d'affectation des terres (en France) et de pratiques agricoles sont prises en compte.

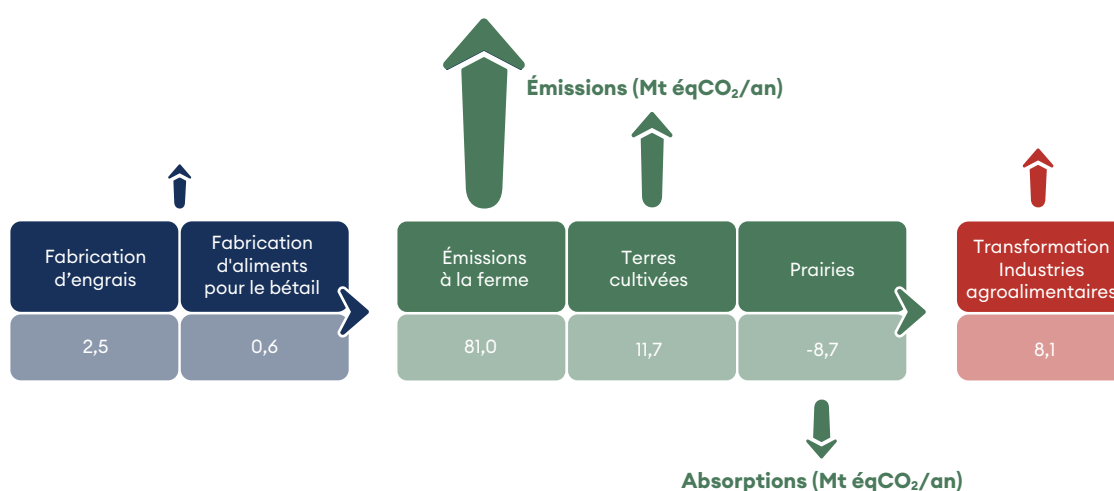
En 2020, les émissions brutes de l'ensemble des filières agricoles françaises s'élèvent à 92 Mt eqCO_2^* (hors UTCATF) selon l'inventaire Floréal du Citepa. Si l'on ajoute les émissions liées aux changements d'affectation des sols en France, l'on atteint 95 Mt eqCO_2 pour l'estimation Floréal.

Les émissions du secteur agricole représentent 85 à 88 % (respectivement avec et sans UTCATF) des émissions cumulées des filières agricoles puisque les émissions au format Secten la même année et avec la même méthodologie sont estimées à 81 Mt eqCO_2^* .

Les filières animales (hors UTCATF) émettent 64 Mt eqCO_2^* . Les filières bovin lait (42 %) et bovins viande (40 %) représentent la plus grande part de ces émissions, suivies des filières porcines (6 %), avicoles (5 %) et des autres filières d'élevage (8 %)¹.

Les filières végétales annuelles et pérennes (hors UTCATF) émettent 29 Mt eqCO_2^* . La filière céréalière (59 %) représente la plus grande part de ces émissions, suivie des filières industrielles (comprenant betteraves sucrières, pommes de terres et cultures non alimentaires, pour 12 %) et oléagineuses (12 %), et fourragères (7 %).

Figure 1.e – Émissions territoriales
des filières agricoles selon l'inventaire Floréal



Source : Citepa (2022), rapport Floréal, p.70.

¹ Dans les données Floréal, certaines émissions peuvent être reportées à la fois dans les émissions des filières d'élevage et dans celles des filières de cultures (p. ex. l'épandage d'engrais organique). Les émissions des filières d'élevage et de cultures ne peuvent donc être sommées pour obtenir un total des émissions agricoles au risque d'un double compte.

1.1.2 ÉMISSIONS AGRICOLES DE LA FRANCE AU SEIN DE L'UNION EUROPÉENNE

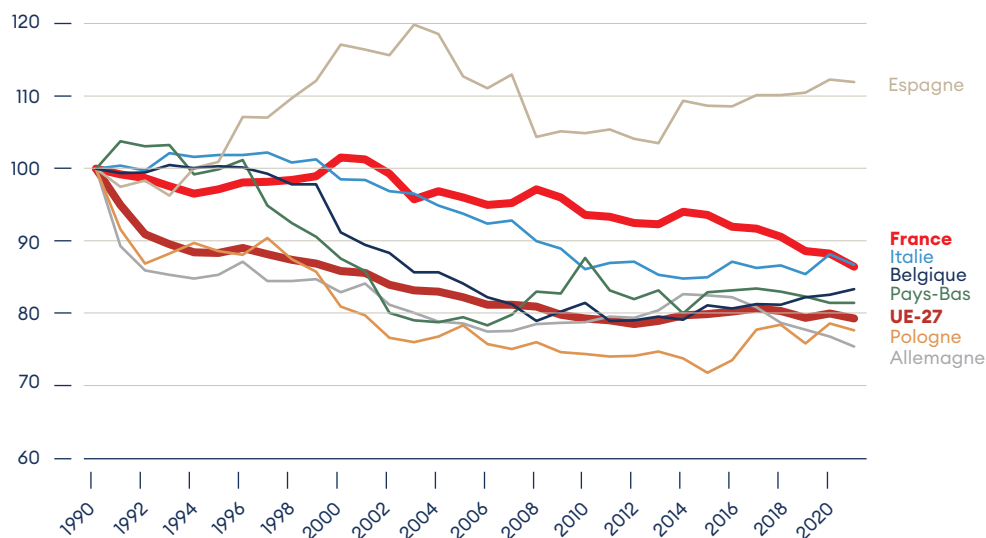
Du fait de l'importance de son secteur agricole, la France a les émissions agricoles les plus élevées des états membres et représente, à elle seule, 17 % des émissions de l'Union européenne (UE) pour le secteur de l'agriculture¹². La France détient cependant la plus grande superficie agricole¹³ et est la première en termes de valorisation de la production de la branche agricole¹⁴. Dans l'Union à 27 en 2021, en comptant l'utilisation d'énergie, les principales sources d'émissions européennes du secteur agricole sont : la fermentation entérique des ruminants (40 %), l'utilisation des fertilisants (26 %), la combustion d'énergie fossile (17 %), la gestion des effluents d'élevage (17 %), le chaulage (1 %) et l'épandage d'urée (1 %). L'élevage et l'utilisation de fertilisants minéraux et organiques jouent donc un rôle primordial dans les émissions du secteur agricole de l'UE¹⁵. La France présente un profil d'émissions similaire, mais en proportion plus marquée pour la fermentation entérique (47 %) que pour les autres postes (24 %, 15 %, 12 %, 1 % et 1 % respectivement).

L'intensité d'émissions du secteur de l'agriculture en France est proche de la moyenne de l'Union européenne (autour de 2,8 t éqCO₂/ha de surface agricole utilisée en 2020 pour 2,9 en UE)¹⁶. Les pays les plus émetteurs sur leur territoire ne sont pas nécessaire-

ment les plus intenses en émissions (émissions rapportées à la surface agricole utilisée). L'agriculture en France présente une intensité d'émissions territoriales de GES proche de la moyenne européenne en raison d'une part des productions animales modérées et de pratiques d'élevage relativement peu intensives. De manière générale, dans l'UE, les pays ayant une agriculture intensive en émissions (ex. Pays-Bas, Belgique, Allemagne) se caractérisent par une production animale, des taux de chargement animal par hectare et une intensité de fertilisation azotée minérale supérieurs à la moyenne européenne. À l'opposé, les pays les moins intenses en émissions (ex. Bulgarie, Roumanie, Lettonie) se caractérisent par une prédominance de productions végétales et des pratiques culturales peu intensives en fertilisation minérale azotée.

Depuis 1990, les émissions agricoles de la France ont diminué de 13 % tandis que celle de l'UE ont baissé, en moyenne, de 21 %¹⁷. L'Espagne, Chypre, le Portugal et l'Irlande se singularisent par une augmentation des émissions agricoles notamment à travers l'élevage. La baisse dans la majorité des pays européens reflète principalement la diminution du nombre d'animaux d'élevage et de l'épandage d'engrais¹⁸. Les émissions de l'Union Européenne stagnent depuis 2010 (figure 1.f).

Figure 1.f – Trajectoires des émissions du secteur agricole dans l'Union Européenne depuis 1990 (base 100)



Source : D'après EEA (2023)

Les conditions pédoclimatiques locales des pays influencent la nature des productions et par conséquent les émissions de gaz à effet de serre. Une comparaison détaillée des niveaux d'émissions nécessite d'être recontextualisée en tenant compte des types de sols et des caractéristiques locales du

climat¹⁹. Par exemple, L'Espagne et l'Italie se distinguent des autres pays limitrophes de la France par leur climat d'influence méditerranéenne. Cela favorise la production de cultures pérennes, dont l'arboriculture (oranges, olives, pommes, raisin, etc.), peu gourmandes en azote.

1.1.3 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS AGRICOLES

Dans l'ensemble de l'UE et du Royaume-Uni, le stock de carbone organique dans la couche superficielle des sols agricoles^I est estimé à 9,3 Gt C en 2018 et a diminué de 0,75 % entre 2009 et 2018²⁰. Le stock de carbone organique dans les couches plus profondes (au-delà de 20 cm) est mal connu et pourrait avoir augmenté en conséquence, du fait d'un transfert vertical du carbone.

Les activités (changements d'usage, changement de pratiques) sur les sols agricoles (prairies et sols cultivés), qui représentent environ la moitié de la surface du territoire national, ont contribué à ajouter 6 Mt équCO₂ aux émissions de la France en 2021. Au total, les activités agricoles (agriculture et usage des sols agricoles) émettent donc 83 Mt équCO₂, soit 8 % de plus que ce qui est comptabilisé pour le seul secteur agricole dans l'inventaire national (77 Mt équCO₂). Les deux catégories de sols liées à l'agriculture recouvrent 23 Mha pour les terres cultivées et 10 Mha pour les prairies^{II}.

Les terres cultivées occasionnent un déstockage annuel net de carbone estimé à 8 Mt équCO₂ (en 2021), résultant de la conversion d'autres terres (principalement des forêts et des prairies) en terres cultivées (9 Mt équCO₂), et du stockage dans les terres cultivées restant terres cultivées (-1 Mt équCO₂) (cf. annexe 1.5.2 et figure 1.g).

Les prairies occasionnent un stockage annuel net de carbone estimé à 1,3 Mt équCO₂ (en 2021), résultant de la conversion d'autres terres en prairies^{III} (-0,9 Mt équCO₂), et du stockage dans les prairies restant prairies (-0,4 Mt équCO₂) (cf. annexe 1.5.2 et figure 1.g).

Les forêts converties en prairies ont induit un déstockage de carbone, alors que les terres cultivées converties en prairies ont induit un stockage plus important.

Le stockage du carbone dans les sols agricoles est affecté en premier lieu par les changements d'affectation des sols.

Les émissions du secteur UTCATF font l'objet d'un niveau d'incertitude d'environ 40 %²¹, en particulier en ce qui concerne les surfaces occupées par les différents types de sols et l'impact de certaines pratiques agricoles sur les émissions des sols cultivés²².

Les émissions associées à l'usage des sols agricoles dans leur ensemble ont diminué de 66 % entre 1990 et 2021 (13 Mt équCO₂). Les terres cultivées déstockent significativement moins (baisse de 70 % des émissions) du fait de la baisse des conversions de prairies en terres cultivées.

Les prairies, dont la surface a diminué de 19 % entre 1990 et 2021, contribuent de moins en moins au stockage du carbone (-81 % de stockage sur la même période, soit 6 Mt équCO₂)^{IV}. Les prairies qui restent prairies contribuent faiblement au stockage (-0,4 Mt équCO₂), elles ont même déstocké annuellement du carbone de 1998 à 2011 en Métropole. En revanche, lorsqu'elles sont converties en cultures ou artificialisées, elles deviennent fortement émettrices (émissions comptabilisées dans ces catégories d'usage des sols). Par ailleurs, lorsqu'elles sont converties en forêt, elles peuvent stocker beaucoup plus de carbone dans leur biomasse.

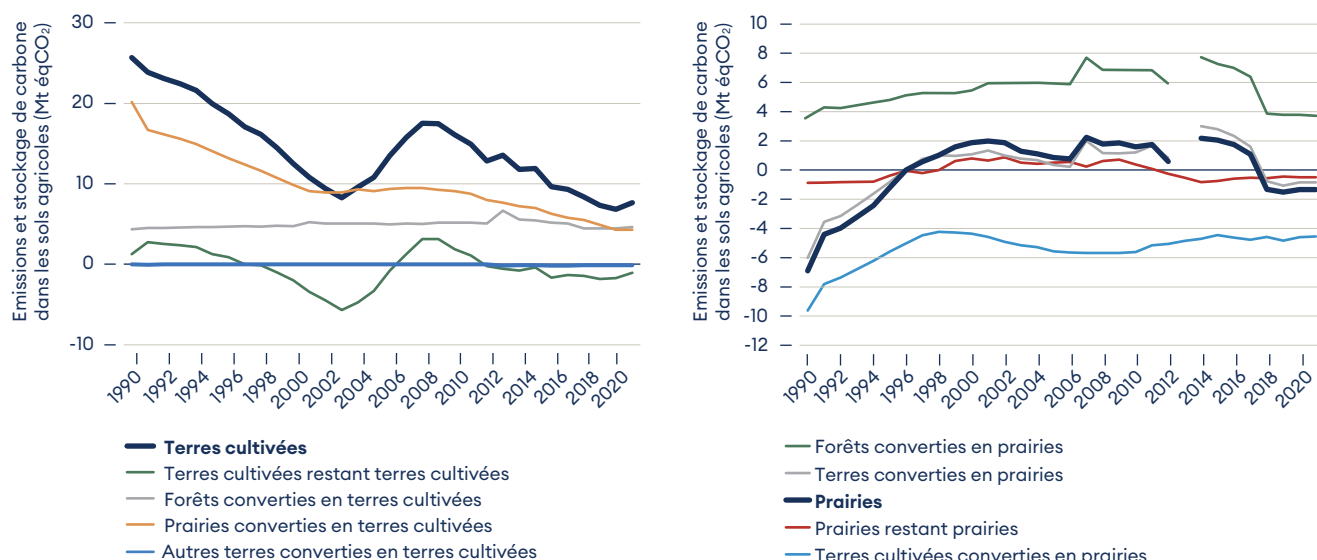
^I. Situés à moins de 1 000 m d'altitude.

^{II}. Les données d'activité pour le secteur UTCATF étaient, avant 2023, issues de l'enquête Teruti du Ministère de l'agriculture qui mesure l'évolution de l'occupation et de l'utilisation du territoire. Depuis 2023, les estimations reposent sur l'utilisation de données satellitaires (résolution 50m x 50m) et ont conduit à des différences significatives sur les surfaces par rapport aux résultats.

^{III}. Toutefois lorsqu'une petite surface de forêts est convertie en prairies cela conduit à un déstockage fort compte tenu de la biomasse aérienne.

^{IV}. Attention, les terres cultivées devenant forêt de même que les terres cultivées étant artificialisées ne sont pas intégrés dans ce calcul.

Figure 1.g – Évolution des émissions nettes des sous-secteurs « terres cultivées » et « prairies » du secteur UTCATF



*Note : les données pour l'année 2013 ne sont pas consolidées

Source : Source : Citepa (2023), données Secten/NIR²³

Les changements d'affectation des sols agricoles ne sont qu'une composante des évolutions du stockage de carbone dans les sols. Au total, le secteur UTCATF a stocké, en 2021, 17 Mt éqCO₂, issu également de dynamiques non comptabilisées parmi les sols agricoles. Ce flux résulte principalement de la différence entre le stockage de carbone dans les forêts (-28 Mt éqCO₂) et le déstockage induit par les terres nouvellement mises en cultures et l'artificialisation des sols (respectivement 8 et 5 Mt éqCO₂).

La baisse abrupte et inattendue des puits de carbone forestiers (64 % entre 2012 et 2021), ainsi que celle des surfaces en prairies, amoindrissent la capacité à compenser des émissions par des puits de carbone.

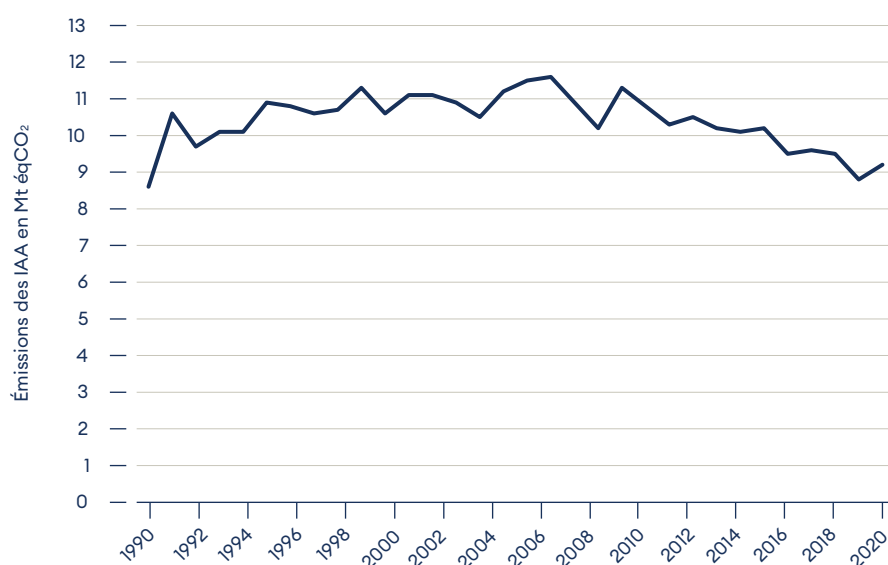
L'évaluation du stockage de carbone associé aux changements de pratiques agricoles est encore sujette à de fortes incertitudes, plus importantes encore que celles des changements d'affectation des terres. C'est le cas par exemple pour la pratique du non labour : le labour augmenterait la minéralisation du carbone organique dans l'horizon de surface, ce qui entraînerait un déstockage de carbone dans cet horizon. Labourer entraînerait toutefois une redistribution verticale du carbone vers l'horizon plus profond (30-60 cm)²⁴ et ce flux est mal connu. Par ailleurs, si l'introduction dans les rotations de cultures intermédiaires permet de stocker du carbone, ce stockage peut varier notamment en fonction de la durée du couvert végétal introduit et de l'intensité de son développement.

1.2 ÉMISSIONS DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES

En plus des émissions de la production agricole, celles de l'industrie agroalimentaire ne sont pas négligeables. En effet, la transformation des aliments pour la consommation et la production de boissons utilisent de l'énergie et donc émettent des GES, et l'activité des industries agroalimentaires en France est en croissance.

Les industries agroalimentaires ont émis directement 9 Mt éqCO₂ en 2021. Elles sont comptabilisées dans le secteur « Industrie » dans l'inventaire du Citepa. Ces émissions ont d'abord augmenté pour atteindre 12 Mt éqCO₂ en 2007 (contre 9 Mt éqCO₂ en 1990), elles ont relativement stagné jusqu'en 2016 puis ont diminué²⁵ (cf. figure 1.h).

Figure 1.h – Évolution des émissions
des industries agroalimentaires (IAA) selon l'inventaire national Secten



Source : Citepa, Secten 2023.

1.3 ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE AU REGARD DES OBJECTIFS DE LA SNBC

Depuis son instauration en 2015, la stratégie nationale bas carbone (SNBC) définit des budgets carbone et trajectoires indicatives pour l'ensemble des secteurs émetteurs de gaz à effet de serre. Les budgets carbone totaux constituent des plafonds d'émissions, inscrits dans la loi, à ne pas dépasser pour respecter l'objectif climatique de la France (à ce jour, de réduire les émissions brutes de 40 % d'ici à 2030, en cours de révision). Les budgets sectoriels sont eux indicatifs.

Le secteur de l'agriculture a respecté le premier budget carbone sectoriel indicatif de la SNBC 1 (2015-2018), et demeure sous les seuils indicatifs correspondant au deuxième budget carbone de la SNBC 2 pour les années 2019, 2020 et 2021. La mise en regard des émissions sectorielles avec les budgets carbone de la SNBC est réalisée chaque année dans le rapport annuel du Haut conseil pour le climat²⁴. Le respect du deuxième budget carbone, qui couvre la période 2019-2023, pourra être vérifié de manière

anticipé en 2024 et de manière définitive lorsque les chiffres d'émissions consolidés seront tous disponibles pour l'année 2023, c'est-à-dire en 2025^I.

Ces évolutions doivent cependant être nuancées car l'agriculture est le secteur ayant la cible de réduction d'émissions la plus faible (-18 % en 2030 par rapport à 2015 dans la SNBC 2, tandis que les autres secteurs doivent réduire leurs émissions de -38 à -49 %^{II}) et celui ayant le moins réduit ses émissions depuis 2005 (-10 % contre -12 à -43 % dans les autres secteurs hors UTCATF). De plus, tous les secteurs doivent voir leurs objectifs de 2030 se renforcer suite à la loi Européenne sur le climat qui sera précisée avec la révision de la SNBC 3 attendue en 2024. Cependant vu la proximité de l'objectif (dans 7 ans) et considérant la baisse observée des émissions entre 2015 et 2021 (-7,9 % seulement), atteindre l'objectif 2030 est un défi majeur pour le secteur qui requiert une approche ambitieuse, rapide et systémique.

I. Les données diffusées l'année n par le Citepa pour l'agriculture et l'UTCATF sont consolidées pour l'année n-2 et les précédentes. Pour l'année n-1, une estimation plus approximative, calculée sur la base de proxy, est indiquée à titre provisoire (voir le rapport annuel du HCC de 2023 « Acter l'urgence, Engager les Moyens », encadré 2.1a, p. 62).

II. Le partage de l'effort entre les secteurs est issu d'arbitrages internes à l'action publique climatique, qui résultent d'échanges entre les ministères et les parties prenantes.

Par ailleurs, la baisse des émissions résulte principalement de facteurs extérieurs à l'action publique de décarbonation du secteur. En effet, la baisse continue des émissions de l'élevage est due à la diminution de la taille du cheptel bovin, elle-même provoquée par les conditions socio-économiques difficiles de la filière²⁷. De même, la diminution des émissions dues aux apports d'engrais minéraux entre 2020 et 2021 s'explique principalement par la forte augmentation de leurs prix.

La hausse des émissions des sols agricoles (+0,3 Mt éqCO₂/an entre 2019 et 2021 en moyenne) a nui à l'objectif SNBC indicatif de diminution des émissions du secteur UTCATF de -1,2 Mt éqCO₂ entre 2023 et 2030²⁸. La SNBC avance l'augmentation du stockage de carbone dans les sols agricoles mais ne fixe pas d'objectifs spécifiques pour les prairies ou les terres cultivées. Concernant le secteur UTCATF de manière plus générale, les puits de carbone ont fortement diminué, et la quantité de carbone stockée sur la période 2019-2021 est plus de deux fois inférieure à celle attendue par la SNBC 2, à causes des pressions sur les forêts françaises²⁹. Du fait de l'importance du stockage de carbone dans l'atteinte de la neutralité carbone, l'amélioration du stockage des sols agricoles est un enjeu très important.

Sur la période 2019-2022, les émissions des industries agroalimentaires ont diminué de 0,3 Mt éqCO₂/an, en même temps que leur activité augmentait. Cette baisse est alignée avec la trajectoire SNBC, qui prévoit, pour les industries agroalimentaires, une baisse des émissions de 0,3 Mt éqCO₂ pour 2019-2022 et 2023-2030. Pour les industries agroalimentaires, la hausse d'activité de 0,3 % par an en moyenne sur la période 2019-2022 conjuguée à cette baisse d'émissions révèle une diminution de l'intensité carbone du

mix énergétique utilisé par l'activité. Le secteur de l'industrie, qui comprend l'industrie agroalimentaire, avait respecté son premier budget indicatif (2015-2018), mais il dépasse les seuils indicatifs pour le second budget sur la période 2019-2022.

Les objectifs de réduction d'émissions de tous les secteurs sont en cours de révision pour l'élaboration de la SNBC3 et devront être alignés avec les objectifs inscrits dans la loi européenne pour le climat depuis juin 2021 et précisés dans le paquet « Fit for 55 ». L'objectif de baisse d'émissions du secteur agricole, qui était de 8 Mt éqCO₂ en 2030 par rapport à 2021 dans la SNBC 2, pourrait passer à 12 Mt éqCO₂ dans la SNBC 3 (soit -16 % en 2030 par rapport à 2021 et -22 % par rapport à 2015)³⁰. L'objectif du secteur UTCATF impliquera une forte augmentation du stockage de carbone dans les sols, alors que l'objectif du secteur de l'industrie (dont l'industrie agro-alimentaire), verra son objectif se renforcer, passant d'une baisse d'émissions pour l'année 2030 par rapport à 2021 de 24 Mt éqCO₂ dans la SNBC 2 à 33 Mt éqCO₂ dans la SNBC 3.

Reporté à la France, l'engagement au global methane pledge lors de la COP26, reviendrait à réduire les émissions territoriales de méthane de -13 Mt éqCO₂ sur dix ans (-30 % en 2030 par rapport au niveau de 2020). À ce stade, les bilans des émissions détaillées par gaz du Citepa ont montré que les émissions de méthane ont surtout baissé dans les secteurs des déchets et de l'énergie, relativement peu dans le secteur agricole, malgré son rôle prépondérant dans ces émissions (68 % des émissions nationales de méthane en 2021). Une telle réduction additionnelle d'ici 2030 ne peut se faire sans une réduction des émissions de méthane dans l'agriculture.

1.4 EMPREINTE CARBONE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

Pour avoir une vision globale de l'impact de l'alimentation des français sur le climat, il est nécessaire de s'intéresser à son empreinte GES – couramment appelée, par simplification, empreinte carbone. Les sections précédentes ont permis de quantifier les émissions de la partie française du système alimentaire, hors transports et fabrication d'intrants et d'outils de production. Le périmètre de l'empreinte carbone de l'alimentation

comprend les émissions liées à la production agricole française utilisée pour la consommation intérieure, donc déduite des produits alimentaires exportés, plus celles liées aux importations d'aliments (à usage final ou pour consommation intermédiaire), ainsi que les émissions liées à la transformation, au transport ou à la consommation par les ménages ou en restauration collective (cuisson alimentaire et déplacements) (cf. annexe 1.5.3).

i. Le rapport annuel de 2023 « Acter l'urgence, Engager les Moyens » donne des informations sur les rythmes de réduction et leur évolution à venir.

ii. Les chiffres annoncés par le SGPE pourraient encore évoluer dans la version finale.

Source : <https://www.gouvernement.fr/upload/media/content/0001/07/dc29785bc6c40139f4b49ee2ac75c2a154856323.pdf>

En 2017, l’empreinte carbone de l’alimentation^I des Français est estimée à 140 Mt eqCO_2^* , ce qui représente 2,1 t eqCO_2^* par habitant^{30-II}. L’empreinte carbone totale de la France pour la même année est de 633 Mt eqCO_2^* (9,5 t eqCO_2^* par personne) donc l’alimentation représente 22 % de l’empreinte carbone de la France. La différence entre les émissions de l’agriculture et celles de l’empreinte carbone de l’alimentation provient principalement du périmètre plus large qui intègre d’autres postes du système alimentaire (dont industrie agroalimentaire et transports). L’empreinte prend en compte les émissions domestiques et les émissions importées.

L’empreinte carbone de l’alimentation des Français a diminué de 4 % entre 2010 et 2018^{III}. L’empreinte carbone de l’alimentation comme les émissions territoriales de l’agriculture suivent une tendance baissière.

Elles diminuent toutes deux sur la période 2010-2018 de 4 % pour l’empreinte et de 3 % pour les émissions territoriales de l’agriculture sur cette même période (figure 1.i). Dans l’empreinte, la part des émissions importées a connu une hausse depuis 2010 qui vient contrarier les baisses des émissions réalisées sur la production agricole intérieure.

La décomposition par gaz montre que le CO_2 est le premier poste des émissions de l’empreinte alimentaire. Le CO_2 représente 45 % du bilan carbone total de l’alimentation, contre 31 % pour le CH_4 et 24 % pour le N_2O . L’importance du CO_2 dans l’empreinte alimentaire tient à la consommation énergétique liée aux procédés industriels, au chauffage des bâtiments, aux transports (déplacements des ménages et fret) et, dans une moindre mesure, aux engins agricoles.

1.4.1 PART DES IMPORTATIONS

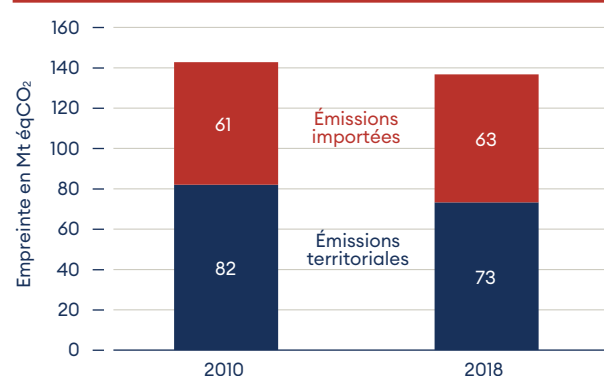
L’empreinte carbone permet également d’évaluer la part des émissions du système alimentaire associée à des importations. La France importe 20 % de son alimentation³¹ et ses importations alimentaires ont été multipliées par deux, en valeur, depuis 2000 (elles étaient de 61,7 Mrd €, valeur record, en 2021)³².

La décomposition par origine montre que 46 % des émissions alimentaires sont des émissions importées, dont 52 % pour les importations des aliments et boissons directement destinées au consommateur, et 48 % pour les importations de matières premières et de produits qui entrent plus en amont dans le système alimentaire³³. Ces chiffres n’incluent cependant pas les émissions indirectes liées à la déforestation importée (cf. encadré 1.e) et à la dégradation des écosystèmes, qui impactent négativement la capacité d’absorption de ces derniers³⁴⁻³⁵.

La part des émissions importées a augmenté, passant de 42 % de l’empreinte de l’alimentation en 2010, soit 61 Mt eqCO_2^* , à 46 % en 2018, soit 63 Mt eqCO_2^* (cf. figure 1.i et annexe 1.5.5).

Les fruits et légumes et les poissons et crustacés sont les produits dont la part importée est la plus élevée³⁶. La part importée des volumes commercialisés atteint 40 à 50 % pour les légumes les plus consommés. Les fruits, en dehors des pommes essentiellement produites en France, sont, dans la majorité

Figure 1.i – Empreinte carbone de l’alimentation et décomposition par origine pour 2010 et pour 2018



Source : CGDD (Sdes)

- I. Le calcul de l’empreinte carbone ne fait pas l’objet d’une méthodologie standardisée à l’échelle internationale, contrairement aux émissions territoriales (qui sont rapportées au format Cnucc), et les méthodologies ne sont pas stabilisées.
- II. Dans la dernière parution des chiffres clés du climat du service des données et études statistiques du Commissariat général au développement durable, l’empreinte carbone de l’alimentation pour l’année 2019 est de 1,9 t eqCO_2/hab . Sdes (2023) « Chiffres clés du climat ». <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2023>
- III. Les données détaillées sur la décomposition de l’empreinte figurent dans la publication du Sdes « La décomposition de l’empreinte carbone de la demande finale de la France par postes de consommation : transport, alimentation, habitat, équipements et services » et concernent l’année 2018. L’empreinte et sa décomposition par origine (importée/non importée) ont été communiquées par le Sdes pour les années 2018 et 2010. Avant 2010, la nomenclature des activités dans le calcul de l’empreinte était différente et n’est donc pas directement comparable.

1.e

10 Mha de forêts sont perdus chaque année dans le monde³⁷. Entre 1990 et 2020 la déforestation a causé la disparition de 420 Mha de forêt. Près des 90 % de cette déforestation peut être attribuée à l'expansion agricole, dont un tiers de la production est destinée à l'exportation³⁸. La demande en produits agricoles importés, transformés ou non, peut induire un besoin de terres agricoles supplémentaires dans les pays producteurs, donc de la conversion de forêts en terres agricole : il s'agit de déforestation importée.

À l'échelle mondiale, la déforestation importée ainsi que la dégradation des forêts tropicales sont à l'origine d'un déstockage massif de carbone. Entre 2010 et 2014, les émissions de dioxyde de carbone dues à l'expansion de l'agriculture dans les forêts tropicales aurait émis 2,6 Gt eqCO_2 par an dans le monde³⁹. L'Amazonie, le Cerrado, le bassin du Congo, la Malaisie et l'Indonésie sont les principaux lieux de la déforestation. Les importations de l'UE auraient conduit à déforester 9 Mha entre 1990 et 2008⁴⁰ ou 3,5 Mha entre 2005 et 2017⁴¹ représentant 1 807 Mt eqCO_2 sur cette période de 12 ans⁴².

Parmi les produits agricoles importés en France, figurent des denrées comme le soja, ou encore l'huile de palme, le bœuf, le cacao ou le café, qui sont responsables de déforestation dans les pays producteurs. La demande française en produits agricoles importés concerne principalement le soja à destination de l'alimentation animale (plus de 3 Mt/an de soja importé en France). Deux tiers des importations françaises de soja proviennent du Brésil (2 Mt/an) et environ 35 % des volumes de soja importés de ce pays ont un risque élevé d'exposition à la déforestation¹.

En outre, il est probable que les émissions liées à la déforestation importée soient sous-estimées. Peu prise en compte à ce jour, la dégradation des forêts a des effets délétères en termes d'émissions de gaz à effet de serre⁴³. Des données satellitaires récentes montrent en effet qu'en Amazonie brésilienne, le déstockage de carbone de la biomasse aérienne de la forêt est dû pour 73 % à la dégradation (incendies, sécheresses, coupes et défriches de petite ampleur) et pour 27 % à la déforestation directe.

des cas, issus d'importations. Par ailleurs, 20 % de la viande bovine et 30 à 40 % du porc ou de la volaille consommés en France sont importés. En vingt ans, les importations de viandes et préparations de volailles ont été multipliées par plus de 4⁴⁴. L'importation de produits étrangers semble en partie répondre à la demande

de l'industrie agroalimentaire et des circuits hors domicile⁴⁵. À l'inverse, la production intérieure permet un fort taux d'auto-provisionnement pour le blé tendre, le lait (respectivement de 196 % et 123 % en moyenne sur 2015-2019)⁴⁶, et dans une moindre mesure la viande bovine (taux d'auto-provisionnement de 95 % en 2021)⁴⁷.

1.4.2 DÉCOMPOSITION SELON LES DIFFÉRENTS POSTES DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

En décomposant l'empreinte carbone de l'alimentation par sous-secteurs (cf. figure 1.j), le premier poste d'émissions est celui de l'agriculture (84 Mt eqCO_2^* , soit 60 %)ⁱⁱ. La part carnée de l'alimentation mais aussi les pratiques agricoles constituent des facteurs

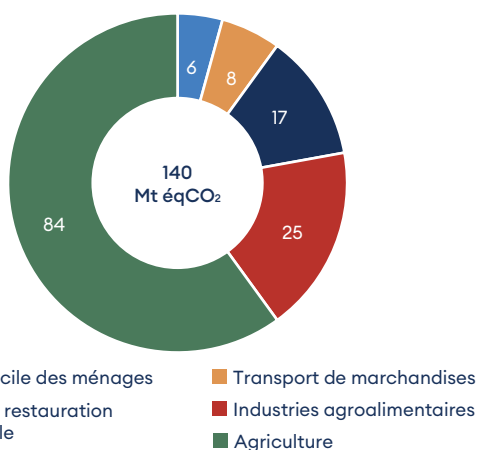
déterminants de ce bilan. Le second poste d'émissions est constitué par les industries agroalimentaires qui réalisent la transformation des produits (25 Mt eqCO_2^* soit 18 %), suivi du commerce et de la restauration hors domicile (17 Mt eqCO_2^* soit 12 %).

i. Ministère de la Transition Ecologique : Tableau de bord d'évaluation des risques de déforestation <https://www.deforestationimportee.ecologie.gouv.fr/l-evaluation-des-risques/article/tableau-de-bord-d-evaluation-des-risques-de-deforestation-lies-aux-importations>

ii. Avec l'approche de l'Ademe, le poste transport ressort comme plus important, et celui des industries comme plus négligeable, du fait des périmètres considérés : 22 Mt eqCO_2^* soit 14 % de l'empreinte en 2012 pour le transport et de 9 Mt eqCO_2^* , soit 6 % pour les IAA.

iii. Cette méthodologie repose sur une approche remontante, partant des quantités consommées et des émissions par kilogramme de produit à chaque étape de la chaîne. Source: Barbier C. et al. (2019) « L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France » Rapport financé par l'Ademe et piloté par le Club Ingénierie Prospective Énergie et Environnement. <https://www.librairie.ademe.fr/consommer-autrement/779-empreinte-energetique-et-carbone-de-l-alimentation-en-france.html>

Figure 1.j – Empreinte carbone de l'alimentation des Français par composantes du système alimentaire (hors UTCATF) pour 2017



les chiffres de transports correspondent aux services de transport utilisés par les différentes branches d'activités et n'incluent pas les transports propres aux branches d'activité. Valeurs pour l'année 2017.

Source : CGDD (Sdes) (2022)

Les émissions du transport de marchandises sont de 8 Mt eqCO₂* (soit 6 % de l'empreinte)^{III} mais cette estimation n'inclut qu'une partie des éléments. Avec une méthodologie différente, elles sont estimées à 22 Mt eqCO₂* en 2012, tandis que celles de la transformation sont de 9 Mt eqCO₂*. Cette différence de résultat s'explique par le fait qu'une partie des émissions liées au fret alimentaire est probablement comptabilisée dans les émissions des produits des industries agroalimentaires, des services de restauration collective et du commerce dans l'analyse du Sdes, menant à une sous-estimation de la contribution du poste transport par rapport aux autres postes. Au niveau mondial, le transport compterait pour 30 % dans les émissions du système alimentaire⁴⁸ (environ 3 Gt eqCO₂*).

L'analyse de Carbone 4, sur la base de la méthode du Sdes, permet d'estimer à 26 Mt eqCO₂* supplémentaires les effets de la déforestation importée, d'autres gaz à effet de serre (SF₆, HFC, PFC) et les traînées de condensation des avions, pour une empreinte alimentaire totale de 163 Mt eqCO₂*.

Le transport routier est à l'origine de l'essentiel des émissions du transport de produits alimentaires (83 %).

Le transport de marchandises alimentaires pour la consommation française représente un trafic de 201 Gt.km, dont la majorité (115 Gt.km, 57 %) s'effectue par voie maritime⁴⁹. Les émissions de GES, par tonne de produit

transportée, étant plus faibles pour ce mode de transport que pour le transport routier (qui représente 83 Gt.km, soit 41 % du total). Pour cette raison notamment, les aliments produits en France (et donc principalement transportés par la route) représentent 47 % des émissions du transport de produits alimentaires bien qu'ils ne représentent que 23 % du trafic. L'avion, quant à lui, représente 5 % des émissions du transport alimentaire (pour seulement 0,5 % du trafic, principalement intercontinental). Le transport de fruits et légumes, qui repose fortement sur la route, est le plus générateur d'émissions (31 % des émissions du fret alimentaire), suivi de celui d'aliments pour animaux (19 %), des produits transformés à base de céréales (11 %), des boissons (9 %), du lait et des produits laitiers (8 %)^I.

Le facteur d'émission du transport réfrigéré est plus de trois fois supérieur à celui du transport à température ambiante (0,66 kg eqCO₂/t.km contre 0,2 kg eqCO₂/t.km), et explique qu'il contribuerait à 36 % des émissions liées aux transports de produits alimentaires au niveau mondial⁵⁰. Au niveau mondial, les émissions des équipements de l'ensemble de la chaîne du froid sont estimées à 261 Mt eqCO₂*⁵¹. Elles s'élèvent à environ 12-13 Mt eqCO₂* en Europe de l'Ouest. Par ailleurs, les étapes de la chaîne du froid contribuent différemment aux émissions totales. Au niveau mondial, la réfrigération finale chez les consommateurs est le plus gros poste d'émissions de la chaîne du froid (43 %) tandis que celles liées au transport s'élèvent à environ 20 %. Une majorité des émissions (60 %) provient de la consommation électrique des équipements, 22 % est imputable aux fluides frigorigènes et 18 % au gasoil utilisé pour le transport frigorifique. En outre, la hausse des températures à venir augmentera les besoins de réfrigération et donc les émissions du transport réfrigéré dans le futur.

La consommation d'énergie a été estimée à 31,6 Mtep, dont 31 % sont dus au transport, 27 % pour la production agricole et 16 % pour la transformation⁵².

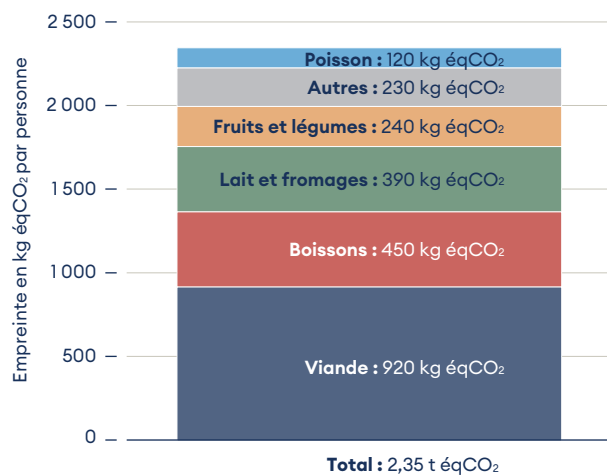
Pour les transports, 22 % du bilan total provient des transports de marchandises et 9 % des déplacements des ménages. La majorité des catégories de produits consommés par les ménages a subi une ou plusieurs phases de transformation, les produits agricoles consommés bruts se limitant aux fruits et légumes frais et aux produits frais de la pêche. La fabrication de sucre et celle de produits laitiers et de produits amylacés sont à l'origine des consommations d'énergie et émissions de CO₂ les plus importantes.

I. Ces différences proviennent à la fois des tonnes kilomètres parcourues (qui dépend des quantités transportées depuis chaque point de départ) et des modes de transports utilisés, qui n'ont pas tous le même facteur d'émissions

1.4.3 DÉCOMPOSITION SELON LES PRODUITS CONSOMMÉS

Les produits d'origine animale sont responsables de la majorité de l'empreinte carbone alimentaire (51 %), suivi des boissons (15 %) ⁵³ sur la base de l'analyse des quantités consommées¹ et des facteurs d'émissions associés à chaque aliment (cf. figure 1.k et annexe 1.5.4) ⁵⁴. Les produits d'origine animale représentent 51 % de l'empreinte de l'alimentation, dont 38 % pour la viande dû aux fortes émissions liées à la digestion, notamment des bovins (cf. section 1.1). La catégorie « boissons » apparaît en deuxième position, du fait de l'importance des quantités consommées plutôt que des niveaux d'émissions, mais elle est très diverse : 26 % des émissions des boissons proviennent du café, 19 % des autres boissons chaudes, 18 % des alcools, 18,5 % des jus et 18,5 % de l'eau en bouteille pour laquelle les emballages jouent un grand rôle. L'eau en bouteille illustre un effet de volume, son facteur d'émissions étant assez faible. Les fruits et légumes sont responsables de 10 % de l'empreinte, dû aussi à l'effet de volume.

Figure 1.k – Empreinte carbone de l'alimentation des Français par type de produits pour 2021



Source : Carbone 4, 2023, sur l'année 2021

1.5 ANNEXES DU CHAPITRE 1

1.5.1 AZOTE, AGRICULTURE ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

L'azote est abondant puisqu'il compose 79 % de l'atmosphère sous forme de diazote N₂ mais il n'est cependant pas directement assimilable sous sa forme gazeuse par les plantes. Ce sont surtout ses formes minérales (nitrate, ammonium) qui peuvent l'être ⁵⁵. Jusqu'à la première guerre mondiale, l'apport d'azote en agriculture passait donc soit par l'épandage de fertilisant organique, soit par l'utilisation de légumineuses, qui permettent la fixation du diazote grâce à une symbiose racinaire avec des bactéries¹ (environ 0,4 Mt N/an en France ⁵⁶). L'essor du procédé Haber-Bosch (et ses analogues) a permis de synthétiser les fertilisants azotés minéraux. Ce procédé a joué un rôle majeur dans l'intensification de l'agriculture française

comme mondiale. Actuellement, 2,3 Mt N/an sont épanchés en France ⁵⁷. Les émissions dues à l'énergie utilisée pour passer du diazote en engrais par ce procédé sont estimées à près de 3 Mt éqCO₂* en 2018 en France ⁵⁸. En France actuellement il y a une dépendance à l'azote minéral principalement là où la spécialisation territoriale des productions agricoles conduit à une rareté en élevage.

Le système agricole se caractérise par une faible efficacité de l'usage de l'azote minéral : en moyenne, seule la moitié de l'azote minéral appliqué est absorbée par les plantes. L'azote non absorbé par la culture est à l'origine de multiples externalités négatives pour

¹ Les données de Carbone 4 sont issues de la base INCA 3 et complétées par les régimes alimentaires figurant dans le rapport « Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable » du WWF.

les écosystèmes et pour la santé : pollution par lixiviation en surface et souterraine, volatilisation sous forme d'ammoniac (NH₃), précurseur des particules fines, ou transformation en protoxyde d'azote N₂O (GES)⁵⁹.

Une baisse de la consommation d'engrais azotés minéraux après le pic des années 1980 s'est produite grâce à l'émergence de réglementations environnementales, notamment sur la pollution de l'eau⁶⁰, dans l'ensemble de l'UE.

1.5.2 LE CARBONE DANS LES SOLS

Les activités agricoles ont un impact direct sur les variations des stocks de carbone organique des sols, soit du fait de changements d'affectation des sols (ex. entre prairies et cultures), soit du fait de changements de pratiques à même affectation des sols (ex. augmentation de la couverture de sols cultivés grâce à des cultures intermédiaires). Le suivi du stockage/déstockage de carbone lié aux usages des terres, cultures et prairies, est réalisé dans le secteur UTCATF de l'inventaire national des émissions de GES du Citepa.

La quantité de carbone contenue dans les sols évolue selon un équilibre dynamique entre les apports de carbone issus du couvert végétal et de la fertilisation organique, d'une part, et la perte de carbone liée principalement à sa dégradation par la respiration du sol. Les pratiques culturales influencent le stockage par la production de biomasse (ex. les prairies, l'introduction de cultures intermédiaires, l'agroforesterie, etc.) et le déstockage par l'accélération de la dégradation du carbone organique, principalement par oxygénation après travail du sol (ex. labour, remise en culture de prairies). Le stockage de carbone du sol est réversible et le déstockage après changement d'usage des sols (ex. retournement d'une prairie) est plus

rapide que le stockage (ex. semis d'une prairie)⁶¹. Un sol travaillé et laissé à nu sans couvert végétal perd du carbone.

La quantité de carbone d'un sol est limitée. Lorsque cette limite est atteinte, on parle de saturation du stockage de carbone, même si des agrégats organiques de moindre durée de vie peuvent encore s'accumuler. Il est impossible d'augmenter indéfiniment les stocks de carbone⁶² si les conditions environnementales et les pratiques sont stables. La stabilité du carbone organique du sol est plus forte dans les horizons profonds et pour les matières organiques fines liées à des particules minérales.

Il est important de ne pas confondre le stock de carbone dans les sols et la variabilité de ce stock et de souligner la réversibilité d'un stockage additionnel.

Les sols des prairies et des forêts stockent en moyenne 80 tC/ha, contre 50 tC/ha pour les terres cultivées et 30 tC/ha pour les terres artificialisées⁶³. Lorsque le sol change d'affectation, sa capacité de stockage de carbone évolue, en stockant ou en déstockant du carbone additionnel (cf. tableau 1.b).

Tableau 1.b - Flux de carbone dans les sols liés
aux changements d'usages des sols en France métropolitaine en 2017⁶⁴

FLUX DE C / AN	FORÊTS	PRAIRIES	CULTURES	ZONES ARTIFICIALISÉES
FORÊTS	/	●	●	●
PRAIRIES	●	●*	●	●
CULTURES	●	●	/	●
ZONES ARTIFICIALISÉES	●	●	●	/

- Séquestration
- Très faible flux (< 50 ktC/an)
- Émission
- Faible flux (50 à 200 ktC/an)
- Flux moyen (200 à 500 ktC/an)
- Flux élevé (>500 ktC/an)

* Émissions correspondant à des changements d'usage entre sous-catégories de prairies (bosquets, prairies en herbe, etc.).

Notes : Les colonnes correspondent au nouvel usage et les lignes à l'ancien usage. Seuls les flux de carbone dans les sols sont représentés. Les flux de carbone dans la biomasse ne sont pas inclus, ce qui explique que la conversion de prairies en forêts ait un impact négatif sur le stockage de carbone.

Source : Citepa (2021)

Les cultures qui deviennent des forêts ou prairies permettent ainsi de stocker du carbone additionnel. Si elles sont artificialisées, elles déstockent du carbone. Quant aux prairies, elles déstockent du carbone si elles deviennent cultures ou sont artificialisées. À noter que les prairies peuvent également

changer d'affectation au sein de leur propre catégorie – prairies en herbes, prairies arbustives, bosquets ou haies, tout comme les terres cultivées qui peuvent passer d'une culture à une autre. Ces changements peuvent constituer une source importante d'émissions ou de puits additionnels.

1.5.3 CALCUL DE L'EMPREINTE CARBONE DE L'ALIMENTATION

Contrairement aux émissions territoriales, le calcul d'empreinte carbone n'est pas encadré par des normes ou des règles méthodologiques internationales ou nationales⁶⁵. L'analyse est ici essentiellement basée sur l'évaluation de l'empreinte carbone de l'alimentation établie par le Sdes⁶⁶ à partir d'une démarche macroéconomique, descendante, en décomposant les flux économiques par grands postes de consommation (transports, alimentation, habitats, équipements et services) au moyen de tableaux entrées-sorties. Cette méthodologie d'inventaire permet le calcul de l'empreinte carbone alimentaire. L'absence d'intégration du poste UTCATF dans l'empreinte carbone

de l'alimentation en sous-estime l'importance, en particulier en excluant la déforestation du périmètre d'analyse (cf. encadré 1.e). L'empreinte carbone de l'alimentation peut se décomposer par gaz, sous-secteur, ou type de produit, permettant ainsi de relier l'empreinte aux leviers d'action (chapitre 3) et aux politiques associées (chapitre 4).

D'autres méthodes ont été développées comme celle de Carbone 4 (prolongement direct de la précédente)⁶⁷ et celle de l'Ademe (approche agrégative)⁶⁸ et produisent des résultats aux ordres de grandeurs convergents (cf. tableau 1.c).

Tableau 1.c - Méthodes d'évaluation de l'empreinte carbone de l'alimentation des Français utilisées

SOURCES	APPROCHE	PÉRIMÈTRE	CHAMPS	GES	EMPREINTE
Sdes (CGDD)	Flux monétaires, top-down	<p>Les émissions incorporées dans les biens et services suivants sont prises en compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ les émissions intérieures (hors exportations) ■ les émissions importées (soit pour usage final, soit pour consommation intermédiaire) : agriculture, pêche et aquaculture, agroalimentaire, restauration, électricité liée à la cuisson des aliments, eau, assainissement, traitement des déchets (part relative à l'alimentation), restauration collective (= émissions associées aux consommations intermédiaires de produits agricoles, agroalimentaire et restauration par les branches de services) ■ émissions directes des ménages (gaz lié à la cuisson des aliments). <p>Les émissions liées à l'UTCATF et aux déplacements des consommateurs sont exclues de l'analyse.</p>	Métropole et outre-mer UE	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ ,	140 Mt éqCO ₂ * en 2017
CARBONE 4	Approche du Sdes	<p>Périmètre du Sdes complété par trois autres gaz, la prise en compte de la déforestation et les traînées de condensation</p> <p>Hors UTCATF et déplacements des consommateurs</p>	Métropole et outre-mer UE	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , SF ₆ , HFC, PFC	166 Mt éqCO ₂ * en 2021**

SOURCES	APPROCHE	PÉRIMÈTRE	CHAMPS	GES	EMPREINTE
ADEME	Flux physiques, bottom-up (l'approche part du régime alimentaire qui détermine la demande en produits agricoles et alimentaires et reconstruit les phases amont des filières de production et distribution)	Émissions liées à la production agricole française pour consommation intérieure ➔ émissions des produits alimentaires exportés ➔ émissions des importations d'aliments (à usage final ou pour consommation intermédiaire) ➔ émissions directes des ménages liées à la cuisson alimentaire et aux déplacements Hors UTCATF	Métropole	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , HFC	163 Mt éqCO ₂ * en 2012

(**) L'étude de Carbone 4 mentionne une empreinte de 9,9 t éqCO₂*/hab en 2019 et une empreinte carbone alimentaire de 2,35 t éqCO₂*/hab. L'empreinte indiquée est une extrapolation du HCC.

Source : CGDD, Sdes (2022), Carbone 4 (2022), Barbier *et al.* (2019)

1.5.4 PRINCIPAUX RÉSULTATS D'EMPREINTE CARBONE D'AGRIBALYSE POUR LES PRODUITS ALIMENTAIRES

L'empreinte carbone de l'alimentation peut également être décomposée selon les types de produits dans l'assiette. Une approche produit par produit, en cycle de vie, permet de comparer les systèmes de production entre eux ainsi que les régimes alimentaires⁶⁹. Par exemple, une tomate produite sous serre chauffée a une empreinte 8,5 fois plus élevée qu'une tomate sous serre non chauffée, le gaz utilisé pour le chauffage de la serre étant le principal marqueur de l'empreinte⁷⁰. D'autres auteurs utilisent l'empreinte de différents types de produits en l'intégrant dans une grille d'évaluation prenant en compte à la fois les conséquences nutritives et environnementales⁷¹.

Agribalyse adopte cette méthode et suit l'approche en analyse du cycle de vie (ACV). Programme lancé en 2010 par l'Ademe, Agribalyse produit des données de référence sur l'évaluation environnementale de plus de 200 produits agricoles bruts et 2 500 produits alimentaires. Toutes les étapes intervenant dans la fabrication d'un produit sont incluses dans l'analyse (production agricole, transformation, transport et logistique, emballages, consommation et valorisation ou fin de vie) en prenant en compte plusieurs enjeux environnementaux, au-delà de celui du changement climatique (qualité de l'eau, de l'air, impact sur les sols, etc.). La méthode ACV est encadrée par la norme ISO 14044. Des limites ont toutefois été identifiées lors de l'utilisation de cette méthodologie pour les produits alimentaires, mais elles sont à l'origine d'améliorations en cours du modèle de calcul. Parmi les principales corrections : la quantification du stockage et déstockage du carbone dans les sols et son impact sur le changement climatique, l'usage des produits phytosa-

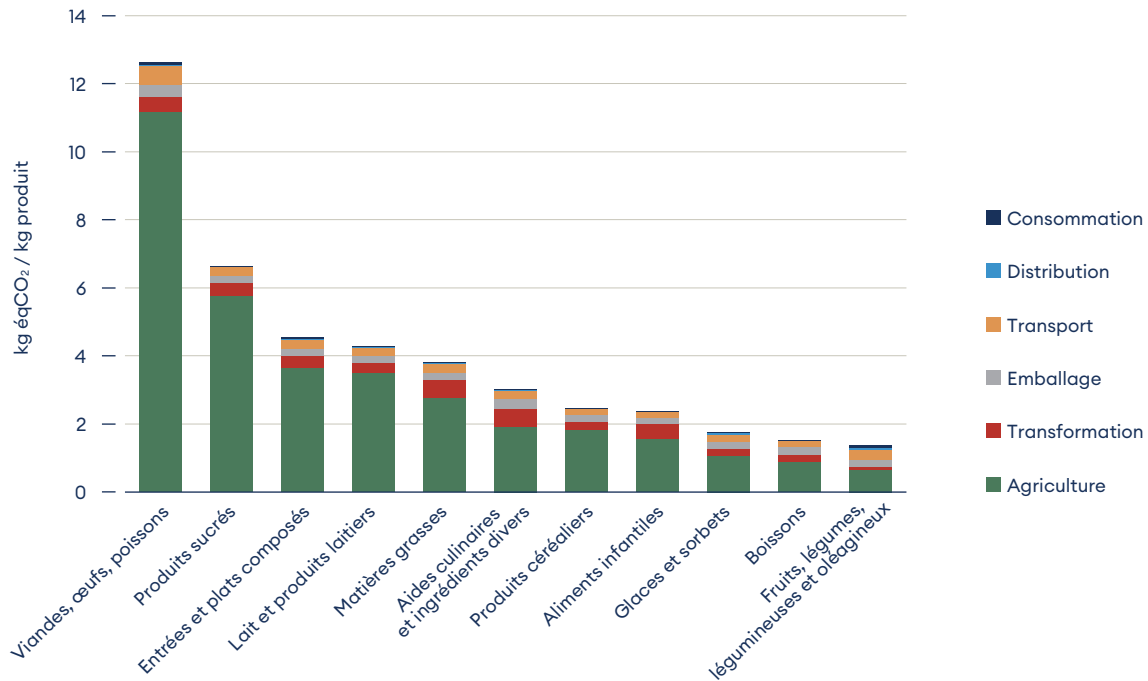
nitaires sur la santé des hommes et des écosystèmes et les impacts favorables ou défavorables sur la biodiversité. L'objectif de ces évolutions est de permettre, à terme, une comparaison juste entre systèmes de productions et pratiques agricoles, par exemple entre un produit issu d'une agriculture biologique ou conventionnelle, d'un élevage intensif ou extensif vis-à-vis de leur impact sur l'environnement. Agribalyse recommande l'utilisation d'indicateurs complémentaires et l'adaptation des unités fonctionnelles utilisées (kg, ha, calorie, €, revenu) selon la finalité de la comparaison des produits⁷².

Les résultats présentés ici sont issus de la version 3.1.1 de la base Agribalyse. Ils présentent les quantités de GES émises pour la production, la distribution et la consommation d'un kg de produit alimentaire, ainsi que la décomposition de cette empreinte par étape de la chaîne de production alimentaire (figures 1.l et 1.m).

Les produits d'origine animale apparaissent comme les plus émetteurs par kg produit. Les viandes crues et cuites en particulier émettent en moyenne 16,2 et 24,3 kg éqCO₂*/kg de produit.

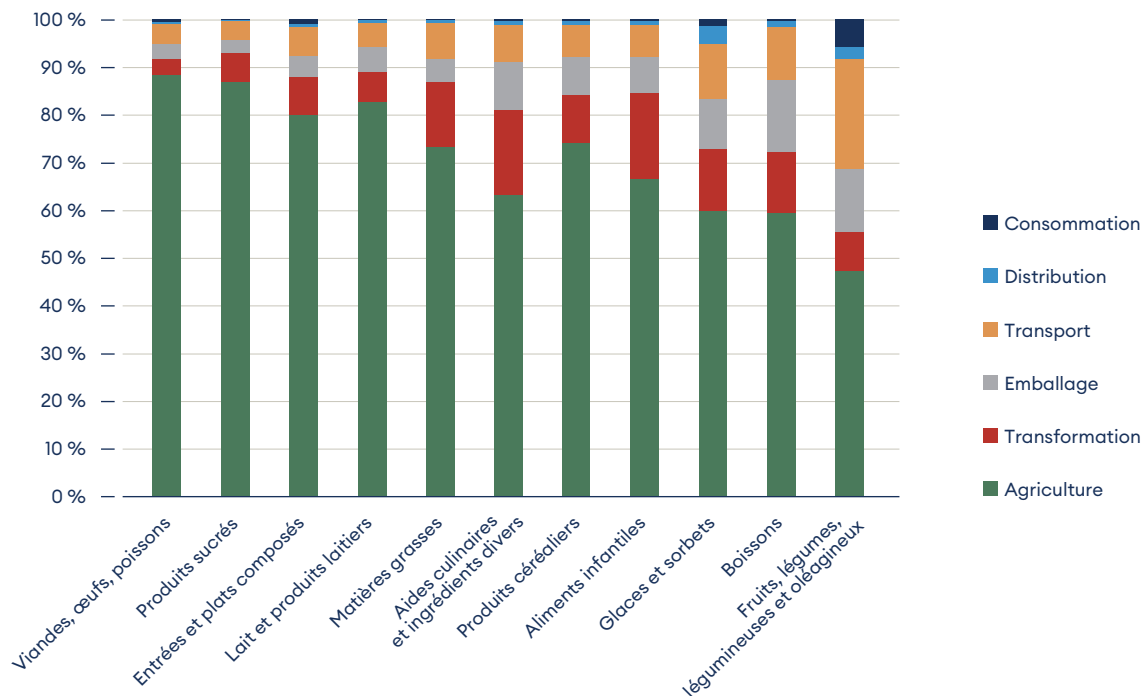
En moyenne, le poste d'émissions le plus important pour tous les groupes d'aliments est l'agriculture (82 % des émissions totales de la chaîne), suivi par la transformation, l'emballage et le transport. Il est particulièrement important pour les "produits d'origine animale (surtout les produits à base de viande pour lesquels la part des émissions dues à l'agriculture est de plus de 91 %), les produits sucrés (surtout le chocolat, 92 %) et les produits laitiers (91 % pour le lait).

Figure 1.l – Émissions de GES de chaque étape de la chaîne, par groupe d'aliments



Source : Ademe, Agribalyse 3.1.1 (calcul 2023)

Figure 1.m – Part des émissions de GES de chaque étape de la chaîne, par groupe d'aliments



Source : Ademe, Agribalyse 3.1.1 (calcul 2023)

La part des émissions dues à la transformation est élevée pour les aides culinaires et aliments divers (59 % pour les aides culinaires) et les aliments infantiles (en particulier les céréales et biscuits infantiles, 64 %).

La part des émissions dues à l'emballage est particulièrement élevée pour les boissons, en particulier pour les boissons alcoolisées (44 %) et l'eau (54 %), les fruits et légumes, légumineuses et oléagineux (13 %, et 27 % pour les légumineuses spécifiquement), les glaces (10 %) et les sorbets (21 %). Cette différence entre glaces et sorbets peut s'expliquer par le fait que les glaces contiennent du lait.

La part des émissions dues au transport est particulièrement élevée pour les fruits (34 %) et légumes (30 %), légumineuses et oléagineux. Les fruits et légumes importés par avion génèrent aussi de fortes émissions.

Par exemple, la mangue émet 11 kg $\text{eqCO}_2^*/\text{kg}$ si elle est importée par avion et 1 kg $\text{eqCO}_2^*/\text{kg}$ si elle est importée par bateau. Dans le cas de la mangue importée par avion, le transport est responsable de 98 % de ses émissions de GES.

La part des émissions dues à la distribution est plus élevée pour les glaces et sorbets et fruits (4 %) et légumes, légumineuses et oléagineux (3 %), du fait du besoin de stockage réfrigéré. Elle reste cependant globalement faible (inférieure à 1 % sur l'ensemble des produits).

La part des émissions dues à la consommation est particulièrement élevée pour les fruits et légumes, légumineuses et protéagineux (6 %). Elle l'est surtout pour les légumes (9 %), car ceux-ci doivent être cuits à la maison ou en restauration collective.

1.5.5 IMPORTATIONS FRANÇAISES DE PRODUITS AGROALIMENTAIRES

En 2021, la France importe pour 61,7 Mrd€ de produits agroalimentaires. En valeur, ces importations sont en constante augmentation depuis les années 1970 (+120 % depuis 2000)⁷³.

Les principaux produits importés par la France cette année-là sont les fruits (5,8 Mrd€), puis les poissons (5,2 Mrd€), les viandes et les abats (4,7 Mrd€). Viennent ensuite les produits laitiers (4,2 Mrd€), les préparations à base de céréales (3,9 Mrd€), les préparations à base de fruits et légumes (3,7 Mrd€) et les résidus et aliments pour animaux (3,4 Mrd€).

Les principaux pays qui exportent vers la France sont des pays de l'UE⁷⁴ : Espagne (8,3 Mrd€), Belgique (7 Mrd€), Pays-Bas (6,8 Mrd€), Allemagne (6,3 Mrd€), Italie (5,2 Mrd€), Pologne (2,1 Mrd€), Irlande (1 Mrd€), hors UE : le Royaume-Uni (3,8 Mrd€), la Suisse (1,9 Mrd€), le Maroc (1,2 Mrd€), le Brésil (1 Mrd€) et les Etats-Unis (0,9 Mrd€).

Pour la viande bovine, la France importe principalement depuis les autres pays de l'UE (87 % des importations en volume) et le Royaume-Uni (13 %)⁷⁵. Pour la viande de poulet, la France importe principalement depuis les autres pays de l'UE (89 % des importations en volume) et le Royaume-Uni (10 %).

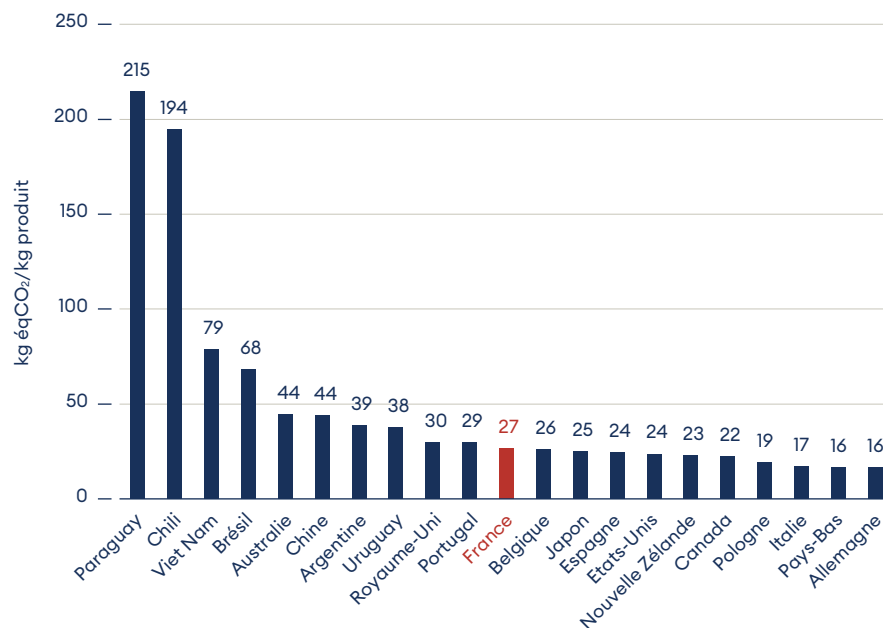
La question des importations est liée à celle de l'intensité d'émissions des produits qui diffère entre pays. L'hétérogénéité des méthodologies et des données entre pays limite les comparaisons. Les modèles utilisant l'ACV permettent des comparaisons plus fiables⁷⁶. Le modèle Glean de la FAO est une référence dans les études et affiche une carte des intensités d'émission pour les élevages⁷⁷.

En termes d'intensité d'émissions pour la viande bovine, la France se situe autour de la moyenne européenne⁷⁸. Elle émet toutefois moins, par kg de viande bovine produit, que de nombreux pays avec lesquels l'UE est en négociations pour mettre en place des accords commerciaux (Australie, Vietnam, Chili, pays du Mercosur) (cf. figure 1.n).

La France émet plus par kg de volaille que l'UE, notamment la Pologne et la Belgique, ainsi que le Canada ou encore les Etats-Unis. Elle émet moins que le Paraguay, le Royaume-Uni ou encore les Pays-Bas (cf. figure 1.o).

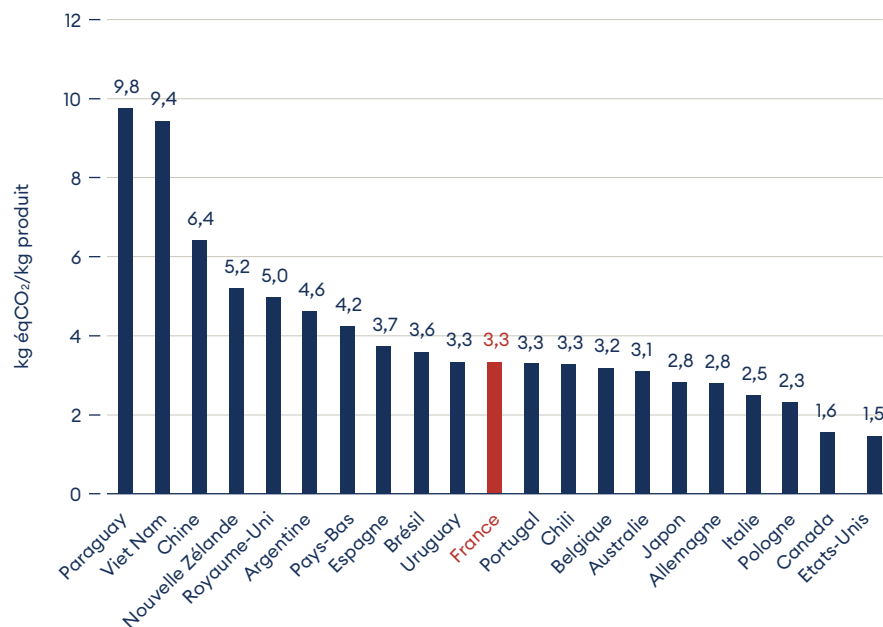
Les émissions des exportations des produits agricoles fabriqués en France sont comptabilisées dans les émissions territoriales de l'agriculture. S'agissant des produits transformés, la répartition est moins immédiate, des produits intermédiaires venant d'ailleurs ayant pu être utilisés pour leur production.

Figure 1.n – Intensité d'émissions **de la viande bovine, par pays**



Source : Données de Kim et al. 2020, d'après FAO, 2017, modèle GLEAM-i v2.0 revision 3

Figure 1.o – Intensité d'émissions **de la viande de volaille, par pays**



Source : Données de Kim et al. 2020, d'après FAO, 2017, modèle GLEAM-i v2.0 revision 3

NOTES ET RÉFÉRENCES

1.6 DU CHAPITRE 1

1. Haut Conseil pour le Climat (2023) « Acter l'urgence, engager les moyens », Rapport annuel. <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2023-acter-lurgence-engager-les-moyens/> Encadré 3.2a
2. Haut Conseil pour le Climat (2020) « Maîtriser l'empreinte carbone de la France », Réponse à la saisine du gouvernement. <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/maitriser-lempreinte-carbone-de-la-france/>
3. GIEC (2021) « Changement climatique 2021 : Les bases scientifiques physiques », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1>
4. Cf. note 3
5. Citepa, données internes et Citepa (2023) « Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques », *National Inventory Report*. <https://www.citepa.org/fr/ccnucc/> p. 85.
6. Cf. Note 5 et Citepa (2023) « Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2022. » Rapport d'inventaire Secten. <https://www.citepa.org/fr/secten/> et Citepa (2023). « Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France », Rapport Ominéa. <https://www.citepa.org/fr/omine/>
7. Citepa (2022), données Floréal.
8. Cf. note 6.
9. Données Citepa, format Secten 2023.
10. Citepa (2023) « Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2022 », Rapport d'inventaire Secten. <https://www.citepa.org/fr/secten/>
11. Dubois M. et al. (2011) « Organisation verticale des filières et stratégies agro-industrielles », Fiche Faits et Tendances du Centre d'études et de prospective du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, n°9. <https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/FTD009/detail/>
12. Citepa, données internes et Citepa (2023) « Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques », *National Inventory Report*. <https://www.citepa.org/fr/ccnucc/> ; EEA, 2021
13. Données Eurostat https://www.ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/EF_LUS_MAIN_custom_5584456/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=0c84a993-c97d-40d5-a765-689af755ec78
14. Données Eurostat https://www.ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/AGR_R_ACCTS_custom_1218696/default/table?lang=fr
15. Données Eurostat <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> Les catégories d'inventaires utilisées sont: « CRF1.A.4.c Agriculture, forêt et pêche » et « CRF 3. Agriculture ».
16. Données Eurostat https://www.ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/EF_LUS_MAIN_custom_5584456/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=0c84a993-c97d-40d5-a765-689af755ec78
17. Données AEE <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
18. Cour des comptes européenne (2021) « Politique agricole commune et climat - La moitié des dépenses de l'UE liées au climat relèvent de la PAC, mais les émissions d'origine agricole ne diminuent pas. », Rapport spécial n°16. <https://www.op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/cap-and-climate-16-2021/fr/>
19. Voir par exemple Joint Research Center (2021). « The EU crop type map for 2018 (the map covers the then 28 countries of the European Union) ». https://www.joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/eu-crop-map-2021-10-18_en et, pour les élevages, Dumont B., Dupraz P. et Donnars C. (2019). « Impacts et services issus des élevages européens ». Editions Quae. Page 182.
20. De Rosa D. et al. (2023) « Soil organic carbon stocks in European croplands and grasslands: How much have we lost in the past decade? », *Global Change Biology*, e16992. <https://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.16992>
21. Citepa (2021) « Incertitudes liées à la comptabilisation des puits de carbone dans les sols en France », Étude commandée par le Haut conseil pour le climat.
22. Citepa (2021) « Incertitudes liées à la comptabilisation des puits de carbone dans les sols en France », Étude commandée par le Haut conseil pour le climat, p. 35 ; Pellerin S. et al. (2020) « Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? », Rapport d'étude Inrae.
23. Citepa (2023) « Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques », *National Inventory Report*. <https://www.citepa.org/fr/ccnucc/>
24. Citepa (2021) « Incertitudes liées à la comptabilisation des puits de carbone dans les sols en France. » Etude commandée par le Haut conseil pour le climat.
25. Citepa (2023). Données Secten.
26. Cf note 1.
27. Cf note 1 et Cour des Comptes (2023) « Les soutiens publics aux éleveurs de bovins ». <https://www.ccomptes.fr/fr/publications/les-soutiens-publics-aux-eleveurs-de-bovins>
28. Cf note 1.
29. Cf note 1.
30. Sdes (2022) « La décomposition de l'empreinte carbone de la demande finale de la France par postes de consommation : transport, alimentation, habitat, équipements et services » Document de travail n°59, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/la-decomposition-de-lempreinte-carbone-de-la-demande-finale-de-la-france-par-postes-de-consommation>
31. Commission des affaires économiques du Sénat (2019). « Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires économiques par le groupe d'études « Agriculture et alimentation », sur la place de l'agriculture française sur les marchés mondiaux », Rapport d'information, n°528. <https://www.senat.fr/rap/r18-528/r18-5281.pdf>
32. Agreste (2023) « Graph'agri 2022 - L'agriculture, la forêt, la pêche et les industries agroalimentaires ». <https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/GraFra2022Integral/detail/> et Mission « Diffusion des données ». <https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/GraFra2022Integral/detail/>
33. Cf note 29.
34. Yang H. et al. (2023) « Global increase in biomass carbon stock dominated by growth of northern young forests over past decade ». *Nature Geoscience* 16. <https://www.doi-org.insu.bib.cnrs.fr/10.1038/s41561-023-01274-4>
35. Cf note 2.
36. Barbier C. et al. (2019) « L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France », Rapport financé par l'Ademe et piloté par le Club Ingénierie Prospective Énergie et Environnement. <https://www.librairie.ademe.fr/consumer-autrement/779-empreinte-energetique-et-carbone-de-l-alimentation-en-france.html>
37. FAO (2022), « La Situation des forêts du monde 2022 ». <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-the-worlds-forests/2022/fr>
38. <https://www.ecologie.gouv.fr/lutte-deforestation-importee-SNDI>
39. Prendrill F. et al. (2019), « Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions ». *Global Environmental Change* 56. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018314365?via%3Dihub>
40. Commission Européenne (2013). « The impact of EU consumption on deforestation: Comprehensive analysis of the impact of EU consumption on deforestation », Technical Report 063. <https://www.pure.iiasa.ac.at/id/eprint/14868/1/1.%20Report%20analysis%20of%20impact.pdf> p.23
41. WWF (2021). « Stepping up ? The continuing impact of EU consumption on nature worldwide ». https://www.feu.awsassets.panda.org/downloads/new_stepping_up_the_continuing_impact_of_eu_consumption_on_nature_worldwide_fullreport.pdf

42. Cf note 51.
43. Cf. note 33.
44. Commission des affaires économiques du Sénat (2022) « Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires économiques sur la compétitivité de la ferme France », Rapport d'information, n°905. <https://www.senat.fr/rap/r21-905/r21-9051.pdf>
45. Commission des affaires économiques de l'Assemblée Nationale (2021) « Rapport d'information sur l'autonomie alimentaire de la France et au sein de ses territoires », Rapport d'information, n°4786. https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-eco/115b4786_rapport-information#
46. Cf note 37.
47. FranceAgriMer (2021), « Compétitivité de la filière française bovin ». https://www.franceagrimer.fr/content/download/66954/document/20210625-COMPETITIVITE_CAHIER_BOVIN.pdf
48. Li M., et al. (2022), « Global food-miles account for nearly 20% of total food-systems emissions », *Nature food* 3. <https://www.nature.com/articles/s43016-022-00531-w>
49. Cf. note 36.
50. cf. note 48
51. Institut international du froid. (2021) « L'empreinte carbone de la chaîne du froid », 7^e Note d'Information sur le froid et l'alimentation. <https://www.iifir.org/fr/actualites/nouvelle-note-d-information-de-l-iif-sur-l-empreinte-carbone-de-la-chaîne-du-froid>
52. Cf note 35.
53. Carbone 4, données MyCO₂ pour l'année 2021 <https://www.myco2.com/actualites/empreinte-carbone-francaise-mise-a-jour>
54. Données issues de la base de données Ademe Agribalyse. <https://www.agribalyse.ademe.fr/>
55. Näsholm T., Kielland K. et Ganeteg U. (2009) « Uptake of organic nitrogen by plants ». *The New phytologist* 182. <https://www.nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1469-8137.2008.02751.x>
56. Solagro (2016), Scénario Afterres 2050. <https://www.afterres2050.solagro.org/>
57. Cf. note 55.
58. Citepa (2022) Données Floréal et ; Citepa (2022) « Rapport d'inventaire Floreal ». <https://www.citepa.org/fr/floreal/>
59. Sutton M. et al. (2011), « European nitrogen assessment », *Technical summary. European Nitrogen Assessment XXXV-LI*. https://www.researchgate.net/publication/285314626_European_nitrogen_assessment_-_Technical_summary/citation/download Les valeurs de PRG ont changé avec les nouvelles recherches.
60. Billen G., et al. (2021). « Reshaping the European agro-food system and closing its nitrogen cycle: The potential of combining dietary change, agroecology, and circularity », *One Earth* 4. <https://www.doi.org/10.1016/j.oneear.2021.05.008>
61. Johnson A.E., Poulton P., Coleman K. (2009), « Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes », *Advances in Agronomy* 101. <https://www.repository.rothamsted.ac.uk/item/8q23q/soil-organic-matter-its-importance-in-sustainable-agriculture-and-carbon-dioxide-fluxes>
62. Smith, P. (2014) « Do grasslands act as a perpetual sink for carbon?. *Global change biology* », 20(9), 2708-2711. figure 17.
63. Cf. note 24.
64. Cf. note 24.
65. Ministère de la transition écologique, 2020, https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-12/note_methodologique_empreinte_carbone.pdf
66. Sdes (2021), <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/estimation-de-lempreinte-carbone-de-1995-2020>
67. Carbone 4 (2022), « Empreinte carbone française moyenne, comment est-elle calculée ? » MyCO₂ <https://www.carbone4.com/myco2-empreinte-moyenne-evolution-methodo>
68. Cf. note 35.
69. Par exemple, Saerens W. et al. (2021), « Life cycle assessment of burger patties produced with extruded meat substitutes », *Journal of Cleaner Production* 306 ; Xu, X. et al. (2021). « Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods », *Nature Food* 2. <https://www.doi.org/10.1038/s43016-021-00358x> ; Ademe (2021). « Transition(s) 2050 »
70. Ory C. (2022), « La guerre, l'agriculture et le climat : les limites de notre système alimentaire », *Carbone 4*. <https://www.carbone4.com/article-guerre-agri-climat>
71. Clark M. et al. (2022), « Estimating the environmental impacts of 57,000 food products, *PNAS Environmental sciences, Sustainability science* 119. <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.2120584119>
72. Données Agribalyse <https://www.doc.agribalyse.fr/documentation/methodologie-acv>
73. Cf. note 31, p 130.
74. Cf. note 31, p 130.
75. Données FAOSTAT – Matrices du commerce détaillées ; <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/TM>
76. Buratti C., Belloni E., Fantozzi F. (2022) « Environmental Impact of Beef Production Systems », *Advances of Footprint Family for Sustainable Energy and Industrial Systems, Green Energy and Technology*. https://www.link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-76441-8_4
77. Glean 3 Dashboard https://www.foodandagricultureorganization.shinyapps.io/GLEAMV3_Public/
78. Données FAOSTAT – Intensité des émissions : <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/EL>

2

VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION DE L'AGRICULTURE ET DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

	MESSAGES CLÉS	P50
2.1	FACTEURS D'IMPACTS DU CLIMAT ET ACTIVITÉS AGRICOLES	P52
	2.1.1 TEMPÉRATURES	P52
	2.1.2 ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES	P53
	2.1.3 CYCLE DE L'EAU	P53
	2.1.4 INONDATIONS	P54
	2.1.5 SOLS ET TERRES AGRICOLES	P54
	2.1.6 SÉCHERESSES	P55
	2.1.7 VAGUES DE CHALEUR MARINES	P55
2.2	IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNÉRABILITÉS DES CULTURES	P56
	2.2.1 IMPACTS OBSERVÉS	P56
	2.2.2 CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES	P59
	2.2.3 EXEMPLE DE LA FILIÈRE VITICOLE	P60
	2.2.4 IMPACTS PROJETÉS	P61
	2.2.5 VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION	P62
2.3	IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNÉRABILITÉS DE L'ÉLEVAGE	P63
	2.3.1 IMPACTS OBSERVÉS ET PROJETÉS	P63
	2.3.2 VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION	P64
	2.3.3 EXEMPLE DE LA FILIÈRE LAITIÈRE	P65
2.4	SENSIBILITÉ DU SYSTÈME ALIMENTAIRE, RISQUES COMBINÉS ET EN CASCADE	P66
2.5	ANNEXES DU CHAPITRE 2	P67
	2.5.1 RISQUES ET OPPORTUNITÉS À L'HORIZON 2030 POUR LES CULTURES EN FRANCE	P67
	2.5.2 DES EFFETS SIMILAIRES À L'ÉCHELLE DU CONTINENT EUROPÉEN	P69
2.6	NOTES DE RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 2	P70

2

VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION DE L'AGRICULTURE ET DU SYSTÈME ALIMENTAIRE



MESSAGES CLÉS

- Les facteurs climatiques générateurs d'impacts agricoles, combinaisons de phénomènes aigus et chroniques, s'amplifient avec le niveau de réchauffement. Le changement climatique affecte la production agricole avec des pertes de récolte importantes et des baisses des ressources alimentaires pour les troupeaux. Chaque fraction de degré de réchauffement planétaire se traduit en France par une intensification des extrêmes chauds, une plus grande variabilité du cycle de l'eau à la fois par l'intensification des pluies extrêmes, et l'augmentation de la récurrence, la durée et l'ampleur de la sécheresse des sols. Le changement climatique a réduit la croissance de la productivité totale de l'agriculture mondiale d'environ 21 % depuis 1961.
- Les changements de pluviométrie et leur variabilité affectent la disponibilité des ressources en eau et se traduisent pour les surfaces terrestres par une dégradation de la qualité des ressources en eau douce et une augmentation du risque d'inondation sur certains territoires. L'augmentation du déséquilibre saisonnier entre l'offre et la demande d'eau est perceptible à la fois sur le stress hydrique des cultures pluviales, sur les besoins d'irrigation des cultures irriguées et sur les décalages de saison de pâturage.
- En France, les conséquences du changement climatique sur les rendements des cultures et de l'élevage sont déjà visibles, et vont continuer à s'amplifier. Le stress thermique entraîne des difficultés pour l'alimentation des troupeaux, et la chaleur a un impact négatif sur la santé animale, la nutrition, le comportement, le bien-être et la productivité des animaux, et la qualité des produits. Les sécheresses comme en 2003 et 2022 ont eu des impacts sur de nombreux types de cultures sous forme de baisses de rendement. Les inondations comme en 2010, 2016 et 2023 ont entraîné de lourds dégâts pour l'agriculture et l'élevage en France via les impacts sur les cultures, la perte de matériel, la mort des animaux, la dégradation des propriétés des sols ainsi que les pertes économiques.
- Avec un réchauffement planétaire de l'ordre de +2 °C à horizon 2050, sans adaptation supplémentaire, les cultures seraient exposées en France à des pertes de rendement additionnelles, particulièrement pour des cultures d'été comme le maïs. La production fourragère pour les troupeaux à l'herbe augmentera vraisemblablement dans les zones les plus froides, tandis qu'elle diminuera probablement dans une partie des régions de plaine et dans les Alpes du Sud en raison de la chaleur et de la rareté de l'eau.
- L'adaptation des activités agricoles aux effets négatifs observés du changement climatique est réactive, mais pas suffisamment transformatrice pour assurer leur résilience face aux multiples facteurs générateurs d'impacts qui vont continuer à s'intensifier.
 - L'adaptation au réchauffement climatique se traduit par des dates de vendange, de récolte et de semis plus précoces, des changements de variétés végétales cultivées afin d'esquiver la sécheresse estivale et de pouvoir récolter plus précocement, une augmenta-

tion de l'utilisation de mélanges variétaux dans des cultures pour une meilleure espérance de rendement dans un climat plus variable, des évolutions dans les pratiques de taille de vignes et d'arbres fruitiers et de vinification, et une augmentation du pâturage hivernal et du stockage de fourrage pour pallier les risques accrus de sécheresse estivale.

- Les pertes de production lors des sécheresses de printemps ou d'automne pluvieux ont mis en évidence un niveau insuffisant de préparation à la gestion de ce type d'événement plus fréquent dans un climat qui se réchauffe et ont révélé des vulnérabilités dans le modèle agricole français. Le seuil de 2,6 Mrd€ de dommages liés à la sécheresse serait dépassé en moyenne tous les 10 ans si toutes les exploitations agricoles de métropole étaient assurées. La diminution graduelle de l'humidité des sols dans un climat plus chaud, l'allongement de la durée de la période sèche, la forte incertitude sur les précipitations hivernales incitent à des transformations plus profondes pour renforcer la résilience des activités agricoles.
- Le changement climatique peut également générer des opportunités pour l'agriculture. L'augmentation des températures réduit en partie certains risques qui pèsent sur les cultures (ex. gel, températures froides en hiver, maladies fongiques...), améliore les conditions de production de certaines cultures (ex. durée d'ensoleillement, concentration atmosphérique de CO₂, semis plus précoce possible, augmentation du nombre de jours disponibles pour certaines actions...), augmente la zone d'exploitation de certaines cultures, permet le développement de cultures qui ont une plus grande capacité à faire face au déficit hydrique et aux vagues de chaleur avec de nouvelles variétés ou nouvelles espèces (sorgho).
- Des risques de plus en plus complexes et difficiles à gérer, menacent la résilience du système alimentaire et la sécurité alimentaire.
 - Les événements extrêmes entraînent des chutes rapides et brutales de production au niveau mondial. Les pertes de production agricole induites par les catastrophes climatiques ne pourront pas toujours être contre-balançées par les productions des régions non touchées par ces événements, le stockage et le commerce. Cette éventualité croît avec le niveau de réchauffement planétaire, et pourrait compromettre la stabilité de l'approvisionnement alimentaire régional ou mondial.
 - Les effets négatifs aigus et chroniques du changement climatique sur la production alimentaire peuvent se produire en conjonction d'autres chocs, comme les zoonoses, pandémies, et conflits armés, et induire des risques sur la sécurité alimentaire. La dépendance du système alimentaire aux énergies fossiles est un facteur d'instabilité et de vulnérabilité, comme le montrent les impacts du renchérissement des engrais sur les prix agricoles.
 - La récurrence des sécheresses et des inondations accentue le besoin de renforcer la gouvernance concertée pour l'usage de la ressource en eau en associant tous les acteurs pour éviter les conflits d'usage et limiter les risques de maladaptation.
- Les besoins d'adaptation des systèmes agricoles du territoire français en métropole et en outre-mer seront d'autant plus limités que le niveau de réchauffement planétaire sera stabilisé rapidement. Le renforcement de la résilience de la production agricole face au changement climatique est nécessaire à sa contribution à l'atteinte de la neutralité carbone en France.

2.1 FACTEURS D'IMPACTS DU CLIMAT ET ACTIVITÉS AGRICOLES

Le changement climatique affecte à la fois la production, la consommation et les étapes intermédiaires du système alimentaire. Les impacts sont de plusieurs ordres et peuvent se combiner les uns avec les autres, renforçant ainsi les dommages, tant pour les différents acteurs de la chaîne que pour les consommateurs via des effets sur les rendements, les conditions de travail, les revenus, les prix, la disponibilité voire sur la qualité y compris sanitaire des produits agricoles.

La production agricole est très largement dépendante du climat, notamment par l'intermédiaire des températures (gel, échaudage, degrés jours cumulés, stress thermique végétal et animal), de l'ensoleillement (nombre d'heures cumulées), des précipitations et de l'humidité (teneur en eau des sols superficiels, évapotranspiration), de la concentration en CO₂ de l'atmosphère et des événements de fortes intensités et extrêmes (orages, grêle, vent violent, phénomènes tourbillonnaires). Cette dépendance peut être directe ou indirecte et varier selon les activités et les filières. À l'échelle des saisons certains enchaînements (hiver doux suivi d'un printemps humide et froid comme en 2016) peuvent avoir des effets catastrophiques sur certaines cultures du fait du décalage des stades phénologiques habituels ou du développement d'agents pathogènes inhabituels.

L'évolution des principales variables climatiques peut être appréciée à la fois à travers leur fréquence, leur intensité et leur durée. Si les extrêmes climatiques peuvent créer des pertes importantes de récoltes et accroître la mortalité des cheptels, la hausse moyenne des températures et les modifications du cycle hydrologique peuvent aussi générer des stress chroniques et conduire à des changements graduels de cultures, d'élevages ou de pratiques, certains végétaux ou animaux n'étant plus, ou devenant moins, adaptés à l'évolution du contexte pédo-climatique.

Le réchauffement climatique conduit à des floraisons plus précoces au printemps, à une période où les risques de gelée sont encore importants. À horizon 2050 un réchauffement planétaire est attendu entre 1,5 °C et 2 °C par rapport à 1850-1900, qui sera encore amplifié en France pour atteindre entre 2,2 °C et 2,9 °C en moyenne. Un réchauffement planétaire de 3 °C à horizon 2100, soit environ 4 °C en France, est possible dans l'éventualité où la neutralité carbone ne serait pas atteinte rapidement. Un réchauffement planétaire de plus de 4 °C ne peut pas être exclu.

2.1.1 TEMPÉRATURES

Le réchauffement en France de 1,9 °C sur la dernière décennie (2013-2022) par rapport à la période 1900-1930 est plus élevé que le réchauffement global de 1,15 °C sur la même période et est attribuable aux activités humaines. Le rythme de réchauffement moyen sur les cinquante dernières années en France est de 0,3 °C par décennie avec un rythme deux fois plus rapide pendant la période 2011-2022 (+0,6 °C). Il s'agit de la plus forte augmentation observée entre deux décennies consécutives en France depuis 1900⁷⁹.

L'année 2022 a été exceptionnellement chaude (record depuis 1900, +2,9 °C par rapport à 1900-1930), et sèche (déficit de 25 % de la pluviométrie annuelle par rapport à 1991-2020), au 2^e rang des années les moins pluvieuses depuis 1959 (début de la série)⁸⁰. Il y a environ 10 % de probabilité qu'une année plus chaude que 2022 se produise en France pour le niveau actuel de réchauffement planétaire. Pour un niveau de réchauffement de +4 °C en moyenne annuelle sur la France, chaque été aura environ 3 chances sur 4 d'être plus chaud que l'été 2022⁸¹. L'année 2023, seconde année la plus chaude en France métropolitaine derrière 2022, s'inscrit dans la poursuite du réchauffement dû aux activités humaines.

2.1.2 ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES

Au niveau mondial, le nombre de catastrophes climatiques extrêmes, incluant des chaleurs excessives, des épisodes de sécheresses, des inondations et des tempêtes, a doublé depuis le début des années 1990. Entre 1990 et 2016, 213 événements extrêmes se sont produits en moyenne chaque année. À ce jour, à l'échelle planétaire, les sécheresses décennales sont deux fois plus importantes que pendant la période 1850-1900 tandis que les précipitations décennales sont 1,3 fois plus fréquentes (pour une augmentation de la température mondiale de 1,1 °C). Les sécheresses décennales seraient multipliées par 2,4 pour une hausse des températures de 1,5 °C et par 3,1 pour une hausse des températures de 2 °C⁸². Les principaux événements extrêmes font l'objet de caractérisation en temps quasi-réel pour discerner la contribution du changement climatique et celle de la variabilité naturelle du climat en intensité comme en probabilité d'occurrence⁸³.

En France, le nombre de catastrophes naturelles liées aux événements climatiques extrêmes comme les vagues de chaleur, les sécheresses, les feux de

forêts et de broussailles, le retrait-gonflement des argiles, les pluies intenses a également augmenté.

Au cours des trente-quatre dernières années, le nombre de vagues de chaleur recensées à l'échelle nationale a été deux fois plus élevé que pendant la période précédente, qui remonte à 1947. L'indice feu météo moyen a augmenté de 18% entre 1958 et 2008. L'amplitude des précipitations journalières les plus intenses dans la région méditerranéenne a connu une augmentation d'environ 20 % depuis 1960 jusqu'à aujourd'hui.

Les dommages liés à la grêle et aux orages violents pourraient également évoluer avec le changement climatique⁸⁴.

Pour quasiment toutes les régions, il y a un degré de confiance faible sur les changements de grêle et d'orages violents, mais les précipitations associées aux orages violents vont s'intensifier avec le niveau de réchauffement planétaire⁸⁵. Par ailleurs, dans un climat plus chaud, l'humidité près de la surface et l'instabilité convective augmentent, ce qui accroît la probabilité de grêle et la formation de grêlons plus gros.

2.1.3 CYCLE DE L'EAU

L'augmentation des températures se traduit par une altération du cycle de l'eau, et de sa disponibilité. Elle se caractérise par un changement de pluviométrie, en valeur absolue et en variabilité. Si les projections montrent bien un contraste entre le Nord de l'Europe de l'Ouest, où les précipitations augmentent, et le Sud où elles s'assèchent, la latitude et la largeur de la zone de transition entre les deux varie d'un modèle à l'autre, induisant de larges incertitudes pour la moitié nord de la France.

Les conséquences d'un climat qui change se traduisent pour les surfaces terrestres par une dégradation en quantité et en qualité des ressources en eau douce.

En France métropolitaine, la ressource en eau renouvelable a baissé de 14 %, en moyenne annuelle, entre les périodes 1990-2001 et 2002-2018⁸¹. La faiblesse des précipitations à Mayotte en 2023 a mis en évidence une limite capacitaire en matière de collecte et de stockage d'eau de pluie pour alimenter les habitants en eau potable. La faible quantité des précipitations a en outre affecté la qualité des eaux de surface avec des teneurs en métaux lourds supérieures aux seuils d'alerte⁸⁶.

⁸¹ L'eau renouvelable correspond à la totalité de l'eau douce qui entre sur un territoire par le cycle naturel de l'eau : les cours d'eau et les précipitations qui ne retournent pas à l'atmosphère, d'après le service statistique du Ministère de la Transition écologique. Source : SDES (2022) « Évolutions de la ressource en eau renouvelable en France métropolitaine de 1990 à 2018 », MTECT.

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/evolutions-de-la-ressource-en-eau-renouvelable-en-france-metropolitaine-de-1990-2018>

2.1.4 INONDATIONS

Le changement climatique se traduit également par une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des inondations⁸⁷. Les précipitations extrêmes entraînent dans certaines régions du monde une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des inondations de surfaces (pluviales et fluviales), l'engorgement, l'érosion et la vulnérabilité des sols à la salinisation. Au niveau mondial, le changement a modifié 64 % (huit événements sur 22 ont augmenté, huit ont diminué) des épisodes d'inondations ayant entraîné des pertes et des dommages importants au cours de la période 2010-2013.

L'augmentation du niveau marin moyen et l'augmentation des précipitations associées aux cyclones tropicaux devraient également aggraver les inondations côtières. À cause de la fonte des glaces continentales (glaciers, et contributions des calottes du Groenland et de l'Antarctique multipliées par 4 depuis

1990), et de la dilatation des océans, emmagasinant une quantité croissante de chaleur, la hausse du niveau marin moyen pour la période 2006-2018 est de +3,7 mm/an avec une accélération constatée depuis 1993 et une hausse dépassant +4 mm/an en moyenne pour la dernière décennie⁸⁸.

Un réchauffement planétaire de 2 °C devrait entraîner une expansion des zones touchées par les risques d'inondation, par rapport aux conditions d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C. Les inondations dues à la fonte des neiges au printemps devraient être plus précoces. Les risques d'inondations dues aux eaux de fonte devraient diminuer progressivement, en particulier à faible altitude. À + 3 °C de réchauffement mondial, l'intensité des pluies extrêmes quotidiennes fortes pourrait augmenter en France, notamment sur une large moitié Nord tandis que les incertitudes sont plus importantes sur la moitié Sud.

2.1.5 SOLS ET TERRES AGRICOLES

L'augmentation de l'évapotranspiration sous l'effet du réchauffement accroît la sécheresse des sols. Entre 1959 et 2018, l'augmentation de l'évapotranspiration s'observe à l'échelle annuelle et saisonnière en France⁸⁹.

Le changement climatique induit une dégradation de la qualité agronomique des sols et diminue leur capacité à développer une couverture végétale en quantité et en qualité suffisante, et renforce l'érosion éolienne et hydrique. Le changement climatique a une influence sur quatre paramètres des sols fortement imbriqués :

- la matière organique, qui se décompose plus rapidement avec le réchauffement ;
- la structure et la porosité, paramètres fortement liés à la teneur en matière organique, mais égale-

ment au système racinaire de la végétation en place et à l'activité biologique du sol ;

- la réserve utile en eau, liée à la porosité et à la matière organique ;
- l'activité microbienne, dépendante de la teneur et de la nature de la matière organique, du couvert végétal, de la teneur en eau des sols et de leur aération⁹⁰.

Le changement climatique engendrera également une perte de nombreuses terres agricoles dans les régions côtières. La hausse du niveau de la mer peut submerger de manière temporaire ou permanente des espaces agricoles littoraux et entraîner une salinisation des sols. La remontée des eaux de mer par les sols altère la qualité des eaux souterraines et peut nuire à la qualité agronomique des sols.

2.1.6 SÉCHERESSES

La récurrence des sécheresses des sols (1976, 1989, 1990, 2003, 2005, 2011, 2018, 2019, 2020, 2022, 2023) associées, ou non, à des déficits importants des précipitations constitue l'un des effets les plus perceptibles du changement climatique sur le secteur agricole en France métropolitaine⁹¹. L'augmentation de l'évapotranspiration du printemps à l'automne augmente le déficit hydrique estival des prairies et la fréquence et l'intensité des risques de sécheresse des sols.

Les sécheresses augmenteront en nombre, durée et intensité. Pour saisir l'ampleur des impacts, les bilans consolidés et retours d'expériences des professionnels pour les sécheresses représentatives d'années moyennes pour un réchauffement planétaire de l'ordre de 2 °C comme 2022 (se traduisant par +2,9°C en France métropolitaine) sont éloquentes, tant les conséquences ont été importantes pour l'élevage et l'agriculture dans la plupart des régions⁹².

La sécheresse a entraîné des difficultés d'abreuvement des animaux et des manques de nourriture (fourrages) pour les animaux dans de nombreuses régions en France en 2022⁹³. Agriculteurs et éleveurs ont mis en œuvre diverses actions en réaction à ces impacts en préservant au mieux leurs activités. Par exemple, les agriculteurs et éleveurs ont demandé à

l'institut national de l'origine et de la qualité (INAO) des modifications temporaires de cahiers des charges qui ont été accordées pour certaines appellations d'origine protégées (AOP) et indications d'origine protégées (IGP).

La sécheresse de 2022 a mis en évidence un niveau insuffisant de préparation à la gestion de ce type d'événement et a révélé des vulnérabilités dans le modèle agricole français⁹⁴. Si l'on considère la gestion de l'eau, le système a été poussé au bord de ses limites et les ajustements conjoncturels mis en place (ex. restrictions d'usage, distribution par citernes, interruption temporaire de distribution, rationnement en eau potable) pour faire face à cette sécheresse pourraient ne pas être reproductibles dans le futur.

Le déficit très important de la production des prairies en 2022 à l'échelle nationale, de 24 %, représente le rendement le plus faible depuis 2003, est directement induit par les fortes chaleurs et la sécheresse observées depuis fin juin⁹⁵. Les vagues de chaleurs ont provoqué en 2023 une pousse d'herbe inférieure de 8 % à la normale rapport à la référence 1989-2018 à l'échelle de la métropole⁹⁶. Le déficit est particulièrement important dans le quart Nord-Est et le Centre-Est où il est proche de 40 % sur plusieurs départements. Un excédent de 5 à 10 % est en revanche constaté sur le Nord et le Nord-Ouest.

2.1.7 VAGUES DE CHALEUR MARINES

Ces vingt dernières années, la fréquence des vagues de chaleur marines a doublé et elles sont devenues plus persistantes, plus intenses, plus étendues et ont eu des impacts importants sur la biodiversité marine⁹⁷. Au niveau du continent européen, l'été 2022 a été le plus chaud enregistré en Europe⁹⁸ y compris pour les mers. La température de surface des mers européennes a établi un nouveau record dans le golfe de Gascogne, dans la Manche, en mer d'Irlande, en mer Baltique et en mer Méditerranée. Les canicules marines de l'été 2022 se sont traduites par un excédent de température de surface de +1,3 °C à +2,6 °C pendant 4 à 22 jours par rapport à la moyenne à long terme (1982-2011) avec des températures maximales mesurées localement à 30,8 °C du 31 juillet au 13 août dans le nord-ouest de la mer Méditerranée⁹⁹. Des impacts sur la biodiversité marine ont été observés dans différents sites, comme

par exemple des mortalités de masse des coraux, éponges et bryozoaires le long des côtes françaises, notamment dans le parc national des Calanques, le parc national de Port-Cros et le parc marin de la Côte Bleue.

Les vagues de chaleur marines devraient continuer à augmenter en fréquence, en durée, en étendue spatiale et en intensité¹⁰⁰. D'ici 2081-2100 les vagues de chaleur marines seront plus fréquentes par rapport à la période 1995-2014. Les effets du climat sur les écosystèmes océaniques et côtiers seront exacerbés par l'augmentation de l'intensité, de la récurrence et de la durée des vagues de chaleur, provoquant dans certains cas, la disparition d'espèces, l'effondrement d'habitats ou le dépassement de points de bascule écologiques. Les conséquences pour la pêche et les besoins d'adaptation de la pêche ne sont pas abordés dans ce rapport.

2.2 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNÉRABILITÉS DES CULTURES

2.2.1 IMPACTS OBSERVÉS SUR LA PRODUCTION AGRICOLE

Des impacts liés au changement climatique ont déjà été observés sur l'agriculture en France. Certains impacts sont liés à l'évolution des températures (sécheresses, vagues de chaleurs terrestres et marines, hivers plus doux, gel/dégel...) et se manifestent par une augmentation du stress thermique des plantes (échaudages ou brûlures) ; une réduction des rendements de certaines cultures ; le déplacement vers le nord des zones agro-climatiques ; la précocité et l'allongement de la saison de croissance des plantes cultivées ; la migration vers le nord de nouveaux champignons et insectes, de parasites ; l'accélération de la phénologie des végétaux ; l'avancement des calendriers culturaux ; une augmentation des risques d'inondations côtières et une hausse de salinité des deltas et certaines côtes liées à la hausse du niveau de la mer, etc. D'autres impacts sont liés à l'évolution du cycle de l'eau (modification du régime des précipitations, de l'humidité de l'air et du sol), et se manifestent par une diminution de la recharge des nappes ; des baisses de régimes fluviaux en été ; une diminution de la ressource en eau renouvelable ; l'augmentation du risque d'inondation fluviale ; l'augmentation de la sécheresse édaphique, etc.

L'évolution du régime des précipitations et les sécheresses ont entraîné une diminution des ressources en eau renouvelable. La totalité de l'eau douce qui entre sur le territoire par le cycle naturel de l'eau, a baissé en France métropolitaine de 14 %, en moyenne annuelle, entre les périodes 1990-2001 et 2002-2018¹⁰¹, notamment par l'augmentation de l'évapotranspiration, et, dans certaines régions, par une diminution des précipitations. En 2022, la ressource en eau renouvelable a également diminué, avec une pluviométrie annuelle inférieure de 25 % à la normale 1991-2020 et un déficit atteignant 85 % en juillet¹⁰². Cette année-là des déficits hydriques ont été observés en Pays-de-la-Loire, Centre-Val-de-Loire, Bretagne, Auvergne-Rhône-Alpes et en Corse.

Or la ressource en eau renouvelable constitue un facteur essentiel de la production agricole française actuelle, qu'elle soit pluviale ou irriguée. En France 6,8 %

de la surface agricole utilisée (SAU) est irriguée¹⁰³, couvrant un total de 87 361 exploitations. Les disparités sont fortes entre régions : le taux d'irrigation est de 1,6 % en Normandie, 2,2 % en Bourgogne-Franche-Comté et 2,9 % en Bretagne contre 27,6 % en Provence-Alpes-Côte d'Azur, 23,1 % en Centre-Val-de-Loire, et 15 % en Nouvelle-Aquitaine. Certaines cultures demandent plus d'eau que d'autres : le maïs représente un tiers des surfaces irriguées ; les légumes et fruits réunis représentent 15 % du total des surfaces irriguées. Les légumes, les vergers, le soja, le maïs et les pommes de terre sont les cultures qui demandent le plus d'eau. En 2020, 34 % des surfaces de maïs sont irriguées (contre 40 % en 2010), près de 40 % des superficies de pommes de terre et de soja (contre 51 % en 2010 pour le soja), la moitié des surfaces de verger et plus de 60 % des surfaces de légumes.

La diminution des ressources en eau renouvelable a débouché sur des restrictions d'usages de l'eau et un déséquilibre entre l'offre et la demande d'eau à la fois pour les cultures pluviales et pour les cultures irriguées. En août 2022, l'irrigation a été totalement interdite dans 58 départements et 35 autres départements étaient concernés par au moins un arrêté préfectoral réduisant les prélèvements d'eau à des fins agricoles.

Les limitations du recours à l'irrigation ont affecté les productions agricoles, révélant leurs vulnérabilités au changement climatique.

Des impacts négatifs du changement climatique ont déjà été observés sur les productions de grandes cultures, leurs rendements et leur variabilité (cf. encadré 2.a). La sécheresse et la canicule de l'été 2003 sont celles qui ont induit les pertes les plus importantes sur la période 1989-2018 : plus de 30 % pour les prairies, 15 % pour le blé tendre d'hiver¹⁰⁴. 2003 n'est pas une année isolée puisque les impacts du changement climatique sur les rendements agricoles se poursuivent actuellement. En 2022, les épisodes de sécheresse et de canicules ont entraîné des baisses de production et des pertes pour de nombreuses cultures : les récoltes céréalières ont baissé de 10,5 % par rapport à 2021 et

de 7,5 % par rapport à la moyenne 2017-2021 ; les récoltes de maïs grain ont diminué de 29,4 % par rapport à 2021 et de 21,4 % par rapport à la moyenne 2017-2021 ; les récoltes de maïs fourrage ont subi une baisse de 22,1 % par rapport à 2021 et de 20 % par rapport à la moyenne 2017-2021¹⁰⁵, la pousse d'herbe des prairies est inférieure de 22 % par rapport à la moyenne 1989-2018. Face à l'ampleur des pertes agricoles due à l'épisode de sécheresse de 2022, le régime des calamités agricoles a été déclenché : une reconnaissance en calamités agricoles a été faite pour 44 départements sur la base des taux de pertes avec des seuils d'éligibilité abaissés à 11 % (au lieu de 13 %) et le taux d'indemnisation réhaussé de 35 % (au lieu de 28 %)¹⁰⁶.

L'évolution du régime des précipitations conduit à des fortes précipitations au printemps qui entraînent des pertes de production pour certaines cultures. En 2016, une perte de 28 % pour la culture du blé tendre d'hiver a été enregistrée à la suite des fortes précipitations de mai et juin¹⁰⁷.

Le réchauffement climatique conduit à des floraisons plus précoces au printemps, à une période où les risques de gelée sont encore importants, entraînant des dégâts sur les cultures. L'année 2021 illustre aussi ce phénomène avec des dommages records dus aux gelées touchant les vignes et les arbres fruitiers (par exemple, -40 % de production d'abricots par rapport à 2020)¹⁰⁸.

Des impacts similaires ont été constatés en Europe (cf. annexe 2.5.2).

En France, les inondations représentent le principal risque naturel¹⁰⁹ lié au climat en raison du nombre de personnes exposées, de l'étendue des zones sujettes aux inondations (tous les territoires de métropole et d'outre-mer), et des dégâts qu'elles engendrent (cf. encadré 2.b). Les inondations, dont les submersions, y compris pour l'agriculture ont déjà des coûts élevés avec 2,5 Mrd€ investis sur la période 2009-2020 soit 57 % des engagements réalisés à travers le Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM).

Encadré

2.a

Illustration de vulnérabilités et besoins d'adaptation en région Occitanie¹¹⁰

L'Observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique d'Occitanie a dressé un bilan des impacts du changement climatique sur l'agriculture en Occitanie pour la période 1989-2020 à partir des données Agreste articulé autour de 5 indicateurs agroclimatiques : le rendement du blé tendre, le rendement du blé dur, le rendement du maïs grain, le rendement de la vigne, la date de franchissement des 14 degrés alcooliques sur le grenache noir.

Pour le blé tendre, les rendements stagnent depuis la fin des années 1990 et le changement climatique fait partie des 3 facteurs pouvant expliquer cette stagnation. Le changement climatique contribuerait à la stagnation des rendements du blé tendre en provoquant un échaudage thermique durant la période de remplissage des grains ainsi qu'un stress hydrique pendant la période d'élongation de la tige. Les rotations culturales et la baisse de la fertilisation azotée seraient les 2 autres facteurs expliquant cette stagnation. La variabilité interannuelle des rendements du blé tendre a augmenté en partie du fait du changement climatique avec pour conséquence une plus grande incertitude sur les prévisions établies par les agriculteurs.

Pour le blé dur, les rendements ont été marqués par une faible augmentation dans les départements de l'Aude, du Gard et de la Haute-Garonne tandis qu'ils ont plafonné dans les départements du Gers et de l'Hérault et que les rendements ont été marqués par une grande variabilité interannuelle dans tous ces départements. Ce plafonnement des rendements est imputé aux impacts du changement climatique qui se manifestent par des événements climatiques extrêmes plus fréquents et plus intenses.

Pour le maïs grain, les rendements enregistrent une augmentation modérée depuis le début des années 2000. La modération de l'augmentation des rendements s'explique en grande partie du fait du changement climatique qui provoque échaudage thermique et stress hydrique durant la croissance de la tige et de l'épi. Les années de canicule 2003 et 2013 enregistrent les diminutions de rendements les plus élevées.

Pour la vigne, les rendements évoluent de manière différente entre les vignes AOP et les vignes sans label. Ces 20 dernières années, les rendements des vignes AOP diminuent faiblement tandis que ceux des vignes sans label ont augmenté fortement. La diminution des rendements peut s'expliquer par la survenue d'événements climatiques extrêmes tels que les gelées tardives, les grêles et les sécheresses. Il est plus difficile de contrer les effets des sécheresses pour les vignes avec label du fait des fortes restrictions sur l'irrigation contenues dans les cahiers des charges des AOP. Le fait que la qualité soit prioritaire par rapport à la quantité en viticulture AOP est un autre facteur pouvant expliquer la différence de rendements entre les deux types de viticulture. À évolution climatique égale les rendements peuvent être nettement différents. Le vignoble sans IGP de Languedoc-Roussillon a enregistré une augmentation des rendements plus significative et moins de variations interannuelles de rendements que le vignoble avec AOP.

Pour le Grenache Noir, l'avancement de la date de franchissement des 14 degrés d'alcool ne semble concerner que Collioure. Mais les 14 degrés d'alcool devraient être atteints de plus en plus tôt du fait des stades de développement de la vigne de plus en plus précoces.

Encadré

2.b

Impacts des inondations liées à la tempête Xynthia sur l'agriculture

Les impacts associés aux inondations qui ont suivi la tempête Xynthia survenue en février 2010 sont emblématiques à la fois des impacts que peuvent avoir les inondations sur l'agriculture et des conséquences que peuvent engendrer l'absence d'adaptation au changement climatique.

Cet événement climatique extrême a marqué un tournant dans la politique de prévention des risques puisque le cadre d'action public en matière de prévention des inondations littorales par submersion marine a été mis à jour¹¹¹ à partir de 2011, suite au passage de la tempête.

La quasi-totalité des polders conquis depuis la fin du XVIII^e siècle dans la partie vendéenne du marais Poitevin a été inondée¹¹². En cause, la rupture des digues qui avaient été construites aux XIX^e siècle lorsque le niveau moyen de la mer tel que mesuré à Brest était plus bas de 20 cm que le niveau actuel. Ces digues n'avaient donc pas été dimensionnées au départ ni redimensionnées par la suite pour tenir compte du climat futur et cet aménagement du territoire littoral portait en lui des risques de maladaptation.

Au total, ce sont 1200 ha de terres agricoles en Vendée et plus de 4000 ha en Charente-Maritime (soit 10 % des terres agricoles du département) qui ont été inondées¹¹³. Parmi les terres touchées par les inondations, dont certaines étaient situées à 15 km du littoral, environ deux tiers étaient dédiés à des cultures (40 % semées en céréales) et un tiers à des prairies permanentes pour le pâturage. Outre les dégâts causés aux cultures en place, la perte de matériel, la mort du bétail et la dégradation des propriétés des sols ont entraîné d'importantes pertes pour les exploitants. Et les dommages ont été d'autant plus importants que l'eau salée est restée longtemps dans le sol, entraînant des coûts supplémentaires de dessalements des terres, en plus des pertes des productions.

Les pertes assurées au titre des catastrophes naturelles (garantie tempête) ont été indemnisées selon la valeur assurée, déduction faite de la franchise légale, par exemple, 10 % du montant des dommages pour le bétail noyé dans les bâtiments d'élevage. Néanmoins, certains dommages directs n'étaient pas couverts par l'assurance multirisque agricole, tels que les troupeaux noyés dans les prés, l'arrachage des vergers et des vignes, les pertes d'exploitation, les récoltes non

assurables ou le matériel détruit. Faute de mesures préventives suffisantes face aux risques d'inondation, c'est la gestion de crise qui a prévalu. Le Ministère en charge de l'agriculture a donc lancé un plan de soutien exceptionnel avec un dispositif d'indemnisation d'1,5 M€ pour l'agriculture comprenant une aide au remplacement du matériel, et la mise en œuvre du Fonds national de garantie des calamités agricoles et du Fonds d'allègement des charges. Des initiatives régionales telles que le Plan tempête régional ou le déblocage de fonds par les Conseils généraux concernés sont également venues compléter ces aides nationales.

Le système de protection des terres agricoles reposant uniquement sur les digues et le système assurantiel qui ne permettait pas complètement de couvrir les pertes d'exploitation engendrées par les inondations ont été révélateurs d'un manque de préparation de l'ensemble des acteurs impliqués face aux risques climatiques.

Le changement climatique peut également générer des opportunités¹¹⁴ pour l'agriculture (cf. annexe 2.5.1). Des modifications de productions ou de pratiques culturelles pour saisir ces opportunités ont déjà été observées en France pour certaines cultures. L'augmentation des températures réduit dans une certaine mesure les risques qui pèsent sur les cultures : réduction du risque de gel (au stade épi 1 cm) pour le blé ; réduction du risque de températures froides pour le centre et le nord de la France pour le maïs grain, réduction des risques liés aux températures froides en hiver pour le colza et aux températures froides au printemps pour le

tournesol ; réduction des maladies fongiques pour le blé tendre et le blé dur. Elle crée également des conditions propices permettant une optimisation des conditions de production de certaines cultures : valorisation de l'augmentation du rayonnement et de la concentration de CO₂ (blé, tournesol, colza) ; possibilité de faire un semis plus précoce (maïs grain) ; augmentation du nombre de jours disponibles pour les ensemencements (blé) ; augmentation du nombre de grains produits (blé). Le changement climatique entraîne également une augmentation de l'aire de répartition de certaines cultures avec des cultures qui progressent vers le nord (vigne).

2.2.2 CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

Le changement climatique a réduit la croissance de la productivité totale de l'agriculture mondiale d'environ 21 % depuis 1961¹¹⁵. Les rendements moyens mondiaux des principales cultures ont diminué : la valeur annuelle moyenne de la perte de production due au changement climatique (2005-2009) est estimée à 22,3 Mrd\$ pour le maïs, 6,5 Mrd\$ pour le soja, 0,8 Mrd\$ pour le riz, et 13,6 Mrd\$ pour le blé au niveau mondial¹¹⁶. Au cours des deux dernières décennies, les études d'attribution d'impact dans l'agriculture ont permis de quantifier les impacts des événements liés au changement climatique à différentes échelles spatiales et temporelles. Elles fournissent des indications sur l'ampleur et l'étendue de l'impact du changement climatique sur la production agricole sur des périodes plus longues¹¹⁷.

En l'état actuel du système agricole le taux de sinistralité lié à la sécheresse augmente¹¹⁸. Le seuil de 2,6 Mrd€ de dommages serait dépassé en moyenne tous les 10

ans si toutes les exploitations agricoles de métropole étaient assurées. Lors de la canicule et de la sécheresse de l'été 2003, les dommages non assurés pour le secteur agricole ont été estimés à 13 Mrd€ pour l'Europe et 4 Mrd€ pour la France¹¹⁹. La sinistralité des événements de grêle a atteint 5,1 Mrd€ pour la France en 2022 pour les dommages aux biens hors cultures¹²⁰ (la moyenne annuelle de sinistralité 1984-2021 étant inférieure à 500 M€)¹²¹. Les sinistres de la catégorie « Tempête-grêle-neige » ne sont pas intégrés au régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, les risques associés sont mutualisés par la réassurance au niveau mondial. L'accroissement soudain des catastrophes climatiques couplé à la remontée brutale des taux d'intérêt a induit des tensions sur le marché mondial de la réassurance¹²² qui se sont répercutées sur l'équilibre du système d'assurance entre assureurs, réassureurs, intermédiaires d'assurance, entreprises, particuliers et pouvoirs publics¹²³.

En France, les impacts associés aux inondations continuent d'augmenter aujourd'hui et se poursuivront dans le futur avec des conséquences pour l'agriculture et l'élevage. En effet, les inondations record de novembre 2023 dans les départements du Pas-de-Calais et du Nord ont déclenché la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle dans 244 communes et ont généré des impacts importants : déplacements d'environ 1 000 bovins dans le département du Pas-de-Calais d'après la Fédération départementale des syn-

dicats d'exploitants agricoles du Pas-de-Calais¹²⁵, inondations de plus de 2 500 hectares de terres cultivées en attente de récolte (betteraves, maïs, chicorée, pommes de terre), dégâts sur le matériel et les bâtiments agricoles dans au moins 50 exploitations d'après la chambre d'agriculture du Nord Pas-de-Calais. La Caisse centrale de réassurance (CCR) a évalué à 550 M€ le montant potentiel des dommages liés aux inondations pris en charge dans le cadre du régime de catastrophes naturelles dans les Hauts-de-France¹²⁶.

2.2.3 EXEMPLE DE LA FILIÈRE VITICOLE

Depuis la fin des années 1980, les dates de vendange de l'ensemble des vignobles ont avancé en moyenne de 20 jours¹²⁷. Le climat influence l'ensemble des stades phénologiques de la vigne, le taux de sucre, l'acidité, la capacité de conservation et le goût du vin. *In fine*, c'est la qualité des vins qui est en jeu.

De manière synthétique, avec les effets du changement climatique¹²⁸ :

- L'avancée de la phénologie devrait se poursuivre, voire s'accélérer dans certaines régions ;
- La typicité des vins pourrait changer dans la plupart des régions ;
- La production pourrait être affectée de manière très contrastée selon les régions (ex. productivité potentielle améliorée dans la moitié Nord, stress hydrique et degré alcoolique élevé dans la moitié Sud, effets plutôt positifs dans le Sud-Ouest) ;
- La modification du régime des pluies accentuerait les périodes de forte contrainte hydrique en particulier dans la moitié Sud ;
- Une augmentation de la pression des maladies cryptogamiques est possible notamment sur les vignobles septentrionaux.

La filière viticole française a déployé une démarche de science participative complète (projet Laccave de l'Inrae, plus de 600 praticiens contributeurs, 24 laboratoires de recherche) partant de l'identification des effets du changement climatique pour identifier les besoins d'adaptation qui lui sont spécifiques avec comme ambition de traiter 7 domaines d'action :

- Améliorer la connaissance des zones viticoles ;
- Agir sur les conditions de production ;
- Favoriser le matériel végétal adapté ;
- Agir sur les pratiques œnologiques ;
- Suivre les évolutions du marché et garantir l'évolution des prix ;
- Renforcer la recherche, le développement, le transfert et la formation ;
- Contribuer à l'atténuation du changement climatique.

Les narratifs des scénarios d'adaptation¹²⁹ ont été mis en débat au cours de la démarche dans la plupart des régions viticoles entre 2016 et 2019. Les 2700 propositions d'actions répertoriées se répartissent en 4 catégories :

- La recherche et l'expérimentation ;
- Les évolutions réglementaires ;
- Le soutien aux solutions locales ;
- La formation et la communication.

Deux axes d'adaptation se dégagent : un axe à forte intensité technologique avec un recours accru à l'irrigation pour la viticulture en IGP ; et un axe à fort développement agroécologique et biologique avec des solutions locales ou régionales pour la viticulture en appellation d'origine contrôlée (AOC). L'objectif qui rassemble les acteurs consiste à viser à « continuer à produire des vins conservant les profils actuels [...] tout en demeurant dans le contexte géo-pédologique des AOP-IGP actuelles »¹³⁰. Les travaux ont également fait ressortir l'opportunité pour de nouveaux vignobles d'émerger dans des nouveaux territoires viticoles avec un accompagnement marketing innovant associé. Les pratiques de taille de vignes s'adaptent à l'évolution du risque de gel¹³¹.

2.2.4 IMPACTS PROJETÉS

L'irrigation peut réduire le stress dû à la chaleur et à la sécheresse, par exemple pour le blé et le maïs, mais son utilisation sera de plus en plus souvent limitée par la moindre disponibilité de l'eau (cf. encadré 2.c). Sans irrigation, les pertes de rendement de la culture du maïs atteignent 23 % en moyenne pour l'Europe avec des valeurs de 80 % dans certains pays (Portugal, Bulgarie, Grèce et Espagne) pour un niveau de réchauffement planétaire de 1,5 et 2 °C¹³². Les stratégies d'adaptation testées (modification des dates de semis et des variétés pour éviter les stress thermiques et les conditions de sécheresse) ne seront pas suffisantes pour pallier les effets négatifs du changement climatique pour le maïs. Malgré une forte variabilité, les projections pour le blé montrent une hausse des rendements en Europe du Nord vers 2050 allant de 5 à 16 % et des réductions en Europe du Sud en 2050 allant jusqu'à 49 % pour un niveau de réchauffement planétaire de 1,5 et 2 °C¹³³.

Avec un réchauffement planétaire de l'ordre de 2 °C, les cultures actuelles en France seraient exposées à des pertes moyennes de rendement de plus de 10% par rapport aux rendements moyens actuels pour la plupart des cultures. Les pertes de récoltes pour les prairies du fait des sécheresses sont évaluées à 25 % en climat futur à l'horizon 2050 et à 7 et 10 % pour le blé tendre et l'orge d'hiver respectivement¹³⁴. Les pertes seront plus importantes lors des années extrêmes, où le réchauffement climatique se superpose à la variabilité naturelle.

En réponse à 2 °C de réchauffement planétaire, les zones agro-climatiques en Europe devraient se déplacer vers le Nord de 25 à 135 km par décennie. Certains risques augmenteront, en particulier le stress hydrique, les températures plus élevées que les normales et le gel post-floraison. Les impacts négatifs du réchauffement et de la sécheresse pourraient être compensés par un effet positif pour la croissance végétale de l'augmentation de la teneur en CO₂ atmosphérique, qui est le substrat de la photosynthèse. Cet effet positif est plus important pour des cultures d'origine tempérée telles que le blé d'hiver que pour des cultures d'origine tropicale comme le maïs. L'ampleur de l'effet du CO₂ atmosphérique sur les rendements dépend toutefois également d'autres facteurs comme la fertilisation azotée, et son importance est encore incertaine.

À 2-4 °C de réchauffement planétaire, la production fourragère pour les troupeaux à l'herbe augmentera

vraisemblablement en Europe du Nord et dans les Alpes du Nord, tandis qu'elle diminuera probablement en Europe du Sud et dans les Alpes du Sud en raison de la chaleur et de la rareté de l'eau.

À 3-4 °C de réchauffement climatique planétaire, la probabilité d'atteindre des limites pour la disponibilité de la ressource en eau est importante, que ce soit pour les cours d'eau à régime pluvial ou alimentés par la fonte nivale et des glaciers. Les besoins d'adaptation augmentent rapidement en fonction du niveau de réchauffement. Les réductions des rendements agricoles seront plus importantes dans le Sud de l'Europe, avec des pertes moindres ou des gains dans le Nord¹³⁵. Les impacts les plus importants du réchauffement sont prévus pour le maïs avec des pertes de rendement dans toute l'Europe de 50 à 100 % à 4 °C de réchauffement mondial. L'utilisation de certaines variétés peut compenser le stress thermique sur le maïs en Europe de l'Ouest et Centrale et conduire à des augmentations de rendement pour l'Europe du Nord, mais pas pour l'Europe du Sud à 3-4 °C de réchauffement climatique mondial. Les avantages d'une saison de croissance plus longue en Europe du Nord et de l'Est seront contrebalancés par un risque accru de vagues de chaleur précoces au printemps et en été. Dans un climat à +4°C¹³⁶, les pertes nettes de rendement conduiront à des réductions de la valeur de la production agricole de 7 % pour l'UE et le Royaume-Uni et de 10 % pour le sud de l'UE.

Les projections sous-estiment les événements extrêmes (stress thermique et sécheresse) alors qu'ils créent les impacts les plus importants pour le secteur agricole¹³⁷.

Les stress thermiques et hydriques vont augmenter et devenir plus fréquents et ils pourraient ne pas être totalement compensés par des changements ou améliorations génétiques ou des modifications de pratiques culturales comme l'agriculture de conservation des sols (ACS) ou les infrastructures écologiques.

Si les cultures d'hiver peuvent continuer à être pratiquées en pluvial (i.e. sans irrigation) avec le changement climatique, dans beaucoup de situations, et notamment dans le Sud de la France, beaucoup de cultures d'été actuelles auront du mal à se maintenir en régime pluvial. Sans modifications importantes des techniques culturales et sans irrigation, leurs rendements devraient fortement baisser.

Exemple d'impacts du changement climatique projetés sur la ressource en eau et les capacités d'irrigation par retenues de substitution dans le bassin versant du Marais Poitevin¹³⁸

2.c

Dans le Marais Poitevin, le changement climatique devrait se manifester de la manière suivante : une augmentation de la température moyenne, de faibles modifications de la pluviométrie annuelle moyenne, une augmentation de l'évaporation, une diminution de la recharge de la nappe, une diminution des débits d'étiage, et une diminution de la surface des zones humides¹³⁹ ainsi qu'une augmentation de la variabilité inter-saisonnière et interannuelle.

Pour faire face à ces impacts du changement climatique, de plus en plus d'agriculteurs irrigants se tournent vers les retenues de substitution. Ces ouvrages sont revendiqués par certains agriculteurs comme solutions d'adaptation permettant de maintenir les niveaux d'irrigation actuels en période de sécheresses estivales. Les retenues de substitution sont conçues pour stocker de l'eau en hiver en puisant dans les nappes phréatiques lorsque les précipitations et les niveaux des nappes sont les plus élevées afin d'utiliser en été cette eau stockée pour irriguer les cultures.

Or les impacts du changement climatique susmentionnés pourraient avoir des conséquences sur les retenues de substitution. En effet, la diminution de la ressource en eau combinée à l'augmentation de la variabilité inter-saisonnière et interannuelle impactent le fonctionnement des retenues de substitution. Le changement climatique induit une diminution des niveaux des nappes phréatiques en hiver qui à son tour rend plus difficile la possibilité de remplir les retenues de substitution, faute d'eau en quantité suffisante dans les nappes.

Le climat futur pourrait également présenter, au moins à court terme (horizon 2030), des opportunités pour l'agriculture en France¹⁴⁰ (cf. annexe 2.5.1). Certaines cultures pourraient voir leurs rendements augmenter dans le centre et le nord de la France (blé tendre, maïs grain, sorgho). Le changement climatique pourrait

également augmenter l'aire de répartition de certaines cultures vers le nord (blé dur). Et le climat de certains territoires pourrait devenir propice au développement de nouvelles cultures (colza, tournesol) ou générer des conditions de production plus optimales (vignobles en Champagne).

2.2.5 VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION

Des travaux d'identification de besoins d'adaptation ont été engagés dans plusieurs filières et soulignent notamment le besoin d'évolutions réglementaires et de soutiens financiers¹⁴¹. En partant du constat des impacts du changement climatique sur les cultures, mentionnés précédemment, on peut également en déduire les besoins d'adaptation suivants :

- Une connaissance et une maîtrise de techniques et de matériels de production moins consommateurs d'eau et favorisant le maintien d'une biodiversité riche dans les sols ;
- Une gouvernance multi-acteurs inclusive de la gestion des ressources en eau et des sols pour trouver des compromis entre les différents usages de l'eau au sein des territoires ;
- Un signal politique clair de la part des pouvoirs publics et des filières agricoles en faveur d'une transformation profonde des systèmes agricole et alimentaire français vers une agriculture moins sensible à long terme du aux effets changement climatique et aux impacts économiques induits, impliquant tous les acteurs d'un bout à

l'autre de la chaîne de valeur et encadrée par une réglementation et des investissements publics et privés cohérents avec les objectifs fixés ;

- Un dispositif d'indemnisation des pertes et dommages des agriculteurs qui expérimentent une agriculture plus résiliente.

La récurrence des sécheresses accentue le besoin de renforcer la gouvernance concertée pour l'usage de la ressource en eau en associant tous les acteurs

pour éviter les conflits d'usage et limiter les risques de maladaptation¹⁴².

La combinaison des sécheresses et des vagues de chaleur de ces dernières années ont mis en avant plusieurs limites du système assurantiel des acteurs agricoles. S'il est trop tôt pour évaluer les effets des récentes réformes des systèmes d'assurance récolte et de calamités agricoles, les projections actuelles des impacts économiques dus au changement climatique sur la France montrent que le système actuel n'est pas viable à moyen terme pour les agriculteurs français¹⁴³.

2.3 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNÉRABILITÉS DE L'ÉLEVAGE

2.3.1 IMPACTS OBSERVÉS ET PROJETÉS

Outre les difficultés liées à la production de fourrages pour les troupeaux, les vagues de chaleur induisent des impacts importants sur l'élevage se manifestant par des problèmes de santé et de bien-être animal entraînant une diminution des performances de production¹⁴⁴.

La chaleur, en interaction avec l'humidité, affecte le bétail directement exposé dans les bâtiments ou à l'extérieur. La chaleur a un impact négatif sur la santé animale, la nutrition, le comportement et le bien-être, la productivité et la qualité des productions animales. Le changement climatique affecte également la production des prairies, la composition des fourrages et leur qualité. Le réchauffement augmente la durée de la saison de croissance des pâturages, tandis que la récurrence et l'intensité des sécheresses réduisent cette durée et peuvent conduire à une réduction du cheptel pour les ruminants nourris à l'herbe et à l'abandon des pâturages de montagne éloignés.

Les vagues de chaleur ont des effets directs entraînant une baisse de production des animaux d'élevage, voire une surmortalité en conditions de canicule, particulièrement lorsque les bâtiments ne permettent pas d'évacuer la chaleur, et lorsque la densité des animaux (volailles, porcins) et l'intensité de la production (vaches laitières) s'accompagnent d'une chaleur métabolique importante¹⁴⁵. En 2022, la sécheresse pourrait avoir causé entre 2 à 4 Mrd€ de pertes aux éleveurs fran-

çais¹⁴⁶. Face à la hausse du prix du fourrage du fait d'un manque d'herbe, les éleveurs pourraient être contraints de diminuer la taille de leur cheptel dans certaines régions. Les impacts projetés sur les volailles et les porcs sont faibles lorsque la température des bâtiments d'élevage est régulée, mais les impacts négatifs sont plus importants lorsque les systèmes ouverts prédominent.

L'augmentation des températures accroît les besoins en eau des animaux, ce qui risque d'affecter l'accès des éleveurs et des animaux aux sources d'eau potable¹⁴⁷. Les changements dans la disponibilité de l'eau peuvent résulter d'une diminution de l'offre ou d'une concurrence accrue de la part d'autres secteurs et s'accompagner de modifications de la qualité de l'eau, telles que l'augmentation des niveaux de micro-organismes et d'algues, qui peuvent avoir un effet négatif sur la santé des animaux¹⁴⁸. Dans les systèmes d'élevage à forte consommation d'intrants, les coûts de l'eau peuvent augmenter considérablement en raison d'une concurrence accrue pour l'eau¹⁴⁹.

Les impacts de la chaleur sur la productivité sont différents selon le type d'animaux¹⁵⁰. Les impacts directs des températures élevées sur les petits ruminants (moutons et chèvres) sont relativement faibles comparés à ceux observés sur les plus gros ruminants. Et au sein des petits ruminants les chèvres sont mieux à même de faire face à des facteurs de stress multiples que les moutons.

Les sécheresses entraînent une diminution de la production fourragère, réduisant les sources d'alimentation pour les animaux d'élevage et augmentant les coûts pour les éleveurs. Les effets cumulés des impacts sur la productivité fourragère au niveau mondial devraient entraîner une baisse de 7 à 10 % du nombre de têtes de bétail d'ici à 2050 pour un réchauffement de +2 °C, ce qui représente une perte d'actifs liés à l'élevage de 10 à 13 Mrd\$¹⁵¹.

Les effets du changement climatique entraîneront vraisemblablement une réduction de la production laitière à l'herbe en Europe de l'Ouest et du Sud. Le changement climatique modifie également la prévalence, la distribution et la charge des agents pathogènes des animaux d'élevage et de leurs vecteurs. À l'issue d'un processus de hiérarchisation des risques, six maladies animales ont été considérées comme étant susceptibles d'être les plus affectées par les changements cli-

matiques¹⁵² : la fièvre de la vallée du Rift, l'infection au virus West Nile, la leishmaniose viscérale, les leptospiroses, la fièvre catarrhale ovine et la peste équine.

Le changement climatique pourrait déplacer les régions propices à l'élevage. Au niveau mondial, 10 % (\pm 5 %) des zones de pâturage pourraient devenir vulnérables à la pénurie d'eau due au changement climatique d'ici 2050. Les gains d'efficacité dans l'utilisation de l'eau grâce à des concentrations élevées de CO₂ ont le potentiel d'augmenter les quantités de fourrage, bien que les effets sur les valeurs nutritionnelles soient ambigus. En outre, les changements spatiaux des régimes de température et d'humidité peuvent déplacer les régions propices à la production animale, en ouvrant de nouvelles zones propices dans certaines régions ou en encourageant des changements de races spécifiques mieux adaptées aux futurs régimes climatiques.

2.3.2 VULNÉRABILITÉS ET BESOINS D'ADAPTATION

Les différentes filières dans le cadre du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique ont mis en avant le besoin d'outil de diagnostic de vulnérabilités spécifique à chaque filière.

Les filières « ruminants » ont déjà engagé des travaux de diagnostic de vulnérabilités (cf. encadré 2.d) et d'identification de besoins d'adaptation. L'outil d'analyse de la vulnérabilité des exploitations développé par l'institut de l'élevage (Idele) peut servir d'exemple sur

lequel d'autres filières pourraient s'appuyer pour développer des outils. Les critères de diagnostic de vulnérabilités intègrent différents enjeux climatiques notamment la question des sols (portance, asphyxie) ; le stress thermique des animaux (ombrage par des arbres et haies pour le pâturage, conceptions de bâtiments adaptés, équipement en abreuvement, modification des périodes de reproduction et de vente, nouveaux types d'animaux élevés) ; la sécurisation du système d'élevage (origine des fourrages, volume des stocks de

Encadré

2.d

Principaux déterminants de la vulnérabilité au changement climatique des systèmes d'élevage bovin¹⁵³

Certains facteurs intrinsèques au fonctionnement des systèmes d'élevage bovin les rendent vulnérables aux impacts du changement climatique. Les principaux déterminants de la vulnérabilité au changement climatique des systèmes d'élevage bovin sont l'absence de résistance thermique naturelle des animaux d'élevage en période de vagues de chaleur et la dépendance en sources d'approvisionnements en eau et en nourriture exposées aux sécheresses. Des bâtiments d'élevage non dimensionnés pour maintenir un confort thermique des animaux suffisant ou un type d'ombrage insuffisant sur les parcours de pâturage rendent les systèmes d'élevage bovin vulnérables en période de vagues de chaleur. Des systèmes d'alimentation des animaux d'élevage reposant sur des sources peu diversifiées, reposant peu sur le pâturage, impliquant peu ou pas de stocks de fourrages de sécurité, fortement dépendant des achats externes de fourrages et de concentrés, fortement consommateurs d'eau rendent les systèmes d'élevage bovin vulnérables en période sécheresse.

sécurité, nouvelles sources de fourrage, autonomie en protéines, politique de renouvellement des animaux) ; la production de fourrage (rythme de pousse sur l'exploitation, réactivité de récolte, impact des sécheresses déjà constaté, pouvant conduire à une complexification des systèmes fourragers).

Les besoins d'aides aux investissements sont mis en avant par les éleveurs pour financer les infrastructures et matériels de stockage de fourrage, la rénovation et

la construction de bâtiments adaptés (ventilation, réfléchissement de la lumière, abords végétalisés, etc.), l'implantation de haies pour l'ombrage et l'aménagement d'abreuvement au pâturage.

Du côté de la filière bovins viande, la sélection génétique pour élever des animaux plus robustes et résilients et l'adaptation des gabarits ont été identifiés par les éleveurs comme des besoins pour adapter leur activité au changement climatique.

2.3.3 EXEMPLE DE LA FILIÈRE LAITIÈRE

La filière laitière regroupe les producteurs de lait, les coopératives laitières et transformateurs privés, le commerce, la distribution et la restauration. Pour effectuer des choix d'investissement parfois lourds, les éleveurs laitiers ont besoin d'anticiper les principaux facteurs d'influence du système de production. Il s'agit de maintenir ou renforcer la performance économique et la compétitivité de la filière laitière en tenant compte de l'influence du climat qui change sur les facteurs de production (animal comme végétal). À travers l'action Climalait, le Centre national interprofessionnel de l'économie du lait (Cniel) a engagé des travaux pionniers en 2015 pour évaluer les potentiels besoins d'adaptation des schémas techniques de production (conduite de troupeaux, gestion fourragère, schémas culturels) en s'appuyant sur une démarche : décrire l'évolution du climat (approche multi-modèle) ; étudier l'impact sur les cultures (modèle STICS de l'Inrae) ; faire ressortir les pistes d'adaptation et évaluer collectivement les pistes d'adaptation.

En comparant les périodes passées (1986 à 2014) et les projections climatiques, les travaux concluent à l'augmentation importante du nombre de jours de stress thermique modéré ou marqué pour les animaux dans un climat où le niveau de réchauffement mondial atteint 4 °C. La limitation du stress thermique des animaux passe par un aménagement des bâtiments (ex. ventilation, humidification, ombre). De 2018 à 2020, des travaux en prolongement ont permis de consolider les connaissances et de produire des recommandations pour les éleveurs :

- Élaborer une méthode de diagnostic des conditions d'ambiance en période estivale, utilisant des indices de confort climatique ;
- Identifier les éléments clés pour atténuer l'impact du stress thermique ;

- Clarifier les messages sur la démarche à entreprendre pour limiter l'impact du stress thermique ;
- Donner des recommandations de mise en œuvre des solutions rafraîchissantes.

Les travaux se poursuivent au niveau de la sélection génétique dans la logique de favoriser la thermo-tolérance des bovins laitiers¹⁵⁴.

La filière laitière a également identifié des options d'adaptation relatives au fourrage. Les facteurs d'adaptation concernant les fourrages qui ressortent de l'ensemble des 20 zones étudiées (sur l'ensemble de la métropole) sont les suivants :

- Les cycles des cultures seront modifiés impliquant la nécessité d'adapter la gestion et la récolte ;
- La variabilité interannuelle des rendements se maintient voire s'accroît impliquant la nécessité de mobiliser des stocks ;
- Les rendements varient différemment selon les cultures incitant à choisir en conséquence les variétés et espèces cultivées.

L'augmentation des températures au printemps et en été permettent d'envisager une coupe supplémentaire avant la sécheresse estivale (exemple de la luzerne en Ile-et-Vilaine). Les différents itinéraires techniques étudiés aboutissent à une hausse de rendement moyen mais avec une forte variabilité interannuelle.

Ces travaux ont déjà impliqué plusieurs centaines d'acteurs et continuent de se diffuser à toutes les échelles (nationale, régionale, petites régions agricoles) pour renforcer l'adaptation de la filière laitière au changement climatique notamment dans le cadre de la mise en œuvre de la feuille de route climat de la filière lait¹⁵⁵.

2.4 SENSIBILITÉ DU SYSTÈME ALIMENTAIRE, RISQUES COMBINÉS ET EN CASCADE

Les événements extrêmes climatiques déclenchent également des chocs sur les marchés de produits avec des changements rapides et brutaux qui ne pourront pas toujours être compensés par les productions des régions non touchées par ces événements. Ils pourraient, en augmentant les risques de perte de production ou de rendement au niveau mondial, contribuer à augmenter la volatilité des prix à laquelle seraient exposés les agriculteurs et les consommateurs français. Cela constituerait un risque supplémentaire, accompagnant celui de baisse des rendements. La chaleur intense dégrade les conditions de travail¹, les actifs agricoles y sont particulièrement exposés.

L'importance du volume et de la valeur économique des pertes de production agricole associées aux catastrophes peuvent déséquilibrer les systèmes alimentaires nationaux et parfois mondiaux. En fonction des balances commerciales et d'autres facteurs, les disponibilités alimentaires peuvent être réduites, tandis que l'accès aux denrées alimentaires disponibles peut également être restreint au cours de la période suivant la catastrophe. Ce détournement déclenché par la catastrophe peut entraîner une disponibilité réduite, une forte hausse des prix et conduire à des interruptions de l'approvisionnement alimentaire normal et, associé à des inefficacités dans les systèmes alimentaires, il peut provoquer in fine des conditions d'insécurité alimentaire au niveau national ou local¹⁵⁶.

Si, dans des circonstances climatiques habituelles, le système alimentaire mondial peut compenser les pertes de récoltes locales à travers le stockage de céréales et le commerce, la conjonction de phénomènes tels que El Niño avec des extrêmes climatiques régionaux pourraient augmenter la probabilité de pertes de récolte simultanées des principaux greniers à céréales mondiaux, ce qui menacerait la sécurité alimentaire mondiale. Une première analyse empirique des structures de dépendance mondiales et régionales aux risques climatiques dans les greniers à céréales mondiaux montre que¹⁵⁷ :

- La variabilité du climat est un facteur explicatif d'au moins 30 % des fluctuations annuelles dans les rendements agricoles ;

- Si dans des circonstances de climat habituelles, le système alimentaire mondial peut compenser les pertes de récoltes locales à travers le stockage de céréales et le commerce, en revanche, il n'est pas certain que le système alimentaire mondial soit résilient à des conditions climatiques plus extrêmes, lorsque des restrictions d'exportation et une diminution des stocks de céréales risquent d'affaiblir la liquidité des marchés des produits agricoles de base, résultant en une plus grande volatilité des prix ;
- Des téléconnexions climatiques entre des phénomènes globaux tels que El Niño et des extrêmes climatiques régionaux (vagues de chaleur, inondation) pourraient donner lieu à de mauvaises récoltes de manière simultanée dans différentes régions, par conséquent constituant un risque pour le système alimentaire mondial et amplifiant les menaces à la sécurité alimentaire mondiale ;
- À l'échelle mondiale, la probabilité de pertes de récolte simultanées s'est considérablement accrue pour toutes les cultures, à l'exception du riz ;
- Considérant les événements extrêmes, la probabilité annuelle que tous les greniers expérimentent des risques climatiques simultanés augmente de 0,3 à 1,2 % pour le blé, de 0,8 à 1,1 % pour le maïs, et de 1,7 à 2 % pour le soja ;
- L'analyse de la superposition des risques climatiques interdépendants et des schémas commerciaux mondiaux met en évidence l'importance de la dépendance climatique entre les greniers à céréales dans le système alimentaire mondial.

Bien que le changement climatique à lui seul ne présente qu'un risque d'insécurité alimentaire limité en France et en Europe, la combinaison d'événements tels que les conflits armés et les pandémies peut fragiliser les systèmes alimentaires européens et les rendre plus vulnérables aux chocs climatiques¹⁵⁸. Par exemple, les prix des denrées alimentaires ont augmenté de 60 % en Europe depuis le début de la crise ukrainienne et les prix de l'énergie et surtout des engrais ont augmenté, entraînant une augmentation des coûts des productions végétales.

¹ Selon l'Organisation internationale du travail, en moyenne un travailleur perd 50 % de ses capacités pour une température de 33-34°C.

2.5 ANNEXES DU CHAPITRE 2

2.5.1 RISQUES ET OPPORTUNITÉS À L'HORIZON 2030 POUR LES CULTURES EN FRANCE¹⁵⁹

Tableau 2.a - Risques et opportunités à l'horizon 2030 pour les cultures en France

CULTURES	RISQUES ET OPPORTUNITÉS CLIMATIQUES	CLIMAT ACTUEL	CLIMATS FUTURS
BLÉ TENDRE	Risques	Diminution du confort hydrique au printemps et en été (principalement dans les sols à faible réserve en eau). Augmentation du risque d'échaudage au printemps. Réductions du rendement comprises entre 10 % et 15 % dans le sud-ouest de la France.	Le rendement devrait diminuer (de 10 % à 15 %) dans le sud ouest de la France.
	Opportunités	Augmentation du nombre de jours disponibles pour les emblavements. Valorisation de l'augmentation du rayonnement et de la concentration de CO ₂ . Réduction du risque de gel au stade épi 1 cm. Tendance à l'augmentation du nombre de grains produits. Tendance à la réduction des maladies fongiques.	Réduction de la durée du cycle de la plante (de 10 à 20 jours) et des risques climatiques estivaux (déficit hydrique et stress thermique). Le rendement devrait augmenter de 3 % à 5 % dans le centre et la partie nord de la France.
BLÉ DUR	Risques	Diminution du confort hydrique au printemps et en été (cependant le blé dur s'avère plus résistant au stress hydrique en comparaison au blé tendre). Augmentation du risque d'échaudage au printemps.	Réduction du rendement (de 5 % dans le sud-ouest de la France (sans irrigation supplémentaire).
	Opportunités	Augmentation du nombre de jours disponibles pour les emblavements. Valorisation de l'augmentation du rayonnement et de la concentration de CO ₂ . Réduction du risque de gel au stade épi 1 cm. Tendance à l'augmentation du nombre de grains produits. Tendance à la réduction des maladies fongiques.	Réduction de la durée du cycle de la plante (de 10 à 20 jours) et des risques climatiques estivaux (déficit hydrique et stress thermique). Principalement présent dans le sud de la France, le blé dur pourrait s'étendre dans les zones les plus septentrionales (point de vigilance : température létale -16 °C).
MAÏS GRAIN	Risques	Un raccourcissement du cycle cultural de plus de 20 jours qui : <ul style="list-style-type: none"> ■ Augmente les risques climatiques estivaux (déficits hydriques et vagues de chaleur) ; ■ Diminue la période de remplissage des grains. Pas de valorisation de l'augmentation de la concentration en CO ₂ . Feuilles larges, très sensibles au stress hydrique et aux vagues de chaleur.	La diminution du rendement peut être supérieure à 25 % dans le sud de la France (même avec un apport d'eau supplémentaire).
	Opportunités	Réduction du risque de températures froides pour le centre et le nord de la France et possibilité d'un semis plus précoce.	Légère augmentation de rendement (avec un apport d'eau supplémentaire) pour le centre et le nord de la France.

CULTURES	RISQUES ET OPPORTUNITÉS CLIMATIQUES	CLIMAT ACTUEL	CLIMATS FUTURS
SORGHO	Risques et opportunités	Observations identiques à celles du maïs avec toutefois une plus grande capacité à faire face au déficit hydrique et aux vagues de chaleur (indice foliaire inférieur et système racinaire plus profond).	Impacts identiques à ceux du maïs grain, avec cependant une moindre ampleur.
COLZA	Risques	Sensibilité élevée liée à la sécheresse du sol lors des premiers stades (implantation).	Diminution du rendement (de 15 % à 25 %) dans le sud de la France.
	Opportunités	Réduction des risques liés aux températures froides en hiver (gel des feuilles < - 4 °C et température létale < -15 °C). Valorisation de l'augmentation du rayonnement et de la concentration de CO ₂ .	Au nord-est et au centre-est de la France, possibilités de mise en culture par la diminution de gelées intenses hivernales.
TOURNESOL	Risques	Un raccourcissement du cycle cultural qui : <ul style="list-style-type: none"> ■ Augmente les risques climatiques estivaux (déficits hydriques et vagues de chaleur). ■ Diminue la période de remplissage du grain. La floraison et le remplissage des grains pourraient être affectés par l'augmentation de la température et des vagues de chaleur (seuil 32°C) et le stress hydrique en été. Augmentation de la variabilité du rendement interannuel due à la sécheresse pendant la phase végétative.	Réduction du rendement (de 5 % à 10 %) dans le sud ouest de la France (sans irrigation supplémentaire).
	Opportunités	Réduction des risques liés aux températures froides au printemps (besoin d'un minimum de 4 °C pour la germination). Valorisation de l'augmentation du rayonnement et de la concentration de CO ₂ .	Au nord-est et au centre-est de la France, possibilités de mise en culture par la diminution de températures froides printanières.
VIGNE	Risques	Avancement des stades phénologiques (20 à 40 jours) avec des conséquences négatives sur la qualité du raisin liées aux températures élevées pendant la période de maturation. Température plus élevée en été : Réduction de la qualité du vin par une teneur plus élevée en sucre (degré d'alcool supérieur) et faible teneur en acide. Augmentation des ravageurs. Date de récolte plus précoce (Indépendamment du type de cépage ou bien de la région viticole française, les dates de vendanges ont lieu au moins deux semaines plus tôt qu'en 1988) : <ul style="list-style-type: none"> ■ Déficit hydrique selon le recours ou non à des systèmes d'irrigation. ■ Diminution du rendement et parfois une meilleure qualité. 	Les préoccupations principales concernent la qualité future du vin et le développement de l'irrigation dans les terroirs du sud de la France.
	Opportunités	Progression des vignobles vers le nord.	Pour les vignobles déjà installés au nord, comme le Champagne, des conditions climatiques plus optimales sont attendues.
FRUITS	Risques	Températures froides : <ul style="list-style-type: none"> ■ Des exigences en froid plus difficiles à atteindre dans certaines zones. ■ Déficit hydrique : production de pommes (quantité et calibres de fruits inférieurs), et peut-être la qualité des fruits (composition). ■ Dépend du type de systèmes d'irrigation. Événements climatiques extrêmes (grêle ou tempête de vent, mini tornade) : dommages sur les arbres pouvant affecter l'ensemble d'une parcelle.	Les risques climatiques sont répartis sur toute l'année, que ce soit par des températures élevées au printemps ou en été (impact sur le rendement et le calibre des fruits) ou de basses températures en hiver (dormance). Gel tardif.

CULTURES	RISQUES ET OPPORTUNITÉS CLIMATIQUES	CLIMAT ACTUEL	CLIMATS FUTURS
FRUITS	Risques	Pommes Températures plus élevées : <ul style="list-style-type: none"> ■ Date de floraison plus précoce qui augmente le risque de gel pendant la phase de fructification. ■ Augmentation des ravageurs (plus de générations de carpocapse). ■ Certaines variétés de pommes ne sont pas adaptées au climat plus chaud (nécessité de changer les variétés). 	
	Opportunités	Pommes Nouvelles variétés ou nouvelles espèces plus adaptées à un (nouveau) climat plus chaud.	Besoin de développement de systèmes d'irrigation à meilleure efficacité et création de réserves de stockage d'eau.

Source : Métayer N. (2020). Life AgriAdapt.

2.5.2 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE EN EUROPE

Les événements météorologiques et climatiques extrêmes qui ont le plus d'impacts sur l'agriculture en Europe sont les vagues de chaleur, les sécheresses (agricoles, météorologiques, hydriques), les impacts cumulés liés aux sécheresses (période de sécheresse combiné à des températures extrêmes) et les gelées générant des pertes économiques importantes compte tenu de la valeur des vignes¹⁶⁰.

Les changements climatiques observés ont entraîné un déplacement vers le nord des zones agroclimatiques en Europe et un début plus précoce de la saison de croissance. Les impacts du changement climatique varient considérablement à l'échelle régionale en Europe.

Le changement climatique tend à modifier les calendriers culturaux. En Europe, la durée de la saison de croissance a augmenté d'environ 11,4 jours en moyenne entre 1992 et 2008¹⁶¹. L'anticipation de la floraison est significative quelles que soient les espèces. Il existe toutefois un gradient plus ou moins prononcé en fonction de la culture et de son positionnement dans le calendrier. Le changement climatique observé a entraîné un déplacement vers le nord des cultures en Europe et un démarrage plus précoce de la saison de croissance. Le stress thermique a augmenté au printemps dans le sud de l'UE, en été dans toute l'Europe centrale et méridionale, et s'est

récemment étendu à l'Europe du Nord. La sécheresse, les pluies excessives et les risques combinés de sécheresse et de chaleur ont occasionné des baisses de productivité pour les cultures annuelles, les cultures pérennes et les élevages. Les extrêmes météorologiques dus à des précipitations intenses et à la sécheresse estivale ont causé des pertes de production jusqu'à 30 % par rapport aux attentes tendanciennes en 2012, 2016 et 2018, soit des pertes exceptionnelles par rapport aux dernières décennies.

La gravité des impacts combinés de la canicule et de la sécheresse sur la production agricole européenne a triplé au cours des 50 dernières années, la baisse de production passant de -2 % (1964-1990) à -7 % (1991-2015)¹⁶². Les sécheresses historiques et les vagues de chaleur associées ont réduit les rendements céréaliers européens de 9 % en moyenne. Le réchauffement et l'évolution des précipitations depuis 1990 expliquent les baisses de rendement du blé et de l'orge, ainsi que l'augmentation du rendement du maïs et de la betterave sucrière. Le stress thermique a augmenté dans l'Europe du Sud au printemps, en été dans toute l'Europe centrale et méridionale, et s'est récemment étendu à la zone boréale méridionale. Les extrêmes météorologiques dus à des hivers froids, des précipitations automnales et printanières excessives et des sécheresses estivales ont entraîné des pertes

de production (jusqu'à 30 % par rapport aux prévisions) en 2012, 2016 et 2018, qui ont été exceptionnelles par rapport aux décennies récentes précédentes.

Le réchauffement a également entraîné une augmentation des rendements des légumes-fruits cultivés en plein champ, une diminution des rendements des légumes-racines, des tomates et des concombres, ainsi qu'une floraison plus précoce des oliviers¹⁶³.

Avec la sécheresse, la végétation et les cultures ont été gravement affaiblies par le manque d'eau en 2022¹⁶⁴. La France, l'Espagne, le nord de l'Italie, le centre de l'Allemagne, la Hongrie, la Roumanie, la

Slovénie et la Croatie¹⁶⁵ sont parmi les régions les plus affectées par la sécheresse.

Depuis 1980, les événements météorologiques extrêmes ont causé des dommages de près de 487 Mrd€ aux économies de l'UE¹⁶⁶.

En Europe, les risques liés aux inondations pour la production agricole devraient augmenter, avec une augmentation moyenne des pertes de production annuelles attendues d'environ 11 M€ (à une température de 1,5 °C), 12 M€ (à une température de 2 °C) et 15 M€ (à une température de 3 °C) par rapport à la période de référence de 2010.

2.6 NOTES ET RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 2

79. Haut conseil pour le climat (2023) « Acter l'urgence, engager les moyens ». Chapitre 1.
80. Sorel M. et al. (2023) « Bilan climatique de l'année 2022. La Météorologie », 120, 2-4 https://www.lameteorologie.fr/issues/2023/120/meteo_2023_120_2
81. Cf. note 79.
82. GIEC (2021), Résumé pour décideurs. In : « Changement climatique 2021 : Les bases scientifiques physiques », 6^e rapport d'évaluation <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
83. World weather attribution www.climateattribution.org/event-database
84. Cf. note 79.
85. GIEC (2021). « Changement climatique 2021 : Les bases scientifiques physiques », 6^e rapport d'évaluation <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
86. Prefecture de Mayotte, Agence régionale de santé.
87. GIEC (2022) : Eau In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
88. Cf. note 79.
89. SDES (2022). « Évolutions de la ressource en eau renouvelable en France métropolitaine de 1990 à 2018 », MTECT. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/evolutions-de-la-ressource-en-eau-renouvelable-en-france-metropolitaine-de-1990-2018>
90. Dossier sol et changement climatique <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/thematiques/sols#toc-le-changement-climatique-met-le-sol-sous-pression>
91. Cf. note 79.
92. Chambres d'agriculture (2022), « Sécheresse, retours au 1er septembre 2022 » https://www.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/002_inst-site-chambres/actu/2022/note-secheresse_08-2022_V05-09.pdf
93. Cf. note 92.
94. CGAAER, IGA, CGEDD (2023) « Retour d'expérience sur la gestion de l'eau lors de la sécheresse 2022 », Rapport de mission d'inspection.
95. Agreste (2022) « Conjoncture, novembre 2022 », n°2022-146, ISOP – 8/8, https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraPra22146/2022_146_InforapPrairies.pdf
96. Agreste (2023) « Bulletin de novembre 2023 », n°146, Infos rapides ISOP – n°08/08, https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraPra23146/2023_146inforappraeries.pdf
97. Oliver E. C. J. et al. (2021) « Marine Heatwaves », Annual Review of Marine Science, 13, 313-342. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-marine-032720-095144> Cité par Teixidó N. et Carbone C. (2023) « Impacts des vagues de chaleur sur la biodiversité marine », in Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique « Les vagues de chaleur dans un contexte de changement climatique », Rapport de l'Onerc à la Première ministre et au Parlement, p. 75-81. La Documentation française, Paris. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_2023_VDC.pdf
98. Copernicus Climate Change Service (2023) « European State of the Climate 2022 » <https://www.climate.copernicus.eu/esotc/2022> Cité dans Acter l'urgence, engager les moyens, Rapport annuel du Haut Conseil pour le Climat (2023).
99. Guinaldo et al. (2023) « Response of the sea surface temperature to heatwaves during the France 2022 meteorological summer », Ocean Science, 19(3), 629-647. Cité par Haut conseil pour le climat (2023) « Acter l'urgence, engager les moyens » et par Teixidó N., Carbone C. (2023) « Impacts des vagues de chaleur sur la biodiversité marine », in Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique « Les vagues de chaleur dans un contexte de changement climatique », Rapport de l'Onerc à la Première ministre et au Parlement, p. 75-81. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_2023_VDC.pdf
100. GIEC AR6 WGI (2022) : Océans, écosystèmes côtiers et leurs services. In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
101. MTECT (2022) « Évolutions de la ressource en eau renouvelable en France métropolitaine de 1990 à 2018 » <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/evolutions-de-la-ressource-en-eau-renouvelable-en-france-metropolitaine-de-1990-2018>
102. Agreste Synthèses conjoncturelles (2022) <https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/BilanConj2022/detail> et FranceAgri-Mer <https://www.franceagri.fr/liere-fruit-et-legumes/Eclairer/Etudes-et-Analyses/Informations-de-conjoncture>
103. Agreste (2023) « Graph'agri 2022 - L'agriculture, la forêt, la pêche et les industries agroalimentaires », p.30 <https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/GraFra2022Integral/detail/>
104. Kapsambelis D., Moncoulon D., Cordier J. (2021) Modélisation à horizon 2050 de l'impact du changement climatique sur les pertes de récoltes pour informer leur assurabilité, in Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, « La prospective au service de l'adaptation au changement climatique », Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, p. 329-337. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/9782111573567_ONERC_EtudesProspectives_Web_VF.pdf

105. Agreste (2022) « Bilan conjoncturel 2022 », Synthèses conjoncturelles n° 399.
https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/BilanConj2022/Bilan_conjoncturel_2022.pdf
106. Dispositif d'indemnisation des calamités agricoles
<https://www.agriculture.gouv.fr/letat-poursuit-le-traitement-des-calamites-sur-fourrages-conformement-ses-engagements>
107. Cf. note 104.
108. Agreste (2021) « En 2021, le gel historique d'avril ampute fortement la production d'abricots », Agreste Conjoncture Infos rapides, n°2021-52.
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraFru21052/2021_052inforapabricot.pdf
109. Géorisque, dossier inondation, <https://www.georisques.gouv.fr/consulter-les-dossiers-thematiques/inondations>
110. ORACLE Occitanie (2022) « État des lieux sur le changement climatique et ses incidences agricoles en région Occitanie - Édition 2022 ».
<https://www.occitanie.chambre-agriculture.fr/publications/toutes-publications/la-publication-en-detail/actualites/oracle-2022-etat-des-lieux-sur-le-changement-climatique-et-ses-incidences-agricoles-en-region-occi/>
111. Cf. note 79.
112. Verger F. (2011) « Digos et polders littoraux : réflexions après la tempête Xynthia », Physio-Géo, Volume 5.
113. Chauveau E. et al. (2021) « Xynthia : leçons d'une catastrophe », Cybergeog: European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage, document 538
114. Métayer N. (2020). LIFE AgriAdapt : adaptation durable de l'agriculture au changement climatique. Solagro
https://www.solagro.org/medias/publications/f96_rapport-agriadapt-adaptation-agriculture-changement-climatique-2020.pdf
115. Ortiz-Bobea, A. et al. (2021) « Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth ». Nature Climate Change 11, 306-312. <https://www.nature.com/articles/s41558-021-01000-1>
116. Iizumi T. et al. (2018) « Crop production losses associated with anthropogenic climate change for 1981-2010 compared with preindustrial levels », International Journal of Climatology, 38(14), 5405-5417. <https://www.rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/joc.5818>
117. James R. A. et al. (2019) « Attribution: how is it relevant for loss and damage policy and practice? », Loss and damage from climate change: Concepts, methods and policy options, 113-154. https://www.link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-72026-5_5
118. CCR (2023) « Rapport scientifique CCR 2022 »
https://www.ccr.fr/documents/35794/1144574/CCR_RS+2022_+HD_070223+%281%29.pdf/b807f30d-aa4e-bf84-b4d0-7573df71a6c1
119. Olesen J. E. et Bindi M. (2004) « Agricultural impacts and adaptations to climate change in Europe », Farm Policy Journal, 1(3), 36-46.
https://www.cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wp-content/uploads/sites/36/2014/04/ob_agricultural.pdf
120. France Assureurs (2023) « Face aux crises, les assureurs agissent pour une société plus résiliente ».
<https://www.franceassureurs.fr/espace-presse/face-aux-crisis-les-assureurs-agissent-pour-une-societe-plus-resiliente/>
121. Cf. note 79.
122. Swiss Re (2023) « Natural catastrophes and inflation in 2022 », <https://www.swissre.com/institute/research/sigma-research/sigma-2023-01.html>
123. France Assureurs (2023) « Tous concernés par la montée des risques ».
<https://www.franceassureurs.fr/lassurance-protege-nance-et-emploi/lassurance-protege/actualites-protege/tribune-franck-le-vallois-montee-des-risques/>
124. France 24 « Pas-de-Calais: pour les agriculteurs inondés, un traumatisme et des mois de travail tombés à l'eau », 22 novembre 2023, d'après dépêche AFP.
125. Madgelaine E. « Après les inondations dans le Pas-de-Calais, les agriculteurs devant l'ampleur des dégâts », 13 novembre 2023, in *Le Figaro*
126. Le Monde avec AFP « Le Pas-de-Calais placé en vigilance orange, de nouvelles crues redoutées », 22 novembre 2023.
127. Aigrain P. et al. (2022) « La fabrique d'une stratégie viti-vinicole d'adaptation au changement climatique » in Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, « La prospective au service de l'adaptation au changement climatique », Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, p. 272-288. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/9782111573567_ONERC_EtudesProspectives_Web_VF.pdf
128. Projet Laccave : <https://www.laccave.hub.inrae.fr/>
129. FranceAgrimer (2016) « Une prospective pour le secteur vignes et vins dans le contexte du changement climatique », Les synthèses de FranceAgrimer n°40. https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/60097/document/N40_A4-Prospective%20Vin%20et%20Vigne.pdf?version=1
130. Cf note 127 et Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, p. 272-288.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/9782111573567_ONERC_EtudesProspectives_Web_VF.pdf
131. Témoignages professionnels de vignerons.
132. Hristov, J., et al. (2020) « Analysis of climate change impacts on EU agriculture by 2050 », Publications Office of the European Union,, doi:10.2760/121115, JRC119632 ; Feyen L. et al. (2020) « Climate change impacts and adaptation in Europe », JRC PESETA IV final report (No. JRC119178).
<https://www.publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119178>
133. Cf note 132.
134. Cf note 104.
135. GIEC (2022) Europe. In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation.
<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
136. Cf note 135.
137. Easterling W.E. et al. (2007). « Food, fibre and forest products ». Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry, M.L., Canziani et al. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 273-313. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter5-1.pdf>
138. Aubertin C., et al. (2023) « Les retenues de substitution : du cas de Mauzé-sur-le-Mignon (Deux-Sèvres) aux conditions générales de leur déploiement », Rapport de l'Académie d'agriculture de France.
https://www.academie-agriculture.fr/system/files_force/publications/avis-recommandations/2023/20231117rapportretenues-de-substitutionnovembre-2023.pdf
139. Guihéneuf et Le Quéau, 2023 ; Plan climat Loire-Bretagne
140. Cf. note 114.
141. Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux et Conseil général de l'environnement et du développement durable (2020), « Quelles trajectoires d'ici 2050 ? », Rapport CGEDD n° 012819-01, CGAAER n° 19056 <https://www.agriculture.gouv.fr/telecharger/122908>
142. Cf note 141.
143. Cf note 104.
144. Cf note 141.
145. Vanhoye B. (2020) Mission d'appui à la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) portant sur l'élaboration d'un plan national de prévention et de gestion des conséquences de futurs épisodes de vagues de chaleur, CGAAER n°20030.
<https://www.agriculture.gouv.fr/elaboration-dun-plan-national-de-prevention-et-de-gestion-des-consequences-des-episodes-de-canicule>
146. Témoignage d'acteur <https://www.fnec.fr/wp-content/uploads/2022/08/CPEleveursRuminantsSecheresse-OK.pdf>
147. Flörke, M. et al. (2018) « Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth ». Nat. Sustain., 1, 51-58, doi:10.1016/j.cosust.2018.10.005. Cité dans GIEC (2022) Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation.
<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
148. Naqvi, S.M.K. et al. (2015) Climate change and water availability for livestock: impact on both quality and quantity. In: ClimateChange Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation [Sejian, V., J. Gaughan, L. Baumgard and C. Prasad(eds.)]. Springer India, New Delhi, pp. 81-95. Cité dans GIEC (2022) Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
149. Rivera-Ferre, M.G. et al. (2016) « Re-framing the climate change debate in the livestock sector: mitigation and adaptation options ». Wiley. Interdiscip. Rev. Clim. Change., 7(6), 869-892, doi:10.1002/wcc.421. Cité dans GIEC (2022) Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
150. Sejian, V. et al. (2018) « Review: Adaptation of animals to heat stress ». Animal, 12(s2), s431-s444, doi:10.1017/S1751731118001945 Cité dans GIEC (2022) Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

151. Boone, R.B. *et al.* (2018) «Climate change impacts on selected global rangeland ecosystem services ». *Glob Chang Biol*, 24(3), 1382–1393, <https://www.doi.org/10.1111/gcb.13995> Cité dans GIEC (2022) *Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème* In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
152. AFFSA (2005) Rapport sur l'évaluation du risque d'apparition et de développement de maladies animales compte tenu d'un éventuel réchauffement climatique.
153. D'après le projet LIFE AgriAdapt <https://www.agriadapt.eu>
154. projets Caicalor <https://www.idele.fr/en/detail-article/caicalor-etude-de-ladaptation-des-bovins-au-changement-climatique> et H2020 Rumigen <https://www.idele.fr/en/detail-article/ladaptation-des-ruminants-au-changement-climatique-au-coeur-du-projet-rumigen>
155. Cniel (2018) « Feuille de route climatique de la filière laitière ». https://www.cniel-infos.com/GEIDEF/Feuille_de_route_Climat.pdf?Archive=439037925721&File=Feuille%5Fde%5Froute%5Fclimat%5Fpdf
156. FAO (2023) « L'impact des catastrophes et des crises sur l'agriculture et la sécurité alimentaire, prévenir et réduire les pertes en investissant dans la résilience ». <https://www.fao.org/newsroom/detail/first-ever-global-estimation-of-the-impact-of-disasters-on-agriculture/fr>
157. Gaupp F. *et al.* (2020) « Changing risks of simultaneous global breadbasket failure », *Nature Climate Change*, 10(1), 54-57. <https://www.nature.com/articles/s41558-019-0600-z>
158. Devot A. *et al.* (2023) Research for AGRI Committee – The impact of extreme climate events on agriculture production in the EU, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies ; Consilium (2023). « Food Security and Affordability ». <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/food-security-and-affordability/>
159. Solagro *et al.* (2020) « LIFE AgriAdapt : adaptation durable de l'agriculture au changement climatique », Rapport Ademe. <https://www.librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/114-life-agriadapt-adaptation-de-l-agriculture-au-changement-climatique.html>
160. Cf. note 158.
161. Brisson N. et Levrault F., éditeurs (2010), *Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. Le Livre Vert du projet CLIMATOR (2007-2010)*. ADEME. 336 p.
162. Brás *et al.* (2021), « Severity of drought and heatwave crop losses tripled over the last five decades in Europe », *Environmental Research Letters*, 1748-9326. <https://www.doi.org/10.1088/1748-9326/abf004>
163. GIEC (2022) Europe. In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
164. Toreti, A. *et al.* (2022) « Drought in Europe August 2022 », Publications Office of the European Union, doi:10.2760/264241, JRC130493 https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/ENVI/DV/2022/09-26/GDO-EDODroughtNews202208_Europe_EN.pdf
165. Baruth, B. *et al.* (2022) « JRC MARS Bulletin - Crop monitoring in Europe » - Vol. 30 No 8, Van Den Berg, M. and Baruth, B. editor(s) Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, <https://www.doi.org/10.2760/31930, JRC127964>
166. AEE (2023) « Economic Losses from Climate-Related Extremes in Europe »

3

OPTIONS ET SCÉNARIOS DE TRANSITION
DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

	MESSAGES CLÉS	P74
3.1	ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	P77
	3.1.1 OPTIONS D'ADAPTATION ET PRINCIPES GÉNÉRAUX	P77
	3.1.2 OPTIONS D'ADAPTATION RELEVANT DE L'AGRICULTURE CLIMATO-INTELLIGENTE	P80
	3.1.3 OPTIONS D'ADAPTATION RELEVANT DE L'AGROÉCOLOGIE	P83
	3.1.4 LEVIERS ACTIONNABLES POUR L'ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	P86
3.2	ATTÉNUATION DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE	P87
	3.2.1 PRATIQUES AGRICOLES POUR L'ATTÉNUATION	P87
	3.2.2 MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES BAS CARBONE ET ADAPTÉES	P95
	3.2.3 VEROUS LIMITANT L'ADOPTION DE PRATIQUES D'ATTÉNUATION	P98
3.3	DÉCARBONATION DES ÉTAPES INTERMÉDIAIRES	P101
	3.3.1 INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ET TRANSFORMATION	P101
	3.3.2 TRANSPORTS	P102
3.4	ALIMENTATION BAS-CARBONE, DURABLE ET SAINE	P103
3.5	PERTES ET GASPILLAGES ALIMENTAIRES TOUT AU LONG DE LA CHAÎNE	P105
3.6	SCÉNARIOS DE TRANSITION DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P107
	3.6.1 RÉFLEXIONS DE LA SNBC 3 POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF 2030	P107
	3.6.2 SCÉNARIOS PROSPECTIFS POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS CLIMATIQUES	P108
3.7	ANNEXES DU CHAPITRE 3	P109
	3.7.1 PRINCIPALES ACTIONS D'ATTÉNUATION POUR LES TREIZE RÉGIONS DE LA MÉTROPOLE	P109
	3.7.2 ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE VIANDE ET DE PRODUITS LAITIERS	P112
3.8	NOTES DE RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 3	P113

3

OPTIONS ET SCÉNARIOS DE TRANSITION DU SYSTÈME ALIMENTAIRE



MESSAGES CLÉS

- Le système alimentaire, dont la structure a été mise en place depuis le milieu du XX^e siècle, fait face à de nombreux freins et verrous qui ralentissent ou entravent l'adoption de pratiques et de modèles agricoles bas carbone et durables. Il s'agit par exemple de la structuration des modèles agricoles et agro-industriels autour d'un nombre restreint de cultures et de races animales et d'une spécialisation des bassins de production, ou des coûts et risques liés au changement de pratiques et de transformation de système, qui peuvent impacter le revenu des agriculteurs. Ces freins et verrous peuvent être levés par des changements profonds du système alimentaire :
 - La revalorisation des revenus des agriculteurs et des éleveurs qui transforment leurs pratiques.
 - La réorientation des dispositifs de soutien en faveur des pratiques agricoles bas carbone et adaptées au changement climatique.
 - Les offres de formations initiale et continue permettant l'acquisition des compétences nécessaires aux transformations.
 - Le renforcement du volet climat de la formation des conseillers agricoles.
 - Le renforcement de l'implication des filières et des collectivités territoriales dans la gouvernance du système alimentaire pour soutenir davantage les changements de pratiques et ouvrir des débouchés pour de nouvelles productions agricoles en mobilisant également les acteurs de la transformation, du stockage, du transport, de la distribution et de la restauration.
 - Le renforcement de la recherche et de l'innovation en appui à la transition climatique.

AGRICULTURE

- Plusieurs opportunités contribuent à la transformation de l'agriculture : le renouvellement des générations, le plus fort intérêt des jeunes installés pour les modes de production durables, la prise de conscience croissante des problèmes environnementaux et climatiques par les agriculteurs ou encore le développement de nouvelles compétences.
- Sous réserve de lever les freins et verrous associés, de nombreuses pratiques agronomiques permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'adapter l'agriculture.
 - Les principales options d'adaptation consistent à sélectionner et utiliser des variétés ou des espèces de plantes plus tolérantes à la sécheresse et aux températures élevées, sélectionner des races animales thermo-tolérantes, diversifier les cultures et les choix variétaux afin de réduire les risques à l'échelle de l'exploitation, stocker des fourrages et utiliser des parcours pour garantir les ressources alimentaires pour les troupeaux herbagers, gérer l'eau

à l'échelle du bassin versant de manière économe et solidaire, renforcer le contenu en matière organique des sols afin d'augmenter l'infiltration et le stockage de l'eau, planter des arbres pour fournir de l'ombrage aux troupeaux (ce qui contribue au stockage de carbone), limiter le vent et l'évapo-transpiration, et protéger les cultures des températures élevées.

- Des risques de maladaptation importants existent et doivent être anticipés comme le recours à l'irrigation massive dans des territoires où les apports en eau sont projetés en diminution. Des critères peuvent cependant être définis pour dimensionner les retenues de substitution aux impacts futurs du changement climatique en cohérence avec la transformation des systèmes agricoles concernés afin d'optimiser l'usage de l'eau en fonction des volumes acceptables pour respecter la viabilité des milieux aquatiques notamment.
- Des pratiques agricoles peuvent être mises en œuvre pour réduire les émissions de gaz à effets de serre de l'agriculture sans impacts négatifs sur les rendements. Elles portent notamment sur la réduction et l'optimisation du recours aux engrais azotés minéraux, la réduction des pertes d'azote lors de l'épandage, l'utilisation des légumineuses, l'alimentation et la conduite des troupeaux, la sélection génétique de troupeaux peu émetteurs, la gestion des effluents d'élevage, ou encore la réduction et l'optimisation de l'usage des énergies fossiles.
- Des pratiques permettent de stocker du carbone dans les sols agricoles et la biomasse comme l'agroforesterie, les haies, les prairies, les cultures intermédiaires et les apports d'engrais organiques. Le stockage de carbone étant réversible, son caractère pérenne dépend de la durée des pratiques stockantes. La conservation des stocks de carbone des sols est essentielle, en évitant le retournement des prairies permanentes et le drainage des zones humides.
- L'agriculture est, en outre, à même de contribuer à la production d'énergie (ex. biocarburants, biogaz, agrivoltaïsme) mais cela peut, selon les conditions choisies, engendrer des conflits d'usage des terres et impacter la production agricole à visée alimentaire.
- En combinant l'ensemble de ces mesures d'atténuation et sans tenir compte des besoins d'adaptation, le potentiel théorique de réduction d'émissions serait de l'ordre de 27-30 Mt eqCO_2 par an dès 2030 selon l'Inrae et pourrait s'élever à 85 Mt eqCO_2 à plus long terme avec les hypothèses les plus ambitieuses.
- Au-delà des seuls changements de pratiques, les systèmes agroécologiques, en particulier biologiques, sont moins émetteurs de gaz à effet de serre à l'hectare que les systèmes conventionnels, mais ils peuvent l'être plus au kilogramme d'aliment produit. Ces systèmes sont plus bénéfiques pour le stockage de carbone, la préservation de la biodiversité et des ressources naturelles et le bien-être animal et fournissent davantage de services écosystémiques que les systèmes conventionnels, ce qui les rend en général mieux adaptés aux changements climatiques à venir.
- La concertation organisée à l'occasion des COP régionales constitue une opportunité de transition bas carbone et d'adaptation des systèmes agricoles et alimentaires, et de conservation accrue des ressources en eau douce et des sols.

ALIMENTATION

- Réduire l'empreinte carbone de l'alimentation, au-delà de la réduction des émissions de l'agriculture, nécessite de décarboner l'ensemble du système alimentaire, d'adopter une alimentation saine et moins riche en produits d'origine animale, et de réduire au maximum les émissions importées et les gaspillages. Par ailleurs, cela suppose de soutenir l'adoption de pratiques agricoles bas carbone et adaptées au changement climatique en réduisant les externalités sociales et environnementales négatives. Des leviers à toutes les étapes du système alimentaire doivent être mobilisés.

- Les industries agroalimentaires peuvent réduire leur consommation énergétique et agir sur leur approvisionnement en matières premières agricoles, pour éviter les émissions importées, et proposer aux consommateurs une alimentation bas carbone, saine et accessible.
- Plusieurs pistes doivent être poursuivies conjointement pour réduire les émissions du transport de produits alimentaires : réduire les distances parcourues via une relocalisation et une optimisation de la chaîne logistique ; électrifier le fret routier et améliorer l'efficacité énergétique des véhicules ; reporter le fret routier vers des modes de transports moins émetteurs.
- Encourager la consommation préférentiellement des produits bas carbone, de saison et issus de modes de production durables.
- Limiter les pertes et gaspillages à chaque étape du système alimentaire.
- Substituer les protéines d'origine animale par des protéines végétales dans l'alimentation constitue un levier essentiel pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et génère des co-bénéfices pour la santé humaine.

SCÉNARIOS

- Pour atteindre les objectifs climatiques beaucoup de choses sont à mettre en place et beaucoup de leviers existent pour faire plus et plus rapidement. Les approches prospectives par scénarios facilitent la mise en cohérence d'ensemble d'options de décarbonation pour parvenir à des projections jusqu'en 2050.
- Les scénarios des trajectoires d'émission jusqu'en 2030 retenus dans le cadre de la préparation de la 3^e Stratégie nationale bas carbone intègrent de nombreux leviers techniques et s'appuient sur des hypothèses en matière de production de nourriture et de consommation de viande pour atteindre un objectif de -22 % par rapport à 2015. Vu la proximité de l'objectif (dans 7 ans) et considérant la baisse observée des émissions entre 2015 et 2021 (-7,9 % seulement), atteindre l'objectif 2030 requiert une approche ambitieuse, rapide et systémique.
- Plusieurs scénarios montrent qu'il serait possible de projeter une réduction des émissions du secteur agricole de 50 % des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 par rapport à 2020, voire plus, en intégrant le stockage de carbone dans les sols agricoles à partir d'hypothèses variées. Sur la base des réductions théoriques, l'atteinte de la neutralité carbone comme objectif pour l'agriculture (production et sols agricoles) d'ici 2050 pourrait être accessible en France et devrait être approfondie.
- Les scénarios permettant de réduire les émissions agricoles de 50 % d'ici 2050 envisagent une baisse de la consommation de protéines animales d'au moins de 30 %, une diminution de la part de l'azote minéral apporté aux cultures de 40 à 100 % et un développement de l'agroécologie et de l'agriculture biologique pour atteindre 50 % de la surface agricole utilisée.

3.1 ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'adaptation vise à protéger les acteurs et activités agricoles dans la durée des impacts du changement climatique, ce qui constitue une condition nécessaire à la préservation de la performance d'une activité économique essentielle et à la mobilisation du secteur agricole en matière de réduction des émissions de

gaz à effet de serre. La décarbonation des activités du secteur agricole comme la séquestration de carbone dans les sols n'est en effet possible que si ces activités ne sont pas exposées à des risques disproportionnés qui les rendraient difficilement viables économiquement ou impossibles techniquement ou physiquement.

3.1.1 OPTIONS D'ADAPTATION ET PRINCIPES GÉNÉRAUX

Les options d'adaptation les plus communément mises en œuvre dans le monde et permettant de réduire la vulnérabilité aux impacts du changement climatique tout en fournissant des avantages économiques, institutionnels et écologiques sont liées à la gestion de l'eau et la conservation des sols et leur restauration¹⁶⁷. Elles incluent la gestion de l'eau à la ferme, le stockage de l'eau, la conservation de l'humidité du sol et l'irrigation. L'efficacité de ces options en matière de réduction des vulnérabilités aux impacts du changement climatique dépend des contextes précis qu'ils soient géographiques, sociaux, économiques ou politiques.

Sous certaines conditions, l'irrigation constitue une option efficace pour réduire les risques de sécheresse et les impacts du changement climatique dans de nombreuses régions et est susceptible d'engendrer divers avantages en termes de moyens de subsistance. Cependant, cette option nécessite une gestion appropriée pour éviter des résultats défavorables, tels que l'épuisement accéléré des eaux souterraines et des autres ressources en eau et l'augmentation de la salinisation des sols. Une irrigation à grande échelle peut également altérer les distributions de température et de précipitation y compris à des niveaux extrêmes de température et nuire à la bonne santé écologique des milieux aquatiques.

L'efficacité de la plupart des options d'adaptation liées à l'eau diminue avec l'augmentation du réchauffement planétaire¹⁶⁸. Il apparaît donc pertinent de mobiliser d'autres options d'adaptation ne reposant pas uniquement sur les ressources en eau.

Hors gestion de l'eau, les options d'adaptation ayant fait leurs preuves et reconnues comme efficaces au niveau mondial comprennent l'amélioration des cultures, l'agroforesterie, l'adaptation fondée sur l'action locale (*community-based adaptation*), la diversification des exploitations agricoles et des paysages et l'agriculture urbaine¹⁶⁹.

Des principes et pratiques qui reposent sur les processus naturels, comme ceux de l'agroécologie (cf. 3.1.3 et 3.2.2), sont également considérés comme efficaces pour réduire la vulnérabilité des systèmes agricoles au changement climatique¹⁷⁰. Ils permettent par ailleurs de générer de nombreux co-bénéfices, soutenant ainsi la sécurité alimentaire, la nutrition, la santé et le bien-être, les moyens de subsistance et la biodiversité, la durabilité et les services écosystémiques.

Les services écosystémiques générés par ces systèmes agroécologiques participent également à l'adaptation et à l'atténuation du changement climatique via la lutte contre les ravageurs, le maintien de la pollinisation, l'atténuation des extrêmes de température, et la séquestration et le stockage du carbone. Les principes, pratiques et approches qui s'appuient sur le fonctionnement des écosystèmes génèrent des boucles de rétroaction favorables à l'adaptation de l'agriculture au changement climatique. La mise en œuvre de telles approches implique des compromis et se heurte à des obstacles comme les coûts de mise en place, l'accès aux intrants et aux marchés viables, les nouvelles connaissances et la gestion. En outre, leur efficacité potentielle varie en fonction du contexte socio-économique, de la zone de l'écosystème, des combinaisons d'espèces et du soutien institutionnel.

Il existe une multitude d'options techniques pour adapter l'agriculture au changement climatique. Mais chacune de ces options nécessite des précautions pour ne pas conduire à des formes de maladaptation^I. Certaines options techniques sont propres à certains modèles agricoles et d'autres communes à plusieurs modèles. Parmi les différents modèles agricoles qui existent, ceux fondés sur l'agroécologie^{II} et ceux fondés sur l'agriculture climato-intelligente^{III} semblent avoir les plus forts potentiels pour adapter l'agriculture française au changement climatique^{IV} (cf. encadré 3.a). L'agroécologie mobilise plutôt les services des sols et de la biodiversité, l'agriculture climato-intelligente mobilise plutôt les technologies (sélection

génétique végétale et animale, services climatiques et alertes précoces, agriculture de précision et digitale).

Chaque type d'options d'adaptation présente des co-bénéfices différents, et ces co-bénéfices peuvent faire partie des critères de sélection d'un processus d'adaptation, en complément de l'efficacité des options vis-à-vis des effets du changement climatique. Les co-bénéfices peuvent concerner la réduction des inégalités, le renforcement de la sécurité alimentaire, l'amélioration de la nutrition, la préservation de la biodiversité ou encore la préservation de ressources naturelles.

Tableau 3.a - Options d'adaptation **pour les cultures et l'élevage**

	Modèles	<ul style="list-style-type: none"> ■ Agroécologie (systèmes intégrés, systèmes fondés sur l'agroforesterie, la gestion de la matière organique, la polyculture-élevage, ...) ■ Agriculture climato-intelligente ■ Combinaison des deux
CATÉGORIES D'OPTIONS D'ADAPTATION	Options techniques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gestion de l'eau (économie d'eau (ex. goutte-à-goutte), abreuvement, brumisation ...) ■ Ombrage (ex. agroforesterie, agrivoltaïsme ...) ■ Diversification (génétique, biologique (ex : des sols), paysagère (ex. haies) assolement, zones de pâture, intrants ...) ■ Sélection (génétique, variétale...) ■ Développement de nouvelles cultures/filières (ex. sorgho)
	Autres leviers	<ul style="list-style-type: none"> ■ R&D (ex : services climatiques) ■ Formation & Conseil ■ Soutien à l'investissement dans des matériels de production innovants ■ Développement de nouvelles filières / soutien aux filières adaptées

Source : auteurs.

I. Selon le GIEC (2022), la « maladaptation » désigne les actions susceptibles d'accroître le risque de conséquences négatives liées au climat, notamment par l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, une vulnérabilité accrue au changement climatique, des perspectives plus inéquitables ou une diminution du bien-être.

II. Un modèle agroécologique peut être compris au sens large comme une science transdisciplinaire qui applique les concepts et principes de l'écologie au système alimentaire à de multiples échelles (source : FAO, 2019) ou désigner plus spécifiquement un modèle de production agricole qui s'appuie sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes, de réduire les pressions sur l'environnement et de préserver les ressources naturelles. Source: CEP (2013) « L'agroécologie: des définitions variées, des principes communs », Note d'analyse n° 59.

III. L'agriculture climato-intelligente est une approche conçue pour transformer et réorienter les systèmes agricoles afin de soutenir efficacement le développement et de garantir la sécurité alimentaire dans un contexte de changement climatique. Elle s'appuie sur 3 piliers : accroître durablement la productivité agricole et améliorer les revenus des agriculteurs ; renforcer la résilience et l'adaptation au changement climatique ; et réduire et/ou supprimer les émissions de gaz à effet de serre. Source : FAO (2018) « Climate-Smart Agriculture Case Studies 2018. Successful approaches from different regions. ».

IV. Les systèmes climato-intelligents et les systèmes fondés sur l'agroécologie ne sont pas exclusifs et de nombreuses options d'adaptation combinent les principes des deux systèmes (ex. agroforesterie climato-intelligente). Mais pour des questions de clarté seules les options d'adaptation les plus représentatives de chacun des deux modèles sont présentées ici.

Encadré

Trajectoire de référence, justice sociale et vision systémique pour une adaptation transformationnelle de l'agriculture**3.a**

Au-delà de 2,5 °C de réchauffement planétaire, une adaptation transformationnelle est nécessaire pour abaisser les niveaux de risque¹⁷¹ et peut aider à surmonter des limites souples¹ à l'adaptation¹⁷². La trajectoire de référence vise à inciter à s'adapter progressivement à un niveau de réchauffement planétaire de 1,5 °C en 2030, 2 °C en 2050 et 3 °C en 2100 soit un niveau de réchauffement en France métropolitaine d'environ 2 °C en 2030, 2,7 °C en 2050 et 4 °C en 2100. Elle devrait permettre de faire évoluer l'ensemble des référentiels, normes et réglementations techniques qui ont une composante climatique ; d'accompagner l'adaptation des collectivités territoriales et des filières économiques ; et de préserver les écosystèmes des impacts du changement climatique.

L'adaptation transformationnelle¹⁷³ fait référence aux actions visant à s'adapter au changement climatique et entraînant des changements significatifs dans la structure ou la fonction qui vont au-delà de l'ajustement des pratiques existantes, y compris les approches qui permettent de nouveaux modes de prise de décision en matière d'adaptation¹⁷⁴.

Une logique d'adaptation transformationnelle nécessite, d'une part, d'inclure dans les référentiels actuels des caractéristiques prévisibles d'événements futurs générateurs de risques¹⁷⁵ de différentes probabilités d'occurrence, y compris faibles, mais dont les impacts potentiels seraient majeurs, notamment pour le dimensionnement d'investissements et de services, pour le zonage de risques et l'aménagement d'infrastructures et d'usages existants ou encore pour anticiper des ruptures capacitaires dans des domaines sensibles comme l'approvisionnement en eau. Le développement de services climatiques généralistes vise à faciliter l'adaptation transformationnelle, mais des services d'adaptation doivent être conçus pour chaque secteur, par exemple pour l'agriculture et en appui à des approches intégrées.

Le changement climatique risque d'amplifier certaines inégalités sociales de santé, les inégalités au travail, les inégalités territoriales et les inégalités entre générations, notamment pour les groupes vulnérables et/ou marginalisés et entre les différents acteurs du système alimentaire, à l'intérieur de chaque pays comme entre les pays¹⁷⁶. Une adaptation transformationnelle réussie est fondée sur des principes de justice climatique¹⁷⁷ : elle est équitable et présente des co-bénéfices pour les acteurs du système alimentaire et la santé des agro-écosystèmes et contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Enfin, l'adaptation transformationnelle de l'agriculture¹⁷⁸ implique une transformation systémique des processus de production et de consommation, des échanges et du partage de la valeur entre les acteurs du système alimentaire. Les travaux de recherche sur l'adaptation transformationnelle¹⁷⁹ mettent en évidence la nécessité d'élargir la portée de la planification de l'adaptation pour prendre en compte la multifonctionnalité de l'agriculture et une vision systémique de la production et de la consommation alimentaires.

L'agroécologie fait partie des approches qui peuvent contribuer à une démarche d'adaptation transformationnelle et l'agriculture climato-intelligente relève plutôt d'une démarche d'adaptation incrémentale¹⁸⁰.

1. Le dernier rapport du GIEC a identifié des limites à l'adaptation au changement climatique qui correspondent au point où les objectifs d'un acteur (ou les besoins du système) ne peuvent pas être protégés des risques intolérables par des actions d'adaptation. Ces limites peuvent être strictes ou souples. On parle de limites d'adaptation strictes lorsqu'aucune action d'adaptation n'est possible pour éviter des risques intolérables. On parle de limites d'adaptation souples lorsque des options peuvent exister mais ne sont pas actuellement disponibles pour éviter des risques intolérables par des mesures d'adaptation. Source: GIEC (2022) : Annexe II : Glossaire. Dans : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Annex-II.pdf

3.1.2 OPTIONS D'ADAPTATION RELEVANT DE L'AGRICULTURE CLIMATO-INTELLIGENTE

L'agriculture climato-intelligente¹⁸¹ est une approche conçue pour transformer et réorienter les modèles agricoles afin de soutenir efficacement le développement et de garantir la sécurité alimentaire dans un contexte de changement climatique. Elle s'appuie sur 3 piliers : accroître durablement la productivité agricole et améliorer les revenus des agriculteurs ; renforcer la résilience et l'adaptation au changement climatique ; et réduire et/ou supprimer les émissions de gaz à effet de serre. Les options d'adaptation fondées sur l'agriculture climato-intelligente s'appuient sur les projections climatiques et diverses technologies pour suivre et évaluer les impacts du changement climatique sur les productions agricoles.

OPTIONS TECHNIQUES LIÉES À LA GESTION DE L'EAU

Le recours à l'irrigation fait partie des solutions d'adaptation au changement climatique, incontournable dans certains cas, elle est cependant très minoritaire en surface (7 %) au regard de l'agriculture pluviale. Face aux sécheresses liées au changement climatique, les agriculteurs privilégient systématiquement le développement de l'irrigation, au détriment des cultures ou filières plus économes en eau¹⁸².

Le recours massif à l'irrigation pour l'agriculture peut également générer des risques importants de maladaptation (cf. encadré 3.b). L'irrigation ne sera pas toujours possible dans les territoires où les apports en eau sont projetés en diminution et où les restrictions d'usage vont continuer d'augmenter. L'irrigation ne suffira pas à éviter des pertes de rendements en cas de canicule et sécheresse. Avec une ressource en diminution, le recours à des retenues de substitution pour irriguer l'agriculture pourrait avoir des impacts négatifs sur les autres usages de l'eau (eau potable, protection des milieux aquatiques...).

Un des leviers pour sortir du verrouillage de l'irrigation tournée exclusivement vers un objectif de production maximale est une transformation du système agricole vers une « irrigation de résilience ». L'irrigation de résilience peut être définie comme une « irrigation de précision, en quantités limitées et exclusivement à des périodes et à des stades phénologiques critiques, en visant des rendements plus modestes »¹⁸³.

Cette irrigation se concentre sur trois aspects :

- une approche plus économe, assurant la sécurité de la production agricole, favorisant la sobriété et la résilience face aux changements climatiques ;
- des changements dans les cultures, les variétés et les pratiques agricoles (notamment le travail du sol) pour optimiser l'utilisation réduite de l'eau ;
- la recherche d'un équilibre entre rentabilité agricole et préservation de la ressource en eau plutôt qu'un objectif de rendement maximal des cultures.

L'irrigation de résilience regroupe un ensemble d'options techniques qui contribuent à l'adaptation au changement climatique de l'agriculture :

- L'irrigation sous pilotage technique cible une précision temporelle et spatiale dans l'apport d'eau. Cette optimisation combine des outils tactiques et stratégiques ; implique des conseils, un suivi avec des capteurs et un équipement adapté et intègre la gestion des pertes et l'amélioration des réseaux d'irrigation. Cette approche convient aux cultures à haute valeur ajoutée ou stratégiques pour l'autonomie alimentaire.
- L'irrigation d'appoint cible l'apport de la quantité d'eau nécessaire à des moments critiques de croissance des plantes. Elle vise à intégrer des cultures peu gourmandes en eau dans les rotations, remplaçant ainsi celles ayant des besoins d'irrigation importants.

OPTIONS TECHNIQUES POUR RÉDUIRE LE STRESS THERMIQUE

Déplacer les cultures vers le nord de la France ne sera pas toujours efficace face aux vagues de chaleur, qui touchent déjà presque tout le territoire métropolitain. En zone de montagne, l'estive (montée en altitude des animaux) peut être une option efficace d'adaptation aux températures élevées (environ -6 °C pour une élévation de 1 000 m)¹⁸⁴ mais nécessite des précautions pour la préservation d'écosystèmes de haute altitude plus sensibles.

Dimensionner les retenues de substitution aux impacts futurs du changement climatique, une opportunité pour limiter les risques de maladaptation¹⁸⁵**3.b**

Des projets de retenues de substitution de grande capacité ont déclenché des tensions et débouché sur un débat à l'échelle de la France sur les risques de maladaptation induits par ces dispositifs. Le changement climatique a des effets sur le fonctionnement hydrogéologique de la nappe phréatique alimentant le stockage de l'eau de ces retenues. Les prélèvements réalisés dans la nappe pour sécuriser l'irrigation en été pourraient aggraver la vulnérabilité de l'ensemble des usagers, dont les agriculteurs, et des écosystèmes locaux. Les principaux risques de maladaptation pourraient être évités en intégrant mieux l'influence du changement climatique sur la variabilité de la disponibilité de la ressource en eau en climats présent et futurs pour dimensionner les ouvrages et définir des modalités de gestion compatibles avec les besoins de l'ensemble des usagers. À cet effet une série de critères peut être mise en avant :

- Surveiller régulièrement les niveaux de la nappe phréatique tout au long de l'année, hiver comme été, afin de garantir que les prélèvements d'eau ne compromettent pas le remplissage de la réserve ;
- Assurer un suivi hydrologique et éco-hydrologique dans les retenues et les cours d'eau ;
- Évaluer les effets positifs et négatifs des retenues sur les ressources en eau et les écosystèmes notamment, en particulier via le développement d'indicateurs à l'échelle du paysage ;
- Revoir régulièrement tous les indicateurs et les niveaux de seuils qui y sont liés pour tenir compte des changements du milieu et des changements d'usage de l'eau ou du territoire ;
- Dimensionner les retenues en se basant sur les estimations de disponibilité de la ressource en cohérence avec la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation de la France au changement climatique ;
- Vérifier si les réponses simulées du milieu aux retenues de substitution sont conformes avec les observations régulières des débits et des nappes ;
- Conditionner les financements publics à une meilleure adaptation des systèmes agricoles prenant en compte les besoins des agriculteurs et des écosystèmes aquatiques et s'assurer de l'effectivité de cette condition dans la durée ;
- Renforcer la sobriété et réduire les usages de l'eau avec des systèmes de culture irrigués plus économes en eau et mieux adaptés au changement climatique que les systèmes de culture antérieurs ;
- Faire évoluer les modèles et les pratiques agricoles vers la transition agroécologique ;
- Élaborer les projets de retenues en co-construction entre État, acteurs de l'agriculture et acteurs de l'environnement, en tenant compte des options alternatives aux retenues ;
- Rendre publics les indicateurs de suivi et de surveillance ainsi que les objectifs des projets.

Les bâtiments d'élevage peuvent être aménagés pour être rafraîchis. L'adaptation des bâtiments d'élevage aux vagues de chaleur passe par une diminution de la chaleur émise à l'intérieur des bâtiments et une meilleure circulation de l'air naturel qui peuvent être obtenues par différentes options techniques : limitation du rayonnement des parois, de la toiture et de l'environnement du bâtiment, ventilation naturelle ou mécanique, brumisation, douchage¹⁸⁶, etc. En France métropolitaine, la brumisation, à l'intérieur des bâtiments d'élevage ou en périphérie est utilisée car elle est très efficace pour diminuer la température et consomme peu d'eau¹⁸⁷. Le douchage pour rafraîchir les animaux porte des risques de mal-adaptation du fait d'une augmentation de l'utilisation de l'eau.

Les dispositifs d'ombrage artificiel permettent de diminuer la température que subissent les cultures¹⁸⁸. Les ombrages artificiels concernent principalement les cultures pérennes et sont obtenus, par exemple, au moyen de filets repliables pour ne pas limiter le rayonnement solaire de manière permanente. Ces filets peuvent aussi protéger de la grêle. Mais la rentabilisation de ces investissements pourrait s'avérer difficile pour des cultures à faible valeur ajoutée. Des ombrages artificiels, utilisant par exemple des toiles peuvent être utilisés dans des élevages peu arborés.

Les installations agrivoltaïques peuvent fournir un effet rafraîchissant lié à l'ombrage, bien qu'elles soient beaucoup plus complexes et onéreuses (voir encadré 3.h). Les panneaux photovoltaïques, mobiles et disposés de manière moins dense que dans les installations habituelles, peuvent être contrôlés pour améliorer l'environnement global des cultures en dessous (contrôle des températures, luminosité, humidité)¹⁸⁹.

Modifier l'orientation des cultures dans les zones avec du relief peut aussi servir à se protéger contre les fortes chaleurs¹⁹⁰.

OPTIONS TECHNIQUES POUR SÉLECTIONNER DES CULTURES ET DES ANIMAUX MOINS SENSIBLES AUX CLIMATS FUTURS

La sélection constitue une option d'adaptation au changement climatique en identifiant les variétés de plantes et les races animales qui seraient les mieux adaptées au climat de demain. Des variations génétiques fonctionnelles peuvent être sélectionnées pour favoriser l'adaptation à des variations de l'environnement. Ces processus de sélection sont anciens, mais ont été modernisés grâce à la connaissance des génomes (sélection assistée par marqueurs). Ils ont fait leurs preuves, conduisant aux adaptations des

différentes espèces à des climats très divers. Les ressources génétiques ont un potentiel important pour l'adaptation des cultures et la conservation (*in-situ* et *ex-situ*) de leur diversité génétique constitue une stratégie d'adaptation au changement climatique. Mais l'évaluation de variétés résistantes aux stress thermiques, par exemple, peut nécessiter plusieurs années¹⁹¹.

Parmi les sélections opérées pour s'adapter à un climat plus chaud, des variétés plus « précoces » ont été utilisées. Il s'agit de variétés à croissance plus rapide qui permettent d'esquiver les températures les plus fortes, lorsque la probabilité de vagues de chaleur est moindre. Cette option d'adaptation est déjà adoptée par de nombreux producteurs de céréales. Pour les cultures annuelles récoltées à la fin du printemps ou au début de l'été, cette option peut être efficace si les vagues de chaleur surviennent en fin d'été. L'efficacité de cette option diminuera donc avec la précocité et l'allongement des périodes de vagues de chaleur. Et cette option accroît les risques de gelées à des stades sensibles tels que la floraison. Pour les cultures récoltées à la fin de l'été ou en automne, cette stratégie semble moins adaptée car elle augmente la probabilité de vagues de chaleur pendant des stades critiques de la culture.

Les droits de propriété intellectuelle dans le cas de protection par brevet peuvent constituer un verrou pour l'accès de tous les agriculteurs à des variétés mieux adaptées¹⁹². L'accent mis sur un faible nombre d'espèces végétales majeures au sein de la recherche privée constitue un verrou à l'exploration plus large de différentes variétés. Au niveau mondial, il y a un manque notable de programmes visant spécifiquement à accroître la résilience au changement climatique des fruits et légumes. L'infrastructure pour la collecte, l'entretien, l'essai et la sélection du matériel génétique est en retard par rapport aux grandes cultures (en partie à cause du grand nombre d'espèces concernées).

OPTIONS TECHNIQUES LIÉES AU DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES ESPÈCES DE PLANTES ET D'ANIMAUX EN FRANCE ET VEROUS

Opter pour des espèces thermophiles plus résistantes à la sécheresse peut parfois être réalisable en France. Cependant, cela soulève des interrogations sur la pérennité des filières et sur les conséquences agronomiques des changements dans les rotations culturales, notamment sur la structure du sol et la prévalence des maladies¹⁹³. Un exemple intéressant concerne le sorgho, une espèce plus tolérante à la chaleur et à la sécheresse que le maïs et qui peut lui être substituée, bien qu'elle soit moins productive

lorsque les conditions climatiques sont plus tempérées. Les changements susceptibles de porter sur les plantes cultivées s'accompagnent de la mise en place

des nouvelles filières avales correspondantes. La mise en place de ces filières nécessite un soutien avant qu'elles ne soient économiquement viables.

3.1.3 OPTIONS D'ADAPTATION RELEVANT DE L'AGROÉCOLOGIE

Les approches agroécologiques peuvent atteindre un haut niveau de productivité et de rentabilité en réduisant les externalités environnementales négatives associées à l'agriculture conventionnelle¹⁹⁴. Un modèle agroécologique permet d'accroître la biodiversité fonctionnelle naturelle des agro-écosystèmes et de renforcer les interactions biologiques et constitue une option d'adaptation efficace lorsqu'elle est en cohérence avec le système alimentaire¹ depuis la production jusqu'à la consommation de nourriture. Différents modèles et pratiques d'agroécologie peuvent contribuer à la résilience du système agroalimentaire au changement climatique tels que les modèles fondés sur l'agroforesterie, la gestion de la matière organique, la polyculture-élevage ou la silvo-aquaculture des mangroves. Les modèles fondés sur le pastoralisme et la mobilité des troupeaux permettent par exemple de s'ajuster à l'augmentation de la variabilité du climat tout en maintenant la productivité des systèmes pastoraux tandis que les systèmes silvo-pastoraux contribuent à séquestrer du carbone dans la végétation et les sols.

La généralisation des principes de l'agroécologie dans les systèmes agricoles et alimentaires peut conduire à des avantages pour les agriculteurs en débouchant sur des revenus plus élevés et plus stables (ex. vente directe, Amap). Une sécurisation des revenus des agriculteurs contribue à renforcer leur capacité d'adaptation et expérimenter des solutions innovantes face aux impacts du changement climatique et aux fluctuations des prix mondiaux des denrées agricoles.

OPTIONS TECHNIQUES ET VERROUS À LA DIVERSIFICATION POUR ADAPTER LES CULTURES OU L'ÉLEVAGE

La diversification des assolements est une option d'adaptation robuste pour faire face aux impacts biotiques et abiotiques du changement climatique¹⁹⁵. Elle consiste à cultiver des plantes d'espèces ou de familles culturales complémentaires sur une même parcelle et peut s'appuyer sur des rotations de cultures diversifiées ainsi que sur des pratiques spécifiques

comme les cultures associées, les semis sous couvert, ou l'agroforesterie. D'une part, la diversification des assolements limite la prolifération des ravageurs, pathogènes et des maladies dont les aires de répartition risquent de s'élargir avec le changement climatique. D'autre part, la diversification des assolements permet de limiter les risques de pertes de production lors d'une canicule, d'une sécheresse, ou encore lors d'épisodes d'inondation et de précipitations intenses car si une culture est touchée, l'agriculteur peut compter sur ces autres cultures pour maintenir une production agricole lui permettant de dégager un revenu suffisant. À l'inverse, les dommages liés aux ravageurs et pathogènes ou liés à un extrême climatique sont les plus forts lorsque la diversité des cultures et des variétés est faible.

La détérioration des sols agricoles (diminution de la matière organique, érosion, salinisation, compactage, pollution) et l'utilisation excessive des ressources en eau limitent la capacité d'adaptation de l'agriculture dans de nombreux territoires au niveau mondial¹⁹⁶.

Les actions de conservation et de restauration des sols, intégrées avec une gestion de l'eau au niveau des bassins versants permettent de régénérer ces ressources et d'augmenter la résilience des systèmes de production agricole. La diminution de la diversité biologique peut rendre les systèmes agricoles plus sensibles aux changements climatiques, ce qui restreint leur aptitude à s'adapter. Stimuler l'activité de la biodiversité des sols à travers la limitation du labour, l'apport d'engrais organiques, une couverture permanente du sol et le contrôle des bio-agresseurs par des mécanismes naturels permet d'améliorer la structure et la teneur en matière organique du sol améliorant ainsi la rétention et la percolation de l'eau.

En ce qui concerne l'élevage, la diversification des paysages, notamment via le maintien et le développement des prairies est également une option à la fois d'adaptation et d'atténuation, dans la mesure où elle permet de diversifier les sources d'alimentation des

3.c

De nombreux systèmes d'élevage fondés sur les prairies ont été très résistants aux risques climatiques passés, ce qui peut constituer un point de départ pour l'adaptation actuelle et future au changement climatique¹⁹⁹. Les options d'adaptation utilisées dans les l'élevage fondés sur les prairies incluent : une meilleure adéquation entre les taux de chargement et la production de pâturages ou d'autres aliments ; l'adaptation de la gestion des troupeaux et des points d'eau à la modification des schémas saisonniers et spatiaux de la production fourragère ; la gestion de la qualité de l'alimentation, qui contribue également à réduire la fermentation entérique chez les ruminants et donc les émissions de GES (à l'aide de compléments alimentaires, de légumineuses, du choix d'espèces introduites dans les pâturages et de la gestion de la fertilité des pâturages) ; une utilisation plus efficace de l'ensilage, du pâturage tournant ou d'autres formes de pâturage ; la gestion des incendies pour contrôler l'épaississement des surfaces forestières par rapport aux zones de pâturage ; l'utilisation de races et d'espèces de bétail mieux adaptées ; la restauration des pâturages dégradés ; et un large éventail d'activités de biosécurité pour surveiller et gérer la propagation des ravageurs, des mauvaises herbes et des maladies.

animaux d'élevage, de réduire les besoins additionnels en eau pour leur abreuvement, de réduire les risques d'inondations dans le cas de prairies humides et de stocker du carbone dans les sols (cf. encadré 3.c). D'après des chercheurs de l'Inrae¹⁹⁷, l'herbe des prairies peut satisfaire jusqu'à 90 % des besoins en eau des vaches. Ainsi, une vache ne boit que 10 l/jour lorsqu'elle broute et 60 l/jour lorsqu'elle consomme de l'ensilage de maïs. Contrairement à une culture fourragère annuelle qui ne peut être plantée et récoltée qu'une fois par an, l'herbe, qui produit une quantité inégale en fonction des conditions météorologiques, reste néanmoins présente toute l'année. En cas de sécheresse estivale entraînant l'utilisation des réserves de fourrage (foin, ensilage, fané), une production tardive d'herbe à l'automne voire en hiver, et une croissance précoce au printemps suivant, peuvent compenser cet impact. En revanche, une faible récolte de cultures fourragères lors d'une année sèche nécessitera un apport externe pour nourrir les animaux d'élevage et donc des surcoûts pour l'éleveur. Toutefois, la quantité d'herbe des prairies consommable peut également diminuer en période de sécheresse. Il faut donc augmenter les stocks de foin et d'ensilage d'herbe pour faire face à une variabilité climatique accrue. La combinaison du recours à l'herbe des prairies et à des fourrages cultivés permet aussi de

diversifier les sources d'alimentation des animaux d'élevage face aux impacts du changement climatique.

OPTIONS TECHNIQUES FONDÉES SUR L'AGROFORESTERIE

La protection des cultures contre les températures élevées peut être recherchée par des effets d'ombrage naturel. L'agroforesterie et les haies peuvent être utilisées pour rafraîchir les cultures et les animaux d'élevage *via* leur effet d'ombrage. L'implantation d'arbres entre les rangs de vigne permet de produire un rafraîchissement par ombrage²⁰⁰. Mais, l'efficacité de ce type d'ombrage reste aujourd'hui peu évaluée. Les arbres peuvent eux-mêmes être impactés par l'augmentation des températures. Dans de nombreuses grandes régions agricoles en France, les agriculteurs n'ont pas encore largement adopté l'association entre arbres et cultures, du fait de la perception d'antagonismes (compétition entre arbres et cultures pour la lumière, l'eau et les éléments nutritifs, perturbations des machines agricoles, valeur moindre attribuée aux arbres par rapport aux cultures). L'ombre des arbres est une solution efficace pour les animaux en pâturage, puisqu'ils cherchent naturellement refuge sous les arbres lors de fortes chaleurs (cf. encadré 3.d).

Encadré

Projet ARBELE, l'agroforesterie au service de l'élevage pendant les vagues de chaleur

3.d

L'efficacité des pratiques agroforestières (haies, plantations intra-parcellaires, sylvopastoralisme) dans l'élevage herbivore, a été évaluée par le projet ARBELE (l'ARBr dans les exploitations d'ELEvage herbivore : des fonctions et usages multiples), en se concentrant sur la production fourragère et le bien-être animal²⁰². Le microclimat favorable induit par les arbres pendant les périodes chaudes, peut diminuer la température de l'ordre de 6°C sous leur ombrage. De plus, les produits des arbres peuvent être utilisés dans l'alimentation animale, notamment en période de sécheresse printanière ou estivale. Et la présence d'arbres dans une prairie ne réduit pas nécessairement la quantité de fourrage produite. La productivité de la prairie reste stable, même avec la présence d'arbres.

OPTIONS TECHNIQUES FONDÉES SUR LES SYSTÈMES D'AGRICULTURE INTÉGRÉS

Les systèmes d'agriculture intégrés, combinant cultures et élevage à l'échelle d'une ferme, peuvent contribuer à l'adaptation en jouant un rôle de tampon biologique et social face aux impacts du changement climatique par la diversification des types et des processus de productions, des services écosystémiques rendus ainsi que des sources de revenus²⁰¹.

Les systèmes intégrés sont plus résilients aux impacts du changement climatique que les systèmes agricoles non intégrés et les rendements annuels moyens des cultures de rente dans les systèmes intégrés sont similaires à ceux des systèmes non intégrés. La faiblesse ou l'absence de paiements pour les services environnementaux réalisés par les agriculteurs constitue un verrou au développement de ces systèmes aux bénéfices multiples.

Encadré

Projet EXPLORER d'adaptation au changement climatique en Guadeloupe fondé à la fois sur l'agriculture climato-intelligente et sur l'agroécologie²⁰³

3.e

Le projet de recherche EXPLORER, lancé en 2019, expérimente un modèle d'agroécologie et d'agriculture climato-intelligente en Guadeloupe en s'appuyant sur 24 agriculteurs de Guadeloupe et Marie-Galante. À travers la construction de scénarios dans lesquels plusieurs leviers sont activés en même temps à plusieurs échelles (innovations agroécologiques, nouvelles filières, labels, nouvelles politiques publiques), le projet a évalué des modèles agricoles en 4 étapes :

1. Analyse des projections régionalisées de changement climatiques ;
2. Diagnostic de vulnérabilité des exploitations au changement climatique ;
3. Élaboration d'un système de production agroécologique de rupture, expérimenté *via* un Prototype de micro-ferme ;
4. Modélisation des conditions de généralisation à l'échelle régionale.

Les pratiques relevant de l'agriculture climato-intelligente et de l'agroécologie ont été sélectionnées à partir d'expérimentations agronomiques et d'enquêtes de terrain. La micro-ferme expérimentale a été mise en place sur 2 ha²⁰⁴ en s'appuyant sur des principes d'agroécologie et de bioéconomie comme moyen d'améliorer la sécurité alimentaire du territoire, de supprimer l'usage de pesticides, de s'adapter au changement climatique et d'atténuer les émissions de GES de manière persistante. La micro-ferme est organisée en 7 blocs de culture sur lesquels plus d'une cinquantaine d'espèces locales sont cultivées ou élevées (ex. banane, canne à sucre, tubercules, maraîchage, élevage), associant le savoir-faire traditionnel des jardins créoles²⁰⁵ (agro-écosystème associant une grande diversité de cultures complémentaires) avec de nouvelles technologies (micro-station météorologique). Des bio-intrants (compost, paillage, bio-fertilisants, etc.) sont

utilisés pour fertiliser les sols et des techniques de lutte biologique pour le contrôle des ravageurs sont appliquées. Le sol est travaillé le moins possible et couvert en permanence et les cultures produites sont labellisées Agriculture Biologique.

Les résultats mettent en lumière la vulnérabilité des exploitations agricoles locales, principalement menacées par les sécheresses, les vagues de chaleur et les ouragans. Ces incidences pourraient entraîner une baisse moyenne de 33 % de la production agricole d'ici 2055-2080. En comparaison avec les exploitations de la région, la micro-ferme expérimentale affiche des performances supérieures sur 15 des 19 indicateurs utilisés pour évaluer les 3 volets de l'agriculture climato-intelligente, avec une nette amélioration de la marge brute (8 100 \$/ha contre 3 300 \$/ha), des performances nutritionnelles (8 pers./ha contre 3 pers./ha) et du bilan de gaz à effet de serre (-1,1 t éqCO₂/ha contre +2,4 t éqCO₂/ha).

La modélisation régionale souligne que la généralisation de ces systèmes serait envisageable sous certaines conditions : une augmentation significative de la main-d'œuvre agricole disponible, une formation des agriculteurs, le développement de circuits courts et d'écolabels, ainsi qu'une révision des politiques agricoles en faveur de l'agroécologie. En mobilisant ces leviers, une adoption généralisée de ces pratiques serait envisageable à l'échelle régionale, contribuant à diminuer l'impact du changement climatique, réduire la pression environnementale et améliorer la souveraineté alimentaire, tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

3.1.4 LEVIERS ACTIONNABLES POUR L'ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La transformation de l'agriculture est confrontée à des verrous structurels (amortissement d'investissements antérieurs, organisation de filières, conditionnalité des subventions) et pratiques (contraintes technologiques, financières et de connaissance). La transition des modèles agricoles conventionnels vers des modèles intégrant l'agriculture climato-intelligente ou l'agroécologie nécessite un accompagnement et un changement systémique. Cet accompagnement peut prendre différentes formes et mobiliser différents acteurs. L'accompagnement passe par la définition d'objectifs clairs déclinés en actions facilement applicables et assortis de moyens humains et financiers. L'effet levier de l'agroécologie pour l'adaptation, passe par un changement systémique prenant en compte ses différentes dimensions politiques, sociales et culturelles (ex. régimes alimentaires, gaspillage, autonomie, éducation, relation producteur-consommateur) et permettant ainsi de prévenir les risques de maladaptation liés à l'insécurité alimentaire et à la fluctuation des prix²⁰⁶.

Adapter l'agriculture au changement climatique implique en amont de continuer à développer des connaissances, à expérimenter des innovations et des solutions²⁰⁷ et la mise au point de services agro-climatiques. Des innovations en matière d'agroécologie

émergent dans l'ensemble des territoires mais sont peu associées au système de recherche et de développement agricole²⁰⁸. Ces initiatives englobent l'ensemble du domaine de l'agroécologie, engendrant de nouvelles pratiques agronomiques telles que l'agriculture de conservation des sols (cf. encadré 3.i), la réintroduction de l'élevage dans les systèmes de culture, la diversification des cultures, l'agroforesterie et la restauration des infrastructures écologiques telles que les haies et les bandes enherbées.

La mise en œuvre aussi bien de pratiques relevant de l'agroécologie que de l'agriculture climato-intelligente implique de nouveaux savoirs, de nouvelles techniques et de nouveaux modes d'organisation aux échelles de l'exploitation agricole et du système agricole dans son ensemble et donc une évolution des compétences des acteurs. La formation initiale des acteurs du secteur agricole en accordant une place à l'adaptation changement climatique dans les programmes au sein des établissements d'enseignement agricole constitue un levier qui pourra être activé avec la formation des enseignants et des personnels d'encadrement, la production de ressources pédagogiques disciplinaires, interdisciplinaires et transversales, dans la mise en œuvre de cas pratiques pédagogiques.

La formation des acteurs du conseil et le recours au conseil agricole constituent un levier de montée en compétences des agriculteurs pour s'adapter au changement climatique²⁰⁹. Les institutions de recherche, les instituts techniques, les chambres d'agriculture, les syndicats agricoles, les observatoires régionaux climat et agriculture (Oracle) ou encore les groupes d'experts régionaux sur le climat peuvent jouer un rôle important d'accompagnement via la co-construction avec les agriculteurs d'indicateurs agro-climatiques, la mise à disposition de guides méthodologiques sur l'élaboration de diagnostic de vulnérabilité et de plans d'adaptation, ainsi que la fourniture de fiches techniques sur des pratiques éprouvées.

Le recours à des systèmes assurantiels qui sécurisent des cultures et des pratiques entraînant des pertes récurrentes de récolte, au détriment d'un système assurantiel encourageant l'adaptation au changement climatique et la résilience, peut induire des risques de maladaptation²¹⁰. Si ces systèmes d'assurance ont l'avantage de permettre une indemnisation rapide à court terme et de gérer les cas d'urgence les plus critiques, ils ont aussi comme effets secondaires de générer une dépendance accrue aux marchés locaux et internationaux (qui déterminent le type de cultures assurables), et de ne pas inciter les agriculteurs à mettre en place des stratégies d'adaptation de leurs cultures face au changement climatique. Ainsi certains mécanismes assurantiels peuvent contribuer à faire persister une vulnérabilité face aux risques climatiques.

Encadré

Leviers d'adaptation pour la filière viti-vinicole issus du projet LACCAVE²¹¹

3.f

Au terme de 10 années d'expérience les chercheurs et acteurs de la filière viti-vinicole concluent à une série de leviers à actionner pour co-construire des démarches d'adaptation : conserver et améliorer les sols viticoles ; renouveler et diversifier le matériel végétal ; penser la gestion de l'eau de manière systémique ; développer la recherche en vinification appliquée aux nouvelles variétés ; faire de l'hétérogénéité spatiale d'un terroir une ressource ; associer les acteurs de l'assurance dans la définition des stratégies économiques ; connaître les préférences des consommateurs face à l'évolution des vins. Ces démarches sont conçues comme permettant également de réduire les émissions de GES et destocker du carbone.

3.2 ATTÉNUATION DES ÉMISSIONS DE L'AGRICULTURE

3.2.1 PRATIQUES AGRICOLES POUR L'ATTÉNUATION

Il existe de nombreuses pratiques agronomiques qui permettent de réduire les émissions de GES sans modifier la production française. Plusieurs études de l'Inrae¹, dont la première publiée en 2013, évaluent le potentiel d'atténuation des pratiques (réduction des émissions de GES et stockage du carbone) sans impact

négatif sur les rendements (pas de baisse de plus de 10 %) et leur coût de mise en œuvre²¹². Les pratiques dont le potentiel d'atténuation a été jugé faible ou incertain ont été écartées. Les actions pour réduire les émissions peuvent se regrouper dans quatre catégories : actions de diminution des apports de fertilisants minéraux

¹ L'étude de Pellerin *et al.*, 2013 liste une série d'actions qui permettent à l'agriculture de contribuer à l'atténuation du changement climatique. L'étude Pellerin *et al.*, 2020 est consacrée aux pratiques favorables au stockage de carbone dans les sols. Une étude accompagnée par l'Ademe fait la synthèse de ces deux études et les décline au niveau régional. Sources : 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. », Rapport Inrae. <https://www.inrae.fr/actualites/quelle-contribution-lagriculture-francaise-reduction-emissions-gaz-effet-serre> ; Pellerin S. *et al.* (2020) « Stocker du carbone dans les sols français - Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût? », Rapport Inrae. <https://www.inrae.fr/actualites/stocker-4-1-000-carbone-sols-potentiel-france> ; Inrae (2021) « Atténuer les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur agricole », Étude régionale pour l'Ademe. <https://bibliothèque.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/5022-attenuer-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-dans-le-secteur-agricole.html>

azotés, à l'origine de la plus grande partie des émissions de N₂O (cf. 3.2.2)²¹³ ; actions de stockage de carbone dans le sol ou la biomasse (cf. 3.2.3)²¹⁴ ; actions de modification de la ration alimentaire des animaux, pour réduire les émissions directes de CH₄ ou les quantités de matières azotées excrétées²¹⁵ ; et actions de valorisation des effluents pour réduire leurs émissions de méthane et pour la réduction de la consommation d'énergie fossile sur l'exploitation²¹⁶ (cf. 1.1.3).

En prenant en compte les interactions entre mesures, le potentiel technique global d'atténuation annuel des émissions de GES lié à la mise en place de ces mesures pourrait être, avec des hypothèses sur l'atteinte de l'assiette associée à chaque action en 2030^I, entre 27 et 30 Mt éqCO₂ par an^{II}. Par ailleurs, l'inventaire national du secteur agricole devrait être amélioré, car les effets de certaines pratiques (ex. les additifs alimentaires réduisant les émissions de méthane entérique des ruminants) ne sont pas comptabilisés à ce stade.

Le potentiel est encore plus important (85 Mt éqCO₂ par an) avec un plus grand déploiement des actions et ne serait possible qu'à plus long-terme, les valeurs estimées pour chaque pratique étant à prendre avec beaucoup de précaution du fait du caractère extrême des assiettes²¹⁷. En particulier, le potentiel d'atténuation de l'agroforesterie et des haies uniquement est de 32 Mt éqCO₂ par an^{III}, en supposant que toute l'assiette (5,3 Mha) sera atteinte dès 2030. Avec une hypothèse de remplissage de l'assiette de 4 à 10 % en 2030, le potentiel n'est que de l'ordre de 2 Mt éqCO₂²¹⁸.

L'ensemble des leviers est mobilisable dans toutes les régions, mais avec des potentiels différenciés du fait des spécificités territoriales. Les régions qui sont les plus émettrices ne sont pas forcément celles où le potentiel est le plus élevé²¹⁹. Beaucoup de leviers sont mobilisables sur tout le territoire. Certains ont un potentiel significatif dans toutes les régions, comme l'agroforesterie et les haies, tandis que d'autres ont un potentiel différencié (cf. annexe 3.7.1).

PRATIQUES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

La couverture des fosses d'effluents d'élevage et l'installation de torchères, la réduction des doses d'engrais minéral, la substitution de l'azote minéral par l'azote organique et la substitution des glucides par les lipides insaturés dans les rations d'alimentation des animaux offrent les plus grands potentiels de réduction des émissions liées aux cultures et à l'élevage²²⁰ (cf. tableau 3.b).

Les pratiques et options techniques touchant la réduction des émissions de protoxyde d'azote des cultures ont un potentiel élevé, de près de 8 Mt éqCO₂ de réduction par an sous hypothèse d'additionnalité²²¹. La réduction du recours aux engrais minéraux de synthèse peut se faire par l'ajustement de la dose d'engrais (via l'agriculture de précision notamment), la meilleure valorisation des apports organiques, l'ajustement des dates d'apport au besoin des cultures, l'ajout d'un inhibiteur de nitrification et l'enfouissement de l'engrais après épandage pour limiter les pertes par volatilisation. L'augmentation de la part des légumineuses fixatrices d'azote atmosphérique (dans les rotations de grandes cultures et les prairies temporaires) est utile car les légumineuses permettent de fixer l'azote de l'air dans le sol, d'y stocker davantage de carbone, d'émettre moins de protoxyde d'azote pour une même quantité d'azote épandue, de réduire les émissions de dioxyde de carbone dues à la fabrication d'engrais²²², de proposer une source de protéines végétales pour l'alimentation humaine mais aussi d'augmenter l'autonomie en protéines de l'alimentation animale, ce qui permet de réduire l'empreinte due à l'importation ou à la fabrication d'aliments pour le bétail^{IV}. Une autre action permettant la diminution des émissions de N₂O concerne la réduction des apports protéiques dans les rations animales – des vaches laitières et porcs principalement – pour limiter les teneurs en azote des effluents.

I. L'assiette d'une pratique est une valeur qui permet de passer du potentiel unitaire (par surface, effectif animal...) au potentiel national. C'est la valeur technique maximale (surface ou nombre d'animaux par exemple) sur laquelle l'action peut être mise en œuvre à l'échelle du territoire. La part de l'assiette que chaque pratique pourra effectivement être mise en œuvre d'ici 2030, est ensuite calculée à partir d'un scénario de diffusion qui prend en compte la situation en 2010 et différentes hypothèses de faisabilité. Par exemple, pour la réduction de la teneur en protéines des rations des vaches laitières, il était possible de s'attendre à ce que 100 % de l'assiette soit atteinte en 2030. À l'inverse, pour la méthanisation, du fait de limites capacitaires de développement malgré un contexte favorable, l'assiette maximale (l'ensemble des élevages avec suffisamment de têtes pour développer de la méthanisation) ne pourrait être atteinte qu'en 2084. En 2030, seuls 53 % de l'assiette sont atteints dans l'étude de 2013.

II. Cette estimation tient compte des interactions entre mesures (par exemple, l'augmentation de la surface en légumineuses diminue l'assiette de l'action portant sur la fertilisation azotée). Sous hypothèse d'additivité des sous-actions, le potentiel global d'atténuation annuel des émissions de GES lié à la mise en place d'un ensemble de mesures serait, dès 2030, de 32 Mt éqCO₂ par an.

III. Pour l'agroforesterie intraparcellaire, par exemple, le potentiel d'atténuation est calculé dans l'étude Ademe en supposant que toute l'assiette (5,3 Mha de grandes cultures adaptées à la pratique) sera atteinte dès 2030, ce qui est difficile. D'ailleurs, l'étude Inrae de 2013 avait pris une hypothèse de remplissage de l'assiette de 4 à 10 % en 2030, proposant un potentiel national bien plus modeste, de près de 2 Mt éqCO₂ pour l'agroforesterie.

IV. Particulièrement s'agissant de la déforestation importée, par exemple liée à l'importation de soja d'Amérique du Sud.

Tableau 3.b - Liste des actions identifiées par l'Inrae pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture et potentiel de réduction annuel en 2030²²³

	Actions identifiées par l'INRA	Pratique (sous-action)	Potentiel d'atténuation à l'échelle du territoire métropolitain en 2030 par sous action (Mt éqCO ₂ /an)	Potentiel d'atténuation à l'échelle du territoire métropolitain en 2030 par action, sous hypothèse d'additionnalité (Mt éqCO ₂ /an)
Diminuer les apports de fertilisants minéraux azotés pour réduire les émissions de N ₂ O.	1 Réduire le recours aux engrais minéraux de synthèse, en les utilisant mieux et en valorisant plus les ressources organiques.	A. Réduire la dose d'engrais minéral en ajustant mieux l'objectif de rendement.	2,6	6,0
		B. Substituer l'azote minéral de synthèse par l'azote des produits organiques.	1,9	
		C1. Retarder la date du premier apport d'engrais au printemps.	0,4	
		C2. Utiliser des inhibiteurs de la nitrification.	0,6	
	2 Augmenter la part des légumineuses pour réduire le recours aux engrais azotés de synthèse.	C3. Enfourer dans le sol et localiser les engrais.	0,6	1,4
		A. Accroître la surface en légumineuses à graines en grande culture.	0,9	
Modifier les rations des animaux pour réduire les émissions de CH ₄ d'origine entérique et les émissions de N ₂ O des effluents d'élevage.	7 Substituer des glucides par des lipides insaturés et utiliser un additif dans les rations des ruminants pour réduire les émissions de CH ₄ entérique.	A. Substituer des glucides par des lipides insaturés dans les rations.	1,9	2,4
		B. Ajouter un additif (nitrate) dans les rations.	0,5	
	8 Réduire les apports protéiques dans les rations animales pour limiter les teneurs en azote des effluents et les émissions de N ₂ O associées.	A. Réduire la teneur en protéines des rations des vaches laitières.	0,2	0,7
		B. Réduire la teneur en protéines des rations des porcs et des truies.	0,5	
Modifier les modes de stockage des effluents pour réduire les émissions de N ₂ O.	9 Développer la méthanisation et installer des torchères, pour réduire les émissions de CH ₄ liées au stockage des effluents d'élevage.	B. Couvrir les fosses de stockage et installer des torchères.	3,4	3,4

Source : Inrae, 2013. Les actions 3 à 6, 9A et 10 relèvent du stockage du carbone et de l'énergie et sont traitées plus en détail dans les sections suivantes.

L'importance des émissions de méthane place l'élevage au cœur des postes de réduction des gaz à effet de serre. Pour ces émissions, les options techniques concernent les modifications de l'alimentation animale et la gestion des effluents d'élevage. Elles ont un potentiel technique de réduction proche de 7 Mt eqCO_2 par an sous hypothèse d'additionnalité. Concernant les effluents d'élevage liquides, les leviers identifiés reposent sur la couverture des fosses et l'installation de torchères pour brûler le méthane, donnant du dioxyde de carbone dont le potentiel de réchauffement est plus faible. Cela pourrait convenir aux faibles quantités de lisier qui ne suffisent pas à l'installation d'un dispositif de méthanisation. L'ajout d'un additif dans les rations et la substitution des glucides par des lipides insaturés permettent de réduire les émissions du méthane en modifiant l'alimentation animale.

D'autres pratiques, liées aux rations, à la gestion du troupeau et à la sélection des animaux, permettent aussi de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à l'élevage²²⁴. C'est le cas de plusieurs types d'additifs dans les rations : les algues rouges²²⁵⁻²²⁶, ; les graines de lin extrudées²²⁷ ; le 3-nitrooxypropanol, commercialisé comme additif alimentaire en Europe, qui permettrait de réduire les émissions de CH_4 de 25 à 30 % sur un pas de temps long sans affecter la production²²⁸, mais son utilisation pose la question de l'acceptabilité de l'utilisation de ce type d'additifs et d'effets éventuels éco-toxicologiques ou toxicologiques, et il est moins adéquat pour les élevages à l'herbe car plus efficace lorsque mélangé dans la ration²²⁹. Des pratiques liées à la gestion du troupeau peuvent également contribuer à réduire des émissions, par exemple l'avancée de la date du premier vêlage (avancé à 24 mois)²³⁰. La difficulté provient du manque de précocité des races à viande françaises. Des solutions existent avec les races britanniques (Angus, Hereford) et le croisement. De même, allonger les carrières des animaux va en faveur de l'atténuationⁱ. Cependant, ces pratiques peuvent générer des antagonismes en matière d'adaptation notamment en termes de santé animale. La génétique accompagne la transition à travers les expériences de sélection sur l'efficacité alimentaire et d'animaux à faibles émissions de méthane²³¹. Réduire les effectifs allaitants et faire plus de viande à partir du troupeau laitier est aussi une option avancée²³² pour réduire l'empreinte de la viande mais cela pose des questions d'organisation de nouvelles filières pour relancer l'engraissement en France avec de l'herbe (y

compris des broutards). Les races mixtes, comme la race Nantaise, permettent de combiner ces productions. Au niveau mondial, d'autres pratiques liées à la reproduction, l'alimentation, la modification du processus digestif, la gestion des prairies ou encore les effluents ont été examinées²³³. Toutes les pratiques ne sont pas compatibles entre elles, notamment lorsque ce sont des pratiques d'intensification, le choix de pratiques réalisables dans les systèmes français est à examiner au cas par cas.

PRATIQUES POUR LE STOCKAGE DE CARBONE

Les pratiques stockantes sont diverses (cf. tableau 3.c et encadré 3.g)²³⁴. Plusieurs d'entre elles contribuent à atténuer les effets du changement climatique par le stockage et peuvent techniquement être mobilisées en même temps. Les potentiels de réduction sont importants s'agissant de l'agroforesterie, des haies, des prairies et des cultures intermédiaires.

La fertilisation azotée de certaines prairies permet d'augmenter le stockage de carbone dans le sol, mais elle génère également des émissions de protoxyde d'azote et est donc émettrice nette.

Les haies ont un potentiel important de réduction qui pourrait approcher 11 Mt eqCO_2 par an et peuvent contribuer à l'adaptation des systèmes agricoles.

Longtemps partie intégrante des systèmes agricoles, les haiesⁱⁱ ont été massivement arrachées avec la modernisation de l'agriculture et le remembrement : 70 % des haies ont disparu depuis 1950²³⁵ et leur nombre continue de décroître (près de 20 000 km linéaires de haies perdus par an en moyenne ces dernières années²³⁶). La plantation de haies permet de stocker du carbone dans la biomasse ligneuse et dans les sols²³⁷. Par ailleurs, une partie de cette biomasse issue de l'entretien des haies peut être valorisée notamment en bois énergie (comptabilisé dans le secteur énergie). Les haies contribuent également à la protection de la biodiversité, à la conservation du patrimoine paysager ou encore à la régulation de microclimat²³⁸. Elles peuvent être avantageuses pour les exploitations (valorisation énergétique, tampon de chaleur et source de fraîcheur pour les animaux, apports alimentaires et de litières, bois pour les clôtures, etc.)²³⁹. Une bonne valorisation économique des produits issus de la gestion des haies constitue un levier important pour encourager l'installation de haies, car une des raisons de la dynamique de baisse du linéaire de haies est la balance économique directe visible par l'exploitant.

i. Les résultats de l'Inrae à l'Unité Expérimentale du Pin montrent que passer d'un taux de renouvellement de 40 à 25% réduirait de 14% les émissions de méthane par litre de lait.

ii. Dans la définition de l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière), une haie correspond à une formation linéaire d'arbres, arbustes ou arbrisseaux sur au moins 25 m de long, sans interruption de plus de 20 m, avec moins de 20 m de largeur et une hauteur potentielle d'au moins 1,3 m.

Tableau 3.c - Mesures stockant du carbone organique **et potentiel de stockage**

Pratique	Bilan GES (t éqCO ₂ /ha/an)	Assiette maximale technique (Mha)	Potentiel de stockage à l'échelle du territoire métropolitain (borné par le remplissage total de l'assiette) (Mt éqCO ₂ /an)
Réduction du travail du sol, développement du semis direct	0,2	11,3	2,3
Extension des cultures intermédiaires	0,4	16,0	6,4
Allongement dans le temps des prairies temporaires entre prairies et cultures	0,7	6,6	4,6
Apport de nouvelles ressources organiques pour le sol	0,7	1,5	1,1
Agroforesterie intraparcellaire	4,6	5,3	24,4
Haies	1,2	8,8	10,6
Enherbement des vignobles	0,6 à 0,7	0,2 à 0,4	0,1 à 0,2
Réduction de la fauche au profit du pâturage	0,5 à 0,6	0,1	0,1

Source : Inrae (2019) et calculs du Haut conseil pour le climat à partir des chiffres Inrae.

Les potentiels de réduction ont été obtenus en multipliant les potentiels par hectare en bilan GES fournis par l'étude et l'assiette estimée à l'échelle du territoire, c'est-à-dire la surface où la pratique retenue est techniquement applicable, et en supposant que la totalité de l'assiette peut être remplie par la mesure, ce qui est une hypothèse forte et impose de prendre ces chiffres avec grande précaution. Par exemple, pour l'agroforesterie, le bilan GES de -4,633 t éqCO₂/ha/an qui intègre toutes les émissions et stockages (stockage au sol, stockage dans la biomasse, émissions induites, émissions directes, émissions de N₂O associées) est multiplié avec l'assiette maximale technique de 5,3 Mha.

L'étude calcule le potentiel de stockage de carbone dans les sols, ce tableau montre le potentiel de réduction de gaz à effet de serre (éqCO₂) en prenant en compte les émissions de N₂O de CO₂ évitées ou induites, le stockage dans le sol mais aussi le stockage dans la biomasse.

La fertilisation azotée de certaines prairies, retenue par l'étude car contribuant au stockage de carbone, ne figure pas dans le tableau du fait de son effet faible en termes de bilan GES. Les valeurs sont positives et correspondent ici à un stockage (donc contribution à l'atténuation).

En parallèle des haies, les arbres peuvent être implantés dans les paysages agricoles par le développement de l'agroforesterie intraparcellaire (jusqu'à 24 Mt éqCO₂ par an dans des hypothèses très ambitieuses), mais celle-ci reste peu développée en France. Elle repose sur l'association d'arbres à des cultures et est très présente dans le monde mais peu en France notamment car elle limite les possibilités de mécanisation. Cependant, elle pourrait se développer sous certaines formes comme l'alignement d'arbres à faible densité par hectare (30 à 200) permettant le passage de machines entre rangées. C'est une pratique d'intérêt car l'agroforesterie est favorable au stockage de carbone organique¹ et permet une production totale de biomasse par hectare, issue des arbres et des cultures, plus élevée que dans des surfaces séparées. Cette diversification peut ouvrir des opportunités économiques à long terme. La pratique nécessite toutefois une gestion complexe, et son adoption est freinée par le fait que les

arbres ne deviennent productifs qu'au bout de quelques années. La recherche est en cours sur d'autres processus dans la dynamique des matières organiques dans le sol dans des systèmes agroforestiers²⁴⁰.

L'extension des cultures intermédiaires apparaît comme un levier au potentiel de stockage significatif, proche de 6 Mt éqCO₂ par an. Ces cultures sont compatibles avec une diversification des assolements qui favorise les performances environnementales en matière de qualité de l'eau, des sols et de biodiversité²⁴¹. Les cultures intermédiaires, c'est-à-dire cultivées entre deux cultures principales, présentent un intérêt en termes de stockage de carbone lorsque toute la biomasse est restituée au sol par enfouissement. Certaines cultures intermédiaires, appelées « CIMS » pour cultures intermédiaires multiservices, rendent des services en termes de stockage de carbone et de réduction de la pollution des eaux²⁴². Les cultures intermédiaires à vocation

1. D'après l'Inrae, le bilan en gaz à effet de serre, à travers la baisse des émissions de protoxyde d'azote (liée à la baisse d'intrants, -118 kg éqCO₂/ha/an), aux émissions directes et induites (-456 kg éqCO₂/ha/an), au stockage dans la biomasse (-33 000 kg éqCO₂/ha/an) et au stockage dans le sol (-759 kg éqCO₂/ha/an), permet une réduction nette des émissions de 4,6 t éqCO₂/ha/an.

énergétique (CIVE) sont destinées à la production de biogaz par méthanisation et les digestats (sous-produits) de la méthanisation peuvent être valorisés comme amendement organique du sol. Les CIVE conservent l'effet positif des couverts intermédiaires sur la lixiviation d'azote et la protection contre l'érosion, avec des périodes de couverture rallongées en général. Associées à un retour de digestat sur la parcelle, elles permettent de stocker du carbone par rapport à un sol nu ou une culture intermédiaire peu productive. Par contre, les émissions de N₂O et la volatilisation ont tendance à être accrues. Les bandes enherbées en bordure de cours d'eau ou de périphéries de parcelles sont des infrastructures agroécologiques favorables au stockage de carbone.

Les prairies permanentes et temporaires ont des stocks de carbone organique dans le sol nettement plus élevés que ceux des cultures (cf. chapitre 1). Leur conservation doit donc être favorisée notamment grâce aux systèmes d'élevage herbagers qui valorisent la production d'herbe pour l'alimentation des troupeaux. Le potentiel associé peut se rapprocher des 5 Mt éqCO₂ par an. Les prairies stockent du carbone en quantité importante (80 à 120 t C/ha) dans le sol. En outre, elles peuvent abriter des espèces végétales ayant un effet positif sur le stockage de carbone, comme lors de l'association de légumineuses et de graminées²⁴³. L'accroissement de la part de prairies temporaires dans les cultures est réalisable en particulier par l'allongement de la durée des prairies temporaires dans les rotations des cultures et par l'introduction de prairies temporaires dans les rotations de cultures. La présence de prairies permanentes dans les systèmes agricoles permet également de stocker du carbone de

façon significative²⁴⁴. Les prairies sont étroitement liées à l'élevage et la réduction de la fauche au profit du pâturage sur certaines prairies, ainsi que l'allongement de la durée de pâturage pour les élevages en plaine qui utilisent l'ensilage de maïs, sont des leviers qui concernent la conduite du troupeau et qui sont mobilisables pour augmenter le stockage de carbone grâce aux prairies²⁴⁵. Les prairies, qui abritent une biodiversité considérable, sont à l'origine de services écosystémiques comme la régulation de l'eau, la qualité des paysages et le patrimoine culturel²⁴⁶.

Le stockage de carbone dans le sol est réversible. Le caractère pérenne de ce stockage dépend donc de la durée des pratiques permettant de conserver ou d'accroître les stocks de carbone²⁴⁷. En conséquences, les stocks de carbone organique doivent être particulièrement augmentés dans les réservoirs où le carbone est le plus stable¹. Tout le profil du sol doit être pris en compte pour déterminer l'effet d'une pratique sur le stockage.

L'augmentation du carbone organique dans les sols agricoles contribue à l'atténuation du changement climatique, à la santé des sols et à leur fertilité, mais représente un coût supplémentaire associé à la mise en œuvre des pratiques stockantes. Ce coût pourrait être compensé par la rémunération de crédits carbone reconnus par des certifications privées, c'est le *carbon farming*. Cette rémunération favoriserait la réduction des émissions de GES et pourrait permettre des changements plus larges d'utilisation des terres et de type de productions²⁴⁸. Il est nécessaire que les pratiques ayant lieu dans un tel cadre soient installées pour un temps long, protégeant les stocks de carbone²⁴⁹.

Encadré

3.g

Pratiques agricoles et stocks de carbone des sols des territoires français d'outre-mer

Les sols des départements et régions d'outre-mer (Drom) représentent plus de 15 % de la superficie de l'hexagone²⁵⁰. Les stocks de carbone dans les sols ultramarins équivalent à environ 20 % des stocks de carbone des sols de métropole, tous usages confondus (dont la forêt tropicale de Guyane). Ils ont été calculés sur la base des informations disponibles en Martinique, à La Réunion et en Guyane.

En fonction de l'usage des sols, les stocks de carbone du sol par hectare peuvent atteindre des valeurs 2 à 3 fois plus élevées qu'en métropole. Dans les territoires insulaires volcaniques, les andosols (sols volcaniques jeunes) présentent des stocks de carbone plus élevés que les autres sols, avec des valeurs pouvant dépasser les 200 t C/ha dans la couche 0-30 cm. Pour un territoire donné et dans des conditions pédoclimatiques identiques, les stocks de carbone du sol par hectare

1. La matière organique des sols se situe dans trois compartiments où la vitesse de dégradation est différente : labile (dégradation de la journée à l'année), intermédiaire (années voire décennies) et stable (plusieurs décennies à siècles).

augmentent selon la séquence suivante : ananas, maraîchage et tubercules < jachères, jardins créoles < canne à sucre, bananes, vergers < prairies < forêts. Or, au vu des tendances d'évolution d'occupation des territoires et de la diversification des cultures agricoles, les stocks de carbone des sols tendent à diminuer.

Neuf pratiques agricoles différentes ont été étudiées sur plusieurs années pour évaluer l'effet positif, ou négatif, de changements de pratiques agronomiques sur les stocks de carbone du sol dans les territoires ultramarins :

- Effet très positif : substitution de la fertilisation minérale des bananes par une fertilisation organique ; remplacement du travail profond du sol par un travail superficiel du sol en maraîchage.
- Effet positif : arrêt du brûlis des résidus de canne à sucre ; substitution de la fertilisation minérale en maraîchage par une fertilisation organique ; substitution de la fertilisation minérale des prairies par une fertilisation organique ; inclusion d'arbres dans les prairies (agroforesterie) ; re-végétalisation de site minier.
- Peu d'effet : inclusion de rotation maraîchère ou de jachère pâturée dans les plantations de canne à sucre ou de bananes, avec ou sans fertilisation organique ; remplacement du travail superficiel du sol par le non travail du sol dans les cultures de maïs et de soja.

PRATIQUES RELATIVES À L'ÉNERGIE

Le sous-secteur dit « engins, moteurs et chaudières » représente un gisement de réduction des émissions. La baisse de l'utilisation d'énergie fossile passe par la réduction de la consommation énergétique des engins agricoles et du chauffage des bâtiments et des serres (cf. tableau 3.d)²⁵¹. Si les bâtiments des bovins et porcins sont chauffés principalement à l'électricité, les bâtiments d'élevage de volailles sont majoritairement chauffés au gaz. Des installations de chauffage de nouvelle génération ou encore l'isolation permettent la réduction de consommation. Enfin, les engins agricoles consomment du gazole et le diagnostic moteur ainsi que l'éco-conduite contribuent à réduire les émissions de l'ordre de 1 à 2 Mt éqCO₂ par an²⁵². Une conversion du parc¹ vers d'autres énergies (biodiesel, bioGNV, électricité, hydrogène) nécessiterait une mise en œuvre le plus tôt possible pour éviter les risques de verrouillage et d'actifs échoués²⁵³, puisqu'une grande partie des tracteurs achetés actuellement seront encore utilisés à l'approche de 2050.

L'agriculture est à même de contribuer à la production d'énergie pour son activité mais aussi pour alimenter les réseaux d'énergie (gaz, électricité, chaleur). Selon différents scénarios, et avec un soutien financier public

massif, les exploitations agricoles pourront produire des énergies renouvelables, dans une logique de baisse de la dépendance au marché de l'énergie et de valorisation économique de cette activité pour les agriculteurs.

L'agriculture peut également contribuer à la production de biogaz par la méthanisation d'effluents d'élevage (près de 6 Mt éqCO₂ par an), de cultures intermédiaires à vocation énergétique, et de résidus de culture.

La réglementation limite fortement l'utilisation de cultures à vocation alimentaire dans ce but, pour éviter les conflits d'usage des sols. La production de biogaz est aussi développée par certaines industries agroalimentaires à partir de déchets alimentaires. La méthanisation permet de collecter le méthane issu de la dégradation anaérobie des matières organiques. Celui-ci peut alors être injecté directement dans le réseau de gaz, ou être brûlé pour produire chaleur ou électricité. La méthanisation s'inscrit au carrefour de plusieurs secteurs en proposant une source de fertilisation (le digestat de la méthanisation), en traitant les déchets organiques de certaines activités non agricoles et en produisant de l'énergie, et peut ainsi être un levier de développement territorial²⁵⁴. Sur la question de la performance environnementale, l'analyse en cycle de vie montre, à partir de cas d'études, des effets

¹ Sachant que le gazole agricole bénéficie d'un aménagement de taxe, représentant 1,7 Mrd€ en 2023. Toutefois, un calendrier de réduction de la détaxe à partir de 2024 et jusqu'en 2030 figure dans la Loi de finances pour 2024 (art. 94).

Tableau 3.d - Liste d'actions de réduction **de la consommation et de production d'énergie**²⁵⁵

ACTION IDENTIFIÉE PAR L'INRAE	PRATIQUE (SOUS-ACTION)	POTENTIEL DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS À L'ÉCHELLE DU TERRITOIRE MÉTROPOLITAIN EN 2030 (Mt éqCO ₂ /an)
9 Développer la méthanisation et installer des torchères, pour réduire les émissions de CH ₄ liées au stockage des effluents d'élevage.	A. Développer la méthanisation	5,8
10 Réduire, sur l'exploitation, la consommation d'énergie fossile des bâtiments et équipements agricoles pour limiter les émissions directes de CO ₂ .	A. Réduire la consommation d'énergie fossile pour le chauffage des bâtiments d'élevage.	0,2
	B. Réduire la consommation d'énergie fossile pour le chauffage des serres.	0,1
	C. Réduire la consommation d'énergie fossile des engins agricoles.	1,6

Source : Inrae, 2013. L'action 9.B (couverture et torchères) ne produit pas d'énergie valorisable et ne figure donc pas dans ce tableau

positifs dans la gestion des résidus organiques d'un territoire et la valorisation énergétique, mais également des limites s'agissant des fuites de protoxyde d'azote lors du compostage et des risques de fuites de gaz du digesteur difficilement contrôlables²⁵⁶⁻²⁵⁷. Les performances environnementales de la méthanisation sont étroitement liées à l'organisation territoriale autour de l'installation, à sa contribution au maintien des modes de production agricoles actuels ou au contraire à la transition du système agricole vers l'agroécologie (cf. section 1.2). Elles dépendent des dynamiques complexes autour des fermes et des territoires²⁵⁸.

Les terres cultivées peuvent être utilisées pour la production de biomatériaux (fibres de lin, de chanvre), et de biocarburants dits de « première génération » (bioéthanol, biodiesel) produits à partir de grandes cultures¹, mais cela peut engendrer des conflits d'usage des terres et impacter la production agricole à visée alimentaire. Les surfaces de cultures dédiées aux filières actuelles de biocarburants (colza, blé, betterave) sont de l'ordre de 850 000 ha, soit environ 3 % de la surface agricole utile (SAU)²⁵⁹. La production de biocarburants à partir des cultures nécessite de leur dédier une part de la surface agricole, qui pourrait être utilisée pour la production alimentaire. La production de biocarburants de première génération n'est donc

pas à privilégier, pour limiter les conflits d'usage des terres et les impacts négatifs possibles en termes de sécurité alimentaire.

Les biocarburants de 2^{ème} génération issus de la biomasse lignocellulosique pourraient être obtenus à l'avenir à partir de résidus de cultures, ou de cultures intermédiaires. Leur production n'entrerait donc pas en compétition avec les surfaces des cultures alimentaires.

En mobilisant seulement la biomasse agricole non alimentaire, les effluents d'élevage, les surplus d'herbe et les résidus des cultures, les objectifs de production de biomasse agricole définis dans la SNBC 2 sont difficilement atteignables^{260-II}. Le Secrétariat général à la planification écologique (SGPE) a ainsi souligné que la disponibilité de la biomasse pour assurer un bouclage entre offre et demande était incertaine à l'horizon 2030, les demandes alimentaire, énergétique et climatique (puits de carbone) augmentant simultanément.

La large diffusion de panneaux solaires sur les bâtiments agricoles permettrait de produire de l'énergie sur les exploitations. Ce levier favoriserait l'auto-consommation et contribuerait à l'amélioration du revenu des agriculteurs²⁶¹. L'agrivoltaïsme gagne en importance depuis les années 2010 (cf. encadré 3.h).

I. Outre la production alimentaire et l'énergie, l'agriculture est utile pour plusieurs secteurs comme le vêtement ou la pharmacie. Elle peut être une source de valorisation de produits (fibres, laine) dans des filières comme le textile. L'agriculture est ainsi au centre d'enjeux divers et de questionnements sur la valorisation de toute la production agricole et de ventilation entre secteurs.
 II. Les biocarburants sont sollicités par plusieurs secteurs pour réduire leur impact climatique. Par exemple, le secteur aérien en France a développé une feuille de route et a une stratégie sur les SAF (Sustainable Aviation Fuels) qui repose sur la mobilisation de la biomasse.

Encadré

L'agrivoltaïsme, une pratique combinant production agricole et production d'énergie

3.h

Un système agrivoltaïque est un système mixte qui associe, sur la même surface de sol, production alimentaire et panneaux solaires²⁶². D'après l'Ademe, « une installation photovoltaïque peut être qualifiée d'agrivoltaïque lorsque ses modules photovoltaïques sont situés sur une même surface de parcelle qu'une production agricole et qu'ils l'influencent en lui apportant directement, ou un service d'adaptation au changement climatique, ou un service d'accès à une protection contre les aléas, ou un service d'amélioration du bien-être animal ou un service agronomique pour les besoins des cultures, et ce, sans induire ni dégradation importante de la production agricole quantitative et qualitative, ni diminution des revenus issus de la productions agricole ».

La présence de panneaux solaires au-dessus des cultures peut modifier des paramètres physiques au-dessus de la parcelle : éclairage reçu, hygrométrie, température, etc. modifiant significativement le microclimat²⁶³, mais les modifications peuvent également être faibles pour certains systèmes agrivoltaïques ouverts (pas sous forme de serre), déplaçant le principal point d'attention sur l'optimisation de la réduction de lumière²⁶⁴ (l'ombre peut à la fois protéger les plantes et impacter négativement leur croissance). L'agrivoltaïsme n'a pas les mêmes effets en fonction des cultures et des territoires²⁶⁵, et le déploiement de la pratique nécessite des considérations techniques, de choix de surfaces propices, de coût, d'uniformité des rendements sur la parcelle, d'intégration territoriale et de paysages²⁶⁶, etc. Il n'y a donc pas un seul type de système agrivoltaïque.

Face à la question d'utilisation du foncier, les centrales solaires peuvent entrer en compétition avec les terres destinées à la production agricole, notamment dans les pays où les terres agricoles sont rares. La combinaison de panneaux solaires et de cultures alimentaires sur la même parcelle peut permettre d'augmenter la productivité globale de la parcelle, maximisant son usage par rapport à la séparation des deux activités. Cette pratique pourrait également réduire la pression foncière due à la production d'énergie par la biomasse²⁶⁷.

3.2.2 MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES BAS CARBONE ET ADAPTÉES

L'ensemble des pratiques agricoles présentées permettant de réduire les émissions, de stocker du carbone ou de produire de l'énergie ou encore de s'adapter au changement climatique peuvent être mises en place dans des exploitations conventionnelles. Elles peuvent également être mises en place conjointement dans une optique de reconfiguration globale de l'exploitation vers d'autres types de modèles agricoles.

En France, la majorité des exploitations conventionnelles se rapprochent d'un modèle agricole intensif, se caractérisant par une forte spécialisation, un recours important à la mécanisation, aux intrants de synthèse et aux importations pour l'alimentation animale²⁶⁸. D'autres modèles d'exploitations, plus éco-

nomes en intrants, diversifiés et adaptant les productions aux contraintes de l'environnement existant²⁶⁹, comme par exemple l'agroécologie²⁷⁰⁻²⁷¹, l'agriculture biologique ou l'agriculture de conservation (cf. encadré 3.i)²⁷². Ces modèles ne s'excluent pas mutuellement et peuvent même être complémentaires²⁷³.

L'évolution de l'agriculture conventionnelle peut suivre deux directions pour être plus durable : l'intensification visant une productivité maximale sur une superficie limitée et une réduction des impacts sur l'environnement grâce aux progrès techniques ou la conversion vers des systèmes agroécologiques reposant sur les interactions biotiques dans les agro-écosystèmes²⁸¹. Le premier type de système s'appa-

3.i

La première mesure identifiée par l'Inrae dans son rapport de 2020 se décline en réduction du travail du sol et développement du semis direct. Le travail du sol modifie la localisation des matières organiques dans le profil du sol, les conditions de minéralisation du carbone et la biomasse du sol²⁷⁴.

L'histoire et les perceptions de l'agriculture sont très liées au travail du sol. Il a plusieurs avantages : aération du sol, facilitation de la décomposition des résidus du sol, destruction des adventices²⁷⁵... Pourtant, l'agriculture de conservation des sols, qui, selon la FAO, repose sur la réduction (voire la suppression) du travail du sol en parallèle de leur couverture permanente et de la diversification des cultures, est avancée par certains acteurs pour améliorer les performances environnementales de l'agriculture. Parmi elles figure le stockage du carbone et la réduction des passages des engins agricoles, et donc de la consommation d'énergies fossiles associée²⁷⁶. Les impacts de ces pratiques ne sont pas immédiats et demandent quelques années²⁷⁷.

Les principes de l'agriculture de conservation sont souvent adoptés de façon partielle, alors qu'ils devraient l'être de manière simultanée²⁷⁸. Par exemple, une réduction du labour sans introduction de couverts végétaux, peut créer d'autres problèmes comme un grand nombre d'adventices²⁷⁹.

Certaines performances environnementales de l'agriculture de conservation des sols sont encore débattues dans le milieu académique, notamment sur le stockage du carbone à différentes profondeurs²⁸⁰.

rente à une approche dite de *land sparing*, qui consiste à concentrer l'agriculture sur des surfaces plus réduites pour laisser un maximum de place aux milieux naturels et la biodiversité²⁸². Le second type s'apparente plutôt à une approche dite de *land sharing*, qui vise à combiner production agricole et conservation de la biodiversité sur les mêmes territoires, en modifiant les pratiques agricoles afin de tirer le meilleur profit des interdépendances entre les écosystèmes naturels et les espaces agricoles, ce qui est le cas de l'agriculture biologique, ou de l'agroécologie. Historiquement, les pays européens se sont davantage orientés que d'autres pays (ex. États-Unis) vers cette seconde approche, du fait de leurs relativement faibles surfaces naturelles encore disponibles²⁸³.

Ces modèles ont des impacts variés en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de stockage de carbone, et n'ont pas le même niveau de vulnérabilité face au changement climatique. Ils ne génèrent pas non plus les mêmes co-bénéfices environnementaux et sociaux. Il peut exister des antagonismes, certains étant plus favorables à l'atténuation tandis que d'autres peuvent être plus bénéfiques pour l'adaptation ou pour d'autres enjeux environnementaux.

Les systèmes agroécologiques, en particulier biologiques, sont moins émetteurs de gaz à effet de serre

à l'hectare que les systèmes conventionnels, mais ils le sont plus au kilogramme d'aliment produit. L'agriculture biologique exclut le recours aux produits chimiques de synthèse, entraînant des réductions d'usage de fertilisants minéraux, tant lors de l'épandage qu'à l'étape de fabrication des intrants. Pour la plupart des productions végétales, les émissions de gaz à effet de serre ramenées à la surface cultivée sont donc inférieures en agriculture biologique par rapport à l'agriculture conventionnelle²⁸⁴. En ce qui concerne les productions animales, et toujours par unité de surface, les émissions de méthane seraient similaires en agriculture biologique et conventionnelle. Cependant, dès lors que l'on s'intéresse aux émissions par kg de denrée produite (cf. chapitre 1), la majorité des études mettent en avant de meilleurs résultats en agriculture conventionnelle, du fait de rendements par unité de surface et par animal plus élevés dans ces modes de production²⁸⁵⁻²⁸⁶. Selon ces observations, les systèmes agricoles à haut niveau d'intrants pourraient donc être plus favorables à la transition climatique, car ils permettent de produire autant sur une surface plus faible et ainsi, en théorie, de libérer des terres pour la conservation des forêts et des écosystèmes. Cependant, des études ont montré qu'une intensification des pratiques ne s'accompagne généralement pas d'une réduction de la surface cultivée²⁸⁷⁻²⁸⁸.

Les systèmes agroécologiques et biologiques sont plus bénéfiques pour la conservation des sols et des ressources en eau, le stockage de carbone, la préservation de la biodiversité et le bien-être animal, ce qui augmente leur résilience au changement climatique²⁸⁹

(cf. 3.1.3). Par exemple, l'agriculture biologique encourage l'adoption de pratiques favorisant la séquestration de carbone, comme l'introduction de légumineuses et de cultures pérennes dans les successions culturales, la couverture hivernale des sols au travers des cultures intermédiaires, la présence de prairies temporaires ou permanentes dans la sole fourragère ou l'utilisation plus élevée de fertilisants organiques²⁹⁰. Les systèmes d'élevage agroécologiques sont par ailleurs plus autonomes en intrants ce qui les rend moins vulnérables aux hausses de prix des céréales et des fourrages sur les marchés internationaux hausses qui seront probablement plus fréquentes avec les changements climatiques à venir (cf. chapitre 2).

Bien que les systèmes agroécologiques soient plus émetteurs par kilogramme de denrée produite, et qu'ils aient des rendements moindres, il est possible, au niveau européen, d'un point de vue biophysique, de produire suffisamment de nourriture pour la population et d'atteindre les objectifs climatiques en 2050 avec une agriculture entièrement agroécologique, sous réserve d'une baisse de la consommation de protéines animales de l'ordre de 30 %²⁹¹. Au niveau européen, la combinaison de certains leviers agroécologiques (réduire de 50 % l'usage de pesticides, de 20 % l'usage de fertilisants, de 50 % l'usage d'antimicrobien et atteinte de 10 % de la SAU couverte par des élé-

ments paysagers riches en biodiversité), d'une réduction des pertes de gaspillages (-50 %) et d'une baisse de la consommation de viande (-20 %, compensée par une hausse de la consommation de protéines végétales), en cohérence avec les objectifs du Pacte vert européen, permettrait de réduire les émissions liées à la consommation alimentaire de 18 %²⁹². Mobiliser uniquement les leviers agroécologiques au niveau de la production n'amènerait qu'une baisse de 5 % du fait, notamment, d'un déplacement de la production et des émissions à l'étranger, soulignant la nécessité d'agir conjointement sur ces trois leviers.

Un élevage relevant de l'agroécologie favorise l'autonomie fourragère pour réduire l'utilisation d'aliments industriels, pouvant générer de la déforestation importée. Il permet en outre, pour les élevages ruminants herbagers, de limiter le retournement des prairies²⁹³ et d'apporter des externalités environnementales positives²⁹⁴. Les systèmes d'élevage économes en intrants, où la priorité relève non de l'augmentation de la production mais de la diminution des coûts, permettent des réductions d'émissions par une augmentation de la culture de légumineuses et une meilleure valorisation de l'azote organique²⁹⁵⁻²⁹⁶. Les élevages de monogastriques émettent moins par produit que les élevages de ruminants mais une partie de leur alimentation est importée et peut induire de la déforestation (cf. chapitre 1, encadré 1.e). L'agroécologie en élevage requiert un fort couplage avec les cultures²⁹⁷. La maximisation des synergies entre ateliers animaux et végétaux est une solution de bouclage des différents cycles (encadré 3.j)²⁹⁸.

Encadré

3.j

Association cultures-élevages, bouclage des cycles et enjeux territoriaux

Le bouclage des cycles biogéochimiques en agriculture consiste à tirer profit des interactions biotiques pour garantir l'équilibre des flux de matière et d'énergie dans un agroécosystème par une approche circulaire. Il implique la minimisation des pertes et la réduction de la dépendance aux intrants de synthèse. Avant la modernisation agricole de la seconde moitié du XX^e siècle, l'association cultures-élevages, avec des assolements plus complexes, était représentative de la majorité des exploitations²⁹⁹.

L'association culture-élevage permet ce bouclage : les cultures servent de nourriture ou encore de litière pour les animaux et les animaux produisent des déjections utilisables comme fertilisants pour les cultures. Ce bouclage a un impact positif tant sur le climat (émissions évitées liées à la production d'intrants minéraux et à la déforestation importée pour l'alimentation animale par exemple) que sur l'environnement (réduction de la pollution de l'eau et des risques d'eutrophisation). Les systèmes de polyculture-élevage et herbagers favorisent cette synergie au niveau de l'exploitation. Plusieurs travaux convergent cependant sur la difficulté de généraliser le système de polyculture-élevage pour toutes les exploitations et dans toutes les régions³⁰⁰.

La cohabitation, sur un même territoire, d'exploitations d'élevage et de grandes cultures peut favoriser le bouclage du cycle au niveau dudit territoire. La spécialisation de certaines régions fait donc obstacle à ce type de complémentarité³⁰¹ et limite le développement de l'agriculture biologique, qui interdit la fertilisation des cultures à partir des engrais minéraux de synthèse. Dans ces systèmes, la fertilisation repose sur le principe du retour à la terre des matières fertilisantes (rotations pluriannuelles avec légumineuses et MAFOR – matières fertilisantes d'origine résiduaire –, ou encore digestats de méthanisation), principalement issues des élevages³⁰². Certaines régions étant spécialisées dans l'élevage et d'autres dans les cultures, les gisements de MAFOR peuvent être éloignés des besoins.

Les échanges entre exploitations de cultures et d'élevages peuvent être limités aux grains, à la paille et aux effluents ou aller jusqu'à des associations de type « coopératif » ayant une gestion commune d'une partie des espaces et permettant des mises en commun du travail et des outils de production³⁰³.

3.2.3 VERROUS LIMITANT L'ADOPTION DE PRATIQUES D'ATTÉNUATION

Plusieurs opportunités contribuent à la transformation de l'agriculture : le renouvellement des générations, le plus fort intérêt des jeunes installés pour les modes de production durables³⁰⁴ et la prise de conscience croissante des problèmes environnementaux et climatiques par les agriculteurs³⁰⁵ ou encore le développement de nouvelles compétences.

Néanmoins, le secteur fait aussi face à de nombreux freins et verrous qui ralentissent ou entravent l'adoption de pratiques et de systèmes agricoles bas carbone et durables. Les principaux peuvent être regroupés en trois grandes catégories (cf. tableau 3.e) : ceux liés spécifiquement à l'adoption de pratiques et systèmes bas carbone et adaptés, ceux liés à la situation socio-économique et institutionnelle du secteur, peu favorable à la transformation des exploitations (ex. partage inéquitable de la valeur entre acteurs et faible revenu des éleveurs) et les freins personnels (ex. aversion au risque). La transformation de l'agriculture requiert de lever tous les freins et verrous.

COÛTS ET RISQUES LIÉS À L'ADOPTION DE PRATIQUES BAS CARBONE ET ADAPTÉES

La mise en œuvre de pratiques et de systèmes agricoles bas carbone et adaptés au climat futur sur les exploitations peut générer des coûts pour les agriculteurs³¹⁴ : investissements initiaux ; coûts récurrents de mise en œuvre (ex. additif alimentaire pour le bétail, entretien des haies, sous-traitance)³¹⁵⁻³¹⁶ ; coût d'op-

portunité pour l'agriculteur, c'est-à-dire perte de revenu par rapport à ce qu'il pourrait obtenir en choisissant d'utiliser ses terres autrement, notamment dans les premières années³¹⁷ ; coûts de transaction liés au temps passé à rechercher des informations, à se former, à remplir des documents administratifs, etc.³¹⁸. Au total, et hors coûts de transaction, le coût des pratiques d'atténuation identifiées dans la section 3.2.1 varient au maximum de -500 à 500 €/t éqCO₂ évitée³¹⁹. Par ailleurs, de nouveaux revenus peuvent être générés comme pour les haies ou les cultures intermédiaires si des filières de valorisation existent.

Les coûts de transaction liés à la technicité et à la complexité de mise en œuvre des actions et aux démarches administratives peuvent être équivalents aux coûts d'investissement et de mise en œuvre. Ainsi, sur les 12 actions d'atténuation pour lesquelles ces coûts ont été évalués, les coûts restent négatifs pour seulement 2 des 7 actions qui avaient des coûts négatifs avant prise en compte des coûts de transaction³²⁰. Par ailleurs, des estimations moyennes ne sauraient rendre compte des coûts réels auxquels fait face chaque agriculteur.

Encourager la transition bas carbone des agriculteurs nécessite donc de compenser les coûts et manques à gagner liés au changement de pratiques ou de systèmes. Cela peut passer par un soutien direct, par une meilleure valorisation sur le marché de produits issus

Tableau 3.e - Principaux freins et verrous rencontrés **pour la transformation de l'agriculture**

TYPE DE FREIN	FREINS
Lié aux pratiques/systèmes bas carbone et résilients	<ul style="list-style-type: none"> ■ Investissement nécessaire au changement de pratique/système. ■ Coût de mise en place de la pratique (ex. coût lié au travail additionnel). ■ Coût d'opportunité (perte de revenu par rapport à la pratique conventionnelle/initiale). ■ Coût de la transition (ex. le changement de pratiques peut mener dans un premier temps à des pertes de rendements puis s'équilibrer sur le moyen/long terme). ■ Risques liés à l'adoption de nouvelles pratiques. ■ Manque de connaissances/compétences, besoin de formation/conseil. ■ Freins liés à la spécialisation des territoires (cf. encadré 3.j). ■ Freins liés à l'organisation des filières.
Lié au contexte à la situation socio-économique et institutionnelle du secteur	<ul style="list-style-type: none"> ■ Faible revenu de certains agriculteurs³⁰⁶ (et instabilité croissante), notamment dû à la concurrence sur le marché international et à un partage inéquitable de la valeur le long de la chaîne³⁰⁷. ■ Difficulté à assurer la transmission des exploitations et l'installation (en particulier hors cadre familial), besoins importants en capital, problématique d'accès au foncier, complexité et lourdeur administrative³⁰⁸. ■ Fort taux d'endettement, risque de générer des actifs, et des dépendances de sentier³⁰⁹. ■ Conditions de travail difficiles, pénibilité, santé physique et mentale des travailleurs agricoles³¹⁰. ■ Maintien/ entretien du <i>statu quo</i> et de normes sociales « conventionnelles » par certains acteurs institutionnels³¹¹. ■ Réglementations qui entravent le changement (p.ex. exonération de taxes sur les produits énergétiques fossiles à hauteur de 860 M€ en 2018³¹² et politiques publiques qui entretiennent le <i>statu quo</i> (cf. chapitre 4).
Lié aux caractéristiques individuelles	<ul style="list-style-type: none"> ■ Freins de disposition (ex. : aversion au risque, aversion aux pertes, aversion au changement, préférences environnementales)³¹³. ■ Freins cognitifs (ex. perceptions des risques).

Source : auteurs

de modes de production bas carbone (ex. via la certification ou la labellisation) ou par la mise en place de paiements pour services écosystémiques (p. ex. via la *carbon farming*, en lien avec la proposition de règlement européen sur la certification des absorptions de carbone³²¹). Ce soutien est particulièrement important pour certaines pratiques ou systèmes qui ne permettent qu'une valorisation sur le long terme (ex. l'agroforesterie).

La transition vers des pratiques ou des systèmes agricoles bas carbone et adaptés au climat futur constitue également une prise de risque pour les agriculteurs. Des outils de gestion de risques spécifiques peuvent

être mis en place pour encourager ces changements³²².

Pendant la phase d'apprentissage, l'agriculteur peut ne pas encore maîtriser les techniques nécessaires à la mise en œuvre de la nouvelle pratique. Il prend donc le risque de ne pas atteindre les rendements et revenus espérés les premières années. Certaines pratiques sont également plus risquées. Les rendements de l'agriculture biologique sont, par exemple, moins stables que ceux de l'agriculture conventionnelle³²³. Des instruments visant à réduire le risque pour les agriculteurs dans cette phase de transition peuvent être mis en place, comme des systèmes assurantiels dédommageant les pertes de rendements. Le *Fondo Risemina*

Maïs en Italie propose ainsi aux agriculteurs une assurance récolte financée par un fond mutuel en cas de dommages climatiques ou causés par des ravageurs sur le maïs s'ils s'engagent à respecter de bonnes pratiques agricoles³²⁴. Aux États-Unis, le *Whole Farm Revenue Program* propose des polices d'assurance prévoyant une réduction du taux de prime ainsi que des niveaux de couverture plus élevés pour des exploitations plus diversifiées.

CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES NÉCESSAIRES AU CHANGEMENT DE PRATIQUES³²⁵

L'agriculture requiert un niveau élevé de connaissances, de qualifications et de compétences³²⁶. Les défis auxquels doivent faire face les agriculteurs se sont complexifiés depuis quarante ans : management, réglementations environnementales de plus en plus contraignantes, travail administratif croissant, augmentation des incertitudes (prix, aléas climatiques, etc.)³²⁷. Par ailleurs, par rapport aux autres métiers, celui d'agriculteur exige plus de compétences en littératie climatique³²⁸. Les agriculteurs considèrent que leurs connaissances techniques doivent être remises à jour régulièrement³²⁹.

Ce besoin d'un haut niveau de compétences est particulièrement important pour les agriculteurs qui souhaitent s'orienter vers des pratiques ou des systèmes plus durables, bas carbone et adaptés aux changements climatiques à venir (p. ex. pour l'utilisation d'additifs pour l'alimentation du bétail). La transition vers des pratiques et modèles agroécologiques, économes en intrants et en énergie, demande d'inventer des solutions adaptées aux conditions locales et de savoir résoudre des problèmes complexes³³⁰.

L'acquisition des savoirs, savoir-faire et des compétences nécessaires à l'adoption de pratiques et de systèmes bas carbone et adaptés au changement climatique doit donc être facilitée, notamment par la formation et le conseil. Pour ce faire, outre l'apprentissage familial qui concerne de moins en moins de nouveaux exploitants, l'ensemble des canaux de formation des agriculteurs peuvent être mobilisés : i) la formation, qu'elle soit initiale (dans l'enseignement agricole ou général) ou continue, ii) le conseil, porté par un grand nombre d'acteurs du développement agricole de statuts divers (public, privé, liés aux organismes professionnels agricoles) et iii) la coopération via le développement de réseaux d'échanges formels (ex. groupements d'agriculteurs) et informels entre exploitants. Les dispositifs d'échanges de pratiques per-

mettent de faire connaître les innovations bénéfiques pour le climat et sont particulièrement importants pour le développement de systèmes de production plus durables, les agriculteurs accordant, en général, plus de confiance à leurs pairs qu'à des conseillers extérieurs³³¹. C'était par exemple l'objectif des incitations à la création de GIEE (groupements d'intérêt économique et environnemental) dans la loi d'avenir de l'agriculture de 2014 (12 000 exploitations concernées fin 2021³³²).

Au-delà de l'évolution des compétences, la transition requiert une approche différente, au quotidien, des représentations des activités de production agricole qui influencent le climat et sont influencées en retour par le changement climatique³³³.

FREINS À LA TRANSITION DES EXPLOITATIONS DANS LES FILIÈRES

L'adoption de pratiques ou de systèmes bas carbone et favorisant l'adaptation des exploitations se heurte à une organisation très structurée des systèmes agricoles et agro-industriels qui crée des mécanismes de « verrouillages organisationnels »³³⁴. Ces derniers adviennent lorsqu'un type de culture, de pratique ou de système agricole devient un tel standard qu'il devient très difficile d'en changer, même s'il existe des alternatives qui permettraient de mieux répondre aux attentes sociétales³³⁵. Les acteurs des filières se sont organisés autour d'un nombre restreint de cultures pour optimiser leur logistique, répondre à la demande ou à l'offre de leurs partenaires, réaliser des économies d'échelle et réduire les coûts de transaction. Par exemple, une série de freins entrave le développement des cultures de diversification et des légumineuses en France : difficultés d'amortissement des frais de développement pour les cultures de diversification, logistique de stockage privilégiant les économies d'échelle, demande de baisses de prix par l'aval privilégiant les approvisionnements de masse³³⁶. Les coûts logistiques sont ainsi beaucoup plus élevés pour les légumineuses que pour les céréales (de 12 à 370 €/t contre 20 à 50 €/t)³³⁷.

La mobilisation des filières est nécessaire pour l'évolution des pratiques dans les exploitations. La construction et la consolidation de filières autour des cultures de diversification nécessiterait de favoriser la coordination des acteurs (p. ex. via la contractualisation pluriannuelle) et de soutenir l'investissement. Le régime standard devrait également être déverrouillé, par exemple en faisant évoluer les réglementations, les politiques de formations ou encore les subventions (ex. aides de la PAC).

3.3 DÉCARBONATION DES ÉTAPES INTERMÉDIAIRES

3.3.1 INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ET TRANSFORMATION

Le secteur de la transformation représente une part non négligeable des émissions du système alimentaire français et une grande partie de l'alimentation des français est transformée. Les industries agroalimentaires émettent autour de 9 Mt eqCO₂³³⁸. Les industries du sucre, des produits laitiers et des produits amyliacés³³⁹ font partie des industries fortement émettrices. Les industries agroalimentaires peuvent aussi servir de levier pour réduire les émissions indirectes en amont et en aval de leurs opérations.

La décarbonation des industries alimentaires fait partie des stratégies de responsabilité sociétale des entreprises (RSE) pour celles qui en développent. Les émissions sont réparties dans trois périmètres distincts (scopes). Le premier regroupe les émissions directes de GES ayant lieu au sein de l'entreprise : chauffage des locaux au gaz, consommation de carburant des véhicules, fuites de gaz frigorigènes d'une chambre froide, etc. Le deuxième regroupe les émissions indirectes liées à la production de l'énergie utilisée, principalement d'électricité. Le troisième périmètre, dont la part dans l'empreinte est importante, regroupe les émissions indirectes qui se produisent à l'amont et à l'aval des industries, par exemple celles liées à l'origine des matières premières (attribuées à l'étape de production primaire, cf. décomposition de l'empreinte chapitre 1) et à la chaîne logistique.

Les industries agroalimentaires peuvent diminuer leur consommation énergétique et agir sur leur approvisionnement en matières premières agricoles pour réduire les émissions de GES en mobilisant différents outils³⁴⁰. Le bilan carbone est un outil de diagnostic qui permet aux entreprises d'identifier les postes d'émissions et ainsi de développer des solutions d'efficacité ou de sobriété ciblées. L'initiative *Assessing Low Carbon Transition* accompagne les entreprises pour leur décarbonation³⁴¹. Par ailleurs, un cadre de bonnes pratiques³⁴² a été proposé pour réduire les risques de *greenwashing* et flécher les efforts vers des mesures efficaces³⁴³.

L'intégration d'énergies bas carbone, en particulier l'électricité bas carbone, a un rôle majeur à jouer dans la décarbonation des émissions directes des industries agroalimentaires³⁴⁴. Les sources d'amélioration de l'utilisation d'énergie des outils de production sont diverses : mise en place de pompes à chaleur, développement de l'autonomie énergétique par la production sur site d'énergies renouvelables (photovoltaïque sur les toits ou les parkings, parcs éoliens), passage du moteur thermique à l'électrique pour le fret, ou encore mesures d'efficacité et de sobriété sur l'éclairage et l'utilisation des outils numériques. Les consommations d'énergie des actifs des entreprises, peuvent être suivies par des indicateurs de performance énergétique et optimisées par des mesures d'efficacité énergétique, d'utilisation de nouveaux procédés et technologies, de changement de mix énergétique³⁴⁵.

Les entreprises agroalimentaires ont une marge de manœuvre pour réduire les émissions indirectes produites par leurs fournisseurs en favorisant le déploiement de pratiques agricoles favorables pour le climat, dont le soutien aux pratiques agroécologiques³⁴⁶.

Même si des entreprises affichent leur stratégie RSE et leurs efforts de décarbonation, et/ou de réduction de la déforestation importée, les informations sur les moyens de décarbonation mis en œuvre par le secteur agroalimentaire sont plus lacunaires que pour d'autres industries comme la métallurgie, l'aérien, le maritime, les poids lourds, le numérique, l'automobile, le bâtiment, l'aménagement³⁴⁷⁻³⁴⁸.

Des changements en faveur de la transition climatique de la production et de la consommation nécessiteront en réaction des évolutions significatives (cf. 3.4 et 3.5). Par exemple, les procédés devront devenir adaptables à l'utilisation de produits non standardisés et de composition variable, car issus d'une agroécologie diversifiée, à rebours de la tendance observée.

3.3.2 TRANSPORTS

Les transports jouent un rôle clé dans la logistique alimentaire, très ramifiée, car ils permettent d'acheminer les produits des agriculteurs aux transformateurs, puis aux distributeurs et finalement aux consommateurs.

Pour réduire les émissions du transport routier de produits alimentaires, principal responsable des émissions du fret alimentaire, plusieurs pistes doivent être poursuivies conjointement. La première vise à réduire la demande en transport de marchandises et donc les tonnes kilomètres parcourues via une relocalisation des composantes du système alimentaire³⁴⁹. Celle-ci nécessiterait une réorganisation régionale de la production agricole, de la transformation, de la distribution autour de bassins de vie et une réorientation de la consommation alimentaire vers des produits locaux. Cette relocalisation des systèmes alimentaires, pouvant notamment s'appuyer sur le développement de circuits courts de proximité¹, pourrait cependant impliquer un développement du transport routier au détriment du transport maritime. Elle doit donc s'accompagner d'une optimisation de la chaîne logistique (introduction de points territoriaux d'agrégation des flux - *hubs*, systèmes de mutualisation des transports, remplissage maximal des camions et véhicules utilitaires, etc.), d'une décarbonation du transport routier et d'un report modal vers des modes de transports moins émetteurs.

La seconde piste, vise à réduire les émissions liées au transport de marchandises, à tonnes kilomètres parcourues constantes, et s'appuie sur plusieurs solutions, dont l'électrification du fret routier (poids lourds et véhicules utilitaires légers) et l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules. La première passerait par le déploiement progressif de électriques et d'un réseau de bornes de recharge d'une puissance adaptée³⁵⁰⁻³⁵¹. La décarbonation de l'énergie consommée pour le transport pourrait aussi passer par une incorporation croissante de biocarburants au gazole,

mais cette stratégie risquerait de conduire à des conflits d'usage de biomasse et donc de terres (voir section 1.1.3). L'augmentation de l'aérodynamisme des véhicules et la baisse de la vitesse des poids lourds sur les routes pourrait améliorer l'efficacité énergétique des véhicules (réduction de la consommation au kilomètre)³⁵².

Le report modal vers des modes de transports moins émetteurs, par exemple le fer ou le fluvial sur de longues distances, permet également de réduire les émissions. Néanmoins, il ne pourra se faire que pour certaines productions qui s'y prêtent bien (boissons, céréales, sucre et aliments pour les animaux) et sous conditions d'investissements conséquents (rénovations des capillaires ferroviaires, rénovations et développement des chantiers de transport combiné, développement du réseau fluvial)³⁵³. La mise en cohérence des politiques de transport et d'aménagement sera également nécessaire. Des estimations montrent par ailleurs qu'une augmentation de 30 % du trafic fluvial et un doublement du trafic ferroviaire par report modal sur l'ensemble des filières ne contribuerait qu'à réduire leurs émissions de 8 %³⁵⁴. Le report modal en zone urbaine et péri-urbaines, où le transport de produits alimentaires est quasi-exclusivement routier, pourrait reposer sur le déploiement de plateformes ferroviaires de proximité, l'utilisation de la voie d'eau passant en centre-ville, ou encore le développement du transport par vélo cargo³⁵⁵. La limitation du transport aérien pour les produits qui peuvent être transportés par voie maritime ou produits localement réduirait les émissions.

Une réduction de 39 % des émissions de GES de la logistique alimentaire utilisant des poids lourds en France en 2030 par rapport à 2019 serait possible en combinant l'ensemble de ces leviers³⁵⁶. La réduction des émissions dues aux transports réfrigérés passe à la fois par la réduction des distances parcourues et la décarbonation du secteur de l'énergie.

¹ Les circuits courts sont un mode d'organisation de la distribution agroalimentaire aval à la production, valorisant un mode de vente limitant le nombre d'intermédiaires. Ils visent à la sécurisation des revenus des producteurs, ainsi qu'à augmenter la transparence, la confiance voire l'engagement entre producteurs et consommateurs. Par ailleurs, comme l'a montré la gestion de la crise de la Covid-19, ils ont un rôle important pour la résilience de l'approvisionnement alimentaire. La notion de proximité géographique n'y est cependant pas formellement identifiée. L'Ademe a donc introduit la notion de circuits courts de proximité pour lesquels les lieux de production et de consommation sont raisonnablement distants (d'une trentaine à une centaine de kilomètres selon les lieux et les produits). Pour en savoir plus : Ademe. (2017) « Alimentation - Les circuits courts de proximité » Les avis de l'Ademe. <https://www.librairie.ademe.fr/consommer-autrement/1883-alimentation-les-circuits-courts-de-proximite.html>.

3.4 ALIMENTATION BAS-CARBONE, DURABLE ET SAIN

L'impact climatique des régimes alimentaires est largement corrélé à la quantité de produits d'origine animale consommés³⁵⁷, du fait de leur forte empreinte carbone³⁵⁸. La diminution de la consommation de produits d'origine animale et la substitution des protéines d'origine animale par des protéines végétales constituent, ensemble, le premier levier pour réduire les émissions de l'alimentation. En France, en 2020, la consommation moyenne de viande s'élevait à 85 kg, dont 32 kg de viande porcine, 28 kg de volaille et 23 kg de viande bovine³⁵⁹. Depuis 1970, la consommation totale du pays a augmenté du fait de la croissance démographique (+3 % depuis 2013) et de l'évolution des quantités consommées au niveau individuel, qui est à la hausse depuis 2013 (+2 %) après avoir diminué entre 1990 et 2013³⁶⁰ (Cf. annexe 3.7.2). La part de viande consommée en restauration et dans des plats préparés, snacks et produits transformés a également augmentéⁱ. En ce qui concerne les produits laitiers, leur consommation moyenne diminuerait depuis les années 1990, et stagnerait depuis les années 2015. La réduction de la part de protéines animales dans l'alimentation constitue le premier levier mobilisable pour décarboner la consommation alimentaire française. Par exemple, limiter la consommation de viande rougeⁱⁱ à 350 g par semaineⁱⁱⁱ permettrait de réduire les émissions de GES liées à l'alimentation de 12 % (à calories constantes), un régime sans viande rouge de 41 % et un régime à deux tiers végan (deux repas sur trois) de 54 %³⁶¹. Elle générerait également des co-bénéfices pour la santé³⁶², limiter la consommation de viande rouge et de charcuterie pouvant protéger contre plusieurs maladies non transmissibles (p. ex. cancer colorectal et maladies cardio-vasculaires)³⁶³.

Une plus faible consommation de viande de ruminants par rapport à celle des monogastriques tels les volailles peut être favorable pour le climat, mais défavorable en termes de stockage de carbone et de services écosystémiques. La viande de monogastriques est 4 à 6 fois moins émettrice que la viande de ruminants par kilo de produit³⁶⁴. Un rééquilibrage de

la consommation vers de la viande d'animaux monogastriques pourrait donc contribuer à réduire l'empreinte carbone alimentaire. Cette reconfiguration est déjà partiellement à l'œuvre, la part relative de la volaille dans le type de viande consommée ayant fortement augmenté depuis les années 1990³⁶⁵. Cependant, ce levier n'est pas toujours privilégié dans les études car les élevages de ruminants à l'herbe, contrairement aux élevages de monogastriques, fournissent un bouquet de services écosystémiques (préservation de la biodiversité, des sols et des ressources naturelles, production d'engrais organique) et parce que les produits des cultures utilisés pour l'alimentation des monogastriques pourraient être utilisés pour l'alimentation humaine contrairement à l'herbe. Certains scénarios proposent donc une réduction de la consommation de viande de monogastriques plus forte que celle de ruminant, et une réorientation de la production de viande bovine vers des systèmes d'élevage agroécologiques³⁶⁶. Cette approche systémique, qui prône une plus faible consommation de viande mais de meilleure qualité, permet de favoriser les services écosystémiques, dont le stockage de carbone dans le sol des prairies ou le bouclage du cycle de l'azote³⁶⁷.

La réorientation de la consommation vers des produits issus de modes de production bas carbone³⁶⁸ est aussi favorable au climat, mais à un degré moindre que la substitution de protéines animales par des protéines végétales. Pour un type de produit donné, l'empreinte carbone varie fortement³⁶⁹ : au niveau mondial, les émissions dues à la production de viande bovine varient de 20 kg éqCO₂ pour 100 g de protéines pour le premier décile, à 105 kg éqCO₂ pour dernier décile, avec une moyenne autour de 50 kg éqCO₂ pour 100 g de protéines³⁷⁰. Consommer des aliments issus de systèmes agricoles bas carbone peut donc permettre de réduire les émissions liées à l'alimentation. Toutefois, même les produits d'origine animale ayant l'impact le plus faible émettent généralement plus que les produits végétaux, à quantité de protéines égale (ex. la production

ⁱ. Ce point contribue partiellement à expliquer pourquoi, dans les enquêtes, la majorité des personnes interrogées rapportent avoir diminué leur consommation de viande dans les dernières années : la plupart des gens sous-évaluent leur consommation hors domicile ou dans les plats préparés. https://www.harris-interactive.fr/opinion_polls/barometre-sur-la-consommation-de-la-viande-quelles-nouvelles-attentes/

ⁱⁱ. C'est-à-dire de viande bovine, ovine, caprine et de porc.

ⁱⁱⁱ. Nos estimations sur la base de catégories proches donnent 623 g par semaine pour la consommation en France en 2015 (Source: Enquête INCA 3). Viande (hors volaille) : 331 g par semaine ; charcuterie : 191 g par semaine; plats à base de viande (incluant de la volaille) : 101 g par semaine.

de pois émet 0,4 kg éqCO₂ pour 100 g de protéines en moyenne). Par ailleurs, pour les consommateurs, cela implique de pouvoir identifier ces produits, par exemple au moyen d'un score environnemental (non encore en vigueur) ou d'une certification.

Parmi les modes de productions faisant, à ce jour, l'objet d'une certification, ceux identifiés Haute Valeur Environnementale (HVE) ont une performance climatique limitée et ceux sous signes d'identification de la qualité et de l'origine (Siqo) ne sont pas nécessairement bons pour le climat.

Le cahier des charges de la certification HVE ne cible pas l'atténuation du changement climatique³⁷¹. Les impacts sur le climat de cette certification sont donc très limités, comme sur la santé et la biodiversité, bien que la protection de cette dernière constitue un de ses objectifs. L'affichage environnemental en cours d'élaboration en France devrait permettre aux consommateurs d'identifier, pour chaque produit, les options les plus bénéfiques pour le climat et l'environnement. Par ailleurs, les produits sous indications géographiques (AOP, IGP), ont, en général, une empreinte carbone similaire à celle des produits conventionnels correspondants, bien que cela dépende fortement des cahiers des charges³⁷².

Réorienter la consommation alimentaire vers des produits de saison lorsque c'est possible aurait des impacts positifs sur le climat.

En effet, la consommation de fruits et légumes hors-saison requiert souvent un acheminement sur de longues distances (parfois en avion ou via des transports réfrigérés) ou un mode de production particulièrement gourmand en énergie (production sous serre chauffée). Par exemple, une tomate consommée hors-saison génère 4 fois plus d'émissions de CO₂ qu'une tomate consommée à la bonne saison et un kilogramme de fraises consommé en hiver génère 40 % d'émissions de gaz à effet de serre de plus qu'un kilogramme produit en saison³⁷³.

Consommer des aliments produits localement pourrait également, en théorie, réduire les transports liés à l'acheminement des produits alimentaires sur leur lieu de distribution et ainsi diminuer les émissions de gaz à effet de serre. Toutefois, de nombreux facteurs peuvent nuancer ce potentiel effet positif, et l'avantage dépend de la période de l'année et de l'organisation logistique et territoriale³⁷⁴. Tout d'abord, la saisonnalité et le mode de production sont cruciaux, le choix de consommer local pouvant amener à des hausses de consommation d'énergie si les aliments sont produits hors saison sous serre chauffée ou à des émissions de

GES supérieures si le mode de production n'est pas bas carbone. Par ailleurs, réduire la distance de transport ne diminue pas automatiquement les émissions de gaz à effet de serre, celles-ci étant également liées aux modes de transports utilisés et à l'organisation des filières (cf. 3.3.2). De plus, les émissions dépendent aussi des déplacements des consommateurs, qui peuvent être supérieurs dans les circuits courts de proximité. Manger local ne peut donc avoir d'impact climatique positif que si la logistique est optimisée et les transports décarbonés.

La modération de la consommation pour se rapprocher des recommandations nutritionnelles peut également contribuer à la transition bas carbone de l'alimentation.

L'apport excessif de nourriture, en plus de générer de nombreux problèmes de santé, peut être considéré comme un type de gaspillage alimentaire, appelé gaspillage alimentaire métabolique, et entraîne des émissions de gaz à effet de serre qui auraient pu être évitées³⁷⁵. Ainsi, en France et en moyenne, réduire les apports caloriques à 2 300 kcal/jour/personne permettrait de diminuer les émissions de GES de l'alimentation de 16 %³⁷⁶. Réduire les apports de nourriture dans les situations de surconsommation permettrait également de lutter contre l'obésité et donc contre certaines maladies comme le diabète³⁷⁷.

Les changements de consommation alimentaire peuvent influencer les coûts pour les consommateurs, en particulier pour les ménages les plus modestes.

Sur la base de prix moyens par produits, consommer moins de produits d'origine animale et, dans une moindre mesure, gaspiller moins allège le budget des ménages tandis qu'augmenter la consommation de produits biologiques l'alourdit³⁷⁸. Au total, la transition vers un régime alimentaire plus durable pourrait alors représenter un gain maximum de 30 %, si le ménage adopte un régime végétarien et divise par deux le gaspillage alimentaire. La transition peut également constituer une dépense supplémentaire pouvant atteindre 67 % par rapport au budget alimentaire initial du consommateur, si le ménage ne fait qu'augmenter sa consommation de produits biologiques. Les ménages aux plus faibles revenus sont relativement plus impactés que les autres compte-tenu de la plus forte proportion de leur budget consacrée à l'alimentation. En outre, les changements d'habitudes alimentaires seront plus profonds, donc plus complexes à mettre en place, pour les ménages les plus modestes qui consomment plus de produits transformés contenant des produits d'origine animale³⁷⁹ (peu chers) et moins de fruits et légumes, de protéines végétales et d'alternatives végétales (chères) que les ménages les plus aisés¹.

1. La réduction de coût liée à la substitution des protéines animales par des protéines végétales sera donc inférieure pour ces ménages.

Dans le contexte actuel de hausse de la précarité alimentaire³⁸⁰, la réduction de la consommation de produits d'origine animale apparaît comme le premier levier à mobiliser, tant du point de vue du potentiel de réduction des émissions que du point de vue du

budget des ménages, particulièrement des plus modestes. En effet, les ménages font face à l'inflation des prix des denrées alimentaires depuis 2021³⁸¹ suite à la crise Covid et à la guerre en Ukraine. La précarité alimentaire a donc augmenté¹.

3.5 PERTES ET GASPILLAGES ALIMENTAIRES TOUT AU LONG DE LA CHAÎNE

Les pertes et gaspillages alimentaires désignent toute nourriture destinée à la consommation humaine qui, à une étape du système alimentaire, est perdue, jetée, ou dégradée³⁸². En France, chaque année, près de 20 % de la nourriture est jetée, représentant 150 kg par personne et par an et, au total, plus de 10 millions de tonnes de nourriture gâchées³⁸³. Ces pertes et gaspillages sont liées à des émissions « inutiles » de gaz à effet de serre à hauteur de 15 Mt éqCO₂ par an (équivalent à environ 3 % des émissions territoriales françaises et 11 % de l'empreinte carbone alimentaire).

Les pertes et gaspillages ont lieu à toutes les étapes du système alimentaire (cf. tableau 3.f) et dépendent des aliments considérés (cf. figure 3.a). En France, 32 % des pertes et gaspillages se font au niveau de la production agricole, 21 % au niveau de la transformation, 14 % au niveau de la distribution, 19 % au niveau de la consommation à domicile et 14 % au niveau de la res-

tauration³⁸⁴. Contrairement à une idée assez répandue, ils ne sont donc pas concentrés uniquement sur la phase de consommation des ménages. Cependant, la quantité perdue est plus grande à ce niveau (7,3 %) qu'en amont de la chaîne (entre 3,3 et 4,5 % selon les acteurs). À titre d'illustration, un paquet de frites surgelées gâché au niveau de la distribution aura généré des émissions au niveau agricole (production des pommes de terres), liées à la transformation, au stockage et au transport, etc., tandis qu'une pomme de terre gâchée au champ n'aura généré que les émissions liées à sa production. Dans les deux cas, la pomme de terre ne sera pas consommée.

Les causes de ces pertes varient selon l'étape de la chaîne. Le tri et la sélection des produits en fonction de leur aspect et de leur calibre génèrent de nombreuses pertes au niveau de la production (ex. pour les fruits à chair molle, fragiles) et de la transformation

Tableau 3.f - Pertes et gaspillages à chaque étape de la chaîne de production et émissions liées

Étape de la chaîne de production	Pertes et gaspillages (Mt et %)	Part des tonnages gérés perdus (%)	Émissions (Mt éqCO ₂)
Production	3,2 (32 %)	4,0 %	1,8 (12 %)
Transformation	2,1 (21 %)	4,5 %	3,0 (20 %)
Distribution	1,4 (14 %)	3,3 %	3,8 (25 %)
Consommation au foyer	1,9 (19 %)	7,3 %	3,9 (25 %)
Consommation hors foyer	1,4 (14 %)		2,8 (18 %)

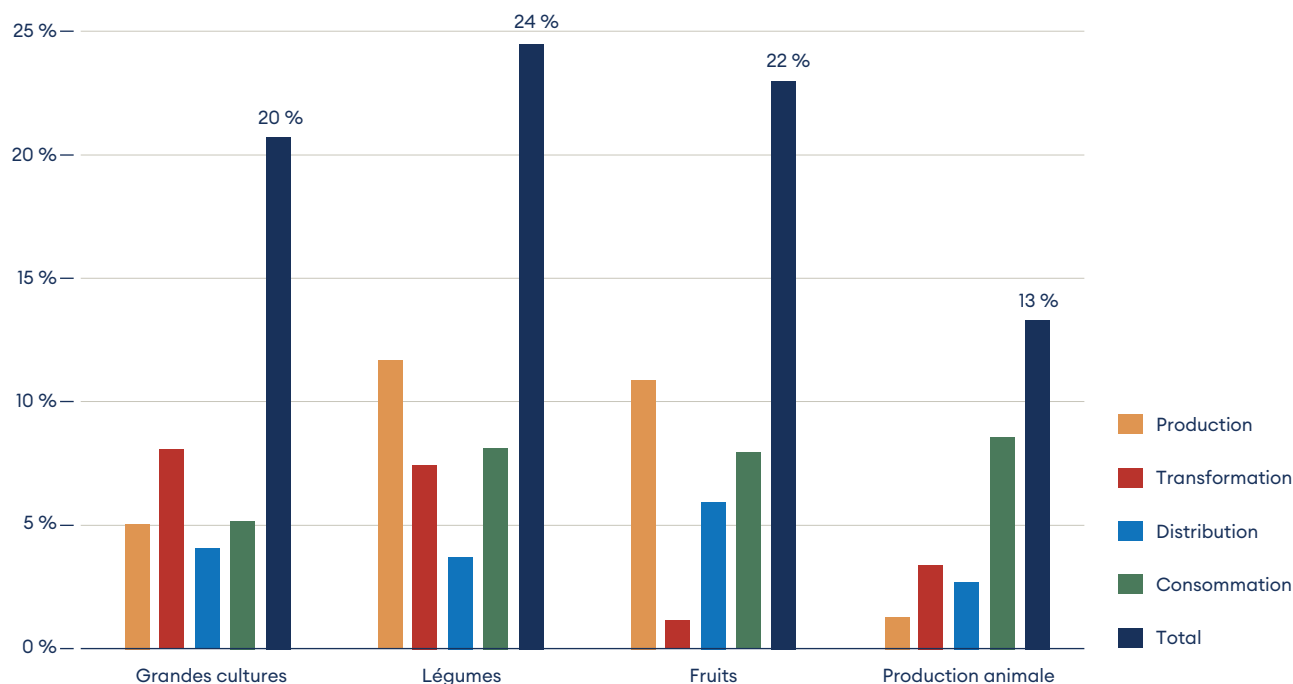
Source : Ademe, 2016

1. Selon les associations citées par l'Inrae, le nombre d'utilisateurs de l'aide alimentaire a plus que doublé entre 2009 et 2019 pour atteindre 5,5 millions de personnes, puis a encore augmenté de 10 % en 2020-2021, et de 6 % au 1^{er} semestre 2022, pour atteindre 6,4 millions de personnes au milieu de l'année 2022 (soit plus de 9 % de la population française).

Source : Inrae (2023) « Manger sain et à sa faim, une question de revenus ? », Dossier revue alimentation santé globale.
<https://www.inrae.fr/dossiers/alimentation-sortir-inegalites/manger-sain-sa-faim-question-revenus>

Figure 3.a - Part des pertes et gaspillages à chaque étape de la chaîne, par grande filière

% global des quantités perdues et gaspillées pour l'alimentation humaine par filières



Source : Ademe, 2016

(ex. pour les pommes de terres, très utilisées dans les produits transformés). Dans cette dernière, les processus industriels (ex. la taille ou l'épluchage) peuvent également jouer un rôle. Au niveau de la distribution, les dommages causés lors du transport, les prévisions de ventes erronées (trop optimistes) et la mauvaise gestion des rayons entraînent également des pertes importantes. Enfin, les principales causes de pertes lors de la consommation sont une surestimation des besoins au moment des achats, de mauvaises conditions de conservation, et, pour la restauration hors foyer, des portions mal ajustées aux consommateurs, qui expliquent en partie un gaspillage quatre fois plus important par repas dans la restauration hors foyer qu'à domicile.

Des efforts à chaque étape de la chaîne contribueraient à réduire les émissions liées aux pertes et aux gaspillages. Les leviers disponibles incluent notamment l'assouplissement des cahiers des charges des transformateurs et distributeurs, l'utilisation de nouveaux circuits de valorisations (ex. le glanage sur les exploitations), l'amélioration des processus de transfor-

mation, la gestion optimisée des rayons par les distributeurs, de meilleures prévisions des ventes et une réduction de la taille des portions en restauration et une meilleure connaissance des techniques de conservation pour les consommateurs.

La baisse du gaspillage alimentaire permet de réduire mécaniquement les émissions de l'alimentation, mais constitue un levier moins important que le changement de régime alimentaire. Ainsi, une analyse portant sur la Suède et comparant différents leviers pour réduire les émissions dues à la consommation alimentaire montre qu'une baisse de 50 % des déchets alimentaires entraînerait une réduction d'émissions de GES de 5 %, à technologie et régime alimentaire constants³⁸⁵. Ce résultat s'explique par le fait que les produits les plus émetteurs (d'origine animale) sont déjà ceux qui sont le moins gâchés (à hauteur de 10 %). À titre de comparaison, l'adoption de régimes alimentaires moins riches en produits d'origine animale réduirait les émissions de 19 à 74 % (selon le type de régime), toutes choses égales par ailleurs.

3.6 SCÉNARIOS DE TRANSITION DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

Réduire l’empreinte carbone de l’alimentation nécessite de décarboner l’ensemble du système alimentaire

et d’aligner autant que possible la consommation sur la production nationale.

3.6.1 RÉFLEXIONS DE LA SNBC 3 POUR ATTEINDRE L’OBJECTIF 2030

Les scénarios des trajectoires d’émissions jusqu’en 2030 retenus dans le cadre du renouvellement de la stratégie nationale bas carbone (SNBC 3 en cours d’élaboration), intègrent de manière cohérente de nombreux leviers techniques et s’appuient sur des hypothèses en matière de production de nourriture et de consommation de viande, mais ne prennent pas explicitement en compte l’ensemble des composantes du système alimentaire ni l’empreinte carbone et les émissions importées de l’alimentation. Une approche plus complète du système alimentaire français permettrait de définir des objectifs plus spécifiques en cohérence - pour les étapes intermédiaires (entre production et consommation) - avec les travaux sur le secteur des transports, le secteur de l’industrie et le secteur des déchets.

La thématique « se nourrir » du plan présenté par le Secrétariat général à la planification écologique (SGPE)³⁸⁶ intègre les actions relatives à l’alimentation et à l’agriculture, dont la question de la décarbonation, en lien avec l’élaboration de la SNBC. Le choix d’une thématique « se nourrir » et pas seulement ciblée sur l’agriculture montre le caractère transversal de l’action qui est en lien avec l’amont et l’aval de la production agricole et donc l’ensemble du système alimentaire dont les émissions ne se résument pas qu’à la production agricole nationale (voir chapitre 1). Les travaux issus des échanges avec le ministère de l’agriculture (pilote) et les acteurs du groupe de travail Agriculture de la SNBC¹ visent à aboutir à des objectifs de réduction des émissions et des trajectoires réalistes. Le SGPE définit une série d’indicateurs pour piloter la planification écologique (dont : surface de légumineuses, part de la surface agricole utile en agriculture biologique,

volume d’engrais minéraux azotés livrés, émissions de méthane de l’élevage, consommation annuelle brute de viande, et émissions annuelles domestiques des engins agricoles)³⁸⁷.

Les trajectoires envisagées à l’été 2023³⁸⁸ visent une baisse de 22 % des émissions de l’agriculture sur la période 2015 - 2030. Les émissions en 2030 seraient de 68 Mt éqCO₂ (soit 65 Mt éqCO₂ en ajustant au format Secten 2023). Les hypothèses et les objectifs de la planification écologique pour la SNBC 3 conduisent à mobiliser un grand nombre des pratiques évoquées dans la première section de ce chapitre. Le SGPE a affiché quinze leviers considérés comme performants pour la transition écologique de l’agriculture et de l’alimentation, dont treize concernent en partie la réduction des émissions de gaz à effet de serre : infrastructures agroécologiques (ex. haies) ; couverts intermédiaires ; autres pratiques stockantes de CO₂ ; fixation d’azote par les légumineuses ; développement de l’agriculture biologique ; évolution des pratiques d’élevage ; méthanisation des effluents d’élevage ; décarbonation des machines agricoles ; exigence de durabilité le long de la chaîne alimentaire ; régimes alimentaires, fruits et légumes, gaspillage et précarité ; biodéchets.

Il est possible d’atteindre des objectifs de réduction des émissions plus ambitieux que ceux prévus par la SNBC 3 en mobilisant davantage certains leviers, comme la recherche et le développement en génétique et agronomie, physiologie et santé animale. Les leviers d’innovation sont importants mais supposent un soutien public significatif³⁸⁹. En faisant des hypothèses sur les évolutions à 2030 et 2050 de variables

1. L’élaboration des scénarios de la SNBC 3 mobilisent plusieurs groupes de travail dont un pour l’agriculture.

d'intérêt telles que les rendements, le bilan azoté selon les pratiques adoptées, la baisse des cheptels, les régimes alimentaires, les bioénergies et l'utilisation d'énergies fossiles en agriculture, il serait possible viser une réduction de 26 % des émissions nettes par rap-

port à 2015 (-2,1 % par an entre 2022 et 2030) - correspondant à des émissions de l'agriculture territoriales de 61,5 Mt éqCO₂ en 2030 - et une réduction de 50 % des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 (41,6 Mt éqCO₂ en 2050).

3.6.2 SCÉNARIOS PROSPECTIFS POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS CLIMATIQUES

Les approches prospectives par scénarios facilitent la mise en cohérence des options de décarbonation à différentes échelles d'action : le système alimentaire, le système agricole, l'aménagement du territoire, les filières, les exploitations, le transport, les étapes de transformation ou encore le stockage de carbone.

Plusieurs travaux de prospective explorent l'avenir des systèmes alimentaires français et tracent des trajectoires possibles³⁹⁰ en prenant en compte différents enjeux, temporalités, changements et trajectoires. Afterres 2050 de Solagro³⁹¹, Tyfa et Tyfa GES de l'Iddri³⁹² et les 4 scénarios Transitions 2050 de l'Ademe³⁹³ sont des scénarios débattus en France³⁹⁴. Parmi ces sept scénarios, quatre visent une réduction conforme aux objectifs définis dans la SNBC 2 (de 46 % des émissions agricoles d'ici à 2050 par rapport à 2015), Ademe S1 et S2, Afterres2050 et Tyfa-GES. Certains de ces scénarios reposent sur un développement de l'agroécologie tandis que d'autres s'appuient plus fortement sur les innovations technologiques.

La baisse de -30 % à -67 % de la consommation de protéines animales apparaît dans tous les scénarios permettant d'atteindre la réduction de 50 % des émissions d'ici 2050. Le seul scénario examiné qui ne comporte pas de baisse de l'ensemble des cheptels ainsi que de la consommation de protéines animales ne parvient pas à diviser par deux les émissions agricoles d'ici 2050 (S4 de l'Ademe). Les scénarios qui n'envisagent pas ou peu de réduction des cheptels et de la consommation de protéines animales se fondent sur une augmentation très importante des rendements (30 à 40 %, mais parfois jusqu'à 60 %) qui peut apparaître incertaine compte tenu de la stagnation des rendements des principales céréales en Europe depuis le milieu des années 1990 et de l'intensification des impacts du changement climatique³⁹⁵. Les scénarios, hormis le S4 de l'Ademe, envisagent une réorientation des systèmes d'élevage de ruminants vers des modèles d'élevage herbagers ou mixtes. Le scénario Tyfa envisage notamment une réduction nettement plus forte des élevages de monogastriques par rapport aux rumi-

nants. La question des monogastriques et des bovins est abordée dans ces scénarios dans la mesure où les bovins nécessitent significativement plus d'aliments pour produire un kilogramme de produit par rapport aux monogastriques, mais ils peuvent valoriser des aliments non comestibles par les humains et garantir le stockage de carbone par les prairies et dépendent moins d'importations alimentaires³⁹⁶. Pour l'élevage, une dernière ligne de partage entre scénarios concerne la recherche d'un bouclage maximal ou non du cycle de l'azote via la gestion des effluents d'élevage des ruminants.

La question des intrants et, au-delà, des rendements des cultures, est traitée de manière très divergente selon les scénarios. Les scénarios plus agroécologiques prévoient que la part de l'azote minéral apportée aux cultures diminue de 40 à 100 %. Cette baisse est permise par le recours à la fixation symbiotique de l'azote de l'air par des cultures de légumineuses ainsi que par l'usage d'effluents d'élevage (permise par le maintien des ruminants), de digestats et de compost. Celui, plus technologique mais ne permettant pas d'atteindre les objectifs climatiques à 2050, prévoit une mobilisation importante, bien qu'en diminution par rapport au tendanciel, de la fertilisation minérale et du recyclage des digestats et composts (S4).

Les scénarios qui permettent de diviser par deux les émissions d'ici 2050 dédient au moins 50 % de la SAU à l'agriculture biologique ou à l'agroécologie, ce qui implique une baisse de rendements par rapport à l'agriculture conventionnelle qui peut être importante (-20 à 25 %) en partie équilibrée par l'évolution de la consommation et par la réallocation pour l'alimentation humaine de terres de production d'alimentation animale. Par ailleurs, le changement climatique pourrait aussi faire baisser les rendements de certaines cultures d'ici à 2050. Cette baisse de rendements peut conduire à des productions plus chères au kilogramme ou à l'unité, ce qui pourrait amener à des hausses d'importations et à une diminution de l'accès-

sibilité de certains produits si les régimes alimentaires ne changent pas simultanément. En cas de baisse des rendements agricoles, la disponibilité de la biomasse d'origine agricole est elle-aussi réduite pour les bioénergies et les biomatériaux.

La question des impacts du changement climatique sur les rendements est à intégrer dans les scénarios pour s'assurer de la robustesse des modèles agricoles, des hypothèses dimensionnantes et de la viabilité des options en climat futur.

ANNEXES

3.7 DU CHAPITRE 3

3.7.1 PRINCIPALES ACTIONS D'ATTÉNUATION POUR LES TREIZE RÉGIONS DE LA MÉTROPOLE

Tableau 3.g - Principales actions d'atténuation pour les treize régions de la Métropole et potentiels d'atténuation

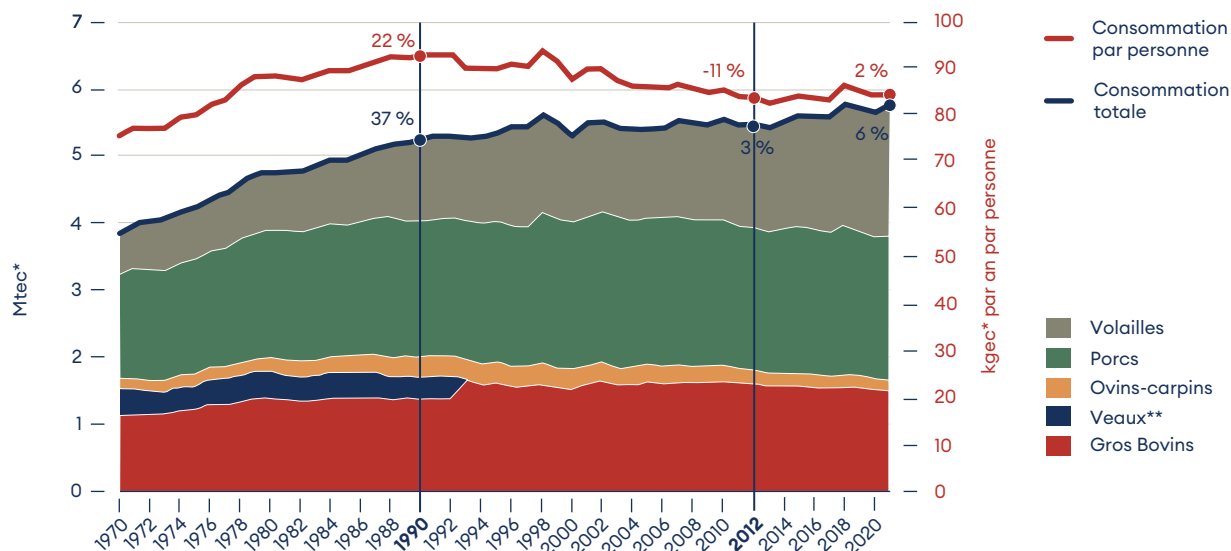
RÉGION	Caractéristiques de l'agriculture dans cette région Les émissions ne prennent pas en compte les dernières mises à jour méthodologiques d'inventaire (cf. chapitre 1)	Principales actions d'atténuation d'après les fiches régionales (potentiel de réduction en Mt eqCO_2/an) et potentiel de réduction total (en incluant toutes les mesures identifiées par les études Inrae 2013 et Inrae 2019) régional (Mt eqCO_2/an)	Lien de la fiche régionale de l'Ademe
PAYS DE LA LOIRE	<p>Agriculture : 69 % du territoire régional, 10,5 Mt eqCO_2, 34 % des émissions de GES régionales (premier secteur).</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Région à forte vocation agricole, très émettrice de GES, première région productrice de viande bovine. ■ 46 % de la surface agricole pour l'élevage. ■ Principales productions végétales : céréales et oléoprotéagineux. 	<p>Gestion de la fertilisation (0,32)</p> <p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (2,73)</p> <p>Méthanisation et couvertures/torchères (1,92)</p> <p>7,05</p>	https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6500/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-pdl.pdf
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR	<p>Agriculture : 24 % du territoire régional, 1,2 Mt eqCO_2, 3 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 67 % des surfaces agricoles sont des espaces pastoraux. ■ Principales activités végétales : grandes cultures et vignes. ■ Répartition équivalente entre les émissions de méthane, dioxyde de carbone et protoxyde d'azote. ■ Chauffage des serres et vinification : contribution majoritaire à la consommation d'énergie. 	<p>Économie d'énergie (0,1)</p> <p>Couverts végétaux (0,15)</p> <p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (0,17)</p> <p>0,59</p>	https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6501/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-paca.pdf

OCCITANIE	<p>Agriculture : 48 % du territoire régional, 7 Mt éqCO₂, 24 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 8 % du cheptel national de bovins. ■ Méthane : premier poste de GES. ■ Céréales et oléo-protéagineux sur 31 % de la SAU. ■ Part faible du CO₂ dans les émissions de l'agriculture régionale (9 %) : carburants, électricité (serres, irrigation, séchage, conservation...). ■ Différence entre Languedoc-Roussillon (29 % de la SAU, viticulture et élevage) et Midi-Pyrénées (71 % de la SAU élevage bovin et ovin, grandes cultures). 	<p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (2)</p> <p>Insertion de couverts végétaux (1,23)</p> <p>Méthanisation et couvertures/torchères (0,82)</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6502/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-occitanie.pdf</p>
NORMANDIE	<p>Agriculture : 70 % du territoire régional, 8,8 Mt éqCO₂, 28 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Principales activités : élevage et grandes cultures. ■ CH₄ et N₂O : plus de 80 % des émissions de GES. 	<p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (3,65)</p> <p>Gestion des prairies (1,64)</p> <p>Méthanisation et couvertures/torchères (1,46)</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6503/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-normandie.pdf</p>
NOUVELLE-AQUITAINE	<p>Agriculture : 50 % du territoire régional, 13,2 Mt éqCO₂, 27 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Émissions principalement dues au méthane originaire de l'élevage. ■ Limousin : Élevage bovin principalement. ■ Poitou-Charente : Grandes cultures et polyculture poly-élevages principalement. ■ Aquitaine : plusieurs systèmes mixtes polyculture poly-élevages, viticulture. 	<p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (3,94)</p> <p>Insertion de couverts végétaux (2,01)</p> <p>Méthanisation et couvertures/torchères (1,48)</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6504/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-na.pdf</p>
HAUTS-DE-FRANCE	<p>Agriculture : 68 % du territoire régional, 7,3 Mt éqCO₂, 12 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nord et Pas-de-Calais : Grandes cultures principalement et plusieurs systèmes mixtes (polyculture élevage). ■ Picardie : Principalement des grandes cultures. 	<p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (6,12)</p> <p>Insertion de couverts végétaux (1,03)</p> <p>Méthanisation et couvertures/torchères (0,88)</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6505/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-hdf.pdf</p>
ÎLE-DE-FRANCE	<p>Agriculture : 49 % du territoire régional, 0,8 Mt éqCO₂, 2 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Principalement des grandes cultures, faible part de l'élevage. ■ Principal gaz responsable des émissions : N₂O. 	<p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (1,55)</p> <p>Insertion de couverts végétaux (0,57)</p> <p>Gestion de la fertilisation (0,34)</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6506/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-idf.pdf</p>

GRAND-EST	<p>Agriculture : 53 % du territoire régional, 8 Mt éqCO₂, 18 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Alsace : Grandes cultures et vignobles principalement. ■ Lorraine : Élevage de bovins, céréales et colza principalement. ■ Champagne-Ardennes : viticulture et grandes cultures principalement. 	<p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (5,15)</p> <p>Insertion de couverts végétaux (1,91)</p> <p>Gestion de la fertilisation (1,02)</p> <p style="text-align: center;">10,47</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6507/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-grand-est.pdf</p>
CORSE	<p>Agriculture : 35 % du territoire régional, 0,5 Mt éqCO₂, 29 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Surfaces en herbe et pâturages : 91 % des surfaces agricoles. 	<p>Gestion des prairies (0,05)</p> <p>Méthanisation et couvertures/torchères (0,04)</p> <p style="text-align: center;">0,11</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6508/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-corse.pdf</p>
CENTRE-VAL-DE-LOIRE	<p>Agriculture : 60 % du territoire régional, 4 Mt éqCO₂, 23 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Principale production : céréales (sur la moitié de la SAU). ■ Plusieurs cultures spécialisées (vignes, fruits, légumes). ■ Principal gaz responsable des émissions : N₂O provenant de la fertilisation. ■ Émissions dues à l'élevage importantes. 	<p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (3,99)</p> <p>Insertion de couverts végétaux (2,58)</p> <p>Gestion de la fertilisation (0,74)</p> <p style="text-align: center;">8,32</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6509/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-centre-val-de-loire.pdf</p>
BRETAGNE	<p>Agriculture : 62 % du territoire régional, 9,7 Mt éqCO₂, 42 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Méthane : premier poste (41 %) d'émissions agricoles. 	<p>Méthanisation et couvertures/torchères (4,54)</p> <p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (2,55)</p> <p style="text-align: center;">9,72</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6510/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-bretagne.pdf</p>
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ	<p>Agriculture : 52 % du territoire régional, 6,7 Mt éqCO₂, 30 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Plusieurs prairies et élevages bovins orientés vers l'extensif. ■ Bourgogne : grandes cultures, élevage bovin viande, vignobles. ■ Franche Comté : élevage bovin laitier principale activité. 	<p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (1,88)</p> <p>Insertion de couverts végétaux (1,59)</p> <p>Méthanisation et couvertures/torchères (0,97)</p> <p style="text-align: center;">6,13</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6511/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-bourgogne-franche-comte.pdf</p>
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES	<p>Agriculture : 43 % du territoire régional, 9,1 Mt éqCO₂, 18 % des émissions de GES régionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Région très tournée vers l'élevage, grande part de surfaces fourragères. ■ Auvergne : L'élevage bovin mixte (viande et lait) est la principale activité. ■ Rhône-Alpes : Polyculture-élevage très pratiquée. 	<p>Méthanisation et couvertures/torchères (1,51)</p> <p>Agroforesterie intraparcellaire et haies (1,38)</p> <p>Insertion de couverts végétaux (1,01)</p> <p style="text-align: center;">5,77</p>	<p>https://www.librairie.ademe.fr/catalogue/6512/leviers-techniques-attenuation-ges-agricole-auvergne-rhone-alpes.pdf</p>

3.7.2 ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE VIANDE ET DE PRODUITS LAITIERS

Figure 3.b - Évolution de la quantité totale et individuelle de viande disponible à la consommation en France (d'après I4CE)

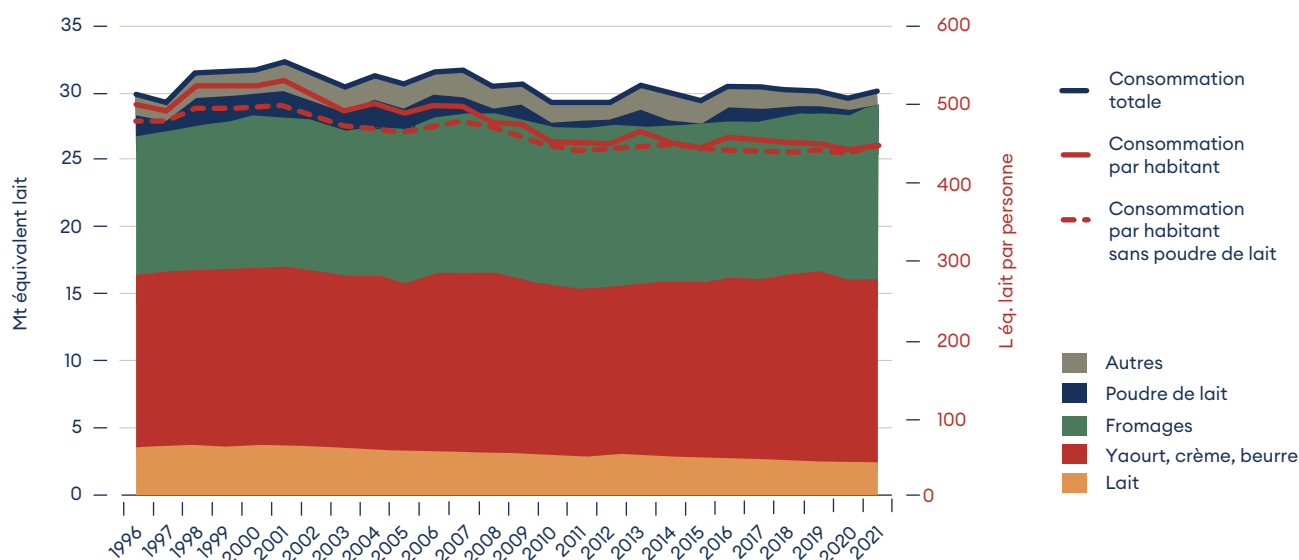


*L'abréviation «éc» correspond à « équivalent carcasse » **Les veaux sont séparés des gros bovins jusqu'en 1992

Note de lecture : la consommation totale de viande a augmenté de 37 % entre 1970 et 1990, de 3 % entre 1990 et 2013 et de 6 % entre 2013 et 2020.

Source : I4CE d'après FranceAgriMer (2022)

Figure 3.c - Évolution de la quantité totale et individuelle de produits laitiers disponibles à la consommation en France (d'après I4CE)



*Les équivalents lait sont calculés en multipliant tous les produits par leur masses solides utiles (MSU) puis en divisant le résultat obtenu par le MSU du lait (FranceAgriMer, Cniel, et Idele 2021).

Source : I4CE d'après FranceAgriMer (2022)

Dans le monde, sur la base des données FAO, la consommation de viande a augmenté de 19 % au total entre 2010 et 2021, avec de fortes disparités selon le type de viande (+3 % pour la viande de porc, +14 % pour la viande bovine, +27 % pour la viande ovine et +39 % pour la viande de volaille). La consommation de produits laitiers a augmenté de 33 % sur la même période (+14 % pour la crème, +31 % pour le beurre et le ghee et +33 % pour le lait).

NOTES ET RÉFÉRENCES

3.8 DU CHAPITRE 3

- 167.** GIEC (2022) C.2.1 Résumé pour décideurs In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> et rapport spécial du GIEC (2019) consacré aux synergies entre action climatique, lutte contre la dégradation des terres et sécurité alimentaire.
- 168.** Cf. note 167.
- 169.** Cf. note 167.
- 170.** GIEC (2022) C.2.2 Résumé pour décideurs In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- 171.** GIEC (2022) Europe. In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- 172.** GIEC (2022) Options de prise de décision pour la gestion des risques. In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- 173.** GIEC (2018) Renforcement et mise en œuvre de la réponse globale. In : « Réchauffement planétaire de 1,5°C. Rapport spécial du GIEC sur les incidences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels et les trajectoires d'émissions mondiales de gaz à effet de serre correspondantes, dans le contexte du renforcement de la réponse mondiale à la menace du changement climatique, du développement durable et des efforts de réduction de la pauvreté ». <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- 174.** Vermeulen S.J. *et al.* (2018) « Transformation in Practice: A Review of Empirical Cases of Transformational Adaptation in Agriculture Under Climate Change ». *Front. Sustain. Food Syst.* 2:65. doi:10.3389/fsufs.2018.00065 In : GIEC (2022) Options de prise de décision pour la gestion des risques. In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- 175.** Haut Conseil pour le Climat (2023) « Acter l'urgence, engager les moyens », rapport annuel 2023.
- 176.** Cf. note 175.
- 177.** Au sens de réduction des inégalités défini par l'avis du Conseil économique, social et environnemental publié en septembre 2016 : La justice climatique : enjeux et perspectives pour la France. <https://www.lecese.fr/travaux-publies/la-justice-climatique-enjeux-et-perspectives-pour-la-france>
- 178.** GIEC (2022) Eau In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> et GIEC (2022) Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité »
- 179.** GIEC (2022) Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- 180.** GIEC (2022) Box 5.11 et 5.12 Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- 181.** FAO (2018) Climate-Smart Agriculture Case Studies 2018. Successful approaches from different regions. Rome. 44 pp.
- 182.** Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux et Conseil général de l'environnement et du développement durable (2020), « Quelles trajectoires d'ici 2050 ? », Rapport CGEDD n° 012819-01, CGAAER n° 19056
- 183.** Cf. note 182.
- 184.** Levraut F. (2023) « Impacts des vagues de chaleur sur l'agriculture française ». In Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, « Les vagues de chaleur dans un contexte de changement climatique », Rapport à la Première ministre et au Parlement, p. 82-94. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_2023_VDC.pdf
- 185.** Aubertin C., *et al.* (2023) « Les retenues de substitution : du cas de Mauzé-sur-le-Mignon (Deux-Sèvres) aux conditions générales de leur déploiement », Rapport de l'Académie d'agriculture de France.
- 186.** Centre national interprofessionnel de l'économie laitière (2020), « Améliorer le confort thermique des vaches laitières en bâtiment en période chaude, Des solutions pratiques pour aménager les bâtiments », 20 p. https://www.pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2020/2020_Ameliorer_confort_thermique_vaches_laitieres_en_batiment_en_periode_chaude.pdf
- 187.** Cf. note 184.
- 188.** Cf. note 184.
- 189.** Cf. note 184.
- 190.** Cf. note 184.
- 191.** Cf. note 184.
- 192.** Cf. note 179.
- 193.** Cf. note 184.
- 194.** Bezner Keer R. *et al.* (2023) « Agroecology as transformative approach to tackle climatic, food, and ecosystemic crisis ». *Current opinion in environmental sustainability*, 62, 101275. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877343523000222>
- 195.** Soubelet H. *et al.* (2023) « Biodiversité et changement climatique : Impacts sur la biodiversité, les écosystèmes français et les services écosystémiques. Recommandations pour l'adaptation de la biodiversité. Synthèse de connaissances », Fondation pour la recherche sur la biodiversité. https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2013/11/FRB_Changement_Climatique_Biodiversite-Onerc_MTE.pdf
- 196.** Cf. note 195.
- 197.** Filleux S.-F. (2022) « L'élevage à l'herbe, les conditions de la réussite », in Dossier revue Agroécologie <https://www.inrae.fr/dossiers/vaches-laitieres-lavenir-est-il-pre/lelevage-lherbe-conditions-reussite>
- 198.** Cf. note 179.
- 199.** Hobbs, N.T., *et al.* (2008) « Fragmentation of rangelands: implications for humans, animals, and landscapes ». *Glob. Environ. Change.*, 18(4), 776–785, doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.07.011 In : GIEC (2022) : Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème. In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- Herrero M. *et al.* (2015) « Livestock and the environment: what have we learned in the past decade? » *Annual Review of Environmental and Resources*, 40(1), 177–202, doi:10.1146/annurev-environ-031113-093503 cité par GIEC (2022) : Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème. In : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- Godde, C.M., *et al.* (2020) Global rangeland production systems and livelihoods at threat under climate change and variability. *Environ. Res. Lett.*, 15(4), 44021–44021, doi:10.1088/1748-9326/ab7395 dans : GIEC (2022) : Aliments, fibres et autres produits de l'écosystème. Dans : « Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité », 6^e rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- 200.** Cf. note 184.
- 201.** Baker E. *et al.* (2023) « Mixed farming systems: potentials and barriers for climate change adaptation in food systems », *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Volume 62, 101270. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877343523000179>
- 202.** Boy A. (2019) « Des solutions fondées sur les agro-écosystèmes pour lutter contre la sécheresse et les inondations : l'exemple de l'agroforesterie et des prairies humides », in Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique « Des Solutions fondées sur la Nature pour s'adapter au changement climatique », Rapport au Premier ministre et au Parlement, P. 216-218. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Rapport_2019_Sfn_WEB.pdf

- 203.** Blazy J-M., et al. (2022) « Rapport final du projet de recherche EXPLORER : Explorer les potentialités de transition vers une agriculture climato-intelligente ». <https://www.librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/6053-explorer-projet-sur-les-potentialites-de-transition-vers-une-agriculture-climato-intelligente.html>
- 204.** Blazy J-M. (2022) « KARUSMART : une micro-ferme expérimentale climato-intelligente », article INRAE <https://www6.antilles.inrae.fr/astro/Nos-recherches/Dispositifs-scientifiques-et-techniques/Micro-ferme-KARUSMART>
- 205.** Ademe (2021) « Des microfermes climato-résilientes en Guadeloupe », in Ademe Magazine. <https://www.infos.ademe.fr/magazine-juin-2021/terrain/des-microfermes-climato-resilientes-en-guadeloupe/>
- 206.** Cf. note 194.
- 207.** Cf. note 182.
- 208.** Cf. note 182.
- 209.** Cf. note 182.
- 210.** Müller B., Johnson L. et Kreuer, D. (2017) « Maladaptive outcomes of climate insurance in agriculture. », *Global Environmental Change*, 46, 23-33. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378016304204>
- 211.** Inrae, (2021) « LACCAYE : 10 ans de recherche en partenariat pour l'adaptation de la viticulture au changement climatique, communiqué de presse » <https://www.inrae.fr/actualites/laccave-10-ans-recherche-partenariat-ladapation-viticulture-au-changement-climatique>
- 212.** 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. », Rapport Inrae. <https://www.inrae.fr/actualites/quelle-contribution-lagriculture-francaise-reduction-emissions-gaz-effet-serre>
- 213.** Cf. note 212.
- 214.** Pellerin S. et al. (2020) « Stocker du carbone dans les sols français - Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? », Rapport Inrae. <https://www.inrae.fr/actualites/stocker-4-1-000-carbone-sols-potentiel-france>
- 215.** Cf. note 212.
- 216.** Cf. note 212.
- 217.** Inrae (2021) « Atténuer les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur agricole », Étude régionale pour l'Ademe. <https://www.librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/5022-attenuer-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-dans-le-secteur-agricole.html>
- 218.** Cf. note 212.
- 219.** Cf. note 217.
- 220.** Dans l'étude Pellerin et al. (2013) cf. note 212.
- 221.** Cf. note 212.
- 222.** Aubert C. et al. (2009) « Agriculture biologique et changement climatique: principales conclusions du colloque de Clermont-Ferrand (2008). », *Innovations Agronomiques* (4), 269-279.(2009). <https://www.orgrprints.org/id/eprint/15493/1/37-Aubert.pdf>
- 223.** Cf. note 212.
- 224.** Gac A. et al. (2014) « Le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre en productions bovines », *Innovations Agronomiques*, 37, 67-81. <https://www.hal.science/hal-01209220/>
- 225.** Voir par exemple Yu G., Beauchemin K.A. et Dong R. (2021) « Inclusion of *Asparagopsis armata* in lactating dairy cows' diet reduces enteric methane emission by over 50 percent » *Journal of Cleaner Production*, 234, 132-138. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619321559>
- 226.** Dossier sur les algues <https://www.idele.fr/en/detail-article/space-2023-methalgues-des-algues-pour-reduire-le-methane-emis-par-les-vaches-laitieres>
- 227.** Brunschwig P. et al. (2010) « L'apport de lin dans la ration des vaches laitières : Effets sur la production, la composition du lait et des produits laitiers, les émissions de méthane et les performances de reproduction », *Inrae Productions Animales*, 23, 307-318. <https://www productions-animales.org/article/view/3310>
- 228.** Voir par exemple Yu G., Beauchemin K.A. et Dong R. (2021) « A review of 3-Nitrooxypropanol for enteric methane mitigation from ruminant livestock », *Animals* (Basel), 11, 3540, <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/12/3540> ; Kebreab E. et al. (2022) « A meta-analysis of effects of 3-nitrooxypropanol on methane production, yield, and intensity in dairy cattle. » *Journal of Dairy Science*, 106(2), 927-936. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203022200710X> ; FAO (2023) « Methane emissions in livestock and rice systems – Sources, quantification, mitigation and metrics ». <https://www.fao.org/in-action/enteric-methane/en/>
- 229.** FAO (2023) « Methane emissions in livestock and rice systems – Sources, quantification, mitigation and metrics ». <https://www.fao.org/in-action/enteric-methane/en/>
- 230.** Voir Inrae (2023) « Propositions d'hypothèses pour le scénario AMS de la SNBC 3 pour le secteur agriculture ». <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/Hypoth%C3%A8ses%20AMS%20SNBC3%20INRAE%20Avril%202023.pdf>
- 231.** Guillou M. et al. (2013) « Le projet agro-écologique: vers des agricultures doublement performantes pour concilier compétitivité et respect de l'environnement », Propositions pour le Ministre. https://www.agriculture.gouv.fr/sites/default/files/documents/rapport_marion_guillou_cle05bdf5.pdf
- 232.** Par exemple dans le scénario de transition de l'agriculture Aftertes 2050 de Solagro (voir la section de ce chapitre sur les scénarios).
- 233.** Cf. note 229.
- 234.** Cf. note 214.
- 235.** CGAAER (2023) « La haie, levier de la planification écologique », Rapport du CGAAER n° 22114. <https://www.agriculture.gouv.fr/la-haie-levier-de-la-planification-ecologique>
- 236.** Pacte en faveur de la haie : <https://www.agriculture.gouv.fr/presentation-du-pacte-en-faveur-de-la-haie-dote-dun-budget-de-110-meu-des-2024>
- 237.** Cf. note 214.
- 238.** Cf. note 214.
- 239.** Chambre d'Agriculture du Cantal (2023) « Le bois agroforestier : Les valorisations possibles en systèmes d'élevage ». https://www.normandie.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/National/Casdar/1-guide_technique_valo_bois_elevage.pdf
- 240.** Cf. note 214.
- 241.** Cf. note 231.
- 242.** Cf. note 214.
- 243.** Li, Q., Yu, P., Li, G., & Zhou, D. (2016). Grass-legume ratio can change soil carbon and nitrogen storage in a temperate steppe grassland. *Soil and Tillage Research*, 157, 23-31.
- 244.** Citepa (2021) « Incertitudes liées à la comptabilisation des puits de carbone dans les sols en France », Étude commandée par le Haut conseil pour le climat.
- 245.** Inrae (2021) « Atténuer les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur agricole », Étude régionale pour l'Ademe. <https://www.librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/5022-attenuer-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-dans-le-secteur-agricole.html>
- 246.** Dumont B., Dupraz P. et Donnars C. (2019) « Impacts et services issus des élevages européens », Éditions Quae, p. 182.
- 247.** Cf. note 68.
- 248.** McDonald H. et al. (2021) « Carbon farming. Making agriculture fit for 2030 », Rapport pour le comité ENVI du Parlement Européen. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/695482/IPOL_STU\(2021\)695482_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/695482/IPOL_STU(2021)695482_EN.pdf)
- 249.** Paul C. et al. (2023) « Carbon farming: Are soil carbon certificates a suitable tool for climate change mitigation? », *Journal of Environmental Management* 330, 117142. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722027153>
- 250.** Demeois J. et al. (2023) « Stocker du carbone dans les sols agricoles et forestiers ultramarins - Etat des connaissances et leviers d'actions dans les départements et régions d'Outre-mer. » Rapport final – Etude « 4 pour 1000 » Outre-mer. Cirad, INRAE, IRD, 154 p. <https://www.agritrop.cirad.fr/604399/>
- 251.** Cf. note 212.
- 252.** Cf. note 212.

253. I4CE (2023) « Transition de l'élevage : gérer les investissements passés et repenser ceux à venir ». https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2023/02/Transition-de-l-elevage_au240223.pdf
254. Vollet D. et Torre A. (2016) « Partenariats pour le développement territorial ». Éditions Quae.
255. Cf. note 212.
256. Aissani L., Collet A. et Béline F. (2013). « Détermination de l'intérêt environnemental via l'analyse du cycle de vie du traitement des effluents organiques par méthanisation au regard des contraintes territoriales », Sciences Eaux & Territoires, 12, 78-85. <https://www.doi.org/10.3917/set.012.0078>
257. Les arrêtés ministériels installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) de juin 2021 renforcent la prévention à travers des programmes de maintenance et des installations de détecteurs. Sénat (2021) « Rapport au nom de la mission d'information sur « la méthanisation dans le mix énergétique : enjeux et impacts » », Rapport d'information n° 872. <https://www.senat.fr/rap/r20-872/r20-8721.pdf>
258. Cadiou J. (2023) « Le déploiement de la politique de méthanisation agricole en France: implications pour la transition agroécologique » Thèse de doctorat. Université Paris-Saclay.
259. Sur les biocarburants : <https://www.agriculture.gouv.fr/tout-savoir-sur-les-biocarburants>
260. Mourjane I. et Fosse J. (2022) « La biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel énergétique ? », France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/publications/biomasse-agricole-ressources-potentiel-energetique>
261. CGAAR (2023) « La haie, levier de la planification écologique », Rapport du CGAAR n° 22114 <https://www.agriculture.gouv.fr/la-haie-levier-de-la-planification-ecologique>
262. Marrou H. et al. (2013) « Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? », Agricultural and Forest Meteorology, 177, 117-132. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168192313000890>
263. Voir par exemple Hassanpour Adeb E., Selker J. S. et Higgins C. W. (2018) « Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency » PloS one, 13(11), e0203256. <https://www.journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203256>
264. Cf. note 262.
265. Hassanpour Adeb E., Selker J. S. et, Higgins C. W. (2018). « Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency » PloS one, 13(11), <https://www.journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203256>
266. Kasriel N. et al. (2023) « L'agrivoltaïsme, outil de protection pour l'agriculture », Techniques de l'ingénieur. <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/agroalimentaire-qualite-tracabilite-et-environnement-42690210/l-agrivoltaisme-outil-de-protection-pour-l-agriculture-in254/>
267. Dupraz C. et al. (2011) « Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes », Renewable energy, 36(10), 2725-2732. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148111001194>
268. L'OFB et l'agriculture : <https://www.ofb.gouv.fr/lofb-et-lagriculture>
269. FAO (2014) « L'agroécologie pour la sécurité alimentaire et la nutrition », Compte-rendu du symposium international de la FAO. <https://www.fao.org/about/meetings/afns/fr/>. Le document, dans l'introduction de Stephen R. Gliessman, traite du concept de durabilité et intègre, dans les conditions de « durabilité », la réduction « au maximum des émissions de gaz à effet de serre », le stockage de carbone et la facilitation de l'adaptation au changement climatique.
270. Centre d'Études et de Prospective (2013) « Des systèmes de production visant la double performance économique et environnementale », Analyse 60. <https://www.agriculture.gouv.fr/des-systemes-de-production-visant-la-double-performance-economique-et-environnementale-analyse>
271. Duru M., Sarthou J. P., Therond O. (2022) « L'agriculture régénératrice : summum de l'agroécologie ou greenwashing ? », Cahiers Agricultures 31: 17. <https://www.doi.org/10.1051/cagri/2022014>
272. GIEC (2022). « Climate Change 2022 : Mitigation of Climate Change », 6^e rapport d'évaluation. Encadré 7.5
273. Cf. note 272.
274. Cf. note 214.
275. Cf. note 214.
276. Séance hebdomadaire publique de l'Académie d'Agriculture. « L'agriculture de conservation des sols : quelle contribution pour une agriculture durable ? » <https://www.academie-agriculture.fr/actualites/academie/seance/academie/lagriculture-de-conservation-des-sols-quelle-contribution-pour>
277. Centre d'Études et de Prospective (2013) « L'agriculture de conservation », Les publications du service de la statistique et de la prospective, analyse n° 61.
278. Inrae : l'agriculture de conservation. <https://www.inrae.fr/actualites/dossier-lagriculture-conservation>
279. Cf. note 277.
280. Cf. note 277.
281. Cf. note 271.
282. Sur le débat *land sharing* vs. *land sparing* voir par exemple: Kremen, C. (2015) « Reframing the land-sparing/land-sharing debate for biodiversity conservation » Annals of the New York Academy of Sciences, 1355(1), 52-76. <https://www.nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nyas.12845>
283. Balmford A., Green R. E. et Scharlemann, J. P. (2005) « Sparing land for nature: exploring the potential impact of changes in agricultural yield on the area needed for crop production », Global Change Biology, 11(10), 1594-1605. <https://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2486.2005.001035.x>; Herzog F. et Schüepp C. (2013). « Are land sparing and land sharing real alternatives for European agricultural landscapes », Aspects of Applied Biology, 121, 109-116. https://www.researchgate.net/profile/Felix-Herzog-2/publication/312456580_Are_land_sparing_and_land_sharing_real_alternatives_for_European_agricultural_landscapes/links/587f5da308ae9275d4edec99/Are-land-sparing-and-land-sharing-real-alternatives-for-European-agricultural-landscapes.pdf
284. Seufert V. et Ramankutty N. (2017) « Many shades of gray - The context-dependent performance of organic agriculture. » Science advances, 3(3), e1602638. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.1602638>; Inrae(2013) « Vers des agricultures à hautes performances – Volume 1 : Analyse des performances de l'agriculture biologique. » Etude réalisée pour le Commissariat Général à la Stratégie et la Prospective, <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/rapport-inra-pour-cgsp-synthese-1-sommaireweb07102013.pdf>; Tuomisto H. et al. (2012) « Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. » Journal of environmental management, 112, 309-320. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479712004264>; van der Werf H. M., Knudsen M. T. et Cederberg, C. (2020) « Towards better representation of organic agriculture in life cycle assessment. » Nature Sustainability, 3(6), 419-425. <https://www.nature.com/articles/s41893-020-0489-6>
285. Certains auteurs constatent cependant une empreinte carbone par kilogramme inférieure de 16 % pour les produits végétaux biologiques par rapport à leur référence conventionnelle : Bellassen V. et al. (2021) « The carbon and land footprint of certified food products. » Journal of Agricultural & Food Industrial Organization, 19(2), 113-126. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/jafio-2019-0037/html>; Bellassen V. et al. (2022) « The economic, environmental and social performance of European certified food. » Ecological Economics, 191, 107244. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800921003037>
286. Gaudaré, U et al. (2021). Comparing productivity and feed-use efficiency between organic and conventional livestock animals. Environmental Research Letters, 16(2), 024012.
287. Rudel T. K. et al. (2009) « Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005 », Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(49), 20675-20680. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0812540106>
288. GIEC (2022) « Climate Change 2022 : Mitigation of Climate Change », 6^e rapport d'évaluation. Encadré 7.11
289. Van der Werf H. M., Knudsen M. T. et Cederberg C. (2020) « Towards better representation of organic agriculture in life cycle assessment » Nature Sustainability, 3(6), 419-425. <https://www.nature.com/articles/s41893-020-0489-6>
290. Inrae(2013) « Vers des agricultures à hautes performances – Volume 1 : Analyse des performances de l'agriculture biologique. » Etude réalisée pour le Commissariat Général à la Stratégie et la Prospective, Paris, France, 372 p. <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/rapport-inra-pour-cgsp-synthese-1-sommaireweb07102013.pdf>
291. Aubert P.M., Schwoob M.H., Poux X. (2019) « Agroecology and carbon neutrality in Europe by 2050: what are the issues? Findings from the TYFA modelling exercise », IDDRI, Study N°02/19. <https://www.iddri.org/en/publications-and-events/study/agroecology-and-carbon-neutrality-europe-2050-what-are-issues>
292. Guyomard H. et al. (2023) « The European Green Deal improves the sustainability of food systems but has uneven economic impacts on consumers and farmers », Communications Earth & Environment, 4(1), 358. <https://www.nature.com/articles/s43247-023-01019-6>
293. Cf. note 271.

294. Duru M., Le Bras C. et Grillot M. (2021) « Une approche holistique de l'élevage, au cœur des enjeux de santé animale, humaine et environnementale », *Cahiers Agricultures*, 30, 26. <https://www.doi.org/10.1051/cagri/2021013>
295. Devienne S. et al. (2016) « Les exploitations d'élevage herbivore économiques en intrants (ou autonomes) : quelles sont leurs caractéristiques ? Comment accompagner leur développement ? », *AgroParisTech - Idèle - Réseau agriculture durable*. <https://www.hal.science/hal-01563280/>
296. Benoit M., Sabatier R., Lasseur, J. et al. (2019) « Optimising economic and environmental performances of sheep-meat farms does not fully fit with the meat industry demands », *Agronomy for Sustainable Development* 39, 40. <https://www.doi.org/10.1007/s13593-019-0588-9>
297. Cf. note 294.
298. Pellerin, S. (2020). L'association agriculture-élevage: une condition clé du bouclage des cycles. *Innovations Agronomiques*. https://www.pmb.isara.fr/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2276
299. Mazoyer M., Roudart L. (1997) « Histoire des agricultures du monde », Éditions du Seuil.
300. C'est le cas du rapport INRA-Agreenium de 2013 : « il est illusoire, notamment d'un point de vue économique, de vouloir généraliser dans l'ensemble des régions françaises un tel modèle à l'échelle de chaque exploitation », ou encore, dans le travail de Sylvain Pellerin sur l'association élevage-cultures : « La spécialisation et l'industrialisation des filières animales rendent peu probable un retour généralisé à des systèmes de poly-culture-élevage. Il est donc nécessaire d'imaginer des formes de réassociation agriculture-élevage innovantes, y compris à des niveaux d'organisation supérieur à l'exploitation »
301. Pellerin, S. (2020). L'association agriculture-élevage: une condition clé du bouclage des cycles. *Innovations Agronomiques*. https://www.pmb.isara.fr/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2276
302. CEP (2023) « Estimation des besoins actuels et futurs de l'agriculture biologique en fertilisants organiques », Analyse n° 195. <https://www.agriculture.gouv.fr/estimation-des-besoins-actuels-et-futurs-de-lagriculture-biologique-en-fertilisants-organiques>
303. Cf. note 231.
304. Agreste (2022) « Recensement agricole 2020 - Âge des exploitants et devenir des exploitations : Les exploitations fruitières ou de grandes cultures plus souvent dirigées par au moins un exploitant senior », Agreste Primeur n°10. https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Pri2210/Primeur%202022-10_RA_Age%20des%20exploitations.pdf
305. BVA (2021) « Les agriculteurs sur le changement climatique : opinion et approche des pratiques plus vertueuses de l'environnement », Étude BVA pour le Haut Conseil pour le Climat. Non publiée.
306. Notamment les éleveurs, voir par exemple le numéro 378 de la revue *Economie Rurale* sur les revenus agricoles : <https://www.journals.openedition.org/economierurale/9280>
307. Sur le sujet du partage de valeur dans la chaîne voir notamment : OFPM (2023) « Rapport 2023 de l'Observatoire de la formation des prix et des marges des produits alimentaires ». <https://www.observatoire-prixmarges.franceagrimer.fr/>; BASIC (2023) « La filière bovin lait française - Analyse de la création et de la répartition de la valeur tout au long de la chaîne de valeur du lait et liens avec ses enjeux de durabilité », rapport de recherche. <https://www.lebasic.com/analyse-creation-et-repartition-de-la-valeur-dans-la-filiere-bovin-lait-francaise/>
308. Gaté R. et Latruffe L. (2016) « Difficultés rencontrées lors de la transmission d'exploitations agricoles. Le cas de la Bretagne. », *Économie rurale*, 351, 5-24. <https://www.journals.openedition.org/economierurale/4792>
309. I4CE (2023) « Transition de l'élevage : gérer les investissements passés et repenser ceux à venir ». https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2023/02/Transition-de-l-elevage_au240223.pdf
310. Midler E. et al. (2019) « Les conditions de travail et de santé des actifs agricoles ». Dans : Forget V. et al. (2019) « Actif'Agri : transformation des emplois et des activités en agriculture ». <https://www.agriculture.gouv.fr/actifagri-de-lemploi-lactivite-agricole-determinants-dynamiques-et-trajectoires>
311. Vallone S. et Lambin E. F. (2023) « Public policies and vested interests preserve the animal farming status quo at the expense of animal product analogs », *One Earth*, 6(9), 1213-1226. [https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322\(23\)00347-0](https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322(23)00347-0); Le Lierre (2023) « Un choc de gouvernance du secteur agricole et alimentaire en faveur de l'agroécologie et des comportements alimentaires soutenables » Note du Lierre, cycle 3, note n°2.
312. I4CE (2021) « Décryptage des financements du système alimentaire français et de leur contribution aux enjeux de durabilité ». <https://www.i4ce.org/publication/decryptage-financements-systeme-alimentaire-francais-climat/>
313. Dessart F. J. et al. (2019) « Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review », *European Review of Agricultural Economics*, 46(3), 417-471. https://www.agriculture.ec.europa.eu/system/files/2019-10/behavioural-factors-affecting-adoption-review_en_0.pdf
314. Martineau H. et al. (2016) « Effective performance of tools for climate action policy - meta-review of Common Agricultural Policy (CAP) mainstreaming », Rapport pour la Direction générale de l'action climatique de la Commission européenne. https://www.climate.ec.europa.eu/system/files/2016-11/cap_mainstreaming_annex_en.pdf
315. Cf. note 212 et 214.
316. Cf. note 314, 212 et 214.
317. Cf. note 314.
318. Cf. note 212.
319. Cf. note 212.
320. Cf. note 212.
321. Proposition de règlement établissant un cadre de certification de l'Union relatif aux absorptions de carbone : https://www.eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:60d407c8-7164-11ed-9887-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF
322. Cf. note 231.
323. Knapp S. et van der Heijden M. G. (2018) « A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture », *Nature communications*, 9(1), 3632. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-05956-1>
324. Lefebvre M., Midler E. et Bontems P. (2020) « Adoption of environment-friendly agricultural practices with background risk: experimental evidence », *Environmental and Resource Economics*, 76, 405-428. <https://www.link.springer.com/article/10.1007/s10640-020-00431-2>
325. Müller B., Johnson L. et Kreuer, D. (2017) « Maladaptive outcomes of climate insurance in agriculture », *Global Environmental Change*, 46, 23-33. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378016304204>
326. Keeley B. (2007) « Le capital humain : Comment le savoir détermine notre vie », Les essentiels de l'OCDE. https://www.oecd-ilibrary.org/education/le-capital-humain_9789264029118-fr
327. Mahé M. et al. (2019) « Politique de formation du capital humain en agriculture ». Dans : Forget V. et al. (2019) « Actif'Agri : transformation des emplois et des activités en agriculture ». <https://www.agriculture.gouv.fr/actifagri-de-lemploi-lactivite-agricole-determinants-dynamiques-et-trajectoires>
328. Branche-Seigeot A. (2015) « Compétences individuelles et compétences utilisées en situation de travail Quels constats ? Quelle valorisation salariale ? », Document d'études DARES n°193. <https://www.dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/competences-individuelles-et-competences-utilisees-en-situation-de-travail>
329. Šumane S. et al. (2018). « Local and farmers knowledge matters! How integrating informal and formal knowledge enhances sustainable and resilient agriculture », *Journal of Rural Studies*, 59, 232-241. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0743016716302194>
330. Cf. note 327 et Bureau J.-C., Fontagné L. et Jean S. (2015) « L'agriculture française à l'heure des choix », Les notes du conseil d'analyse économique, n°27. <https://www.cae-eco.fr/L-agriculture-francaise-a-l-heure-des-choix>
331. Carlisle L. et al. (2019) « Transitioning to sustainable agriculture requires growing and sustaining an ecologically skilled workforce », *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 96. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00096/full>
332. <https://www.agriculture.gouv.fr/plus-de-12-000-exploitations-agricoles-engagees-dans-les-groupements-dinteret-economique-et>
333. Miléf T. et Sládek P. (2011) « The climate literacy challenge », *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 12, 150-156. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281100111X?via%3Dihub>

334. David P. A. (1985) « Clio and the Economics of QWERTY », *The American economic review*, 75(2), 332-337. <https://www.jstor.org/stable/1805621>
335. Meynard J.-M. *et al.* (2015) « La diversification des cultures : comment les promouvoir ? », *Notes et études socio-économiques* n°39, p. 7-39. <https://agriculture.gouv.fr/la-diversification-des-cultures-comment-la-promouvoir>
336. Cf. note 335 ; Meynard J.-M. *et al.* (2013) « Freins et leviers à la diversification des cultures : étude au niveau des exploitations agricoles et des filières », *Ocl*, 20(4), D403. https://www.ocl-journal.org/articles/oclj/full_html/2013/04/oclj20-4-D3/oclj20-4-D3.html ; CEP (2023) « La logistique des légumineuses en France : enjeux et perspectives », *Analyse* n°180. <https://www.agriculture.gouv.fr/la-logistique-des-legumineuses-en-france-enjeux-et-perspectives-analyse-ndeg-180>
337. CEP (2023) « La logistique des légumineuses en France : enjeux et perspectives », *Analyse* n°180. <https://www.agriculture.gouv.fr/la-logistique-des-legumineuses-en-france-enjeux-et-perspectives-analyse-ndeg-180>
338. Citepa (2023). Données Secten.
339. Barbier C., *et al.* (2019), « L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France », Rapport financé par l'Ademe et piloté par le Club Ingénierie Prospective Énergie et Environnement. <https://www.librairie.ademe.fr/consommer-autrement/779-empreinte-energetique-et-carbone-de-l-alimentation-en-france.html>
340. Témoignage de professionnels des IAA. <https://www.vitagora.com/blog/2022/decarbonation-entreprises-agroalimentaires/>
341. Ademe, ACT Pas à Pas : accompagner les entreprises dans le développement et la mise en œuvre de leurs stratégies de décarbonation - parcours consultants. https://www.formations.ademe.fr/formations_adaptation-au-changement-climatique_act-pas-a-pas--accompagner-les-entreprises-dans-le-developpement-et-la-mise-en-%EF%BF%BDoeuvre-de-leurs-strategies-de-decarbonation---parcours-consultants_s5010.html
342. UN High level expert group on the net zero emissions commitments of non-state entities (2022) « Credibility and Accountability of Net-Zero Emissions Commitments of Non-State Entities ». <https://www.un.org/en/climatechange/high-level-expert-group>
343. Haut Conseil pour le Climat (2023). Acter l'Urgence Engager les moyens. Rapport annuel. <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2023-acter-lurgence-engager-les-moyens/>
344. Paye, L. *et al.* (2023) « Potential for the integration of alternative energies in the process industry », *MATEC Web of Conferences* (Vol. 379, p. 07003). EDP Sciences.
345. Témoignage de professionnels des IAA <https://www.vitagora.com/media/4279/201203-cr-decarbonation-des-iaa.pdf>
346. Témoignage de professionnels des IAA <https://www.vitagora.com/blog/2022/decarbonation-entreprises-agroalimentaires/>
347. Les feuilles de route de décarbonation sont des obligations de la loi Climat et Résilience pour engager les secteurs les plus émetteurs dans une stratégie de décarbonation <https://www.ecologie.gouv.fr/feuilles-route-decarbonation-des-filieres-plus-emettrices>
348. Haut Conseil pour le climat (2023). Acter l'Urgence Engager les Moyens. Rapport Annuel 2023. <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2023-acter-lurgence-engager-les-moyens/>
349. The shift project. (2022) « Assurer le fret dans un monde fini » Rapport dans le cadre du Plan de transformation de l'économie française. <https://www.theshiftproject.org/article/rapport-final-fret-ptef/> ; Li M. *et al.* (2022). « Global food-miles account for nearly 20% of total food-systems emissions. » *Nature food*, 3(6), 445-453. <https://www.nature.com/articles/s43016-022-00531-w>
350. The shift project (2022) « Assurer le fret dans un monde fini », Rapport dans le cadre du Plan de transformation de l'économie française. <https://www.theshiftproject.org/article/rapport-final-fret-ptef/>
351. Un poids lourd électrique émettant 15 fois moins qu'un poids lourd diesel. Source: CGEDD et CGAAER. (2021) « Les flux logistiques agroalimentaires : l'avenir des modes massifiés », Rapport CGEDD n°013461-01, CGAAER n°20067. <https://www.agriculture.gouv.fr/les-flux-logistiques-agroalimentaires-lavenir-des-modes-massifies-0>
352. The shift project (2022) « Assurer le fret dans un monde fini », Rapport dans le cadre du Plan de transformation de l'économie française. <https://www.theshiftproject.org/article/rapport-final-fret-ptef/> ; CGEDD et CGAAER (2021) « Les flux logistiques agroalimentaires : l'avenir des modes massifiés », Rapport CGEDD n°013461-01, CGAAER n°20067. <https://www.agriculture.gouv.fr/les-flux-logistiques-agroalimentaires-lavenir-des-modes-massifies-0>
353. CGEDD et CGAAER (2021) « Les flux logistiques agroalimentaires : l'avenir des modes massifiés », Rapport CGEDD n°013461-01, CGAAER n°20067. <https://www.agriculture.gouv.fr/les-flux-logistiques-agroalimentaires-lavenir-des-modes-massifies-0>
354. Cf. note 353.
355. Cf. note 353.
356. Cf. note 353.
357. Aleksandrowicz L. *et al.* (2016) « The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review. » *PLoS one*, 11(11), <https://www.journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0165797&emulatemode=2> ; Scarborough P. *et al.* (2023) « Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts. » *Nature Food*, 1-10, <https://www.nature.com/articles/s43016-023-00795-w> ; Rabès A. *et al.* (2020) « Greenhouse gas emissions, energy demand and land use associated with omnivorous, pescovegetarian, vegetarian, and vegan diets accounting for farming practices. » *Sustainable Production and Consumption*, 22, 138-146. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352550919304920> ; Lacour C. *et al.* (2018) « Environmental impacts of plant-based diets: how does organic food consumption contribute to environmental sustainability? » *Frontiers in nutrition*, 5, 8. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2018.00008/full?utm_source=G-PRS&utm_medium=WEX&utm_campaign=ECO_FNUT_20180205_organic-food&setLang=true ; Springmann M. *et al.* (2018) « Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: a global modelling analysis with country-level detail. » *The Lancet Planetary Health*, 2(10), e451-e461. [https://www.thelancet.com/journals/lanpla/article/PIIS2542-5196\(18\)30206-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpla/article/PIIS2542-5196(18)30206-7/fulltext) ; Kim B. F. *et al.* (2020) « Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises. » *Global environmental change*, 62, 101926. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018306101> ; Westhoek H. *et al.* (2014) « Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. » *Global Environmental Change*, 26, 196-205. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378014000338> ; Willett W. *et al.* (2019) « Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. » *The Lancet*, 393(10170), 447-492. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext) ; Tilman D. *et al.* (2014) « Global diets link environmental sustainability and human health. » *Nature*, 515(7528), 518-522. <https://www.nature.com/articles/nature139>
358. Voir par exemple Poore J. *et Nemecek T.* (2018) « Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. » *Science*, 360(6392), 987-992. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1260016> ; Clark M. *et al.* (2022) « Estimating the environmental impacts of 57,000 food products. » *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(33), e2120584119. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.2120584119> ; Colomb V. *et al.* (2016) « Analyses du Cycle de Vie en agriculture : enseignements du programme AGRIBALYSE®. » *Agronomie, environnement et société*, 5(1), 117-131. <https://www.agritrop.cirad.fr/591318/> ; I4CE (2023) « Réduction de la consommation de viande : des politiques publiques bien loin des objectifs de durabilité » <https://www.i4ce.org/publication/reduction-consommation-viande-politiques-publiques-bien-loin-objectifs-durabilite-climat/>
359. Agreste (2022) « La consommation de viande en France en 2021 », n°394 <https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/SynCsm22394/consyn394202207-ConsoViande.pdf> et <https://www.agriculture.gouv.fr/infographie-la-consommation-alimentaire>
360. I4CE (2023) « Réduction de la consommation de viande : des politiques publiques bien loin des objectifs de durabilité » <https://www.i4ce.org/publication/reduction-consommation-viande-politiques-publiques-bien-loin-objectifs-durabilite-climat/>
361. Kim B.F. *et al.* (2020) « Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises », *Global environmental change*, 62, 101926. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018306101>
362. OMS (2023) « Red and processed meat in the context of health and the environment: many shades of red and green: information brief ». <https://www.iris.who.int/handle/10665/370775>
363. OMS (2021) « Plant-based diets and their impact on health, sustainability and the environment : A review of the evidence », WHO European Office for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. <https://www.apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/349086/WHO-EURO-2021-4007-43766-61591-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 364.** I4CE (2023) « Réduction de la consommation de viande : des politiques publiques bien loin des objectifs de durabilité ». <https://www.i4ce.org/publication/reduction-consommation-viande-politiques-publiques-bien-loin-objectifs-durabilite-climat/>
- 365.** Cf. note 364.
- 366.** Poux X. et Aubert P.-M. (2018) « Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine. Enseignements d'une modélisation du système alimentaire européen » Iddri-AScA, Étude N°09/18.
- 367.** Par exemple, le scénario TYFA est associé à une réduction de la production : - 30 % sur les produits végétaux et - 40 % sur les produits animaux en Europe. En termes de consommation, il est associé à une baisse de 66 % de la consommation de volailles, 60 % pour celle de porc, 3 % pour celles des bovins et une consommation égale de viande ovine. <https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20Iddri/Etude/201809-ST0918-tyfa.pdf>
- 368.** Pouvoirs inclure, par exemple, des produits certifiés : la certification biologique, la certification environnementale et haute valeur environnementale (HVE), les indications géographiques (IGP, AOP) et le label rouge.
- 369.** Colomb V. et al. (2016) « Analyses du Cycle de Vie en agriculture : enseignements du programme AGRIBALYSE® », Agronomie, environnement et société, 5(1), 117-131. <https://www.agritrop.cirad.fr/591318/> ; cf. note 364.
- 370.** Pour les races à viande. Source : Poore J. et Nemecek T. (2018) « Reducing food's environmental impacts through producers and consumers », Science, 360(6392), 987-992. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aaa0216>
- 371.** Épices et AScA (2022) « Évaluation des performances environnementales de la certification Haute Valeur Environnementale (HVE) », Etude réalisée pour l'Office Français de la Biodiversité. <https://www.professionnels.ofb.fr/fr/doc/evaluation-performances-environnementales-certification-haute-valeur-environnementale-hve-dans-et-masa>, Révision de la certification environnementale des exploitations agricoles : <https://www.agriculture.gouv.fr/revision-de-la-certification-environnementale-des-exploitations-agricoles>
- 372.** Bellassen V. et al. (2021) « The carbon and land footprint of certified food products. » Journal of Agricultural & Food Industrial Organization, 19(2), 113-126. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/jafio-2019-0037/html> ; Bellassen V. et al. (2022) « The economic, environmental and social performance of European certified food. » Ecological Economics, 191, 107244. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800921003037>
- 373.** Ademe, Alimentation : manger local et de saison. <https://www.agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers/consos/alimentation/manger-local-de-saison-pourquoi-c-est-essentiel>
- 374.** Ademe (2017) « Alimentation - Les circuits courts de proximité » Les avis de l'Ademe., <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/1883-alimentation-les-circuits-courts-de-proximite.html> ; Enthoven L. et Van den Broeck G. (2021) « Local food systems: Reviewing two decades of research. » Agricultural Systems, 193, 103226. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X21001797>
- 375.** Edwards P. et Roberts I. (2009) « Population adiposity and climate change », International Journal of Epidemiology, 38(4), 1137-1140. <https://www.academic.oup.com/ije/article/38/4/1137/850804>
- 376.** d'après Kim B.F. (2020) « Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises », Global environmental change, 62, 101926. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018306101> ; et Springmann M. et al. (2016) « Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change », Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(15), 4146-4151. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1523119113>
- 377.** OMS (2021) « Plant-based diets and their impact on health, sustainability and the environment : A review of the evidence », WHO European Office for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. <https://www.apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/349086/WHO-EURO-2021-4007-43766-61591-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 378.** I4CE (2021) « Une alimentation plus durable augmente-t-elle le budget des consommateurs ? », Point climat n°67. <https://www.i4ce.org/publication/alimentation-durable-budget-consommateurs-climat/>
- 379.** Agreste et FranceAgriMer (2022) « La consommation de viande en France en 2021 », Synthèse conjoncturelle N°394. <https://www.agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/SynCsm22394/consyn394202207-ConsoViande.pdf>
- 380.** Crédoc: En forte hausse, la précarité alimentaire s'ajoute à d'autres fragilités. <https://www.credoc.fr/publications/en-forte-hausse-la-precarite-alimentaire-sajoute-a-dautres-fragilites>
- 381.** Insee (2023) « Éclairage - Les prix à la consommation des produits alimentaires pourraient ralentir nettement d'ici fin 2023 », Note de conjoncture Insee. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7634627?sommaire=7634660>
- 382.** Conformément au Pacte national de lutte contre le gaspillage alimentaire <https://www.agriculture.gouv.fr/pacte-national-de-lutte-contre-le-gaspillage-alimentaire-les-partenaires-sengagent>
- 383.** MASA : lutte contre le gaspillage alimentaire : les lois françaises. <https://agriculture.gouv.fr/lutte-contre-le-gaspillage-alimentaire-les-lois-francaises#>
- 384.** Pour la suite de cette section, les données non citées proviennent du rapport INCOME Consulting et AK2C (2016) « Pertes et gaspillages alimentaires : l'état des lieux et leur gestion par étapes de la chaîne alimentaire », Rapport d'étude pour l'Ademe. <https://www.librairie.ademe.fr/consommer-autrement/2435-etat-des-lieux-des-masses-de-gaspillages-alimentaires-et-de-sa-gestion-aux-differentes-etapes-de-la-chaine-alimentaire.html>
- 385.** Sapea (2023) « Towards sustainable food consumption ». <https://www.sapea.info/topic/food-consumption/> et Bryngelsson D. et al. (2016) « How can the EU climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture », Food Policy, 59, 152-164. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919216000129>
- 386.** SGPE : mieux se nourrir. <https://www.gouvernement.fr/france-nation-verte/mieux-se-nourrir>
- 387.** SGPE (2023). Tableau de bord de l'agriculture. <https://www.gouvernement.fr/upload/media/content/0001/06/27899b60fe0cf622dc033d34bd8b2f1ab0c8102c.pdf>
- 388.** SGPE (2023). La planification écologique en agriculture. <https://www.gouvernement.fr/upload/media/content/0001/06/7523a7ca4df1938ca6b266bc380876d62aefadd0.pdf>
- 389.** Inrae (2023). Propositions d'hypothèses pour le scénario AMS de la SNBC 3 pour le secteur agriculture.
- 390.** Duru M. et al. (2021). Scénarios de systèmes alimentaires à l'horizon 2050 au niveau européen et français: quels éclairages pour les politiques publiques. Revue AE&S, 11(1), 1-21. https://www.agronomie.asso.fr/fileadmin/user_upload/revue_aes/aes_vol11_n1_juin_2021/pdf/aes_vol11_n1_05_duru-et-al.pdf
- 391.** Solagro (2016), Scénario Afterres 2050. <https://www.afterres2050.solagro.org/>
- 392.** Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/une-europe-agroecologique-en-2050-une-agriculture> ; Aubert P.M., Schwoob M.H., Poux X. (2019) « Agroecology and carbon neutrality in Europe by 2050: what are the issues? Findings from the TYFA modelling exercise », IDDRI, Study N°02/19. <https://www.iddri.org/en/publications-and-events/study/agroecology-and-carbon-neutrality-europe-2050-what-are-issues>
- 393.** Ademe (2021) Transitions 2050. Rapport. <https://www.ademe.fr/les-futurs-en-transition/>
- 394.** Couturier C. et al., (2021) « Quels systèmes alimentaires durables demain ? Analyse comparée de 16 scénarios compatibles avec les objectifs de neutralité climatique ». Inrae. https://www.solagro.org/images/imagesCK/files/publications/f113_2022_quels_systemes_alimentaires_durables_pour_demain.pdf
- 395.** Cf. note 393.
- 396.** Cf. note 391.

4

ACTION PUBLIQUE POUR DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES
BAS CARBONE ET ADAPTÉS

	MESSAGES CLÉS	P120
4.1	POLITIQUES AGRICOLES, TRANSITION BAS CARBONE ET ADAPTATION	P125
	4.1.1 PACTE ET LOI D'ORIENTATION POUR LE RENOUVELLEMENT DES GÉNÉRATIONS EN AGRICULTURE	P125
	4.1.2 PLAN STRATÉGIQUE NATIONAL DE LA POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE	P126
	4.1.3 AUTRES POLITIQUES PUBLIQUES CONTRIBUANT À L'ADAPTATION	P134
4.2	ACTIONS DES FILIÈRES POUR LA TRANSITION BAS CARBONE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE	P135
4.3	POUR ALLER VERS UNE ALIMENTATION BAS CARBONE ET SAINE	P136
	4.3.1 ENVIRONNEMENT ET OFFRE ALIMENTAIRE	P137
	4.3.2 POLITIQUES ALIMENTAIRES FRANÇAISES	P139
	4.3.3 OPPORTUNITÉS OFFERTES PAR LA STRATÉGIE NATIONALE POUR L'ALIMENTATION, LA NUTRITION ET LE CLIMAT	P142
4.4	POLITIQUES COMMERCIALES DES SYSTÈMES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES FRANÇAIS, EUROPÉEN ET MONDIAL	P146
4.5	GOUVERNANCE POUR UNE MEILLEURE CONVERGENCE DES POLITIQUES AGRICOLES, ALIMENTAIRES, CLIMATIQUES, ENVIRONNEMENTALES ET DE SANTÉ PUBLIQUE	P147
4.6	ANNEXES DU CHAPITRE 4	P148
	4.6.1 INTERVENTIONS DU PSN POUVANT INFLUENCER L'ATTÉNUATION ET L'ADAPTATION	P148
	4.6.2 CONCILIER TRANSITION ALIMENTAIRE ET INCLUSIVITÉ SOCIALE	P153
	4.6.3 POLITIQUES PUBLIQUES DE LUTTE CONTRE LA DÉFORESTATION IMPORTÉE	P154
4.7	NOTES DE RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 4	P155

4

ACTION PUBLIQUE POUR DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES BAS CARBONE ET ADAPTÉS



MESSAGES CLÉS

- Trois politiques structurantes pour l'agriculture et l'alimentation, en cours d'élaboration ou susceptibles d'une actualisation à court terme, intègrent un objectif ou un axe d'action climatique : le Pacte et la Loi d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture (PLORGA), le Plan stratégique national (PSN) de la Politique agricole commune et la Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat (SNANC). La déclinaison régionale et/ou territoriale de certaines de ces politiques est nécessaire et réalisée notamment via les Projets alimentaires territoriaux. L'ancrage territorial profond de l'agriculture impose des pratiques cohérentes avec la réalité des territoires et incite à adopter des méthodes participatives d'élaboration de plans territoriaux relatifs à l'alimentation comme à l'usage de l'eau et des terres.

AGRICULTURE

- Le Pacte et la Loi d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture constituent une opportunité, au moyen d'une vision claire de l'agriculture française, bas carbone et adaptée au changement climatique, de mobiliser de nombreux outils et de lever certains des verrous. Ils pourront faire l'objet d'une évaluation en regard des enjeux climatiques dès qu'ils seront stabilisés.
- La Politique agricole commune et le Plan stratégique national de la France ne sont pas conçus ni dimensionnés pour permettre aux agriculteurs et aux éleveurs de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de s'adapter au changement climatique, et sont encore trop peu mobilisés pour la transition bas carbone et l'adaptation des secteurs agricole et de l'utilisation des terres. Ils présentent cependant de nombreuses dispositions mobilisables pour le climat.
- **Budget** : la France estime le budget européen du Plan stratégique national dédié aux interventions favorables au climat à 19 Mrd€, soit 42 % de la contribution européenne. D'autres estimations suggèrent une contribution à l'action climatique bien plus faible de 3 à 12 Mrd€ selon le périmètre.
- **Leviers mobilisés** : certaines options, potentiellement efficaces pour l'atténuation et l'adaptation du secteur agricole et identifiées par le Secrétariat général à la planification écologique, ne sont pas mobilisées à ce stade dans le Plan stratégique national. En particulier, aucune mesure ne cible les leviers identifiés pour la réduction des émissions dues à la fermentation entérique des ruminants.
- **Efficacité** : le Plan stratégique national contribue à lever certaines barrières comme le besoin d'investissement, mais les mesures proposées ne sont pas assez ambitieuses pour entraîner les transformations nécessaires à la transition bas carbone et à l'adaptation au changement climatique. Elles bénéficient de budgets relativement restreints, sont peu attractives ou n'incitent pas au changement de pratiques.

- **Effets sur les émissions** : hors émissions liées à l'utilisation d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture pourraient diminuer de 9 à 11 %, avec la mise en œuvre du Plan stratégique national. Le Plan stratégique national, bien qu'il soit la première source de financement public pour l'agriculture, ne permet donc pas d'atteindre les objectifs de la 2^e stratégie bas carbone, et encore moins ceux, à venir, de la 3^e stratégie bas carbone. Par ailleurs, les autres mesures mises en œuvre hors Plan stratégique national ne suffisent pas à combler cet écart.
- **Adaptation** : les enjeux d'adaptation sont globalement peu couverts dans le Plan stratégique national et certaines mesures mises en œuvre peuvent générer des risques de maladaptation selon la manière dont elles sont déployées. La révision à venir du Plan stratégique national pourrait être une opportunité pour mieux accompagner une transformation vers une adaptation réellement protectrice de l'agriculture face aux impacts du changement climatique à venir.
- Des travaux d'identification de besoins d'adaptation ont été engagés dans plusieurs filières agricoles et soulignent notamment le besoin d'évolutions réglementaires, de soutiens financiers et d'outils de diagnostic de vulnérabilités spécifiques à chaque filière. La transformation des politiques agricoles offre une opportunité de répondre à ces besoins.

ALIMENTATION

- Les politiques alimentaires actuelles misent principalement sur l'information aux consommateurs alors que celle-ci ne constitue qu'une partie des leviers du changement de comportement alimentaire. De plus, la dimension climatique y reste encore peu prise en compte.
- Les politiques alimentaires restent faiblement financées en comparaison des financements visant le secteur agricole. Par ailleurs, peu d'actions publiques sont mises en œuvre pour cibler les acteurs les plus influents des systèmes alimentaires comme les industries agroalimentaires, les distributeurs et la restauration commerciale, les producteurs d'intrants, les importateurs ou la finance. L'action publique reste donc principalement cantonnée aux deux extrêmes du système alimentaire : les agriculteurs et les consommateurs.
- La Stratégie nationale alimentation-nutrition-climat constitue une opportunité de transformer à la fois l'offre et l'environnement alimentaire pour favoriser des comportements et pratiques compatibles avec la transition bas carbone et l'adaptation.
- La réduction de la consommation de produits d'origine animale ne sera possible que si l'offre proposée par la transformation, la grande distribution et la restauration hors domicile est elle-même moins riche en produits d'origine animale, afin d'éviter que les efforts faits au niveau des élevages en France soient annulés par des importations.
- Les pouvoirs publics peuvent également agir via plusieurs canaux pour créer un environnement économique encourageant des choix alimentaires bas carbone tout en garantissant l'accès de tous, et en particulier des ménages les plus modestes, à une alimentation saine et durable.
- Les échanges commerciaux entre l'UE et le reste du monde peuvent produire des effets de fuite de carbone vers les pays tiers. Les réductions d'émissions territoriales permises par la politique environnementale et climatique européenne risquent de donner lieu, au moins en partie, à une augmentation des émissions à l'étranger. Il existe plusieurs moyens de réduire ces effets de fuite, certains relevant d'interventions de politiques commerciales comme celles sur les conditionnalités attachées aux accords ouvrant l'importation de produits agricoles et alimentaires, ou sur le devoir de vigilance. Leur impact peut cependant être limité. L'évolution des préférences de consommateurs, la réduction des coûts d'atténuation pour les agriculteurs, et la poursuite d'accords environnementaux multilatéraux ambitieux sont donc également à mobiliser.

Un nombre important de législations, de politiques publiques et de stratégies françaises ou de l'Union européenne (UE) ciblent, ou peuvent influencer, l'agriculture et l'alimentation, leur contribution à l'atténuation du changement climatique et leur capacité d'adaptation. Les principaux dispositifs sont indiqués dans les tableaux 4.a à 4.c, sans viser l'exhaustivité³⁹⁷.

Tableau 4.a - Politiques publiques, législations ou stratégies ciblant l'action climatique, dans tous les secteurs

ACTION PUBLIQUE FRANÇAISE	ACTION PUBLIQUE DE L'UNION EUROPÉENNE
Loi de programmation sur l'énergie et le climat (en concertation)	Loi européenne sur le climat (2021)
Stratégie nationale bas carbone (en révision, 2024)	Pacte vert européen, Règlement européen sur le partage de l'effort (paquet ajustement à l'objectif 55, 2023), Règlement européen sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie (paquet ajustement à l'objectif 55, 2023)
Programmation pluriannuelle de l'énergie (en révision, 2024)	Directive européenne sur les énergies renouvelables (en révision)
Plan national d'adaptation au changement climatique (en révision, 2024)	Stratégie européenne d'adaptation (2021)
Plan national de gestion des vagues de chaleur (2023)	
Loi climat et résilience (2021)	
	Régulation européenne pour l'établissement d'un cadre de certification des absorptions de carbone (en préparation)
	Régulation européenne sur les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières (2023)
	Régulation européenne sur le devoir de vigilance (en cours)

Source : Haut conseil pour le climat

Tableau 4.b - Politiques publiques, législations ou stratégies ciblant l'agriculture ou les systèmes alimentaires et ayant un objectif ou axe climatique explicite

ACTION PUBLIQUE FRANÇAISE	ACTION PUBLIQUE DE L'UNION EUROPÉENNE
Plan stratégique national de la PAC (mise en œuvre 2023-2027)	Politique agricole commune (PAC) (mise en œuvre 2023-2027)
Pacte et Loi d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture (fin 2023)	Stratégie de la ferme à la table (2020)
Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique	
<i>Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat (fin 2023)</i>	<i>Loi cadre sur les systèmes alimentaires durables (en préparation)</i>
<i>Programme national nutrition santé (PNNS, depuis 2001)</i>	<i>Règlement européen établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire (2002)</i>
<i>Programme national pour l'alimentation (PNA, depuis 2010)</i>	
<i>Projets alimentaires territoriaux (PAT, depuis 2014)</i>	
<i>Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée (2018)</i>	<i>Règlement européen relatif à la mise à disposition sur le marché de l'Union de produits associés à la déforestation et à la dégradation des forêts (2023)</i>

Légende : Les politiques publiques, lois ou stratégies ciblant l'agriculture sont présentées en caractères normaux ; Les politiques publiques, lois ou stratégies ciblant l'alimentation et/ou le reste des systèmes alimentaires sont présentées en italique.

Source : Haut conseil pour le climat

Tableau 4.c - Politiques publiques, lois ou stratégies concernant l'agriculture ou l'alimentation, ciblant un autre objectif que le climat, mais susceptible d'avoir un impact climatique significatif

ACTION PUBLIQUE FRANÇAISE	ACTION PUBLIQUE DE L'UNION EUROPÉENNE
Stratégie nationale biodiversité (révisée en 2023)	Stratégie européenne pour la biodiversité (2020) Loi européenne de restauration de la nature (2023)
Programme d'actions national nitrates (révisé en 2023)	Directive nitrates (1991)
Plan national eau, Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux	Directive cadre sur l'eau (2000)
Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) (2022)	Directive européenne sur les émissions industrielles (en révision)
<i>Plans nationaux multisectoriels : France Relance (2020), France 2030 (2021), France nation verte (2022)</i>	
<i>Loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (2020)</i>	
<i>Loi pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et une alimentation saine et durable (EGalim 1, 2018)</i>	
<i>Loi visant à protéger la rémunération des agriculteurs (EGalim 2, 2021)</i>	
<i>Plan national santé environnement (2021)</i>	
<i>Politiques sociales (revenu minimum)</i>	
	Directive européenne sur la surveillance et la résilience des sols (en préparation)
	Législation européenne sur le bien-être animal (en révision, fin 2023)
	Directive européenne pour encadrer les nouvelles techniques génomiques (en préparation)

Légende : les politiques publiques, lois ou stratégies ciblant l'agriculture sont présentées en caractères normaux ; Les politiques publiques, lois ou stratégies ciblant l'alimentation et/ou le reste des systèmes alimentaires sont présentées en italique.

Source : Auteurs.

Un grand nombre de politiques publiques dans les domaines de l'agriculture et de l'alimentation concernent les interfaces avec les enjeux climatiques et environnementaux. Cette complexité est souvent dénoncée par les représentants du monde agricole.

Parmi ces politiques, législations et stratégies, certaines visent explicitement à renforcer l'action climatique dans l'ensemble des secteurs, certaines ciblent plus spécifiquement les systèmes agricoles et alimentaires et ont un objectif explicite d'atténuation et d'adaptation et d'autres portent des ambitions différentes (ex. protection de l'environnement) mais peuvent avoir un impact climatique indirect. Par exemple, la directive européenne sur les nitrates vise à réduire la pollution des eaux provoquée par l'usage agricole des engrais azotés. En outre, cer-

taines de ces politiques, lois et stratégies font également l'objet d'une déclinaison au niveau régional ou territorial. On peut ainsi mentionner les Plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET) des collectivités qui visent, notamment, à définir des objectifs stratégiques et opérationnels en vue d'atténuer le changement climatique et de s'y adapter et les Projets alimentaires territoriaux (PAT) portés par des acteurs de terrain souhaitant résoudre des problèmes locaux liés à l'alimentation.

Le Pacte et la Loi d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture (PLORGA), le Plan stratégique national (PSN) de la PAC et la Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat (SNANC) prévoient plusieurs dispositions et mesures qui vont dans le sens de la réduction des émissions de

4.a

Parmi les dispositions prévues par la Loi climat et résilience du 22 août 2021³⁹⁸ dans le prolongement de la Convention citoyenne pour le climat³⁹⁹, 26 portent sur l'agriculture et l'alimentation⁴⁰⁰. Elles ciblent des sujets et enjeux variés : usage de légumineuses et fertilisation azotée, puits de carbone agricoles, commerce international, cohérence des politiques publiques, labels, certifications et information aux consommateurs, déforestation importée, restauration collective et formation des cuisiniers, transition juste et précarité alimentaire, action territoriale et gaspillage alimentaire.

L'étude d'impact du projet de loi a estimé le potentiel de réduction d'émissions pour seulement deux actions visant l'agriculture et l'alimentation (sur les 6 proposées dans le projet de loi) : l'ajout d'un choix végétarien quotidien dans les services de restauration collective (-0,14 Mt éqCO₂ en 2030 par rapport à 2019) et l'instauration d'une taxe sur les engrais azotés (-2,1 Mt éqCO₂ en 2030 par rapport à 2019)⁴⁰¹. Cette dernière est celle présentant le potentiel de réduction d'émissions le plus important, avec l'instauration de zones à faible émission.

L'article 268 de la loi n'implique cependant pas la mise en œuvre automatique d'une taxe sur les engrais puisque plusieurs sous-actions ne sont activées que sous certaines conditions :

- publication d'un décret définissant une trajectoire annuelle de réduction des émissions de protoxyde d'azote du secteur agricole ;
- mise en place d'un plan d'action national de réduction des émissions de protoxyde d'azote liées aux usages d'engrais azotés minéraux ;
- présentation au Parlement d'un rapport annuel consacré au suivi du plan d'action national ;
- possibilité de mise en place de redevance si les objectifs ne sont pas atteints deux années consécutives.

À ce jour, si le décret définissant les trajectoires annuelles de réduction des émissions de protoxyde d'azote et d'ammoniac du secteur agricole a bien été publié⁴⁰², aucun plan d'action sur une éventuelle redevance sur les engrais azotés n'a suivi. L'examen de la mise en application de la loi appelle ainsi le Gouvernement à formaliser « dans les meilleurs délais le plan éco-azote et à fournir au Parlement les éléments d'expertise permettant d'apprécier la pertinence de l'application d'une redevance sur l'usage des engrais azotés minéraux »⁴⁰³.

gaz à effet de serre, mais il est rarement possible d'estimer si les niveaux attendus sont atteints. Ces trois politiques sont des politiques publiques ou lois structurantes et spécifiques à l'agriculture ou aux systèmes alimentaires, intègrent un objectif ou un axe d'action climatique et elles sont en cours d'élaboration ou susceptibles d'être révisées à court

terme. La déclinaison régionale et/ou territoriale de certaines de ces politiques est également discutée au fil du texte. La loi climat et résilience, qui n'est pas spécifique à l'agriculture et à l'alimentation, n'est pas analysée en détail mais les éléments de cette loi ciblant l'agriculture et l'alimentation sont décrits (encadré 4.a).

4.1 POLITIQUES AGRICOLES, TRANSITION BAS CARBONE ET ADAPTATION

4.1.1 PACTE ET LOI D'ORIENTATION POUR LE RENOUVELLEMENT DES GÉNÉRATIONS EN AGRICULTURE

Dans la lignée des précédentes lois d'avenir et d'orientation de l'agriculture de 1999, 2006 et 2014, le Président de la République a annoncé, pour fin 2023, un projet de pacte et de loi d'orientation et d'avenir pour l'agriculture. Le pacte, renommé Pacte pour le renouvellement des générations en agriculture, a été publié en décembre 2023, tandis que le projet de loi devrait être présenté en Conseil des ministres en janvier et discuté au Parlement entre février et mars 2024⁴⁰⁴. Le pacte s'articule autour de 4 axes principaux : la réconciliation entre agriculture et société (axe 1), l'orientation et la formation des acteurs du secteur agricole (axe 2), la reconception des systèmes de production à l'échelle des exploitations (passant par la mobilisation des installations et des transmissions pour la transition, l'amélioration de l'attractivité des métiers agricoles et l'accès au foncier et aux capitaux lors d'installations) (axe 3) et la reconception des systèmes de production à l'échelle des filières et des territoires (axe 4)⁴⁰⁵. Dans le cadre de l'élaboration de ce pacte et du projet de loi, le ministère de l'Agriculture et de la souveraineté alimentaire a lancé une consultation publique ainsi qu'une concertation avec l'ensemble des parties prenantes, à la fois au niveau national et régional. Trois groupes de travail ont été constitués, en lien avec les trois priorités identifiées (orientation et formation, installation et transmission, adaptation et transition face au changement climatique), et se sont réunis, de janvier à mai 2023, pour analyser les enjeux et formuler des propositions. Le ministre chargé de l'agriculture a par ailleurs annoncé, en septembre 2023, une augmentation du budget du MASA de 1 Mrd€, soit 15 % de plus qu'en 2023, et un effort supplémentaire de 2,6 à 2,7 Mrd€ d'ici 2026⁴⁰⁶.

Le Pacte et la Loi d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture (PLORGA) constituent une opportunité de mobiliser de nombreux outils pour lever les verrous à la transition bas carbone et à l'adaptation de l'agriculture française, notamment certains verrous contextuels (ex. via la mise en œuvre d'un fond de portage foncier pour faciliter l'installa-

tion) et d'autres liés à l'adoption de pratiques agricoles bas carbone et d'adaptation (ex. via la création d'un fond de souveraineté alimentaire et de transition écologique). L'impact potentiel du PLORGA sur le climat pourra être étudié lorsque ses mesures seront connues précisément.

Des recommandations générales peuvent être émises sur ce qui pourrait être inclus dans le PLORGA, en lien avec le rôle majeur que peut jouer le secteur agricole dans l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, et avec sa très forte vulnérabilité aux impacts du changement climatique. Ainsi, les éléments suivants pourraient-ils être incorporés :

- Une vision et des orientations claires sur les types de modèles agricoles et de production qu'il faudrait développer demain pour assurer une plus grande résilience et une orientation bas carbone de l'agriculture française ;
- Une articulation accrue avec le PSN et la SNANC et une mise en cohérence avec les politiques climatiques (SNBC, etc) ;
- Un suivi et une évaluation (dont *ex ante*) des impacts climatiques du PLORGA ;
- Sur l'orientation et la formation, l'intégration systématique des questions climatiques dans les formations dispensées par l'enseignement agricole (et général), le développement de la formation continue sur ces questions, la formation renforcée des enseignants, conseillers et accompagnants agricoles sur les sujets de l'atténuation et de l'adaptation, la formation des acteurs de l'administration, des filières et des industries agroalimentaires ;
- Sur l'installation et transmission, un soutien prioritaire aux installations avec des projets d'exploitations bas carbone et résilientes, au moyen, par exemple, de critères de sélection ou de majoration

dans l'octroi des aides aux installations et à l'investissement et de la promotion de l'utilisation de baux ruraux environnementaux. Les aides aux investissements pour les jeunes installés devront suivre une logique d'adaptation transformationnelle et ainsi aider les exploitations agricoles à s'adapter au climat de demain plutôt qu'à celui d'aujourd'hui.

- Sur l'adaptation et la transition face au changement climatique, des outils doivent être mis en

œuvre pour encourager l'adoption de pratiques bas carbone et la transition vers des systèmes agricoles résilients, via un soutien financier permettant de compenser les coûts (d'investissement, de mise en œuvre, etc., en cohérence avec les aides de la PAC) et les risques et le soutien au développement de filières cohérentes avec la diversification des systèmes agricoles. La transformation des secteurs de l'élevage devra faire l'objet d'une attention et d'un soutien particulier.

4.1.2 PLAN STRATÉGIQUE NATIONAL DE LA POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE

Pour l'année 2018 (ancienne Politique agricole commune - PAC), les financements européens aux agriculteurs français se sont élevés à près de 9 Mrd€, la PAC constituant donc la première source de financement public pour l'agriculture et les systèmes alimentaire en France (représentant 47 % du total, loin devant les financements apportés par les collectivités territoriales principalement pour la restauration scolaire, 31 %) ⁴⁰⁷.

STRUCTURE DE LA NOUVELLE POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE

La politique agricole commune est l'une des principales politiques de l'Union européenne en termes de budget. Elle soutient la production agricole au moyen de différentes subventions, appelées interventions, et bénéficie d'un budget conséquent, bien qu'en baisse continue, d'environ 387 Mrd€ pour la période 2021-2027, soit 32 % du budget total de l'UE ⁴⁰⁸. Elle constitue donc la principale source de financement public mobilisable pour la transition des systèmes agricoles et alimentaires.

Depuis sa création en 1957, les objectifs de la PAC, initialement orientés vers l'accroissement de la productivité, ont évolué pour intégrer, de manière graduelle, des préoccupations environnementales, mais ses impacts climatiques restent mitigés ⁴⁰⁹. La politique initiale de soutien aux prix a encouragé la concentration et la spécialisation des exploitations agricoles et l'intensification des pratiques, générant ainsi des externalités négatives pour l'environnement et le climat. À partir des années 80, des critères et mesures visant à réduire l'impact environnemental (biodiversité, qualité de l'eau), puis climatique -à partir de 2009- ont été intégrés. Sur la période 2014-2020, la PAC finance essentiellement des mesures à faible potentiel d'atténuation du changement climatique ⁴¹⁰.

La PAC 2023-2027 donne plus de pouvoir aux États membres pour définir leur logique d'action à travers les plans stratégiques nationaux (PSN). Sa dernière réforme, adoptée en 2021 ⁴¹¹, a introduit un nouveau modèle de mise en œuvre qui repose notamment sur un ensemble de dix objectifs stratégiques, dont un objectif climat qui vise à « contribuer à l'adaptation au changement climatique et à l'atténuation de ses effets, notamment en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et en favorisant la séquestration du carbone, et en développant les énergies durables » ⁴¹². Les États membres doivent soumettre leur PSN présentant, entre autres, leurs besoins pour l'atteinte de chaque objectif stratégique, les interventions prévues pour y répondre, les résultats attendus et le budget alloué. La nouvelle structure a été conçue pour : a) passer à une approche basée sur la performance et les résultats, b) donner plus de flexibilité aux États membres pour adapter le soutien de la PAC aux conditions et aux besoins locaux, et c) augmenter l'impact de la PAC en termes de durabilité.

En pratique, tous les pays ne semblent pas avoir utilisé l'opportunité offerte par la nouvelle PAC pour renforcer le soutien à l'action climatique ⁴¹³. Ceci peut s'expliquer en partie par le fait que, pour un État membre, adopter un PSN ambitieux du point de vue climatique et environnemental de manière unilatérale, peut générer des hausses des coûts de production pour ses agriculteurs et pénaliser son secteur agricole sur le marché européen.

La dimension climat du PSN français se traduit principalement par la diversification des cultures, la préservation des prairies, la promotion des systèmes de polyculture-élevage, la production de légumineuses,

le renforcement de la présence d'infrastructures écologiques, notamment de haies, et le développement de l'agriculture biologique. L'élaboration du PSN a impliqué de nombreuses parties prenantes⁴¹⁴, il a été validé par la Commission en 2022 et met l'accent sur quatre priorités : l'amélioration de la compétitivité durable du secteur, la création de valeur, la résilience des exploitations et la réduction de l'utilisation d'intrants.

La nouvelle structure de la PAC a entraîné une redistribution des responsabilités entre États et régions.

En termes de mise en œuvre, et jusqu'en 2022, l'État était responsable des mesures du pilier I (aide aux revenus) tandis que les régions étaient autorités de gestion pour les mesures du pilier II (développement rural). Désormais, l'État reste autorité de gestion pour les mesures du pilier I mais devient également pilote pour certaines mesures, dites surfaciques, du pilier II : aides à la conversion à l'agriculture biologique, outils de gestion des risques, indemnité compensatoire de handicaps naturels (ICHN) et la plupart des mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC). Les régions demeurent, quant à elles, les autorités de gestion pour les mesures non surfaciques du pilier II : aides à l'investissement, à l'installation, mesures de coopération, partage de connaissances, formation et certaines mesures agro-environnementales, pour lesquelles elles peuvent définir des critères d'éligibilité, de sélection et de majoration des aides en cohérence avec l'action climatique.

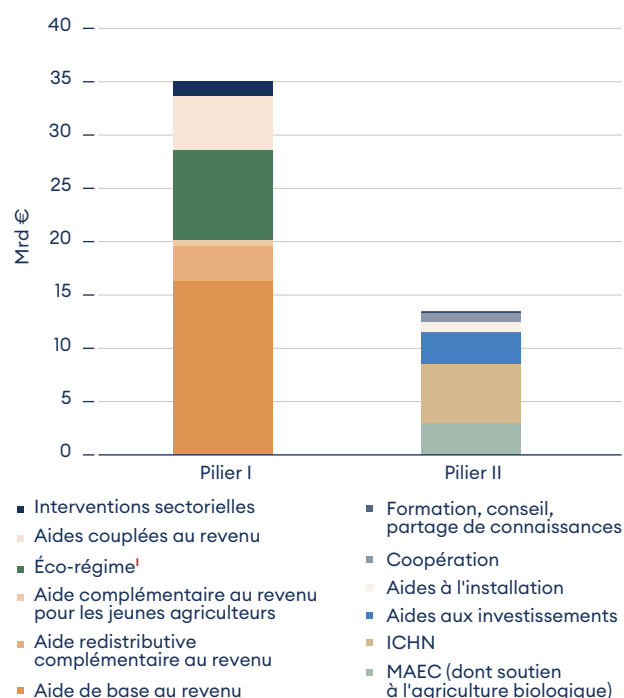
CONTRIBUTION DU PSN FRANÇAIS À L'ATTÉNUATION ET À L'ADAPTATION EN AGRICULTURE

Moyens engagés

Le budget de la PAC en France est d'environ 50 Mrd€ pour la période de programmation (2023-2027), dont environ 45 Mrd€ proviennent de l'UE et 5 Mrd€ de cofinancements nationaux. Le financement européen est réparti entre deux fonds : le Fonds européen agricole de garantie ciblant notamment l'aide au revenu (pilier I, 36 Mrd€) et le Fonds européen agricole pour le développement rural ciblant les objectifs de développement rural, environnementaux et climatiques (pilier II, 9 Mrd€). Ce budget est réparti entre différentes interventions (cf. figure 4.a).

Si des interventions axées sur le climat ont été progressivement intégrées dans le pilier I depuis 2014, leur impact a été jusqu'à présent limité. Sur la période

Figure 4.a – Budget alloué aux interventions des piliers I et II (contribution publique totale sur toute la période de programmation)



Source: IEEP 2023, d'après les données du PSN. La contribution publique totale n'est pas disponible pour les outils de gestion des risques (contribution européenne : 930 M€).

2008-2015, les effets des aides du premier pilier étaient « au mieux, incertains, que ce soit au regard du revenu des agriculteurs, de l'économie des exploitations ou de l'environnement »⁴¹⁵. L'introduction du paiement vert en 2014 n'a pas généré de bénéfices environnementaux et climatiques, car il n'a suscité de changements dans les pratiques agricoles que sur environ 5 % des terres agricoles de l'UE⁴¹⁶.

L'aide au revenu de base, qui vise à soutenir le revenu des agriculteurs, reste l'instrument le plus financé (16 Mrd€ sur la période 2023-2027). Sa conditionnalité constitue donc une opportunité directe de renforcement de l'action climatique.

La France, dans son plan stratégique, estime le budget européen (sans tenir compte du cofinancement national) dédié aux interventions favorables au climat à 19 Mrd€, soit 42 % de la contribution européenne du PSN. Les méthodologies d'estimations, établies par la commission européenne^{II}, permettant

I. Paiement direct pour l'engagement volontaire de mettre en place certaines pratiques agronomiques favorables au climat et à l'environnement.
 II. Sont incluses dans le calcul des dépenses en faveur du climat de la Commission européenne : a) 40 % des dépenses engagées au titre de l'aide de base au revenu et de l'aide redistributive complémentaire au revenu ; b) 100 % des dépenses engagées au titre des éco-régimes ; c) 100 % des dépenses engagées pour les mesures agroenvironnementales et climatiques ; d) 100 % des dépenses engagées pour les paiements compensatoires pour les désavantages spécifiques liés à la directive-cadre sur l'eau et aux directives communautaires sur la nature (en particulier les zones Natura 2000) ; e) 100 % des dépenses engagées pour les investissements ciblant les objectifs environnementaux et climatiques ; f) 40 % pour les dépenses liées aux contraintes naturelles ou autres contraintes spécifiques à une zone (ICHN). (source : Règlement (UE) 2021/2115 du Parlement Européen et du Conseil du 2 décembre 2021 établissant des règles régissant l'aide aux plans stratégiques.
https://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2115_article_100)

de suivre la contribution budgétaire de la PAC et du PSN à l'action climatique et partiellement reprises par la France^I, ont fait l'objet de critiques argumentées⁴¹⁷.

D'autres estimations suggèrent une plus faible contribution à l'action climatique, en particulier comparativement au budget dédié aux aspects économiques.

Une estimation sur la base des recommandations de la Cour des Comptes, aboutit à environ 10 Mrd€, soit 23 % du budget européen du PSN français^{II}. Sur la base d'un périmètre plus large que l'estimation précédente, le budget total des interventions contribuant aux objectifs environnementaux et climatiques s'élèverait à 12 Mrd€, soit 24 % du budget total de la PAC tandis qu'environ 32 Mrd€ contribuent aux objectifs économiques de la PAC (65 %)⁴¹⁸. Ces deux résultats peuvent être surestimés pour deux raisons : ils tiennent compte de mesures bénéficiant à l'environnement mais pas directement au climat et ils incluent des mesures dont l'impact climatique reste à démontrer, comme par exemple l'éco-régime⁴¹⁹.

Interventions mises en œuvre pour l'atténuation du changement climatique et leviers mobilisés

Différents standards et interventions sont mobilisables pour l'action climatique. Ils sont présentés dans le tableau 4.j en annexe 4.6.1. Certains sont d'ordre réglementaire (standards de bonnes conditions agricoles et environnementales de la conditionnalité - BCAE) et définissent les règles minimales à respecter par les agriculteurs pour prétendre au paiement des aides. D'autres, comme les éco-régimes du pilier I et les mesures agro-environnementales et climatiques du pilier II, ou les aides aux investissements, visent à agir sur les freins économiques identifiés dans le chapitre 3 (investissements et coûts de mise en œuvre des pratiques, coûts d'opportunités, etc.) via l'octroi de subventions. Enfin, certaines interventions dédiées à la coopération et la formation ciblent le développement des connaissances et compétences des agriculteurs.

Les mesures du PSN pour l'atténuation du changement climatique ciblent quatre grands leviers : la réduction des émissions territoriales de l'agriculture, le stockage du carbone dans les sols et la biomasse

agricole, la production d'énergie et la réduction des émissions dues aux importations de produits végétaux pour l'alimentation du bétail (cf. tableau 4.d).

Certains leviers, potentiellement efficaces pour l'atténuation et l'adaptation du secteur agricole et identifiés par le SGPE dans le cadre de l'élaboration de la SNBC 3, ne sont pas mobilisés à ce stade dans le PSN.

En particulier, aucune mesure ne cible les leviers identifiés pour la réduction des émissions dues à la fermentation entérique^{III}. Le PSN mentionne que la révision des critères pour l'obtention de l'aide couplée bovine contribuerait à réduire ces émissions de 0,5 Mt éqCO₂ par an, via une baisse de la taille du cheptel. Cependant, cette estimation repose sur une hypothèse forte (que la taille des cheptels sur les exploitations descende sous le nouveau seuil fixé pour ces aides) et le plan ne mentionne pas le fait que cette subvention maintient le nombre de bovins à des niveaux plus élevés qu'ils ne le seraient s'il n'y avait pas de soutien, sans réellement aider les exploitations les plus fragiles et encourager la transition des systèmes d'élevage⁴²¹.

Si le PSN contribue à lever certaines barrières (besoin d'investissements, compensation du coût associé au changement de pratiques agricoles, accompagnement et formation), les mesures proposées ne semblent pas assez ambitieuses.

De manière générale, le PSN combine des mesures qui ciblent une grande superficie mais ont un impact additionnel plutôt réduit, comme la conditionnalité⁴²² ou l'éco-régime, et des mesures très ciblées, mises en œuvre sur de petites surfaces mais avec un haut niveau d'exigence, comme les MAEC et le soutien à l'agriculture biologique⁴²³. Par exemple, des travaux récents au niveau français montrent qu'étant donné la multiplicité d'options offertes aux agriculteurs pour l'éco-régime, plus de 99 % d'entre eux pourraient recevoir le niveau standard de paiement et 85 % le niveau supérieur sans changer leurs pratiques agricoles⁴²⁴. Les mesures agro-environnementales et climatiques, quant à elles, ont des niveaux d'exigences plus élevés, mais ont de faibles budgets et touchent de faibles surfaces, à l'échelle de la surface agricole utile française, du fait de leur coût administratif élevé et du fort besoin de compétences nécessaires à leur mise en œuvre.

I. Sont incluses dans le calcul des dépenses en faveur du climat de la France : a) 40 % des dépenses engagées au titre de l'aide de base au revenu ; b) 100 % des dépenses engagées au titre des éco-régimes ; c) 100 % des dépenses engagées pour les mesures agroenvironnementales et climatiques (dont celles visant à protéger l'apiculture et les races menacées) ; d) 100 % des dépenses engagées pour le soutien à l'agriculture biologique ; e) 50 % pour les dépenses engagées au titre de l'ICHN. Cette méthodologie diffère donc de celle proposée par la Commission car elle n'inclut pas les dépenses engagées au titre de l'aide redistributive au revenu, celles engagées pour les paiements compensatoires pour les désavantages spécifiques (mais qui sont nulles en France) et celles engagées pour les investissements ciblant l'environnement et le climat. Au contraire, elle accorde un poids plus élevé à l'ICHN. (source : Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire (2022) « Plan Stratégique National de la PAC 2023-2027 - Appendice H Plan Financier Indicatif Détaillé »).

II. Excluant les dépenses engagées au titre de l'aide de base au revenu et de l'indemnité compensatoire de handicap naturel (ICHN).

III. L'élevage représente 59 % des émissions de GES de l'agriculture (cf chapitre 1.1).

Tableau 4.d - Leviers identifiés et mesures du PSN les ciblant

AXE D'ATTÉNUATION	LEVIERS IDENTIFIÉS DANS LE CHAPITRE 3	LEVIERS ASSOCIÉS IDENTIFIÉS PAR LE SGPE ⁴²⁰ POUR L'ÉLABORATION DE LA SNBC 3	MESURES DU PSN CIBLANT CES PRATIQUES
Réduire les émissions de protoxyde d'azote de l'agriculture.	Ajustement de la dose d'engrais.	11 Bonus-Malus engrais.	Aides à l'investissement.
	Amélioration de la valorisation des apports organiques.	5 Développement de l'agriculture biologique.	Soutien AB, MAEC Climat, bien-être animal et autonomie alimentaire des exploitations d'élevage, MAEC forfaitaire Transition des pratiques.
	Ajustement des dates d'apport aux besoins des cultures.		Non mobilisé.
	Ajout d'inhibiteurs de nitrification.		Non mobilisé.
	Enfouissement de l'engrais.		Non mobilisé.
	Introduction de légumineuses à graines dans les grandes cultures.	4 Fixation d'azote par les légumineuses.	Aides couplées légumineuses, MAEC qualité de l'eau.
	Augmentation des légumineuses dans les prairies temporaires.	4 Fixation d'azote par les légumineuses.	Aides couplées légumineuses, MAEC qualité de l'eau.
Réduire les émissions de méthane de l'agriculture.	Réduction des apports protéiques dans les rations animales pour limiter les teneurs en azote des effluents.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	Non mobilisé.
	Substitution des glucides par des lipides insaturés dans les rations.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	Non mobilisé.
	Ajout d'additifs (à base de nitrate, 3-NOP, algues rouges, graines de lin extrudées) dans les rations.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	Non mobilisé.
	Couverture des fosses de stockage et installation de torchères.		Non mobilisé.
	Vêlage des génisses laitières à 24 mois.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	Non mobilisé.
	Allongement des carrières des animaux.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	Non mobilisé.
	Réduction des effectifs allaitants et utilisation du troupeau laitier pour produire de la viande.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	Non mobilisé.
	Utilisation de races mixtes.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	Non mobilisé.
	Sélection génétique.		Non mobilisé (hors PSN).
	Réduire les émissions de dioxyde de carbone de l'agriculture.	Décarbonation des engins agricoles.	9 Décarbonation des machines agricoles.
Modification des modes de chauffage et d'isolation des bâtiments d'élevage.			Aides aux investissements.
Modification des modes de chauffage et d'isolation des serres.			Aides aux investissements.
Stocker du carbone dans les sols agricoles.	Extension des cultures intermédiaires (insertion, allongement).	2 Couverts intermédiaires (CIVE, CIPAN, CI).	Non mobilisé.
	Bandes enherbées.	1 Infrastructures agroécologiques (e.g. haies).	BCAE 4.

AXE D'ATTÉNUATION	LEVIERS IDENTIFIÉS DANS LE CHAPITRE 3	LEVIERS ASSOCIÉS IDENTIFIÉS PAR LE SGPE POUR L'ÉLABORATION DE LA SNBC 3	MESURES DU PSN CIBLANT CES PRATIQUES
	Semis direct .	3 Autres pratiques stockantes de CO ₂ .	MAEC sols.
	Nouvelles ressources organiques.	3 Autres pratiques stockantes de CO ₂ .	Non mobilisé.
	Insertion et allongement de prairies temporaires.	3 Autres pratiques stockantes de CO ₂ .	Non mobilisé.
	Allongement de la durée de pâturage.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	MAEC pour la préservation de l'équilibre agroécologique et de la biodiversité de milieux spécifiques en hexagone (condition de gestion des pâturage mais pas d'allongement spécifiquement).
	Substitution de fauches par du pâturage.	7 Évolution des pratiques d'élevage.	Non mobilisé.
	Agroforesterie intra-parcellaire.	3 Autres pratiques stockantes de CO ₂ .	Aides aux investissements.
	Haies.	1 Infrastructures agroécologiques (e.g. haies).	BCAE 8, Eco-régime, MAEC Maintien des infrastructures agroécologiques.
	Intensification modérée de la gestion des prairies permanentes.	3 Autres pratiques stockantes de CO ₂ .	Non mobilisé.
	Enherbement des vignobles.	3 Autres pratiques stockantes de CO ₂ .	Éco-régime.
Produire des énergies renouvelables.	Développement de la méthanisation.	8 Méthanisation des effluents d'élevage.	Aides aux investissements, mais surtout traité hors PSN.
	Biocarburants.	2 Couverts Intermédiaires (CIVE, CIPAN, CI) et 15) bio-déchets.	Non mobilisé (hors PSN).
	Panneaux solaires sur les bâtiments.		Aides aux investissements.
	Agrivoltaïsme.		Aides aux investissements.

Source : Chapitre 3 du présent rapport et SGPE

Le niveau de financement dédié à l'investissement, à la coopération et à la formation est faible et aucune part n'est fléchée spécifiquement vers l'action climatique au niveau national. Les régions étant chargées de la mise en œuvre de ces mesures, certaines d'entre elles pourraient n'y accorder qu'un financement très faible.

En ne prenant en compte que les mesures ayant un réel potentiel d'atténuation, seul 7 % du budget du PSN contribuerait de manière significative à l'action climatique. En effet, sans inclure l'ICHN, l'éco-régime et

les mesures transversales (qui ne sont pas spécifiquement fléchées vers l'atténuation climatique ou sont peu à même d'induire un changement de pratiques)¹, environ 3 Mrd € contribueraient efficacement à la transition bas carbone de l'agriculture. Pour comparaison, l'aide de base au revenu, qui reste l'intervention bénéficiant du plus gros budget, représente à elle seule un budget de 16 Mrd € sur la période de programmation (34 % du budget total) et les aides couplées un budget de 5 Mrd € (10 %) dont 4 Mrd€ pour l'élevage (8 %).

1. Sont comptabilisées dans ce calcul : les aides couplées aux légumineuses, le soutien à l'AB, les MAEC encourageant l'atténuation spécifiquement, deux tiers de la MAEC forfaitaire et les investissements non productifs, bien que la part de leur budget allouée spécifiquement à l'atténuation ne soit pas connue. Ne sont pas inclus : l'ICHN, dont l'impact climatique reste incertain, et l'éco-régime qui n'incite pas à un changement de pratique et n'a donc pas d'effet additionnel en terme de réduction des émissions et de stockage de carbone.

Contribution du PSN aux cibles de la planification écologique

Les indicateurs du PSN ne permettent pas d'identifier la contribution éventuelle de ses mesures aux cibles, encore provisoires, fixées dans le cadre de la planification écologique. Dans le cadre de la réflexion sur la SNBC 3 et la planification écologique, le SGPE a construit un tableau de bord d'indicateurs de suivi, fixé des cibles pour la plupart d'entre eux⁴²⁵ et a présenté les modifications à apporter aux systèmes agricoles pour atteindre les nouveaux objectifs fixés à l'agriculture⁴²⁶. Ces cibles ne sont pas encore stabilisées. Une comparaison rapide avec le PSN montre toutefois que les indicateurs et cibles du SGPE et du PSN ne sont pas toujours comparables. Tout d'abord, et bien qu'ils soient appelés indicateurs de résultats, les indicateurs proposés dans le PSN sont plutôt des indicateurs de réalisations que de résultats ou d'impacts, contrairement à ceux mobilisés par le SGPE. Ensuite, leurs périmètres diffèrent, notamment en termes d'horizon temporel (le PSN ne va que jusqu'en 2027). En outre, certaines cibles fixées par le SGPE ne peuvent être reliées à aucun indicateur PSN, comme par exemple celle visant à réduire les émissions de méthane de l'élevage.

Potentiel d'atténuation des mesures du PSN

Pour chiffrer la contribution potentielle du PSN à l'action climatique, le MASA a formulé des hypothèses sur l'impact de certaines de ses mesures sur l'agriculture française et a demandé au Citepa d'estimer les réductions d'émissions correspondantes, hors émissions liées à l'utilisation d'énergie. Les mesures considérées incluent certains standards de conditionnalité (BCAE 1, 8 et 9), les aides couplées bovines et aux légumineuses, l'éco-régime, le soutien à la conversion vers l'agriculture biologique, l'ICHN et les MAEC ciblant les prairies permanentes, les haies et les systèmes d'élevage bovin⁴²⁷.

L'ensemble des hypothèses utilisées pour ces estimations et les résultats détaillés n'ont pas été rendus publics, rendant impossible leur analyse approfondie. Cependant, certaines de ces hypothèses, présentées dans le PSN, semblent ambitieuses⁴²⁸. Par exemple, selon le PSN, le doublement de la surface de légumineuses (+1 Mha) permettra une économie d'azote de près de 150 000 t/an. Or, une telle réduction n'est possible que si le million d'hectares de légumineuses supplémentaire est intégralement cultivé avec des légumineuses à graine et en substitution de grandes cultures, ce qui semble peu réaliste. L'objectif de passage à 18 % de la SAU en agriculture biologique d'ici à 2027 semble également ambitieux compte tenu des moyens mis à disposition, et ceci d'autant plus que le Gouvernement

a récemment annoncé une baisse des montants des aides de l'éco-régime dédiées au maintien de l'agriculture biologique⁴²⁹.

Selon le PSN, les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture pourraient diminuer de 9 à 11 % entre 2015 et 2030, avec la mise en œuvre du PSN. Le PSN ne précise cependant pas quelles seraient les émissions sans mise en œuvre du PSN (scénario avec mesures existantes). Or, la baisse tendancielle du cheptel, pourrait, à elle seule, permettre de se rapprocher substantiellement de cet objectif. Il est donc probable que l'effet additionnel du PSN soit relativement faible.

Le PSN, à lui seul et bien qu'il soit la première source de financement public pour l'agriculture, ne permettrait pas d'atteindre les objectifs de la SNBC 2 et encore moins ceux, à venir, de la SNBC 3. En effet, cette réduction de 9 à 11 % ne permettrait d'atteindre que 50-61 % de la réduction de 18 % attendue entre 2015 et 2030 dans la SNBC 2. En outre, le secteur devra réduire davantage ses émissions pour atteindre les nouveaux objectifs climatiques (ajustement au paquet législatif Fit For 55). Les derniers arbitrages de la Première ministre indiquent un objectif de réduction de 22 % pour le secteur agricole. Dans ce cas, le PSN permettrait de couvrir 41 à 50 % de cet objectif.

Concernant le stockage du carbone, le maintien des prairies permanentes permettrait d'éviter 2,2 Mt éqCO₂ d'émissions en 2030 par rapport au scénario de référence, mais il suppose un arrêt total du retournement des prairies, ce qui semble ambitieux étant donné la tendance actuelle (d'environ 40 000 ha/an⁴³⁰) et les mesures mises en œuvre (conditionnalité, éco-régime, MAEC), qui sont faiblement efficaces ou ont de petits budgets (voir sections précédentes). Le Citepa estime également que si, avec le PSN, 1 750 km linéaires de haies étaient créés par an (avec la conditionnalité renforcée et l'éco-régime), 0,1 Mt éqCO₂ additionnels seraient stockés par an. Cette hypothèse semble optimiste du fait de la tendance actuelle (-23 500 kilomètres de haies chaque année sur la période 2017-2021⁴³¹) et des mesures mises en œuvre dans le PSN. L'introduction du Plan haies en 2023 pourrait cependant y contribuer.

Si le PSN n'a pas vocation, à lui seul, à permettre d'atteindre les objectifs climatiques de l'agriculture, les mesures additionnelles mentionnées par le MASA ne suffisent pas à combler cet écart⁴³². Ces mesures incluent notamment le développement de la méthanisation, la réduction d'émissions liées aux engins et aux machines, les mesures du plan France relance et le label bas carbone.

Contribution du Plan stratégie national à l'adaptation

L'adaptation au changement climatique est affichée dans le PSN comme un besoin national prioritaire et plusieurs interventions sont proposées pour y répondre, ciblant notamment la recherche sur les espèces et les variétés, la diversification des systèmes

d'exploitations agricoles, la sobriété en matière d'intrants, la prévention et la protection contre les risques, l'assurance et les fonds de mutualisation. Plusieurs interventions sont directement affichées dans le PSN comme ciblant ces leviers et d'autres peuvent y contribuer sans être explicitement mises en avant (cf. tableau 4.e).

Tableau 4.e - Principales interventions du PSN potentiellement utiles pour l'adaptation au changement climatique

Interventions du PSN affichées explicitement pour l'adaptation au changement climatique

Programmes opérationnels Fruits et légumes (50.01a, 50.01a(bis), 50.01b, 50.01c, 50.01g, 50.01i).

Opérations de restructuration et de reconversion du vignoble (58.01).

Programme opérationnel oléicole (64.01b, 64.01c).

Mesure agroenvironnementale et climatique pour le climat, le bien-être animal et l'autonomie alimentaire des élevages en Hexagone (70.09).

Mesure agroenvironnementale et climatique pour les surfaces herbacées associées à un atelier d'élevage dans les DOM (70.19).

Aides à l'investissement productif : soutien à la production primaire agricole ainsi qu'aux projets portés par les agriculteurs ou leurs groupements (73.01).

Investissements de préservation et restauration du patrimoine naturel et forestier, dont les sites Natura 2000 (73.04).

Aides aux infrastructures hydrauliques agricoles sur les territoires (73.07).

Investissements bonifiés en faveur des jeunes agriculteurs (73.17).

Paiement des primes d'assurance (76.01).

Fonds de mutualisation (76.02).

Interventions ou standards de conditionnalité du PSN potentiellement utiles à l'adaptation et non identifiées explicitement pour cela

Rotation des cultures (BCAE 7).

Éco-régime (30.01).

Aide couplée bovine (32.04).

Mesures agroenvironnementales et climatiques de gestion de la quantité et de la qualité de l'eau (cultures permanentes) (70.07).

Mesures agroenvironnementales et climatiques pour la qualité et la protection du sol en Hexagone (70.08).

Mesures agroenvironnementales et climatiques Protection des races menacées (70.30).

Aides à l'investissement non productif (73.02).

Partage de connaissances et conseil (78.01).

Source : Auteurs.

Le PSN ne s'appuie pas sur une trajectoire ou un scénario de référence pour l'adaptation.

Les interventions prévues ne permettent pas de répondre complètement aux besoins d'adaptation identifiés au sein du PSN. Le PSN fait référence au Plan national d'adaptation au changement climatique mais ne précise pas les modalités pour contribuer à sa mise en œuvre. Malgré l'apport potentiellement important de certaines interventions (ex. aides à l'investissement non-productif pour financer des systèmes agroforestiers), les objectifs visés en matière de réduction de vulnérabilité ou de risque de maladaptation sont peu ou pas développés. En particulier, le PSN ne prévoit pas de mécanisme (ex. critères, conditionnalité) permettant d'éviter le soutien à des investissements non adaptés au climat futur, ni de mécanisme d'évaluation de la contribution des interventions à la réduction de la vulnérabilité des activités agricoles aux impacts du changement climatique.

Les interventions ne pourront avoir qu'un effet limité en termes d'adaptation puisque soit elles sont assorties d'un budget faible et ne ciblent que de petites surfaces (ex. MAEC), soit leurs critères d'attribution ne sont pas assez exigeants (BCAE, éco-régime) car ils n'incluent ni diagnostic de vulnérabilité aux impacts du changement climatique, ni prise en compte du climat futur. Par exemple, bien que l'éco-régime encourage certaines pratiques d'adaptation (ex. infrastructures agroécologiques, diversification, prairies), des travaux récents montrent qu'étant donné la multiplicité d'options offertes aux agriculteurs français, plus de 99 % d'entre eux pourraient recevoir le niveau standard de paiement et 85 % le niveau supérieur sans changer leurs pratiques agricoles⁴³³.

Certaines options d'adaptation transformationnelles reconnues comme efficaces¹ ne figurent pas dans le PSN tandis qu'une place importante est accordée à des options d'adaptation incrémentales qui risquent de ne pas être suffisantes pour faire face aux impacts du changement climatique à long terme. La plupart des aides visant à améliorer l'adaptation se concentrent sur le renforcement de la résilience économique des exploitations par le biais d'investissements technologiques⁴³⁴ plutôt que par l'encouragement à l'innovation dans le développement de nouvelles cultures mieux adaptées à un climat futur, notamment plus chaud et plus sec dans certains territoires, ou dans la mise en œuvre de solutions fondées sur la nature susceptibles de générer des co-bénéfices environnementaux favorables à l'adaptation. Le tableau 4.k (cf. annexe

4.6.1) analyse les interventions du PSN ayant le plus fort potentiel d'adaptation ou de maladaptation.

Certaines interventions du PSN risquent de générer des situations de maladaptation dans les exploitations agricoles. Les aides aux infrastructures hydrauliques agricoles sur les territoires (73.07) peuvent contribuer à la maladaptation puisque ni la prise en compte du climat futur, ni aucun diagnostic de vulnérabilité ne sont exigés pour dimensionner ces infrastructures. De même pour les paiements des primes d'assurance (76.01) et le fonds de mutualisation (76.02), puisque la réception des paiements n'est pas conditionnée à l'adoption de pratiques d'adaptation au changement climatique.

Le processus de suivi et d'évaluation est initié mais limité à des indicateurs de réalisations. Les indicateurs affichés dans le PSN comme des indicateurs de résultats, ne permettent pas de mesurer l'effet des interventions sur la réduction de la vulnérabilité des agriculteurs et des éleveurs ni des systèmes agricoles en général. Le PSN consacre un seul indicateur spécifique à la mesure des progrès accomplis en matière d'adaptation au changement climatique : le nombre d'hectares payés faisant l'objet d'engagements en vue d'améliorer l'adaptation au changement climatique par rapport à la surface agricole (R.12). La cible fixée semble ambitieuse (entre 68 % et 65 % sur la période 2024-2028) car cet indicateur est alimenté par plusieurs interventions ciblant de grandes surfaces (éco-régime, ICHN), mais ces interventions sont peu à même de faire évoluer les pratiques (voir section précédente sur l'atténuation) et ne ciblent pas réellement l'adaptation. Un autre indicateur affiché concerne l'utilisation durable de l'eau (R.23) et peut contribuer à la mesure des progrès accomplis en matière d'adaptation : il s'agit des hectares payés faisant l'objet d'engagements en faveur d'un meilleur équilibre hydrique. La cible fixée est modeste (cibles entre 1,2 % et 1,14 % de la surface agricole utilisée (SAU) sur la période 2024-2028). Pour se prémunir de risques de maladaptation, 100 % de la surface irriguée devrait être visée, c'est-à-dire 6,8 % de la SAU. D'autres indicateurs de réalisation plus généraux sont consacrés à la mesure des progrès accomplis dans la lutte contre le changement climatique et la protection de l'environnement en général et donc englobe l'adaptation, mais ils ne sont pas décomposés de manière à pouvoir isoler la part des progrès accomplis en matière d'adaptation : part des exploitations agricoles bénéficiant d'une aide à l'investissement de la PAC contribuant à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation à celui-ci, ainsi qu'à

1. Cf. options d'adaptation présentées en 3.1

la production d'énergie renouvelable ou de biomatériaux (R.16); nombre d'opérations contribuant à la durabilité environnementale et à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation au changement climatique dans les zones rurales (R.27) ; nombre

de personnes bénéficiant de conseils, de formations, d'échanges de connaissances ou participant à des groupes opérationnels du Partenariat européen pour l'innovation (PEI) soutenus par la PAC et liés à la performance environnementale ou climatique (R.28).

4.1.3 AUTRES POLITIQUES PUBLIQUES CONTRIBUANT À L'ADAPTATION

VARENNE AGRICOLE DE L'EAU ET DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans le cadre de la concertation du « Varenne agricole de l'eau » conduite au 2^e semestre 2021 et achevée début 2022, un groupe de travail intitulé « Renforcer la résilience de l'agriculture dans une approche globale en agissant notamment sur les sols, les variétés, les pratiques culturales, les infrastructures agroécologiques et l'efficacité de l'eau d'irrigation » a proposé plusieurs actions relevant de l'adaptation au changement climatique⁴³⁵ :

- Prospective stratégique sur certains axes fluviaux pour faciliter l'analyse de la soutenabilité de tous les usages de l'eau.
- Mise à disposition d'indicateurs agro-climatiques.
- Élargissement du protocole de gestion des sécheresses par instruction, à tous les aléas climatiques impactant le secteur agricole, notamment en cas de gel ou d'inondation.
- Clarification des modalités de gestion des crises liées à la sécheresse.
- Finalisation de stratégies d'adaptation au changement climatique en 2022 et de plan d'actions d'ici à 2025 pour toutes les filières.
- Lancement d'appels à projets relatifs à l'innovation et l'équipement.

Durant la concertation, des diagnostics territoriaux d'adaptation au changement climatique coordonnés par les chambres d'agriculture ont été réalisés dans chaque région⁴³⁶. Ces 13 diagnostics territoriaux ont été conçus comme point de départ d'une démarche en 3 étapes incluant l'élaboration de feuilles de route d'adaptation par filière agricole puis l'adoption de plans régionaux d'adaptation de l'agriculture au changement climatique⁴³⁷.

D'après le dernier bilan⁴³⁸ disponible, sept filières agricoles auraient finalisé des feuilles de route climat, dont seulement deux ont été publiées : vigne et vin ; pommes de terre fraîches et transformées ; fruits et légumes transformés ; ruminants lait de chèvre ; ruminants viande ; volailles de chair, poules pondeuses, palmipèdes gras, lapins et gibier ; génétique animale. Huit autres feuilles de route sont en cours d'élaboration : grandes cultures ; céréales ; oléo-protéagineux ; fruits et légumes frais ; betteraves et sucre ; semences ; ruminants lait de brebis ; filières porcs.

Les feuilles de route climat publiées reflètent une appropriation relativement diverse des enjeux climatiques selon que les filières sont familières avec le traitement de ces enjeux ou non. En particulier la distinction entre atténuation et adaptation n'est pas toujours évidente pour les acteurs des filières.

Certaines actions décidées dans le cadre du Varenne présentent des risques de maladaptation en fonction des modalités de mise en œuvre qui suivront, comme la modification des dispositions réglementaires liées à l'irrigation des vignes ou la réforme de l'assurance récolte. Les travaux prospectifs ont permis d'identifier un certain nombre de conditions qui apparaissent nécessaires pour renforcer l'adaptation de l'agriculture en France aujourd'hui⁴³⁹ : construire des « débouchés stables et rémunérateurs » en faveur du développement de nouvelles cultures adaptées aux conditions climatiques futures ; prendre en compte le « coût croissant de l'irrigation, dans un contexte tendanciel de hausse des prix de l'énergie » ; « inscrire les systèmes agricoles dans une logique de sobriété » notamment via « une irrigation mieux ciblée et/ou réservée en priorité à certains usages et/ou territoires » ; élargir la « création de valeur » au sein des filières pour financer les pratiques d'adaptation au changement climatique, au-delà des aides publiques ; investir à court terme dans des innovations technologiques de rupture permettant l'adaptation de l'agriculture pour les rendre techniquement possibles à moyen terme ; favoriser la

contractualisation entre les acteurs de la chaîne de valeur du système agricole afin de mieux rémunérer la production des agriculteurs et des éleveurs engagés dans des démarches d'adaptation ; mobiliser les financements publics pour accompagner l'adaptation des systèmes agricoles ; mieux reconnaître et prendre en charge les services environnementaux (dont climatiques) rendus par l'agriculture et l'élevage ; concevoir les productions adaptées au changement climatique par rapport au développement de systèmes agricoles et non par rapport à des cultures adaptées développées de manière isolée.

PLAN NATIONAL D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Des mesures d'adaptation de l'agriculture sont également inscrites dans le 2^e Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 2) avec l'objectif d'une adaptation effective des territoires de la France métropolitaine et outre-mer d'ici 2050 aux changements climatiques régionaux attendus correspondant à une hausse de la température moyenne planétaire de 2°C par rapport à l'ère pré-industrielle.

Une action du PNACC 2 est spécifiquement dédiée aux filières agricoles et agroalimentaires (ECO-7). Cette action prévoit de « développer la connaissance, améliorer la perception des enjeux, faire progresser le débat sociétal national et communautaire et préparer l'évolution des politiques publiques pour accompagner la transition, pour développer une agriculture respectueuse de la biodiversité, des paysages et des sols, multi-performante et plus économe en eau, réaliser, là où c'est utile et durable, des projets de stockage hiver-

nal de l'eau afin d'éviter les prélèvements en période sèche lorsque l'eau est rare et accompagner la transition des filières » sous la responsabilité du ministère en charge de l'agriculture.

L'absence de dispositifs de suivi et d'évaluation ciblés rend difficile l'évaluation des progrès faits par l'État en matière de politiques d'adaptation de l'agriculture. En particulier, la mise en œuvre de l'action ECO-7 du PNACC 2 n'est ni assortie d'indicateur de suivi, ni d'objectif à atteindre en matière agricole et alimentaire⁴⁴⁰.

L'opportunité des COP régionales pour la territorialisation de la planification écologique devra être saisie pour mettre à l'ordre du jour l'adaptation de l'agriculture au changement climatique en incluant la gestion de l'eau et des sols.

PLAN NATIONAL DE GESTION DES VAGUES DE CHALEUR

Le Plan national de gestion des vagues de chaleur a complété le PNACC en 2023¹ pour renforcer la préparation spécifique de différents acteurs, dont les travailleurs et les entreprises, aux vagues de chaleur. Deux actions de ce plan sont confiées au ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire et concernent l'élevage : une campagne d'information et de responsabilisation des propriétaires et des détenteurs d'animaux (action 1) et des mesures de restriction du transport d'animaux vivants et de gestion des pics d'activité par les entreprises d'équarrissage (action 13).

4.2 ACTIONS DES FILIÈRES POUR LA TRANSITION BAS CARBONE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

Plusieurs dispositions législatives visent à orienter l'action, notamment climatique, des filières, portée par des organisations interprofessionnelles⁴⁴¹. En juin 2017, le président de la République a lancé les États généraux de l'alimentation dans le but de renforcer la création de valeur et son partage équitable tout au long de la chaîne de valeur et de développer un système alimentaire sain, sûr, durable et disponible pour tous. Ces États généraux ont abouti à la rédaction de la loi EGalim promulguée le 1^{er} novembre 2018 et à la

construction d'une feuille de route nationale pour 2018-2022. Cette dernière impose aux organisations interprofessionnelles de développer des « Plans de filières » pour transformer l'agriculture et les systèmes alimentaires. Ces plans doivent notamment permettre aux filières de se « fixer des objectifs environnementaux et sociétaux »⁴⁴². Cependant, aucune demande spécifique n'est formulée concernant les questions d'atténuation et d'adaptation. En 2021, la loi climat et résilience (article 301⁴⁴³) précise que des feuilles de

1. Ce plan n'a pas vocation à remplacer le plan géré par le ministère de la Santé et de la Prévention s'agissant des risques sanitaires, mais à le compléter.

route de décarbonation doivent être rédigées conjointement par les représentants des filières économiques, l'État et les représentants des collectivités territoriales pour les secteurs les plus émetteurs, dont l'agriculture, au plus tard au 1^{er} janvier 2023. Celles-ci visent à coordonner les actions mises en œuvre par chacune des parties pour atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre fixés par la SNBC. Dans ce cadre, les travaux menés par les filières doivent donc être alignés avec les objectifs précisés dans la SNBC. Enfin, les filières se sont engagées à l'issue du Varenne de l'eau, en février 2022¹. Elles devaient notamment finaliser, en 2022, la feuille de route de leur stratégie d'adaptation et d'atténuation nationale en cohérence avec les plans de filières et les plans d'adaptation régionaux. Par ailleurs, elles doivent mettre en œuvre leurs plans d'actions d'ici 2025 afin d'adapter toutes les exploitations et les entreprises.

Si l'ensemble des filières sont désormais engagées dans l'atténuation et l'adaptation au changement climatique, leur degré d'implication est variable. Les premières filières à avoir réagi aux enjeux climatiques sont celles des élevages bovins allaitants et lait. Les impacts du changement climatique et les besoins d'adaptation se sont révélés être de puissants moteurs de changement surtout pour les filières très impactées, comme la filière viticole.

Les stratégies d'atténuation de cinq filières (bovins lait, bovins viande, céréales, oléagineux et betteraves et sucre) diffèrent en terme d'objectifs, de moyens, de pilotage et de suivi⁴⁴⁴. En particulier :

- Ces filières ont toutes des objectifs d'atténuation, mais qui ne sont pas toujours quantifiés (p. ex. pour

la filière betteraves et sucre). Ils peuvent porter sur les émissions de GES (p. ex. pour la filière oléagineux) ou sur l'empreinte (p. ex. pour les filières bovines). De nombreux autres objectifs associés à l'atténuation sont basés sur des formulations imprécises telles que « développer », « augmenter », etc., sans référence comparative ou quantification. Par ailleurs, les objectifs mis en avant par une filière peuvent varier d'une publication à une autre. Par exemple, l'organisation interprofessionnelle de la filière bovins lait (Cniel) mentionne deux objectifs d'atténuation différents dans son plan de filière 2017 et dans une publication de 2021.

- Les moyens, en particulier financiers, d'atteindre les objectifs climatiques sont rarement détaillés dans les documents stratégiques de filières.
- Il existe peu de dispositifs de pilotage stratégique des actions d'atténuation, et l'utilisation d'indicateurs de suivi n'est pas automatique. Ainsi, seule la filière bovin viande présente clairement les indicateurs qu'elle utilise dans son rapport RSE 2020.
- Les filières publient peu de données sur leurs réalisations en matière de réduction de GES et d'empreinte carbone dans leurs documents stratégiques. Le cas échéant, les données sont anciennes ou dispersées dans différents documents.

Depuis lors, et suite aux conclusions du Varenne de l'eau, plusieurs filières ont lancé leurs travaux afin de finaliser leur feuille de route de décarbonation d'ici fin 2023, notamment celles des céréales et des bovins viande et lait⁴⁴⁵.

POUR ALLER VERS

4.3 UNE ALIMENTATION BAS CARBONE ET SAIN

Comme évoqué au chapitre 1, 46 % de l'empreinte alimentaire des Français est due aux importations, soulignant la nécessité d'agir pour faire évoluer la consommation en parallèle de la production, afin d'éviter que les baisses d'émissions territoriales ne soient compensées par un accroissement des importations. Pour l'élevage en particulier, la nécessité de limiter la consommation de viande et de produits

laitiers pour atténuer le changement climatique fait consensus au niveau scientifique⁴⁴⁶. D'autres changements, identifiés au chapitre 3, sont également à mettre en place. Ils incluent la réduction des pertes et gaspillages alimentaires, la réorientation de la consommation vers des produits issus de l'agriculture biologique, locaux et de saisons et le rééquilibrage des apports nutritionnels.

¹ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2202_Varenne_DP_V4-1.pdf

4.3.1 ENVIRONNEMENT ET OFFRE ALIMENTAIRE

L'alimentation est une pratique complexe. Si elle résulte de nombreux déterminants physiologiques, économiques, sociaux et psychologiques, elle est surtout fortement encadrée par des normes et des contraintes qui témoignent de structurations collectives. Ainsi les individus ont des consommations alimentaires très différentes selon leur âge, leur génération, leur genre ou encore leur groupe social. Par exemple, les ménages ouvriers consomment plus de viande et moins de fruits et légumes que les cadres⁴⁴⁷. Ces derniers ont aussi plus facilement adopté les prescriptions publiques autour d'une alimentation favorable à la santé. En outre, l'alimentation est largement façonnée par une offre alimentaire qui s'est fortement concentrée, au niveau de la production et de la transformation comme de la distribution : 65 % des aliments consommés sont vendus aujourd'hui par la grande distribution⁴⁴⁸. Ainsi, aux côtés des effets de structuration sociale, se manifestent les effets des environnements alimentaires (c'est-à-dire l'offre et ses conditions de mise à disposition des consommateurs) qui façonnent de manière importante les pratiques : les produits de l'industrie, la vente en grande surface et la consommation hors domicile.

Pour ces différentes raisons, les interventions à l'échelle individuelle, sur les comportements alimentaires, se heurtent aux inerties des cadres structurels de la pratique alimentaire et sont d'un effet limité. Les politiques publiques doivent donc jouer sur ces cadres collectifs pour orienter les pratiques alimentaires vers plus de durabilité : ceux de l'offre alimentaire et ceux des prescriptions publiques qui forgent les normes alimentaires.

Modifier l'offre et les environnements alimentaires, en limitant les environnements alimentaires dits défavorables, qui entravent les modes de consommation durable, ou en développant les environnements alimentaires favorables, qui facilitent la consommation de produits bas carbone et durables, peut donc contribuer à faire évoluer les comportements alimentaires. Quatre dimensions sont distinguées pour caractériser l'environnement alimentaire⁴⁴⁹ :

- L'environnement physique : il englobe les conditions infrastructurelles et matérielles dans lesquelles se réalisent les choix alimentaires, c'est-à-dire principalement le contenu des offres ainsi que l'organisation spatiale des lieux d'approvisionnement alimentaire (magasins, restaurants,

etc.). Sont inclus notamment l'offre de produits en magasin, l'organisation des rayons, ou la répartition géographique des lieux de distribution.

- L'environnement socio-culturel : il est composé des normes, représentations sociales, et influence des groupes sociaux d'appartenance. La publicité et le marketing, ainsi que les campagnes grands publics ou à destination des jeunes (ex. dans l'éducation nationale), en font partie.
- L'environnement économique : il est constitué par la construction des prix et les ressources financières des individus. Ainsi, les pratiques des distributeurs en termes de marges et de promotions en font partie.
- L'environnement cognitif : il comprend tout ce qui vise à doter le consommateur d'informations, de connaissances ou de compétences pour faire les meilleurs choix. Cela inclut par exemple le Nutri-Score ou l'affichage environnemental.

Chacune des quatre dimensions de l'environnement alimentaire est structurée par les acteurs privés du système alimentaire. Les industries agroalimentaires, la distribution et la restauration hors domicile jouent un rôle majeur. L'État, par ses politiques alimentaires et par les outils de la commande publique pour la restauration collective, peut aussi avoir une influence. Le tableau 4.f ci-après résume les différentes manières dont ces acteurs façonnent l'environnement alimentaire.

Les industries agroalimentaires façonnent l'environnement alimentaire des consommateurs en définissant l'offre de produits transformés disponibles. Or, ces produits contribuent en moyenne à 56 % de l'apport énergétique de la population française (25 % pour les produits transformés et 31 % pour les produits ultra transformés)⁴⁵⁰. Ces industries peuvent par exemple décider de la composition des produits mis en marché (p. ex. proposer des produits transformés à base de viande ou des produits végétariens), des ingrédients utilisés (ex. issus de modes de production durables ou conventionnels), du type d'emballage et des processus de transformation mobilisés (qui peuvent générer plus ou moins d'émissions de GES). Par ailleurs, elles modifient l'environnement socio-culturel en mettant en place des campagnes publicitaires et marketing afin de vendre leurs produits.

Tableau 4.f - Différentes manières dont les transformateurs et les distributeurs peuvent façonner l'environnement alimentaire

Facteurs sur lesquels les acteurs peuvent jouer pour encourager/décourager la consommation de produits sains et durables	Environnement physique	Environnement économique	Environnement socio-culturel	Environnement cognitif
Industries agroalimentaires (assez concentré, 385 entreprises agroalimentaires concentrent 84 % du marché).	Composition des produits (via la formulation), emballage, processus de transformation. Gaspillage alimentaire.	Politiques de prix et de promotion.	Publicité et marketing.	Information des consommateurs, labels et marques.
Distributeurs, dont restauration et services de livraison (très concentré dans la grande distribution, 4 groupes concentrent 92 % du marché).	Offre et placement de produits en magasins. Offre de produits dans la restauration. Maillage territorial, distribution géographique des points de distribution. Gaspillage alimentaire.	Politiques de prix et de promotion (modèle d'entreprise et définition des niveaux de marges).	Publicité, marketing, stratégie promotionnelle.	Affichage sur les produits et marques, labels, mise en œuvre de l'affichage nutritionnel et environnemental.
Services publics	Recommandations nutritionnelles. Gaspillage alimentaire.	Politiques fiscales (taux de TVA). Politiques sociales, de logement, de l'énergie, etc. Aide alimentaire.	Éducation à l'alimentation durable (notamment dans l'éducation nationale).	Affichage nutritionnel et environnemental.

Source : auteurs.

La distribution structure toutes les dimensions de l'environnement alimentaire notamment la grande distribution d'alimentation générale (supermarchés, hypermarchés, magasins multi-commerces et vente à distance) commercialisant 65 % des produits alimentaires⁴⁵¹. Tout d'abord, elle influence l'environnement physique en choisissant la localisation de ses points de distribution sur le territoire national. Les magasins sont alors plus ou moins accessibles pour certaines populations et certains quartiers défavorisés peuvent être des déserts alimentaires⁴⁵². Ensuite, la distribution détermine, parmi les produits proposés par les industries agroalimentaires, ceux qu'elle commercialisera et ceux qu'elle mettra en valeur dans ses rayons (par exemple, sur des présentoirs promotionnels de fin d'allées)⁴⁵³. En parallèle, la distribution joue également un rôle important dans l'environnement économique. Via sa politique commerciale, elle définit ses niveaux de marges, joue un rôle déterminant sur les prix proposés aux producteurs agricoles et donc sur leur revenu,

et sur les prix des produits, modulant ainsi leur accessibilité, en particulier pour les ménages les plus modestes. La distribution influence également l'environnement socio-culturel en mettant en place des campagnes publicitaires, marketing et promotionnelles (ex. promotions de type « deux pour le prix d'un ») pour vendre certains produits. En pratique, les aliments faisant l'objet de ces campagnes sont rarement les produits les plus durables et les plus sains⁴⁵⁴. Enfin, la distribution agit sur l'environnement cognitif en fournissant des informations aux consommateurs sur la qualité et les caractéristiques des produits qu'elle commercialise, soit de sa propre initiative (utilisation de labels privés), soit du fait de la réglementation (ex. nutriscore, futur affichage environnemental). L'utilisation de labels et mentions privés peut toutefois entraver, plus que faciliter, la prise de décision des consommateurs lorsqu'ils sont superflus ou peu clairs⁴⁵⁵ ou du fait de leur multiplication (on parle alors d'un effet de surabondance de choix⁴⁵⁶).

La restauration, tout comme le reste de la distribution, peut influencer la consommation en jouant sur l'offre alimentaire. Environ 25 % des consommations alimentaires et apports nutritionnels des Français se font hors foyer, la restauration collective représentant environ 10 % des apports des adultes et entre 15 et 20 % de ceux des enfants et adolescents, la restauration traditionnelle moins de 10 % et la restauration rapide moins de 5 %⁴⁵⁷. La restauration détermine la qualité, les apports nutritionnels et la composition des menus et plats qu'elle propose. Une étude menée aux États-Unis montre ainsi que les personnes qui mangent en dehors de leur domicile consomment en moyenne 200 kilocalories de plus par jour que celles qui consomment des repas préparés à domicile⁴⁵⁸. Elle peut également encourager la surconsommation ou favoriser la consommation de certains plats en jouant sur leur placement (p. ex. dans les cantines libre-service) et leur présentation⁴⁵⁹.

Grâce au développement du numérique, de nouveaux acteurs sont également apparus depuis le début du XXI^{ème} siècle dans le secteur alimentaire : services de courses en ligne, plateformes numériques de livraison de repas, applications de suivi de la qualité nutritionnelle ou environnementale des produits, etc. Comme pour les autres acteurs de la distribution, ces services ont une influence directe sur l'offre et la demande alimentaire⁴⁶⁰. À ce jour, cependant, peu d'études visent à évaluer leurs impacts sur la consommation des ménages¹ et l'environnement alimentaire numérique reste un angle mort des politiques publiques et des lois encadrant les systèmes alimentaires.

Les pouvoirs publics peuvent également intervenir sur l'offre alimentaire, par l'incitation et la régulation et sur les normes alimentaires, par la prescription.

4.3.2 POLITIQUES ALIMENTAIRES FRANÇAISES

STRUCTURE ACTUELLE

La politique alimentaire française s'articule autour de deux principaux outils : le Programme national nutrition santé (PNNS) et le Programme national pour l'alimentation (PNA). Ils sont complétés, au niveau territorial, par les Projets alimentaires territoriaux, qui ont pour objectif de mobiliser les différents acteurs d'un territoire autour des dimensions sociales, environnementales, économiques et de santé de l'alimentation au niveau local.

Programme national nutrition santé

Le PNNS, initié en 2001 et qui en est à sa quatrième version (PNNS 4)⁴⁶¹, vise à améliorer l'état de santé de l'ensemble de la population en agissant à la fois sur la nutrition et l'activité physique et est piloté par le ministère en charge de la santé. Les objectifs nutritionnels de santé publique du PNNS sont fixés par le Haut conseil de la santé publique (HCSP) et sont regroupés en cinq classes : ceux se rapportant au statut nutritionnel (surpoids et obésité, dénutrition), à l'activité physique et la sédentarité, aux consommations alimentaires, à des repères transversaux et à l'allaitement maternel. Du point de vue du climat, les objectifs se rapportant aux consommations alimentaires (fruits et légumes, viandes, poissons, légumineuses, etc.) et à des

repères transversaux (consommation de produits ultra-transformés et de produits biologiques) sont les plus pertinents. Le PNNS 4, dans la lignée du PNNS 3, se focalise sur la réduction des inégalités sociales de santé. Il vise à ce que toutes les actions mises en œuvre agissent sur tous et plus fortement sur les populations les plus défavorisées. Il s'articule autour de 5 axes, dont l'amélioration de l'environnement alimentaire et physique pour le rendre plus favorable à la santé (axe 1) et le soutien aux comportements favorables à la santé (axe 2). Ces 5 axes sont déclinés en 56 actions.

Dans l'ensemble, le PNNS cible principalement l'accès à une alimentation saine pour tous. Toutefois, certaines actions pourraient avoir des impacts positifs sur les émissions de gaz à effet de serre de l'alimentation. C'est le cas par exemple de celles visant à diffuser les nouvelles recommandations nutritionnelles, qui suggèrent de limiter la consommation de viande rouge à 500 g par semaine et celle de charcuterie à 150 g par semaine, d'augmenter la consommation de légumes secs et d'aller vers des aliments biologiques ou produits localement et de saison, et à promouvoir l'information du consommateur sur les composantes sanitaires et environnementales de la qualité des produits alimentaires (cf. tableaux 4.g et 4.h).

¹ De premiers résultats sur les impacts sur la santé des applications de livraison de repas tendent à montrer qu'elles proposent principalement des choix peu sains aux consommateurs. Une étude menée en Australie et Nouvelle-Zélande montre que 90 % des options bénéficiant d'une étiquette « saine » sur l'application Uber Eats étaient en réalité malsaines selon un système de notation indépendant. Partridge S. R., et al. (2020) « Junk food on demand: a cross-sectional analysis of the nutritional quality of popular online food delivery outlets in Australia and New Zealand. » *Nutrients*, 12(10), 3107. <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/10/3107> ; Eurogroup for Animals, BEUC et EPHA (2023) « The illusion of choice : Why someone already decided what you will eat for lunch » <https://www.beuc.eu/reports/illusion-choice-why-someone-already-decided-what-you-will-eat-lunch>

Tableau 4.g - Principales actions des politiques alimentaires françaises pouvant avoir un impact climatique via des changements de l'environnement alimentaire

Actions des politiques alimentaires françaises pouvant avoir un impact climatique	Environnement physique	Environnement économique	Environnement socio-culturel	Environnement cognitif
Programme national pour l'alimentation (PNA).	Filières : Soutien au développement des filières de légumineuses et de leur consommation.	-	Éducation à l'alimentation.	Consommateurs : Affichage environnemental
	IAA : Extension de la loi Garot sur le gaspillage alimentaire.	-	-	-
	Restauration collective : Approvisionnement de qualité, durable et biologique dans la restauration collective. Extension de la loi Garot sur le gaspillage alimentaire.	-	-	-
Programme national nutrition santé (PNNS).	Consommateurs : Recommandations nutritionnelles (moins de viande et charcuterie, plus de légumes secs, de produits biologiques, locaux et de saison).	-	-	Consommateurs : Affichage environnemental
	IAA : Chartes d'engagement volontaire de progrès nutritionnel.	-	-	-

Source : auteurs.

Tableau 4.h - Principales actions des politiques alimentaires françaises pouvant avoir un impact climatique, par type d'acteur ciblé

Actions des politiques alimentaires françaises pouvant avoir un impact climatique	Filières et industries agroalimentaires	Distributeurs	Restaurateurs	Consommateurs
Programme national pour l'alimentation (PNA).	IAA : Extension de la loi Garot sur le gaspillage alimentaire.	Distributeurs : Affichage environnemental	Restauration collective : Approvisionnement de qualité, durable et biologique.	Éducation à l'alimentation. Affichage environnemental.
	Filières : Soutien au développement des filières de légumineuses et de leur consommation.	-	Promotion des protéines végétales, accompagnement pour la substitution du plastique, extension de la loi Garot sur le gaspillage alimentaire	
Programme national nutrition santé (PNNS).	IAA : Chartes d'engagement volontaire de progrès nutritionnel.	-	-	Affichage environnemental.
	-	-	-	Recommandations nutritionnelles (moins de viande et charcuterie, plus de légumes secs, de produits biologiques, locaux et de saison).

Source : auteurs.

Le PNNS ne dispose pas d'un budget propre facilement identifiable. Les budgets d'autres actions sont donc mobilisés pour financer sa réalisation, mais les crédits alloués restent faibles. Un rapport de l'Inspection générale des affaires sociales de 2016 note que « les moyens dévolus au PNNS, pour promouvoir une alimentation et un mode de vie sains, restent terriblement modestes face aux millions d'euros déployés par l'industrie pour conforter l'assuétude à une alimentation faiblement diversifiée et déséquilibrée »⁴⁶². En effet, en 2014, la distribution était le premier annonceur publicitaire avec plus de 4 Mrd € d'euros dépensés, et le secteur alimentaire hors boisson était le troisième avec un budget de 2,4 Mrd €⁴⁶³.

Programme national pour l'alimentation

Le PNA, dont la première version a été publiée en 2010, vise à promouvoir une alimentation sûre, saine, durable et accessible à tous. Il est piloté par un comité interministériel présidé par le directeur général de l'alimentation du ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. Sa version courante, le PNA 3, valable pour la période 2019-2023 et basée sur les conclusions des États généraux de l'alimentation, s'articule autour de trois axes⁴⁶⁴. Un premier axe porte sur la justice sociale et vise à améliorer la qualité nutritionnelle et à diversifier l'offre alimentaire, à lutter contre la précarité alimentaire et à renforcer l'information du consommateur au moyen de 13 actions. Un deuxième axe cible la lutte contre le gaspillage alimentaire via 4 actions. Enfin, un troisième axe vise à développer l'éducation à l'alimentation des plus jeunes et à valoriser le patrimoine alimentaire. Ce plan s'appuie par ailleurs sur deux leviers : la mobilisation de la restauration collective (6 actions) et le développement des projets alimentaires territoriaux (2 actions). Le budget annuel du PNA, hors actions ponctuelles financées dans le cadre des Plans de relance, s'élève à environ 4 millions d'euros.

Plusieurs actions du PNA peuvent contribuer à l'action climatique, mais leur impact reste inconnu. Elles incluent le développement d'un volet alimentation humaine dans la stratégie protéines française pour encourager le développement de filières de légumineuses et leur consommation, la promotion de l'information du consommateur sur les composantes environnementales de la qualité des produits alimentaires (action jointe avec le PNNS), les actions visant à la lutte contre le gaspillage alimentaire, la promotion d'une alimentation durable dans la restauration collective (notamment l'obligation pour la restauration collective publique de s'approvisionner à hauteur de 50 % en produits de qualité, durables ou biologiques d'ici 2022, la promotion des protéines végétales) et l'éducation des plus jeunes aux enjeux environnementaux de l'ali-

mentation (voir tableau 4.g et 4.h). Si certaines de ces actions ont déjà été mises en œuvre, leurs impacts n'ont pas été évalués à ce stade et il n'est pas certain que leur effet sur le climat le soit.

Si le PNA vise également à encourager les actions favorisant une alimentation saine, sûre, durable et accessible à tous dans les territoires, via le soutien aux projets alimentaires territoriaux, les enjeux environnementaux et climatiques y sont encore trop peu intégrés. Créés en 2014, les PAT s'appuient sur un diagnostic partagé de la production agricole et alimentaire locale, du besoin alimentaire des habitants et des atouts et contraintes sociales, économiques et environnementales du territoire. Dès 2019, le PNA 3 vise à renforcer l'accompagnement des PAT en élaborant des boîtes à outils, des indicateurs et des formations pour soutenir la construction de nouveaux PAT et, à partir de 2020, en promouvant des Projets alimentaires territoriaux qui visent à ancrer une alimentation de qualité, saine et durable dans les territoires et à lutter contre la précarité alimentaire. L'observatoire des PAT en identifie 425 reconnus par le MASA et 36 non reconnus en 2019⁴⁶⁵. Bien que les PAT soient encore peu évalués, notamment car les territoires ne disposent pas d'un cadre de référence national pour l'évaluation des PAT en général et sur le volet environnemental en particulier, les travaux existants suggèrent que les enjeux environnementaux sont encore peu intégrés, que le développement économique demeure le premier champ investi, que les objectifs poursuivis sont encore assez généraux et sectoriels et qu'il reste difficile d'afficher clairement des intentions sur l'environnement⁴⁶⁶.

Dans un souci de mieux intégrer les enjeux nutritionnels portés par le PNNS et l'amélioration de l'offre alimentaire portée par le PNA, un document de présentation commun a été publié en 2019, le Programme national de l'alimentation et de la nutrition (PNAN), mais il reste à ce jour un simple « document ombrelle »⁴⁶⁷. Plus précisément, il met « en regard les deux programmes, au niveau desquels demeurent les enjeux de portage ministériel et de suivi y compris au niveau déconcentré. S'il peut contribuer à limiter de possibles incohérences entre politiques ministérielles, le PNAN ne change pas fondamentalement la donne quant aux objectifs et aux actions, aux dires mêmes des acteurs ».

POLITIQUES PUBLIQUES ET ENVIRONNEMENT ALIMENTAIRES

La dimension climatique reste encore peu présente dans les politiques alimentaires françaises. Elle se retrouve partiellement dans le PNA mais reste absente du PNNS qui cible principalement la santé publique.

Les politiques alimentaires françaises continuent de miser principalement sur l'information aux consommateurs comme levier pour faire évoluer les comportements alimentaires (cf. tableau 4.h)⁴⁶⁸. Cette stratégie repose sur l'hypothèse (forte) que le changement de comportement des consommateurs n'est limité que par leur manque de connaissances et de compétences. Agir sur l'environnement cognitif en leur transmettant l'information nécessaire serait alors suffisant pour leur permettre d'adopter des comportements alimentaires plus durables. Cette approche néglige le rôle que les autres dimensions de l'environnement alimentaire (types de produits disponibles dans l'offre commerciale, prix, promotions, mises en avant) jouent sur les choix des consommateurs. Or, la littérature s'accorde sur le fait qu'une action publique limitée à l'information et à l'éducation n'est pas suffisante pour modifier en profondeur et durablement les comportements alimentaires⁴⁶⁹. Par ailleurs, une telle approche peut produire des injonctions ambivalentes pour le consommateur, qui reçoit des messages contradictoires des acteurs privés et publics. Cela peut être le cas, par exemple, lorsqu'une publicité qui l'encourage à manger des produits gras et sucrés s'accompagne d'un bandeau lui conseillant de manger sain.

Lorsque des actions sont mises en œuvre à destination des acteurs de l'offre alimentaire pour que l'environnement alimentaire favorise des choix de consommation plus durables, elles reposent principalement sur la mise en place d'approches volontaires, plutôt que

sur d'éventuelles mesures réglementaires, potentiellement plus efficaces. Ces dernières pourraient inclure, par exemple, la mise en place de standards de composition nutritionnelle obligatoires (ex. taux de sel maximum dans les produits transformés) ou l'interdiction de la publicité à destination des enfants pour certains produits⁴⁷⁰. Ainsi, parmi les 13 actions proposées dans l'axe 1 du PNNS 4 pour faire évoluer l'environnement alimentaire, 6 reposent sur des engagements volontaires ou des processus de concertations avec les professionnels, tandis qu'une seule s'appuie sur un outil réglementaire, plus précisément la transposition d'une directive européenne visant à réduire l'exposition des enfants aux publicités pour certains produits. Or, les approches volontaires ne suffisent pas pour déclencher de véritables changements de l'environnement et de l'offre alimentaire⁴⁷¹.

Les politiques alimentaires françaises contraignent donc peu les acteurs intermédiaires privés (ex. transformation, distribution, restauration hors foyer), qui proposent aux consommateurs des environnements alimentaires dans lesquels les offres les plus favorables à l'environnement restent minoritaires et souvent peu accessibles socialement. Il apparaît donc nécessaire de faire évoluer les politiques alimentaires, vers une régulation de l'offre pour permettre aux individus de faire des choix plus éclairés vis à vis de leurs effets climat⁴⁷². Cela supposera le plus souvent d'agir également au niveau européen pour faire évoluer le cadre réglementaire dans le marché unique des produits alimentaires (étiquetage, ...).

4.3.3 OPPORTUNITÉS OFFERTES PAR LA STRATÉGIE NATIONALE POUR L'ALIMENTATION, LA NUTRITION ET LE CLIMAT

Une nouvelle stratégie pour l'alimentation, la nutrition et le climat (SNANC) est en développement. En 2019, la Convention citoyenne pour le climat a pointé la nécessité d'intégrer les aspects climatiques aux politiques alimentaires. Elle a notamment proposé de renforcer la communication autour du PNNS et de le réformer en Programme National Nutrition Santé Climat (proposition SN5.2.1). L'article 265 de la loi Climat et Résilience du 22 août 2021 reprend, dans une certaine mesure, cette proposition, en instituant une stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat (SNANC) : « La stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat détermine les orientations de la politique de l'alimentation durable, moins émettrice de gaz à effet de serre, respectueuse

de la santé humaine, davantage protectrice de la biodiversité, favorisant la résilience des systèmes agricoles et des systèmes alimentaires territoriaux et garante de la souveraineté alimentaire, ainsi que les orientations de la politique de la nutrition, en s'appuyant sur le programme national pour l'alimentation et sur le programme national relatif à la nutrition et à la santé défini à l'article L. 3231-1 du Code de la santé publique ».

Cette stratégie englobante a vocation à se substituer au PNAN pour assurer la cohérence du PNA et du PNNS et l'intégration d'objectifs climatiques aux politiques alimentaires françaises. Dans ce but, elle bénéficie d'un portage interministériel (Direction

générale de la santé, Direction générale de l'alimentation, Commissariat général au développement durable) incluant notamment le ministère chargé de la transition écologique, ce qui pourrait faciliter la mise en cohérence des politiques alimentaires et climatiques (notamment avec la SNBC). Ces ministères ont, en outre, saisi plusieurs institutions pour l'élaboration de cette stratégie : i) le Conseil national de l'alimentation, une instance consultative indépendante, où sont représentés les différentes parties prenantes de l'alimentation, ayant pour objectif de faire des recommandations sur les politiques publiques alimentaires. Celui-ci a, depuis sa création, fait de nombreuses recommandations pour la transition durable, saine et juste de l'alimentation, mais elles ont peu été suivies jusqu'à présent ; ii) le Haut conseil pour la santé publique, composé d'experts et de membres de droit (ex. le directeur général de la santé) ayant pour mission de conseiller les pouvoirs publics sur les questions de santé et iii) le Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux, présidé par le ministre chargé de l'agriculture, et visant à assister les ministères dans la conception, le suivi et l'évaluation des politiques publiques qui concernent son champ de compétences.

La SNANC constitue donc une opportunité de transformer l'environnement alimentaire pour favoriser des comportements et pratiques compatibles avec la transition bas carbone. Cette transformation nécessite d'agir conjointement sur tous les acteurs et à tous les niveaux (environnement physique, économique, socio-culturel et cognitif). Le tableau 4.i ci-dessous propose une liste d'actions possibles ciblant les acteurs privés et allant dans ce sens, sur la base de propositions faites par différentes institutions¹.

Afin de modifier l'offre alimentaire disponible pour les consommateurs, les pouvoirs publics peuvent, dans un premier temps, agir sur l'environnement physique, c'est-à-dire le contenu de l'offre. Tout d'abord, ils peuvent revoir les recommandations nutritionnelles pour y intégrer les enjeux climatiques et de durabilité⁴⁷³ et mettre en place des exigences minimales de durabilité (ex. normes sur la proportion de protéines végétales dans les aliments transformés) pour favoriser la reformulation des produits transformés mis sur le marché⁴⁷⁴. Les pouvoirs publics peuvent également agir sur l'offre proposée par les distributeurs, en rendant obligatoire le rapportage des

quantités vendues pour différentes catégories de produits (viandes, produits laitiers, fruits et légumes, légumineuses, produits Siqo, etc.), voire même en fixant des cibles obligatoires pour certains produits d'ici une date précise (ex. 2030)⁴⁷⁵. Ils peuvent aussi réguler le placement des produits en magasin, pour favoriser les produits les plus sains et durables⁴⁷⁶. En parallèle, ils peuvent contribuer à favoriser l'accès pour tous à des produits sains et durables, en améliorant le maillage territorial de l'offre de produits bas carbone, notamment via le développement de projets alimentaires territoriaux⁴⁷⁷. Par ailleurs, ils peuvent agir sur la restauration collective, en renforçant l'offre de menus compatibles avec les objectifs climatiques dans la restauration collective publique et privée (dans la continuité de la loi climat et résilience)⁴⁷⁸ et en formant les gestionnaires et personnels des cantines à la cuisine végétale et bas carbone⁴⁷⁹. Enfin, les pouvoirs publics pourraient s'intéresser de plus près aux nouveaux acteurs numériques de l'alimentation et à leur impact sur les comportements alimentaires, et possiblement réguler leurs pratiques⁴⁸⁰.

Les pouvoirs publics peuvent également agir via plusieurs canaux pour créer un environnement économique encourageant des choix alimentaires bas carbone tout en garantissant l'accès de tous, et en particulier des ménages les plus modestes, à une alimentation saine et durable. L'utilisation de taxes « carbone » (ex. sur les produits d'origine animale) semble difficile à mettre en œuvre dans le contexte actuel d'inflation et de précarité alimentaire croissantes. En effet, bien qu'elles puissent être bénéfiques pour l'environnement et la nutrition, de telles taxes se révèlent moins favorables en matière d'inégalités économiques, la part consacrée à l'alimentation des ménages augmentant, avec une incidence plus forte sur les plus pauvres⁴⁸¹. Des mesures ciblant les ménages les plus modestes et la lutte contre la précarité alimentaire (cf. annexe 4.6.2), comme par exemple la distribution de coupons ou de chèques alimentaires pour les aliments sources de protéines végétales, pourraient s'avérer plus pertinentes. En lien avec les objectifs de la loi EGalim, l'encadrement des marges des distributeurs pour les produits bas carbone pourraient également être priorisé. Une autre option mobilisable par les pouvoirs publics, plus systémique, serait de renforcer les politiques sociales afin d'augmenter la part de revenu des ménages disponible pour l'alimentation,

1. Conseil national de l'alimentation (CNA), Haut conseil de la santé publique (HCSP), Cour des comptes, Santé Publique France, Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI), Institut de l'économie pour le climat (I4CE), Réseau action climat (RAC), Eurogroup for Animals, Bureau européen des unions de consommateurs (BEUC), et Alliance européenne pour la santé publique (EPHA), Science advice for policy by European academies (SAPEA), Solagro.

Tableau 4.i - Actions des politiques alimentaires françaises pouvant avoir un impact climatique via des changements de l'environnement alimentaire

Action publique potentielle	Environnement physique	Environnement économique	Environnement socio-culturel	Environnement cognitif
Ciblant les transformateurs.	Réglementer la composition des produits transformés, en définissant des exigences minimales de durabilité (p. ex. sur la part de protéines végétales).	Améliorer l'accessibilité sociale de l'offre durable.	Réguler/réglementer la publicité et le marketing (dont digital) pour les produits fortement carbonés (e.g. viande).	Définir une méthodologie unique pour l'affichage environnemental et le mettre en oeuvre.
Ciblant les distributeurs, dont restauration et services de livraison.	<p>Distribution : favoriser le reporting obligatoire des quantités vendues pour différentes catégories de produits (viandes, produits laitiers, fruits et légumes, légumineuses, produits Siqo, etc.) puis fixer des cibles contraignantes ; réguler le placement des produits en magasin.</p> <p>Restauration : Renforcer la régulation sur les menus végétariens et l'utilisation de produits bas carbone dans la restauration collective publique et privée (dans la continuité de la loi climat et résilience), former les gestionnaires de cantines.</p> <p>Encourager le développement de commerces de proximité proposant des produits de saison, locaux et durables dans les quartiers prioritaires et les zones rurales, en lien avec les PAT.</p> <p>Étudier l'impact climatique des nouveaux acteurs numériques de l'alimentation et réguler leurs pratiques (ex. services de livraison de repas).</p>	<p>Faciliter l'accès à une alimentation bas carbone pour les plus modestes.</p> <p>Encadrer les politiques commerciales des distributeurs (marges) en faveur des produits bas carbone.</p> <p>Renforcer les outils de lutte contre la précarité alimentaire pour une transition juste.</p>	Réguler/réglementer la publicité et le marketing (dont digital) et les offres promotionnelles pour les produits fortement carbonés (e.g. viande).	Définir une méthodologie unique pour l'affichage environnemental et le mettre en oeuvre, réguler les allégations vertes
Services publics (actions transversales ou ciblant d'autres acteurs que ceux évoqués ci-dessus).	Intégrer les enjeux climatiques aux recommandations nutritionnelles .	Augmenter les minima sociaux, les investissements dans le parc de logement social, etc. pour libérer du revenu disponible pour l'alimentation pour les foyer les plus modestes.	<p>Renforcer l'éducation à l'alimentation durable (à l'école + campagnes de communication grand public).</p> <p>Intégrer des enjeux alimentaires et de durabilité aux formations initiales et continues (ex. dans le contexte médico-social).</p>	

Source : auteurs.

particulièrement pour les plus modestes. Ainsi, augmenter les minima sociaux et le revenu minimum, investir dans des parcs de logements sociaux, subventionner la rénovation des passoires thermiques sont autant d'exemples de politiques publiques qui réduisent les coûts auxquels font face les ménages au

quotidien et peuvent permettre, indirectement, de lutter contre la précarité alimentaire⁴⁸²⁻⁴⁸³.

En ce qui concerne l'environnement socio-culturel, au-delà du renforcement des mesures déjà mises en place (campagnes de communication, éducation

à l'alimentation durable), les pouvoirs publics pourraient mobiliser des outils réglementaires pour réguler la publicité, le marketing et les offres promotionnelles pour les produits alimentaires hautement carbonés et peu durables, dans la lignée des recommandations émises par le Haut conseil pour la santé publique, la Cour des comptes et Santé Publique France concernant la publicité à destination des enfants pour les produits gras et sucrés⁴⁸⁴. L'intégration des enjeux de l'alimentation durable et bas carbone aux formations initiales et continues peut également s'avérer pertinente (ex. dans le contexte médico-social)⁴⁸⁵.

Les pouvoirs publics œuvrent dans le but de renforcer l'information au consommateurs via l'introduction du nutri-score et celle, à venir, de l'affichage environnemental (cf. encadré 4.b)¹. Les premiers résultats scientifiques sur le nutri-score montrent un effet positif sur la qualité nutritionnelle des achats (+7,9 %)⁴⁸⁶. Les pouvoirs publics devront par ailleurs réguler l'usage d'allégations vertes par les industriels et distributeurs, en lien avec la nouvelle loi proposée en mars 2023 par la Commission européenne sur ce sujet⁴⁸⁷.

Encadré

4.b

Affichage environnemental des produits alimentaires

L'affichage environnemental des produits alimentaires a d'abord été proposé en 2020 dans le cadre de la loi AGECE, puis a été repris et précisé en 2021 dans la loi climat et résilience. Cette dernière précise que cet affichage deviendra obligatoire et devra indiquer l'impact environnemental du produit au cours de son cycle de vie en tenant compte de ses effets sur les émissions de gaz à effet de serre, la biodiversité et les ressources naturelles (dont l'eau). Une expérimentation nationale, encadrée par un conseil scientifique, est en cours. Le déploiement de l'affichage environnemental dans l'alimentation est annoncé pour 2024.

L'affichage environnemental des produits agroalimentaires peut avoir plusieurs effets. Tout d'abord, il a un effet explicatif et pédagogique sur les questions environnementales, les consommateurs sachant classer les aliments du moins au plus vertueux mais évaluant mal l'ampleur des écarts d'impacts⁴⁸⁸. Ensuite, sous certaines conditions, il contribue à modifier les comportements d'achat des consommateurs. Toutes les options testées se sont traduites par une augmentation significative des achats de produits notés A ou B et une réduction des achats des produits notés D ou E. L'affichage obligatoire ou généralisé constitue également une incitation majeure pour les producteurs à l'amélioration de la qualité des produits⁴⁸⁹⁻⁴⁹⁰.

L'affichage environnemental vise deux objectifs : la comparaison intra et inter catégories d'aliments.

Au final, se pose la question, politique, du poids des enjeux environnementaux ou autres à prendre en compte dans l'affichage. Aucun acteur ne souhaite la mise en place d'un score qui passerait sous silence les impacts environnementaux hors climat (biodiversité, pollution, emplois). Toutefois, la prise en compte de la biodiversité mais aussi d'autres impacts économiques et sociaux fait encore débat.

Le rapport final du conseil scientifique de l'expérimentation souligne que nombre de questions méthodologiques ne peuvent être tranchées scientifiquement car elles relèvent de choix politiques et stratégiques. Il n'est pas possible de les résoudre sans une vision à long terme de l'agriculture française.

1. Au niveau européen, le règlement EU n°1169/2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires définit les informations légales (déclaration nutritionnelle, liste des ingrédients) qui doivent être affichées sur les produits alimentaires. Dans le cadre de la stratégie « de la ferme à la table », la Commission a annoncé qu'elle allait réviser ces règles, afin d'aider les consommateurs à faire des choix alimentaires plus sains et plus durables. Dans ce but, la loi-cadre sur les systèmes alimentaires durables, dont la publication était initialement prévue à l'automne 2023, devrait introduire un étiquetage nutritionnel obligatoire harmonisé sur le devant des emballages.
https://www.food.ec.europa.eu/safety/labelling-and-nutrition/food-information-consumers-legislation_en

POLITIQUES COMMERCIALES DES SYSTÈMES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES FRANÇAIS, EUROPÉEN ET MONDIAL

4.4

Les règles du commerce mondial et les accords conclus au niveau européen peuvent impacter les émissions de GES et l’empreinte carbone des systèmes alimentaires. L’augmentation des flux de commerce peut engendrer une hausse des émissions de CO₂ du transport international, en particulier maritime et aérien. Ensuite, ces flux peuvent générer des effets de fuite des émissions ou de fuite de carbone vers les pays tiers (*emissions leakage* ou *carbone leakage*). La libéralisation des échanges peut pénaliser les agriculteurs européens par des coûts de production plus élevés, la réglementation environnementale et climatique de l’UE imposant souvent des itinéraires techniques plus coûteux ou des investissements non directement productifs⁴⁹¹. Ceci peut entraîner des baisses de compétitivité pour le secteur agroalimentaire européen, et donc des diminutions de production et des hausses d’importations pour certains produits agricoles et alimentaires. En conséquence, les réductions d’émissions territoriales permises par la politique environnementale et climatique européenne sont compensées, au moins en partie, par une augmentation des émissions dans les pays tiers. Cette hausse des importations est particulièrement problématique lorsque les pays qui exportent vers l’UE utilisent des modes de production plus émetteurs que ceux de l’UE. Pour la viande bovine, par exemple, de nombreux pays engagés dans des négociations commerciales avec l’UE ont des modes de production plus émetteurs (ex. pays du Mercosur) (cf. chapitre 1, annexe 1.5.5). La mise en place d’accords commerciaux qui faciliteraient les importations de viande bovine depuis ces pays risquerait donc de produire un impact négatif sur l’empreinte alimentaire française.

Plusieurs études visent à évaluer les effets de fuite liés aux politiques environnementales et climatiques européennes et aboutissent à une fourchette d’estimations très large⁴⁹². La part des réductions d’émissions annulée par une augmentation des émissions dans les pays tiers de l’UE se situe entre -5 % (effet de fuite négatif, dans le cas où certaines technologies d’atténuation sont subventionnées¹) et +111 % (augmentation des émissions au niveau mondial de 11 % et de l’empreinte car-

bone de l’UE). Cela s’explique notamment par des méthodologies et des hypothèses variées d’une étude à l’autre (type de modèle utilisé, horizon temporel, périmètre des émissions de GES pris en compte, par exemple liés à l’usage des terres, périmètre des technologies d’atténuation, scénarios modélisés, hypothèses sur l’évolution des régimes alimentaires, etc.).

Il existe plusieurs moyens de réduire les effets de fuite de carbone liés à la mise en œuvre d’action d’atténuation dans le système alimentaire européen, certains relevant d’interventions de politiques commerciales⁴⁹³.

Parmi ceux-ci, la première option consiste à compenser les pertes de compétitivité auxquelles font face les producteurs européens en imposant une taxe (ex. via un mécanisme d’ajustement carbone aux frontières comme celui établi en 2023 par l’UE⁴⁹⁴) ou le respect de standards climatiques aux produits importés (ex. via des « clauses miroirs »). La seconde vise à réduire l’intensité en émissions des produits importés en octroyant, dans les accords commerciaux, des préférences tarifaires aux pays tiers ayant une action climatique ambitieuse ou en renforçant les dispositions obligatoires en matière de devoir de vigilance (*due diligence*). Réduire l’intensité en émissions des produits importés peut également contribuer à augmenter les coûts de production dans les pays tiers, réduisant ainsi la pression concurrentielle sur les producteurs européens.

Au-delà des interventions commerciales, dont l’impact peut être limité, d’autres mesures, visant à réduire les coûts d’atténuation pour les agriculteurs européens, à garantir une réduction complémentaire de la demande de produits agricoles à fortes émissions et des pertes alimentaires⁴⁹⁵, ou à encourager une action climatique plus ambitieuse dans les pays tiers via les accords environnementaux multilatéraux peuvent être mises en œuvre, et pourraient s’avérer plus efficaces⁴⁹⁶.

Les fuites de carbone surviennent lorsque l’ambition des politiques climatiques des pays diffèrent. Les initiatives multilatérales, qui encouragent les pays tiers à renforcer leur niveau d’exigence, sont donc

1. Si le taux de fuite est supérieur à 0, cela signifie qu’une part de la réduction d’émissions atteinte dans l’UE est annulée car les émissions augmentent dans les pays tiers. Si le taux de fuite est supérieur à 100 %, cela signifie que les émissions globales augmentent car la baisse d’émissions observée dans l’UE est plus que compensée par des hausses d’émissions dans des pays tiers. Entre 0 et 100 %, il y a bien un effet de fuite mais celui-ci n’est pas suffisant pour annuler totalement la baisse d’émissions dans l’UE. Si le taux de fuite est négatif, cela signifie que la baisse des émissions dans l’UE s’accompagne d’une baisse d’émissions dans les pays tiers. Cela arrive si des technologies d’atténuation permettant des gains de productivité sont subventionnées. Dans ce cas, la hausse de productivité entraîne une hausse de la production dans l’UE et une baisse dans les pays tiers ayant une intensité d’émissions plus élevée, diminuant ainsi les émissions dans ces pays.

essentiels. Dans ce contexte, tout renforcement des engagements des secteurs agricoles et d'usage des terres dans les contributions déterminées au niveau national des parties lors de la prochaine mise à jour en 2025 peut contribuer à réduire les fuites de carbone. Dans cet objectif, le soutien de l'UE aux mesures d'atténuation dans les pays tiers, en particulier en développement, par le biais des mécanismes financiers et de transfert de technologie sera important.

L'octroi de préférences commerciales supplémentaires aux pays tiers en échange d'engagements plus fermes en matière de climat peut inciter les partenaires commerciaux de l'UE à prendre des mesures climatiques supplémentaires mais son impact reste incertain⁴⁹⁷. L'UE a récemment renforcé la façon dont elle utilisera les préférences commerciales dans cet objectif. L'impact de ces changements demeure cependant incertain à ce stade et devra être évalué au fur et à mesure de leur intégration aux accords commerciaux. Par ailleurs, l'ouverture du marché à des importations supplémentaires peut avoir un impact négatif sur la compétitivité de ses producteurs nationaux.

La mise en œuvre de dispositions obligatoires en matière de devoir de vigilance (*due diligence*), visant à responsabiliser les entreprises pour qu'elles veillent à ce que leurs activités n'aient pas d'incidences négatives sur les droits de l'homme ou l'environnement, pourrait avoir des impacts positifs en termes climatiques si le périmètre couvert était suffisant. C'est particulièrement le cas de celles du règlement sur les produits associés à la déforestation et à la dégradation des forêts⁴⁹⁸ (en lien également avec la stratégie nationale sur la déforestation importée, cf. annexe 4.6.3) et de la future directive sur le devoir de vigilance des entreprises en matière de durabilité⁴⁹⁹. En ce qui concerne le climat, cette dernière vise à obliger certaines grandes

entreprises, dont les entreprises agroalimentaires de plus de 250 employés et ayant un chiffre d'affaires net global de plus de 40 M€, à adopter des cibles de réductions d'émissions et un plan d'action pour s'assurer que leur stratégie est compatible avec l'accord de Paris.

Dans le cadre des règles de l'OMC, imposer des standards d'émissions aux produits alimentaires importés (parfois appelés « clauses miroir ») n'est possible que si de tels standards sont également imposés aux produits européens, ce qui n'est pas le cas actuellement, et pourrait avoir un effet global limité.

Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) pourrait induire des fuites de carbone s'il entraîne une hausse du prix intérieur des engrais et donc des coûts pour les agriculteurs européens. Le MACF imposerait aux pays qui exportent certains produits vers l'UE, dont des engrais chimiques, de payer un prix du carbone à la frontière de l'UE équivalent à celui auquel sont soumis les producteurs de l'UE dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission (SEQUE). Le prix des engrais importés, et en conséquence, de ceux produits localement, augmenterait donc sur le marché de l'UE. Ceci pourrait entraîner une réduction de la consommation d'engrais azotés, mais également impacter les coûts de production des agriculteurs européens, réduisant leur compétitivité, et ainsi pourrait entraîner une baisse de la production agricole européenne, substituée par des importations.

Tant que le système d'échange de quotas d'émission ne les concerne pas, il semble difficile d'étendre le MACF aux produits agricoles. Par ailleurs, cette extension serait confrontée à des difficultés pratiques majeures pour évaluer les émissions des produits alimentaires importés, qui contiennent des ingrédients pouvant provenir de plusieurs pays.

GOUVERNANCE POUR UNE MEILLEURE CONVERGENCE DES POLITIQUES AGRICOLES, ALIMENTAIRES, CLIMATIQUES, **4.5 ENVIRONNEMENTALES ET DE SANTÉ PUBLIQUE**

La gouvernance est un élément de plus en plus critique des dynamiques du système alimentaire, à mesure que le rôle des États-nations, particulièrement dans les pays du Nord, a décliné au profit des acteurs privés transnationaux en provenance des entreprises et de la société civile⁵⁰⁰. Elle peut être définie comme l'ensemble des processus et des configurations d'acteurs qui donnent forme aux processus de décisions et aux activités liées à la production, la distribution et à la consommation de nourriture. Apporter davantage

d'attention à la gouvernance pourrait permettre de mieux comprendre les prérequis, les processus et les mécanismes porteurs de transformations et ainsi de les mobiliser en faveur de la transition bas carbone et de l'adaptation au changement climatique. En appui de la gouvernance, le suivi au niveau mondial des questions alimentaires en lien avec le développement durable est réalisé notamment dans le cadre des objectifs du développement durable⁵⁰¹.

Peu de travaux de recherche portent actuellement sur la gouvernance et sur ses potentiels effets transformationnels en termes d'atténuation et d'adaptation au changement climatique du système alimentaire⁵⁰². Les recherches passées se sont concentrées, uniquement sur une partie des systèmes alimentaires (production, transformation, consommation). Par ailleurs, le rôle de la gouvernance dans la transition bas carbone et l'adaptation des systèmes alimentaires reste peu étudié. En particulier, des travaux restent à mener pour identifier les dispositifs de gouvernance qui peuvent faciliter la transformation des systèmes alimentaires aux niveaux local, régional et mondial.

En France, le développement du système alimentaire actuel s'est appuyé sur diverses politiques publiques, co-construites par les pouvoirs publics et les représentants du secteur agricole ou alimentaire (la profession agricole, les industries d'amont de l'agriculture, les industries agroalimentaires)⁵⁰³. De fait, les acteurs dominants comme le syndicat majoritaire¹, ont une influence majeure dans la définition des politiques agricoles depuis la mise en place du système de gouvernance par cogestion⁵⁰⁴. Malgré un

affichage volontariste en matière environnementale et alimentaire⁵⁰⁵, la réalité des politiques agricoles et alimentaires est loin de refléter les ambitions de ce discours (cf. 4.2 et 4.4). En parallèle, les industries agroalimentaires exercent une forte influence sur le développement des politiques agricoles et alimentaires, via leurs activités de lobbying⁵⁰⁶.

L'absence de recherche de cohérence entre les politiques agricoles et alimentaires avec les politiques climatiques et les politiques de santé publique constatée dans l'examen comparé des politiques publiques reflète la faiblesses des interactions et le cloisonnement des administrations centrales concernées. La participation du SGPE à l'élaboration du PLORGA et de la SNANC et à la révision du PSN, pourrait contribuer à assurer la cohérence des politiques agricoles et alimentaires avec les politiques climatiques en cours de définition (SNBC 3, PNACC 3, PPE 3, etc.). Un renforcement de la gouvernance permettrait une meilleure coordination et convergence des politiques agricoles, alimentaires, climatiques, environnementales et sanitaires sous l'égide de la primature en s'appuyant sur le SGPE.

4.6 ANNEXES DU CHAPITRE 4

4.6.1 INTERVENTIONS DU PSN POUVANT INFLUENCER L'ATTÉNUATION ET L'ADAPTATION

Tableau 4.j - Interventions du PSN pouvant influencer l'atténuation

Nom de l'intervention (n°)	Sous-mesure (si pertinent)	Critère d'obtention/ Description	Pilier (I ou II)	Budget total (2023-2028, dépenses publiques totales en M€)	Part du budget des paiements directs ou du pilier II (%)	Axe d'atténuation	Type de pratique ciblée
Maintien des prairies permanentes (BCAE 1).		Maintien d'un ratio de prairies permanente au niveau régional.	I	NA	NA	S	M
Protection des zones humides et tourbières (BCAE 2).		Interdiction de certaines pratiques agricoles dommageables sur des zones identifiées.	I	NA	NA	R, S	T
Interdiction de brûlage des résidus de culture (BCAE 3).		Interdiction de brûler les chaumes, les tiges et les cannes des cultures arables après la récolte.	I	NA	NA	R	E

1. Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles.

Nom de l'intervention (n°)	Sous-mesure (si pertinent)	Critère d'obtention/ Description	Pilier (I ou II)	Budget total (2023-2028, dépenses publiques totales en M€)	Part du budget des paiements directs ou du pilier II (%)	Axe d'atténuation	Type de pratique ciblée
Gestion du travail du sol (BCAE 5)		Retournement des sols interdit sur les sols inondés et les pentes à des périodes critiques de l'année.	I	NA	NA	S	E
Couverture des sols (BCAE 6).		Obligation de couvrir les sols de végétation à certaines périodes et selon certaines conditions.	I	NA	NA	S	E
Rotation des cultures (BCAE 7).		Obligation de mettre en place une rotation des cultures sur au moins 35 % de la SAU chaque année, et une rotation de 4 ans sur toutes les parcelles.	I	NA	NA	S	T
Surfaces non productives (BCAE 8).		Obligation de maintien des infrastructures paysagères, surface minimum dédiée aux éléments favorables à la biodiversité (e.g. haies, jachère), interdiction de taille pendant la période de reproduction et de nidification des oiseaux.	I	NA	NA	S	M, T
Prairies permanentes dans les zones Natura 2000 (BCAE 9).		Maintien des prairies permanentes sensibles.	I	NA	NA	S	M
Eco-régime (30.01)	Voie Pratiques.	Adoption de pratiques spécifiques sur l'ensemble de leurs terres agricoles (diversification des cultures sur les terres arables selon un système de points, couverture des inter-rangs dans les cultures permanentes et maintien des prairies permanentes non labourées, lorsque ces types de terres représentent plus de 5 % de leur SAU).	I			S, dans une moindre mesure	M, T
	Voie Certification.	Obtention d'une certification environnementale, HVE ou AB.	I	8 420,55	25	R, S	E, T
	Voie Eléments paysagers.	Avoir au moins 7 % de leur SAU couverte par des éléments paysagers riches en biodiversité et des jachères (10 % pour le niveau supérieur de l'éco-régime).	I			S	M, T
	Bonus Haies.	Avoir 6 % de la SAU couverte par des haies gérées de manière durable (certification requise). Compatible avec les éco-régimes par la voie des pratiques et celle de la certification. Non cumulable avec l'éco-régime Eléments paysagers.	I			S	M, T
Aide couplée bovine (32.04).		Soutien couplé au bovins, limité à 120 UGB et dans la limite de 1,4 fois la surface fourragère (aide par UGB).	I	3 277,2	9,7	R	Maintien de l'élevage
Aides couplées légumineuses (32.06-32.08).		Soutien couplé aux légumineuses (aide par ha).	I	976,8	2,9	R	M, T
Soutien à la conversion à l'AB (70.01-70.02).		Paiement pour la conversion à l'AB.	II	1 654	12,2	R, S	T

Nom de l'intervention (n°)	Sous-mesure (si pertinent)	Critère d'obtention/ Description	Pilier (I ou II)	Budget total (2023-2028, dépenses publiques totales en M€)	Part du budget des paiements directs ou du pilier II (%)	Axe d'atténuation	Type de pratique ciblée
MAEC Gestion de la quantité et de la qualité de l'eau (cultures arables) (70.06).		Groupe de mesures visant notamment la mise en place de plans de gestion de l'azote et la réduction de l'utilisation de l'azote, le maintien des prairies, la diversification des cultures, l'introduction de cultures à faible impact et de légumineuses, la rotation des cultures et la réduction de l'irrigation.	II	232,9	1,7	R	M, T
MAEC Protection de la qualité des sols (70.08).		Groupe de mesures visant à encourager le recours au semis direct et l'augmentation de la part des zones non productives dans la rotation des cultures et de la couverture des sols.	II	5,1	0,05	S	M, T
MAEC Climat, bien-être animal et autonomie alimentaire des exploitations d'élevage (70.09).		Groupe de mesures visant à rétablir le lien entre les secteurs animal et végétal. Pour les ruminants, elle impose des limites à la charge de bétail (définies au niveau régional), à la surface minimale de prairie/pâturage, à la surface maximale d'ensilage de maïs et au niveau annuel maximal d'achat de concentrés. Des exigences supplémentaires sont liées à la réduction des pesticides et à la gestion de l'azote. Pour les monogastriques, l'accès aux zones extérieures et la gestion de ces zones sont également inclus.	II	256,9	1,9	R, S, I	M, T
MAEC Maintien des infrastructures agroécologiques (70.14)		Mesure visant à encourager le maintien et la bonne gestion des infrastructures agroécologiques.	II	37,7	0,3	S	M
MAEC forfaitaire Transition de pratiques (70.27).	Volet Produits phytosanitaires.	Paiement forfaitaire offert aux agriculteurs qui réduisent leur indice de fréquence de traitement phytosanitaire de 30 % au bout de 5 ans.			1	Pas d'atténuation	
	Volet Emissions de GES	Paiement forfaitaire offert aux agriculteurs qui réduisent leur émissions de gaz à effet de serre de 15 % au bout de 5 ans.	II	135,3		R	T
	Volet Autonomie alimentaire.	Paiement forfaitaire offert aux agriculteurs qui atteignant des valeurs cibles (déterminées au niveau local) pour 4 indicateurs d'autonomie alimentaire : augmentation de la part des surfaces d'intérêt protéique pour les fourrages, amélioration des pratiques d'élevage, augmentation de la production de concentrés sur l'exploitation, réduction de la dépendance aux importations de protéines.				I	T

Nom de l'intervention (n°)	Sous-mesure (si pertinent)	Critère d'obtention/ Description	Pilier (I ou II)	Budget total (2023-2028, dépenses publiques totales en M€)	Part du budget des paiements directs ou du pilier II (%)	Axe d'atténuation	Type de pratique ciblée
Indemnité compensatoire de handicap naturel (ICHN) (71.01-71.03).		Paiement délivré aux exploitations localisées dans des zones à fort handicap naturel (dont montagne).	II	5 500	41	S	M
Aides à l'investissement productif (73.01).		Aides aux investissements à visée productive. Incluent notamment le soutien à la plantation pour l'agroforesterie.	II	1 730,6	12,8	Potentiellement R, S, P	E
Aides à l'investissement non productif (73.02).		Aides aux investissements à visée non productive, dont environnementale ou climatique.	II	34,5	0,3	Potentiellement R, S	T
Soutien aux projets du PIE (77.01).		Soutien aux projets dans le cadre du Partenariat Européen pour l'Innovation.	II	76,3	0,6	Potentiellement R, S	Potentiellement E, M, T
Autres projets de coopération (77.06).		Soutien à d'autres projets de coopération pouvant notamment porter sur le climat.	II	97,6	0,7	Potentiellement R, S	Potentiellement E, M, T
Partage de connaissances et conseil (78.01).		Formation, conseil.	II	138,5	1	Potentiellement R, S	Potentiellement E, M, T

Lecture : Axe d'atténuation : réduction des émissions agricoles territoriales (R), stockage de carbone (S), réduction des émissions importées (I), production d'énergie (P) ; Type de pratique ciblée : amélioration de l'efficacité (E), transformation vers des systèmes durables (T), maintien de systèmes/pratiques durables (M).

Source : HCC d'après Plan Stratégique National

Tableau 4.k - Interventions du PSN ayant le plus fort potentiel d'adaptation ou de maladaptation

Nom de l'intervention ou du standard de conditionnalité (n°)	Contribution potentielle à l'adaptation par rapport à des besoins identifiés dans le chapitre 2	Options d'adaptation identifiées dans le chapitre 3	Risques de maladaptation identifiés dans le chapitre 3
Rotation des cultures (BCAE 7)	La rotation des cultures contribue à l'adaptation tout en fournissant des services écosystémiques qui eux-mêmes permettent d'accroître la robustesse.	Option technique liée à la diversification relevant de l'agroécologie.	Diagnostic de vulnérabilité au climat futur non exigé pour le dimensionnement des investissements. Déroations possibles.
Éco-régime (30.01)	Soutien à la diversification des cultures, le maintien des traits paysagers, les jachères, les haies, et les solutions fondées sur la nature.	Option technique liée à la diversification relevant de l'agroécologie.	Les critères de diversification des cultures demeurent limités. La multiplicité des options permet aux agriculteurs de recevoir le paiement sans changer de pratique. Part du budget consacrée à l'adaptation non indiquée.
Aide couplée bovine (32.04)	Soutien aux systèmes d'élevage extensifs et le maintien de l'élevage à l'herbe.	Options techniques d'adaptation liés à la diversification relevant de l'agroécologie.	Les aides ne sont pas dimensionnées par rapport au climat futur et leur obtention n'est pas conditionnée à l'élaboration de diagnostic de vulnérabilité. Des exploitations d'élevage intensif, peu résilientes au changement climatique peuvent être soutenues.

Nom de l'intervention ou du standard de conditionnalité (n°)	Contribution potentielle à l'adaptation par rapport à des besoins identifiés dans le chapitre 2	Options d'adaptation identifiées dans le chapitre 3	Risques de maladaptation identifiés dans le chapitre 3
Interventions sectorielles sur les filières fruits et légumes (50.01a, 50.01a(bis), 50.01b, 50.01c, 50.01g, 50.01i), vin (58.01) et huile d'olive (64.01b, 64.01c)	Soutien aux investissements et aux services de conseil et d'assistance technique, à la formation et au partage d'informations pour la production.	Leviers actionnables pour l'adaptation.	Diagnostic de vulnérabilité au climat futur non exigé pour le dimensionnement des investissements. Pour les fruits et légumes, 15 % du budget doit être alloué aux objectifs climatiques, mais la part du budget consacrée à l'adaptation n'est pas indiquée.
MAEC Climat, bien-être animal et autonomie alimentaire des exploitations d'élevage (70.09)	Contribution à l'autonomie alimentaire des animaux d'élevage en diversifiant les sources d'approvisionnement pour l'alimentation et en réduisant la dépendance aux intrants externes.	Options d'adaptation relevant des systèmes d'agriculture intégrés, combinant cultures et élevage à l'échelle d'une ferme.	Le diagnostic agroécologique obligatoire de l'exploitation et la formation constituent des opportunités pour intégrer un diagnostic de vulnérabilité aux impacts du changement climatique et se prémunir de transfert de vulnérabilité.
MAEC protection des races menacées (70.30)	Financement de la protection de la diversité génétique du cheptel français.	Options techniques d'adaptation relevant de l'agroécologie.	Diagnostic de vulnérabilité au climat futur non exigé pour le choix des espèces protégées.
Aides à l'investissement productif, soutien à la production primaire agricole ainsi qu'aux projets portés par les agriculteurs ou leurs groupements (73.01)	Financement des équipements de protection contre les aléas climatiques et sanitaires, des projets d'irrigation ; pour la diversification des productions, des assolements et des rotations ; pour les haies et à l'agroforesterie ; pour le développement de ressources locales d'alimentation des animaux d'élevage ou par l'accès à l'eau pour leur abreuvement.	Options techniques d'adaptation relevant de l'agriculture climato-intelligente et autres de l'agroécologie.	Diagnostic de vulnérabilité au climat futur non exigé pour le dimensionnement des investissements. La proportion de subvention peut varier en fonction de la réduction d'impact des aléas climatiques sans que la modulation soit précisée. Part du budget consacrée à l'adaptation non indiquée. Les critères d'éligibilité, de sélection et de majoration sont définis au niveau des régions, ce qui pourrait créer des disparités en termes d'adaptation.
Investissements agricoles non productifs (73.02)	Financer la mise en place ou la reconstitution de systèmes agroforestiers.	Options techniques d'adaptation fondées sur l'agroforesterie et relevant de l'agroécologie.	Diagnostic de vulnérabilité au climat futur non exigé pour le dimensionnement des investissements. Le budget consacré à ces aides est faible (< 35M€). Les critères d'éligibilité, de sélection et de majoration sont définis au niveau des régions, ce qui pourrait créer des disparités en termes d'adaptation.
Aides aux infrastructures hydrauliques agricoles sur les territoires (73.07)	Gestion économe des ressources en eau.	Options techniques liées à la gestion de l'eau relevant de l'agriculture climato-intelligente.	Diagnostic de vulnérabilité au climat futur non exigé pour le dimensionnement des investissements. Les taux d'aide pour ces investissements peuvent varier notamment lorsque le changement climatique est pris en compte. Cette modalité optionnelle est insuffisante pour se prémunir des formes de maladaptation. Part du budget consacrée à l'adaptation non indiquée. Les critères d'éligibilité, de sélection et de majoration sont définis au niveau des régions, ce qui pourrait créer des disparités en termes d'adaptation.

Nom de l'intervention ou du standard de conditionnalité (n°)	Contribution potentielle à l'adaptation par rapport à des besoins identifiés dans le chapitre 2	Options d'adaptation identifiées dans le chapitre 3	Risques de maladaptation identifiés dans le chapitre 3
Outils de gestion des risques : Paiement des primes d'assurance (76.01) et Fonds de mutualisation (76.02)	Soutien économique des exploitations agricoles face aux risques climatiques. Opportunité pour renforcer le rôle de prévention du système d'assurance ou d'aide d'urgence.	Leviers actionnables pour investir dans des options techniques pour des courtes échelles de temps (gestion d'urgence).	La réception des paiements n'est pas conditionnée à l'adoption de pratiques d'adaptation.
Soutien aux projets du Partenariat Européen pour l'Innovation (PEI) (77.01)	Soutien aux projets dans le cadre du Partenariat Européen pour l'Innovation pouvant notamment porter sur l'adaptation.	Leviers actionnables pour l'adaptation.	La prise en compte du climat futur ou de l'adaptation n'est pas obligatoire.
Autres projets de coopération (77.06)	Soutien à d'autres projets de coopération pouvant notamment porter sur l'adaptation.	Leviers actionnables pour l'adaptation.	La prise en compte du climat futur ou de l'adaptation n'est pas obligatoire.
Partage de connaissances et conseil (78.01)	Formation et conseil pouvant notamment porter sur l'adaptation.	Leviers actionnables pour l'adaptation.	La prise en compte du climat futur ou de l'adaptation n'est pas obligatoire.

Source : HCC d'après Plan Stratégique National

4.6.2 CONCIER TRANSITION ALIMENTAIRE ET INCLUSIVITÉ SOCIALE

Au niveau national, les pouvoirs publics s'appuient principalement sur l'aide alimentaire, c'est-à-dire la distribution gratuite de nourriture pour lutter contre la précarité alimentaire. L'aide alimentaire est financée par des contributions privées (particuliers, associations et entreprises, producteurs agricoles) et publiques (européennes - Fonds européen d'aide aux plus démunis, et nationales avec le financement des associations et les subventions de l'État aux collectivités territoriales, ainsi que la défiscalisation des dons). Le volume de l'aide alimentaire est estimé à 1,5 Mrd € par an⁵⁰⁷. Elle vise à favoriser l'accès à une alimentation saine, diversifiée, de bonne qualité et en quantité suffisante aux personnes en situation de vulnérabilité économique ou sociale⁵⁰⁸. Les objectifs ciblés par la loi sont avant tout sociaux et sanitaires sans mention explicite de considérations écologiques. Pour répondre à l'augmentation du nombre de personnes accueillies depuis 20 ans, les pouvoirs publics ont progressivement augmenté leur soutien. La loi Garot relative au gaspillage alimentaire organise, depuis février 2016, le transfert des invendus encore consommables des supermarchés et cantines publiques au profit des associations caritatives.

En général, l'aide alimentaire est moins organisée en fonction des besoins des bénéficiaires qu'en fonction des surplus alimentaires disponibles. Plus encore, la distribution d'aliments traite les conséquences et non les causes des problèmes de précarisation qui se multiplient avec de fortes inerties notamment celles des retraités pauvres. Une refonte du système alimentaire est nécessaire pour assurer le droit à l'alimentation et le conjuguer avec la transition climatique.

Parmi les propositions actuelles, un chèque alimentaire est à l'étude pour faire suite à une proposition de la Convention citoyenne pour le climat reprise dans la loi du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets⁵⁰⁹. Aux prix actuels et avec des objectifs de moyen terme, le chèque alimentaire devrait être en moyenne de l'ordre de 25 €/mois/pers pour compenser les surcoûts liés à l'adoption d'un panier (300 g/j de fruits et légumes, - 15 % de produits d'origine animale, X2 légumineuses, 20 % de produits bio) pour les personnes du premier décile de revenus. Sans rééquilibrage protéique, le surcoût serait de 35 €/mois/pers⁵¹⁰.

Émerge également, au sein du secteur associatif, l'idée, reprise par une partie du monde politique, d'une Sécurité Sociale de l'Alimentation⁵¹¹. Il s'agit d'agir sur les ressources en intégrant l'alimentation dans un système de sécurité sociale. Ce système consisterait, dans le même esprit que le revenu universel, à allouer un revenu mensuel de 150 euros pour tous, via la carte de sécurité sociale par exemple, pour acheter uniquement des produits conventionnés par des caisses de sécurité sociale. La liste des produits éligibles peut être définie de façon à réorienter le système alimentaire vers plus de respect de l'environnement et de la santé. France relance inclut le soutien aux projets locaux favorisant une alimentation durable sans que ceux-ci s'inscrivent nécessairement dans une perspective de transition juste, c'est-à-dire incluant une dimension d'inclusivité sociale et politique. Toutefois, certains des Projets alimentaires territoriaux (PAT)⁵¹² mettent l'accent sur l'accès de tous à une alimentation durable et de qualité et/ou sur la démocratie alimentaire recherchant la participation des citoyens à l'élaboration du

PAT et en particulier des personnes en situation de précarité au fonctionnement des dispositifs d'aide.

Indépendamment des actions mises en œuvre par les collectivités, la société civile développe des actions s'inscrivant dans une transition juste. Ainsi, les paniers solidaires de certaines Amap sont proposés à moitié prix aux familles bénéficiant de minimas sociaux. Les paniers non récupérés par les adhérents peuvent aussi être distribués par le Secours Populaire et les Restos du Cœur. Le réseau Vrac, quant à lui, opère des achats groupés et en grandes quantités de produits locaux et équitables (rétribuant le travail des producteurs à sa juste valeur) qu'il revend à des prix réduits grâce à l'utilisation de circuits courts⁵¹³ et à la limitation des emballages⁵¹⁴. Les réseaux ANDES⁵¹⁵ et UGESS⁵¹⁶ travaillent à l'augmentation des produits locaux et de qualité au sein des épiceries solidaires, lesquelles offrent un accès à des produits à prix réduits d'une façon moins stigmatisante que la distribution gratuite.

4.6.3 POLITIQUES PUBLIQUES DE LUTTE CONTRE LA DÉFORESTATION IMPORTÉE

Priorité de sa présidence de l'UE entre janvier et juin 2022, la France a initié en 2018 une Stratégie de lutte contre la déforestation importée (SNDI). Elle ambitionne d'y mettre fin d'ici 2030. Elle concerne dans un premier temps les principaux produits et matières contributeurs des émissions, comme les commodités agricoles. La France souhaite aligner ses politiques publiques, en particulier d'aide au développement, avec les objectifs de la SNDI en engageant un dialogue entre pays consommateurs et pays producteurs. Une politique d'achats publics « zéro déforestation » et des mesures visant à financer des projets de gestion durable des forêts sont progressivement mises en place.

À travers France relance, le Plan national de relance et de résilience et la Loi climat et résilience, la France a adopté plusieurs mesures visant à limiter la déforestation importée. Les articles 270, 272 et 273 de la Loi climat et résilience visent à actualiser tous les cinq ans la SNDI, à mettre en place une plateforme pour assister les entreprises et les acteurs publics à transformer leurs chaînes d'approvisionnement, à s'assurer que l'État n'achète plus de biens contribuant directement à la déforestation, etc. France relance n'intervient sur la déforestation importée que de manière indirecte via la Stratégie nationale sur les protéines végétales : le développement de la production nationale de proté-

ines végétales devrait permettre de substituer les importations agricoles mais pas celles d'huiles. La composante 2 « écologie et biodiversité » du Plan national de relance et de résilience s'inscrit dans la continuité du plan de relance et agit sur le même volet de la déforestation importée que France Relance.

Ces mesures restent néanmoins insuffisantes et ne cherchent pas à rattraper les engagements non respectés et pris antérieurement. Plusieurs points sont à souligner :

- La SNDI fait référence à la Déclaration d'Amsterdam de 2015. Cette dernière engage neuf pays européens à éliminer la déforestation causée par les commodités agricoles d'ici 2025. Or la SNDI a pour horizon 2030 ;
- L'action de la plateforme nationale concernant l'évaluation des risques de déforestation demeure à ce jour limitée aux importations de soja du Brésil ;
- La SNDI comme la Loi climat et résilience reposent principalement sur les intentions des acteurs et les actions volontaires des entreprises et des consommateurs. Il n'est mentionné d'aucune mesure réglementaire ou de mécanismes incita-

tifs, ni de cible de réduction de la consommation des produits sources de déforestation importée hormis pour l'État. Il est postulé qu'au travers d'une information claire et transparente, les consommateurs devraient exercer une pression pour que les intermédiaires dans les systèmes alimentaires changent leurs pratiques.

À l'échelle européenne, un nouveau règlement relatif à la mise sur le marché de l'Union et à l'exportation de certains produits de base et produits associés à la déforestation et à la dégradation des forêts a été voté en 2023¹. En vertu de ce règlement, tout opérateur ou négociant qui met sur le marché de l'UE des produits qui pourraient être liés à la déforestation et à la dégradation des forêts (produits d'origine animale, bois, cacao, soja, huile de palme, café, caoutchouc, etc.), ou qui les exporte, doit être en mesure de prouver que ces produits ne proviennent pas de terres récemment déboisées ou dégradées. Réduire la consommation européenne de ces produits permettrait de réduire les émissions d'au moins 32 Mt éq CO₂ par an.

De manière plus générale, il est à souligner que la traçabilité des produits peut poser des difficultés malgré des efforts dans sa mise en place⁵¹⁷. D'une part, des

produits brésiliens peuvent être transformés en Amérique du Nord avant d'être importés en France rendant les flux délicats à suivre. D'autre part, le soja n'est pas forcément un vecteur de déforestation directe, depuis la signature par les acteurs d'un « moratoire sur le soja » qui vise à interdire la production sur des parcelles défrichées après 2008⁵¹⁸. Cette réglementation ne s'applique que pour l'Amazonie et pas pour le Cerrado, biome de savane et non de forêt, et haut lieu de biodiversité. Or c'est dans cette région que se réalise la plus grande partie de la production de soja. Enfin, en Amazonie, des forêts sont nouvellement défrichées dans le but d'y cultiver d'autres végétaux comme le coton ou le maïs et le soja est réservé aux terres déjà déboisées, qui ne comptent donc pas comme relevant de la déforestation.

Il est justifié de s'interroger sur la durée à partir de laquelle une zone anciennement forestière ne devrait plus être comptabilisée en déforestation ; sur la définition technique de la forêt qui peut se révéler délicate pour mesurer la déforestation⁵¹⁹ ; ou encore sur les cadres réglementaires et les certifications indépendantes qui doivent permettre de maîtriser les facteurs de la dégradation des forêts qui la provoquent afin de la contenir dans des limites viables.

4.7 NOTES ET RÉFÉRENCES DU CHAPITRE 4

397. Au total, l'IDDRI identifie une cinquantaine de mesures visant à agir sur la consommation et les comportements alimentaires, comme par exemple l'interdiction des distributeurs dans les établissements scolaires. (Source : IDDRI (2023) « Environnement, inégalités, santé : quelle stratégie pour les politiques alimentaires françaises ? » Étude N°01/23, Iddri.

<https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/environnement-inegalites-sante-quelle-strategie-pour-les>) Pour une revue des principales actions publiques liées aux systèmes alimentaires, voir aussi l'avis du Conseil National de l'Alimentation sur la Stratégie Nationale pour l'Alimentation, la Nutrition et le Climat (Source : CNA (2023) « Contribution du CNA à la Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat. » <https://www.cna-alimentation.fr/download/contribution-du-cna-a-la-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/>

398. Loi n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043956924>

399. Cf. note 398.

400. Le chapitre VI « se nourrir » inclut 27 actions mais l'article 269 sur l'interdiction aux personnes publiques et aux non professionnels d'utiliser des engrais de synthèse n'est pas considérée ici car elle ne cible pas les acteurs du système alimentaire.

401. Assemblée nationale (2021) « Étude d'impact - Projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets », https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/textes/l15b3875_etude-impact.pdf et Haut Conseil pour le Climat (2021) « Avis portant sur le projet de loi Climat et Résilience », <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/avis-portant-sur-le-projet-de-loi-climat-et-resilience/>

402. Décret n° 2022-1654 du 26 décembre 2022 définissant les trajectoires annuelles de réduction des émissions de protoxyde d'azote et d'ammoniac du secteur agricole jusqu'en 2030. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000046806990>

403. Commission des Affaires Économiques de l'Assemblée Nationale (2023) « Rapport d'information sur la mise en application de la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets », Rapport d'information, n°749. https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/rapports/cion-eco/l16b0749_rapport-information.pdf

404. À ce jour, le contenu de ce projet de loi n'est pas public.

405. Pacte pour le renouvellement des générations en agriculture:

<https://www.agriculture.gouv.fr/dossier-de-presse-pacte-dorientation-pour-le-renouvellement-des-generations-en-agriculture>

406. Annonces du ministre lors de la Rencontre « Terres de Jim » organisée par le syndicat Jeunes Agriculteurs le 10 septembre 2023.
407. Cette estimation ne tient pas compte du cofinancement (additionnel) du pilier II apporté par l'Etat. Source : I4CE(2021) « Décryptage des financements du système alimentaire français et de leur contribution aux enjeux de durabilité ». <https://www.i4ce.org/publication/decryptage-financements-systeme-alimentaire-francais-climat/>
408. https://www.agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/financing-cap/cap-funds_en
409. Ses objectifs sont définis dans le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne : a) accroître la productivité de l'agriculture en développant le progrès technique, en assurant le développement rationnel de la production agricole ainsi qu'un emploi optimum des facteurs de production, notamment de la main-d'œuvre, b) assurer ainsi un niveau de vie équitable à la population agricole, notamment par le relèvement du revenu individuel de ceux qui travaillent dans l'agriculture, c) de stabiliser les marchés, d) de garantir la sécurité des approvisionnements et e) d'assurer des prix raisonnables dans les livraisons aux consommateurs.
410. Cour des comptes européenne (2021) « Politique agricole commune et climat - La moitié des dépenses de l'UE liées au climat relèvent de la PAC, mais les émissions d'origine agricole ne diminuent pas » Rapport spécial 16/2021. <https://www.eca.europa.eu/fr/publications?did=58913>
411. Règlement (UE) 2021/2115 du Parlement Européen et du Conseil du 2 décembre 2021 établissant des règles régissant l'aide aux plans stratégiques devant être établis par les États membres dans le cadre de la politique agricole commune (plans stratégiques relevant de la PAC) et financés par le Fonds européen agricole de garantie (FEAGA) et par le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader), et abrogeant les règlements (UE) no 1305/2013 et (UE) no 1307/2013. <https://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2115>
412. https://www.agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27/key-policy-objectives-cap-2023-27_fr
413. IEEP (2023) « Environmental and climate assessments of CAP Strategic Plans : Summary of impact based on four key Member States », IEEP Policy briefing. https://www.ieep.eu/wp-content/uploads/2023/04/Environmental-and-climate-assessments-of-CAP-Strategic-Plans_IEEP-2023.pdf
414. Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire (2022) « Plan Stratégique National de la PAC 2023-2027 ». <https://www.agriculture.gouv.fr/pac-2023-2027-le-plan-strategique-national>
415. Cour des comptes (2018) « L'évolution de la répartition des aides directes du fonds européen agricole de garantie (FEAGA) et leurs effets (2008-2015) », Référé n°S2018-2553. <https://www.ccomptes.fr/system/files/2019-01/20190110-refere-S2018-2553-aides-directes-FEAGA.pdf>
416. Cour des comptes européenne (2017) « Le verdissement: complexité accrue du régime d'aide au revenu et encore aucun bénéficiaire pour l'environnement », Rapport spécial n°21. <https://www.op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/greening-21-2017/fr/>
417. Cour des comptes européenne (2022) « Dépenses climatiques du budget 2014-2020 de l'UE: Une réalité en deçà des chiffres publiés » Rapport spécial 9/2022. https://www.eca.europa.eu/mwg-internal/ge5fs23hu73ds/progress?id=OhTgwTIRsrT_vbsbHalwBTTdxVJqx3JEsutzAK6Lfs8.&dl ; Cours des comptes européenne (2016) « Le suivi des dépenses liées à l'action pour le climat dans le budget de l'UE » Document d'analyse n°01/2020. <https://www.eca.europa.eu/mwg-internal/ge5fs23hu73ds/progress?id=i5lsFDMpOqfUyuvrWlQUdPpLXeRMIsYM3a1GPZbdugA.&dl>
418. L'IEEP analyse le budget total (financement européen et co-financement national) et inclut dans son calcul : a) 100 % des dépenses engagées au titre des éco-régimes ; b) 100 % des dépenses engagées pour les mesures agroenvironnementales et climatiques ; c) 100 % des dépenses engagées pour le soutien à l'agriculture biologique ; d) 100 % des dépenses engagées pour les aides aux investissements non productifs et e) 15 % des aides sectorielles pour les fruits et légumes. Source: Institute for European Environmental Policy (2023) « Environment and climate assessment of France's CAP ; Strategic Plan » Rapport d'étude IEEP, <https://www.ieep.eu/publications/environment-and-climate-assessment-of-frances-cap-strategic-plan/>
419. Lassalas M. et al. (2023) « The decline of the new Common Agricultural Policy in France will not be environmentally ambitious », Contribution to XVII, EAAE Congress in Rennes.
420. <https://www.gouvernement.fr/upload/media/content/0001/06/37fb0deba7e906c2ced7f4628c067eff5c403ff8.pdf>
421. Peyraud J.-L. et MacLeod M. (2020) « Future of EU livestock: how to contribute to a sustainable agricultural sector? » European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. <https://www.op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b10852e8-0c33-11eb-bc07-01aa75ed71a1/language-en> ; Cour des comptes. (2023) « Les soutiens publics aux éleveurs bovins » Rapport S2023-0466. <https://www.ccomptes.fr/fr/publications/les-soutiens-publics-aux-eleveurs-de-bovins> ; <https://www.globalmethanepledge.org/>
422. Alliance Environnement. (2018) « Evaluation study of the impact of the CAP on climate change and greenhouse gas emissions. », Rapport final pour la Commission européenne. <https://www.op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/29eee93e-9ed0-11e9-9d01-01aa75ed71a1>
Sur l'impact du paiement vert, qui a été intégré à la conditionnalité dans la nouvelle PAC, voir par exemple: Cour des comptes européenne (2017) « Le verdissement: complexité accrue du régime d'aide au revenu et encore aucun bénéficiaire pour l'environnement », Rapport spécial n°21. <https://www.op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/greening-21-2017/fr/> et Pe'er G., et al. (2017) « Is the CAP Fit for purpose? An evidence-based fitness-check assessment », Report Commissioned by Stichting BirdLife Europe and the European Environmental Bureau (EEB). <https://www.en.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/agrarreform/171121-executivesummary.pdf>
423. IEEP (2023) « Environment and climate assessment of France's CAP Strategic Plan » Rapport d'étude IEEP. <https://www.ieep.eu/publications/environment-and-climate-assessment-of-frances-cap-strategic-plan/>
424. Cf. Note 419.
425. SGPE (2023) « Tableau de bord de la planification écologique » <https://www.gouvernement.fr/upload/media/content/0001/06/27899b60fe0cf622dc033d34bd8b2f1ab0c8102c.pdf>
426. SGPE (2023) « Planification écologique: Conseil national de la transition écologique » Présentation en CNTE des trajectoires de décarbonation par secteur. <https://www.gouvernement.fr/upload/media/content/0001/06/70271d2b861fd93577b32511f41998aa6f1b8e19.pdf>
427. Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. (2022) « Plan Stratégique National de la PAC 2023-2027 » et Citepa (2022) « Contribution du Plan Stratégique National aux objectifs de réduction des GES et polluants atmosphériques du secteur agricole à l'horizon 2030 », rapport d'étude non publié.
428. Carbone 4 (2023) « Compatibilité du Plan Stratégique National français de la PAC avec la Stratégie Nationale Bas Carbone 2 », rapport d'étude. <https://www.collectifnourrir.fr/pac-et-climat-lurgence-de-reviser-le-plan-francais-de-la-pac-pour-saligner-avec-nos-objectifs-de-reduction-des-emissions-agricoles/>
429. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000048151789> et note 428. <https://www.collectifnourrir.fr/pac-et-climat-lurgence-de-reviser-le-plan-francais-de-la-pac-pour-saligner-avec-nos-objectifs-de-reduction-des-emissions-agricoles/>
430. Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. (2021) « Diagnostic en vue du Plan Stratégique National de la PAC 2023-2027 ». <https://www.agriculture.gouv.fr/pac-2023-2027-le-plan-strategique-national>
431. CGAAER (2023) « La haie, levier de la planification écologique », Rapport n° 22114. <https://www.agriculture.gouv.fr/la-haie-levier-de-la-planification-ecologique>
432. Cf. note 428.
433. Cf. note 419.
434. Cf. note 423.
435. Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire (2022) « Conclusions du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique ». <https://www.agriculture.gouv.fr/conclusions-du-varenne-agricole-de-leau-et-de-ladaptation-au-changement-climatique>
436. Cf. note 435.
437. Chambre d'agriculture d'Occitanie, « Varenne agricole de l'eau et du changement climatique en Occitanie » <https://occitanie.chambre-agriculture.fr/agroenvironnement/changement-climatique/varenne-agricole-de-leau-et-du-changement-climatique/>
438. FranceAgriMer (2023) « Les filières agricoles s'engagent face aux défis climatiques ». <https://www.franceagrimer.fr/Actualite/Etablissement/2023/Les-filieres-agricoles-s-engagent-face-aux-defis-climatiques>
439. CGAAER (2023) « Appui au délégué interministériel pour le Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique - Appui à des travaux prospectifs d'identification de productions agricoles à forte résilience climatique dans les territoires », rapport n°23021. file:///C:/Users/emidler/Downloads/CGAAER_23021_Rapport_P.pdf
440. MTECT (2022) « Évaluation à mi-parcours du deuxième Plan national d'adaptation au changement climatique (2018-2021) ». <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Evaluation%20C3%A0%20mi-parcours%20du%20PNACC-2.pdf>
441. Cadilhon J. et Dedieu M.-S. (2011) « Les organisations interprofessionnelles : un outil répandu de gestion des filières », Analyse du Centre d'études et de prospective du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation n°31. <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Ana31/Ana31.pdf>

442. <https://www.agriculture.gouv.fr/egalim-les-plans-de-filières>
443. L'article 301 de la loi précise que « Au plus tard le 1er janvier 2023, pour chaque secteur fortement émetteur de gaz à effet de serre, une feuille de route est établie conjointement par les représentants des filières économiques, le Gouvernement et les représentants des collectivités territoriales pour les secteurs dans lesquels ils exercent une compétence. Dans le respect de l'article L. 151-1 du code de commerce, cette feuille de route coordonne les actions mises en œuvre par chacune des parties pour atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre fixés par la stratégie nationale de développement à faible intensité de carbone prévue à l'article L. 222-1 B du code de l'environnement. [...] Les travaux visant la décarbonation d'un secteur conduits par les instances de concertation existantes, en particulier les comités stratégiques de filières, satisfont le cas échéant cette disposition. [...] Au moins tous les trois ans, le Gouvernement rend compte de l'avancée de ces travaux au Parlement, après l'avis du Haut Conseil pour le climat, au titre de sa compétence prévue au 2° du II de l'article L. 132-4 du même code. »
444. Capron C. (2021) « Guiding food chains towards the reach of national carbon neutrality and adaptation commitments » Professional Thesis Post-Master International Environmental Management EnvIM, Mines-Paris-Tech.
445. <https://www.ecologie.gouv.fr/signature-feuilles-route-decarbonation-dintercereales-du-cniel-et-dinterbev>
446. GIEC (2022) « Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. » <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>; PNUE (2022) « Emissions Gap Report 2022: The Closing Window – Climate crisis calls for rapid transformation of societies. » <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>; Willett W. et al. (2019) « Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. » *The Lancet*, 393(10170), 447-492. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext); Clark M. A. et al. (2020) « Global food system emissions could preclude achieving the 1.5 and 2 C climate change targets. » *Science*, 370(6517), 705-708. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aba7357>
447. Cardon P., Depecker T. et Plesz M. (2019) « Sociologie de l'alimentation ». Édition Armand Colin.
448. Cf. note 449.
449. IDDRI (2023) « Environnement, inégalités, santé : quelle stratégie pour les politiques alimentaires françaises ? » <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/environnement-inegalites-sante-quelle-strategie-pour-les>
450. Salomé M. et al. (2021) « Contrary to ultra-processed foods, the consumption of unprocessed or minimally processed foods is associated with favorable patterns of protein intake, diet quality and lower cardiometabolic risk in French adults (INCA3) », *European Journal of Nutrition*, 60(7), 4055-4067. <https://www.link.springer.com/article/10.1007/s00394-021-02576-2>
451. Insee (2020) « Les hypermarchés n°1 des ventes de produits alimentaires », Insee Focus n°187. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4473482#titre-bloc-4>
452. À Marseille par exemple, des habitants des quartiers nord ont des difficultés à se fournir en denrées alimentaires, depuis la fermeture du seul commerce alimentaire du quartier il y a 12 ans. Les personnes âgées, les femmes seules avec enfants, sans moyen de transport, sont les premières pénalisées. Source: <https://www.inrae.fr/dossiers/alimentation-sortir-inegalites/manger-sain-sa-faim-question-revenus>
453. Eurogroup for Animals, BEUC et EPHA (2023) « The illusion of choice : Why someone already decided what you will eat for lunch » <https://www.beuc.eu/reports/illusion-choice-why-someone-already-decided-what-you-will-eat-lunch>
454. Ravensbergen E. A. et al. (2015) « Healthy or unhealthy on sale? A cross-sectional study on the proportion of healthy and unhealthy foods promoted through flyer advertising by supermarkets in the Netherlands. » *BMC Public Health*, 15(1), 1-10. <https://www.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-015-1748-8>; Vandevijvere S. et Van Dam I. (2021) « The nature of food promotions over one year in circulars from leading Belgian supermarket chains. » *Archives of Public Health*, 79(1), 1-8. <https://www.archpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13690-021-00591-7>
455. Wilson L. et Lusk J. L. (2020) « Consumer willingness to pay for redundant food labels », *Food Policy*, 97, 101938. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919220301421>
456. Chernev A. et al. (2015) « Choice overload: A conceptual review and meta-analysis. » *Journal of Consumer Psychology*, 25(2), 333-358. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1057740814000916>
457. Anses, Restauration collective <https://www.anses.fr/fr/content/faciliter-1%E2%80%99acc%C3%A8s-%C3%A0-la-restauration-collective-et-am%C3%A9liorer-la-qualit%C3%A9-nutritionnelle-en>
458. Nguyen B. T. et Powel, L. M. (2014) « The impact of restaurant consumption among US adults: effects on energy and nutrient intakes. » *Public health nutrition*, 17(11), 2445-2452. <https://www.cambridge.org/core/journals/public-health-nutrition/article/impact-of-restaurant-consumption-among-us-adults-effects-on-energy-and-nutrient-intakes/146DE384020C4E102072BE0F0F05AAB>
459. Par exemple, en jouant sur la taille des assiettes, voir Wansink B. et Van Ittersum K. (2013) « Portion size me: plate-size induced consumption norms and win-win solutions for reducing food intake and waste. » *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(4), 320. <https://www.psycnet.apa.org/record/2013-43362-002>
460. SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies (2023) « Towards sustainable food consumption ». <https://www.sapea.info/topic/food-consumption/>
461. Ministère des Solidarités et de la santé (2019) « Programme national nutrition santé 2019-2023 » https://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4_2019-2023.pdf
462. Inspection Générale des Affaires Sociales (2016) « Évaluation du programme national nutrition santé 2011-2015 et 2016 (PNNS 3) et du plan obésité 2010-2013 » Rapport 2016-020R p. 35. <https://www.igas.gouv.fr/IMG/pdf/2016-020R.pdf>
463. Union des annonceurs. (2015) « Les chiffres clés des annonceurs - édition 2015 ». https://www.uniondesmarques.fr/l/library/download/3878/chiffres_cles_des_annonceurs_2015.pdf?redirected=1693410527
464. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (2019) « Programme National pour l'Alimentation : Territoires en Action 2019-2023 » <https://www.agriculture.gouv.fr/programme-national-pour-l'alimentation-2019-2023-territoires-en-action>; France Stratégie. (2021) « Pour une alimentation saine et durable : analyse des politiques de l'alimentation en France. » Rapport pour l'assemblée nationale. <https://www.strategie.gouv.fr/publications/une-alimentation-saine-durable-rapport-lassemblee-nationale>
465. Projets alimentaires territoriaux <https://www.rnpat.fr/projets-alimentaires-territoriaux-pat/>
466. Cerema et CGDD (2021) « L'auto-évaluation environnementale des Projets Alimentaires Territoriaux » Document repère <https://www.cerema.fr/fr/actualites/experimentation-demarche-auto-evaluation-projets-alimentaires>; RnPAT (2022) « Projets alimentaires territoriaux : Évaluation du dispositif national et de ses impacts territoriaux. » Livrable final des travaux de l'EvalPAT <https://www.rnpat.fr/projets-alimentaires-territoriaux-pat/evalpat-presentation/>
464. France Stratégie. (2021). « Pour une alimentation saine et durable : analyse des politiques de l'alimentation en France. » Rapport pour l'assemblée nationale. <https://www.strategie.gouv.fr/publications/une-alimentation-saine-durable-rapport-lassemblee-nationale>
468. IDDRI (2023) « Environnement, inégalités, santé : quelle stratégie pour les politiques alimentaires françaises ? » <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/environnement-inegalites-sante-quelle-strategie-pour-les>
469. Sur le sujet de la santé, voir notamment INSERM et Santé Publique France (2017) « Agir sur les comportements nutritionnels. Réglementations, marketing et influence des communications de santé. » Expertise collective. Synthèse et recommandations. https://www.inserm.fr/wp-content/uploads/media/entity_documents/inserm-ec-2017-comportementsnutritionnels-synthese.pdf
470. Cf. note 464.
471. Haut Conseil pour la Santé Publique (2017) « Pour une Politique nationale nutrition santé en France PNNS 2017-2021 » Coll. Avis et rapports. <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=632>; Cour des Comptes (2019) « La prévention et la prise en charge de l'obésité » Communication à la Commission des affaires sociales de l'Assemblée nationale. <https://www.ccomptes.fr/fr/publications/la-prevention-et-la-prise-en-charge-de-lobesite>; Santé Publique France (2020) « Exposition des enfants et des adolescents à la publicité pour des produits gras, sucrés, salés » Etudes et enquêtes. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/rapport-synthese/exposition-des-enfants-et-des-adolescents-a-la-publicite-pour-des-produits-gras-sucres-sales>
472. Cf. note 449.
473. I4CE (2023) « Réduction de la consommation de viande : des politiques publiques bien loin des objectifs de durabilité ». <https://www.i4ce.org/publication/reduction-consommation-viande-politiques-publiques-bien-loin-objectifs-durabilite-climat/>; RAC (2023) « Pour une véritable Stratégie Nationale pour l'Alimentation, la Nutrition et le Climat. » <https://www.reseauactionclimat.org/publications/pour-une-veritable-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/>; IDDRI

(2023) « Environnement, inégalités, santé : quelle stratégie pour les politiques alimentaires françaises ? ».
<https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/environnement-inegalites-sante-quelle-strategie-pour-les> ; CNA (2023) « contribution du CNA à la Stratégie nationale pour l'alimentation, La nutrition et le climat » Livrable.
<https://www.cna-alimentation.fr/download/contribution-du-cna-a-la-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/> ; RAC (2023) « L'heure des comptes pour les supermarchés. Evaluation des enseignes et recommandations pour les pouvoirs publics. »
<https://www.reseauactionclimat.org/publications/alimentation-et-climat-lheure-des-comptes-pour-les-supermarches/> ; Eurogroup for Animals, BEUC et EPHA (2023) « The illusion of choice : Why someone already decided what you will eat for lunch »
<https://www.beuc.eu/reports/illusion-choice-why-someone-already-decided-what-you-will-eat-lunch/> ;
474. IDDRI (2023) « Minimum sustainability requirements: A key pillar for the Sustainable Food Systems Framework Law ». <https://www.iddri.org/en/publications-and-events/other-publication/minimum-sustainability-requirements-key-pillar/> ; I4CE (2023) « Réduction de la consommation de viande : des politiques publiques bien loin des objectifs de durabilité ». <https://www.i4ce.org/publication/reduction-consommation-viande-politiques-publiques-bien-loin-objectifs-durabilite-climat/> ; SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies (2023) « Towards sustainable food consumption ». <https://sapea.info/topic/food-consumption/>
475. Cf. note 449.
476. Cf. note 460.
477. CNA (2023) « contribution du CNA à la Stratégie nationale pour l'alimentation, La nutrition et le climat » Livrable.
<https://www.cna-alimentation.fr/download/contribution-du-cna-a-la-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/> ; RAC (2023) « Pour une véritable Stratégie Nationale pour l'Alimentation, la Nutrition et le Climat. »
<https://www.reseauactionclimat.org/publications/pour-une-veritable-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/>
478. I4CE (2023) « Réduction de la consommation de viande : des politiques publiques bien loin des objectifs de durabilité ». <https://www.i4ce.org/publication/reduction-consommation-viande-politiques-publiques-bien-loin-objectifs-durabilite-climat/> , Solagro et RAC (2019) « Politiques publiques : pour une alimentation bénéfique à la santé de tous et au climat » Cahier de recommandations.
<https://www.afterres2050.solagro.org/2019/10/une-alimentation-benefique-a-la-sante-et-au-climat-les-recommandations-du-rac-et-solagro/>
479. CNA (2023) « contribution du CNA à la Stratégie nationale pour l'alimentation, La nutrition et le climat » Livrable.
<https://www.cna-alimentation.fr/download/contribution-du-cna-a-la-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/> ; Solagro et RAC (2019) « Politiques publiques : pour une alimentation bénéfique à la santé de tous et au climat » Cahier de recommandations.
<https://www.afterres2050.solagro.org/2019/10/une-alimentation-benefique-a-la-sante-et-au-climat-les-recommandations-du-rac-et-solagro/> ; (2023) « Environnement, inégalités, santé : quelle stratégie pour les politiques alimentaires françaises ? ».
<https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/environnement-inegalites-sante-quelle-strategie-pour-les> ; RAC (2023) « Pour une véritable Stratégie Nationale pour l'Alimentation, la Nutrition et le Climat. »
<https://www.reseauactionclimat.org/publications/pour-une-veritable-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/>
480. Cf. note 460."
481. Cavaillet F. et Fadhuile A. (2020) « Inégalités et politiques publiques pour une alimentation durable », Inrae Sciences Sociales n°1/2020.
<https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/iss20-1.pdf>
482. Penne T. et Goedemé T. (2021) « Can low-income households afford a healthy diet? Insufficient income as a driver of food insecurity in Europe. » Food Policy, 99, 101978. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306191220301822>
483. Cf. note 481.
484. HCSP (2017) « Pour une Politique nationale nutrition santé en France PNNS 2017-2021 » Coll. Avis et rapports.
<https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=632> ; Cour des Comptes (2019) « La prévention et la prise en charge de l'obésité » Communication à la Commission des affaires sociales de l'Assemblée nationale.
<https://www.ccomptes.fr/fr/publications/la-prevention-et-la-prise-en-charge-de-lobesite> ; Santé Publique France (2020) « Exposition des enfants et des adolescents à la publicité pour des produits gras, sucrés, salés » Etudes et enquêtes.
<https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/rapport-synthese/exposition-des-enfants-et-des-adolescents-a-la-publicite-pour-des-produits-gras-sucres-sales> ; Iddri (2023) « Environnement, inégalités, santé : quelle stratégie pour les politiques alimentaires françaises ? ».
<https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/environnement-inegalites-sante-quelle-strategie-pour-les> ; CNA (2023) « contribution du CNA à la Stratégie nationale pour l'alimentation, La nutrition et le climat » Livrable.
<https://www.cna-alimentation.fr/download/contribution-du-cna-a-la-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/> ; RAC (2023) « Pour une véritable Stratégie Nationale pour l'Alimentation, la Nutrition et le Climat. »
<https://www.reseauactionclimat.org/publications/pour-une-veritable-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/>
485. CNA (2023) « Contribution du CNA à la Stratégie nationale pour l'alimentation, La nutrition et le climat » Livrable.
<https://www.cna-alimentation.fr/download/contribution-du-cna-a-la-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/> ; RAC (2023) « Pour une véritable Stratégie Nationale pour l'Alimentation, la Nutrition et le Climat. »
<https://www.reseauactionclimat.org/publications/pour-une-veritable-strategie-nationale-pour-l'alimentation-la-nutrition-et-le-climat/> ; I4CE (2023) « Réduction de la consommation de viande : des politiques publiques bien loin des objectifs de durabilité ». <https://www.i4ce.org/publication/reduction-consommation-viande-politiques-publiques-bien-loin-objectifs-durabilite-climat/> ;
486. Song J. et al. (2021). « Impact of color-coded and warning nutrition labelling schemes: A systematic review and network meta-analysis. » PLoS medicine, 18(10), e1003765. <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1003765>
487. https://www.environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/green-claims_fr
488. Dühr M. et al. (2021) « Consumers' knowledge gain through a cross-category environmental label », Journal of Cleaner Production, Volume 319, 128688. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621028882>
489. Dubuisson-Quellier S. (2016) « Gouverner les conduites des consommateurs », Chapitre 5 dans « Gouverner les conduites », Paris, Presses de SciencesPo.
490. Bablani L. et al. (2020) « The impact of voluntary front-of-pack nutrition labelling on packaged food reformulation: a difference-in-differences analysis of the Australasian Health Star Rating scheme », PLoS Med. 17(11):e1003427.
<https://www.doi.org/10.1371/journal.pmed.1003427>. PMID: 33216747; PMCID: PMC7679009
491. Schubert K. (coord.) (2017) « L'impact de l'Accord Économique et Commercial Global entre l'Union européenne et le Canada (AECG/CETA) sur l'environnement, le climat et la santé », Rapport pour le Premier ministre.
<https://www.gouvernement.fr/rapport/9467-remise-du-rapport-de-la-commission-d-evaluation-de-l-impact-du-ceta>
492. Mathews A. (2022) « Trade policy approaches to avoid carbon leakage in the agri-food sector » Rapport pour le Groupe de la Gauche au Parlement européen. <https://www.left.eu/content/uploads/2023/02/GUE-Study-TRADE-Carbon-leakage.pdf>
493. Cf. note 492.
494. Règlement (EU) 2023/956 du Parlement européen et du Conseil du 10 mai 2023 établissant un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières <https://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0956>
495. Guyomard H. et al. (2023) « The European Green Deal improves the sustainability of food systems but has uneven economic impacts on consumers and farmers. », Communications Earth & Environment, 4(1), 358. <https://www.nature.com/articles/s43247-023-01019-6>
496. Cf. note 492.
497. Cf. note 492.
498. Règlement (UE) 2023/1115 du Parlement européen et du Conseil du 31 mai 2023 relatif à la mise à disposition sur le marché de l'Union et à l'exportation à partir de l'Union de certains produits de base et produits associés à la déforestation et à la dégradation des forêts:
https://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?toc=OJ%3A2023%3A150%3ATOC&uri=uriserv%3AJOJ.L._2023.150.01.0206.01.FRA

- 499.** Un accord entre le Parlement et le Conseil a été trouvé pour cette directive en décembre 2023. Source : <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2023/12/14/corporate-sustainability-due-diligence-council-and-parliament-strike-deal-to-protect-environment-and-human-rights/> et <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20231205IPR15689/corporate-due-diligence-rules-agreed-to-secure-human-rights-and-environment>
- 500.** van Bers C. et al. (2019) «Advancing the research agenda on food systems governance and transformation», Current Opinion in Environmental Sustainability, 39 : 94-102.
- 501.** FAO (2023) « Suivi des progrès des indicateurs des ODD liés à l'alimentation et à l'agriculture 2023 » <https://www.fao.org/3/cc7088en/online/cc7088en.html>
- 502.** Cf. note 500.
- 503.** Fouilleux E. et Michel L. (2020) « Quand l'alimentation se fait politique(s) » Presses universitaires de Rennes. <https://www.pur-editions.fr/product/7863/quand-l-alimentation-se-fait-politique-s>
- 504.** Hervieu B. et Purseigle F. (2013) « Sociologie du monde agricole » Armand Colin. <https://www.cairn.info/sociologie-des-mondes-agricoles--9782200354404.htm>
- 505.** Hobeika A. (2020) « Résistances de la FNSEA aux problématiques environnementales et alimentaires de l'agriculture » dans: Fouilleux E. et Michel L. (2020) « Quand l'alimentation se fait politique(s) » Presses universitaires de Rennes. <https://www.pur-editions.fr/product/7863/quand-l-alimentation-se-fait-politique-s>
- 506.** Cf. note 447.
- 507.** Sénat (2018) « Aide alimentaire : un dispositif vital, un financement menacé ? Un modèle associatif fondé sur le bénévolat à préserver. », Rapport de la commission des finances. <http://www.senat.fr/notice-rapport/2018/r18-034-notice.html>
- 508.** Article 61 de la Loi n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous, et Article L266-1 du code de l'action sociale et des familles.
- 509.** Article 259 de la Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000043958046?init=true&page=1&query=climat+resilience&searchField=ALL&tab_selection=all
- 510.** I4CE (2022) « Quel montant pour des chèques alimentaires durables ? », Billet d'analyse. <https://www.i4ce.org/montant-cheques-alimentaires-durables/>
- 511.** à l'initiative d'Ingénieurs Sans Frontières, qui a commencé à travailler sur ce projet en 2017, les organisations réunies en 2019 ont créé un « Collectif pour une Sécurité Sociale de l'Alimentation » <https://www.securite-sociale-alimentation.org/outils-pedagogiques/la-ssa-en-video/> & <https://www.securite-sociale-alimentation.org/production/une-bd-sur-la-ssa/>
- 512.** <https://www.agriculture.gouv.fr/plus-de-330-projets-alimentaires-territoriaux-reconnus-par-le-ministere-au-1er-janvier-2022>
- 513.** Circuit de distribution dans lequel intervient au maximum un intermédiaire entre le producteur et le consommateur.
- 514.** Resolis (2019) « La Lutte Contre La Précarité Alimentaire - 60 initiatives locales pour une alimentation solidaire », Journal Resolis n°19. https://www.chezlestices.fr/wikis/PrecaAlim/files/LaLutteContreLaPrecariteAlimentaire60I_bf_fichier_resolis-19.pdf
- 515.** Association Nationale de Développement des Épiceries Solidaires
- 516.** Union Nationale des Groupements des Épiceries Sociales et Solidaires
- 517.** Plateforme sur les flux commerciaux liés à la déforestation <https://www.trase.earth/>
- 518.** Heilmayr R. et al. (2020), « Brazil's Amazon Soy Moratorium reduced deforestation. » Nature Food 1, 801-810. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00194-5>
- 519.** Karsenty A. et Picard N. (2021), « Quelles pistes pour freiner la déforestation importée ? », The Conversation. <https://theconversation.com/quelles-pistes-pour-freiner-la-deforestation-importee-163304>

LISTE DES PRINCIPAUX SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACV : Analyse en cycle de vie

ACS : Agriculture de conservation des sols

Ademe : Agence de la transition écologique

AGEC : Anti-gaspillage pour une économie circulaire

Agreste : Statistique agricole

Amap : Association de maintien de l'agriculture paysanne

ANCT : Agence nationale de la cohésion des territoires

ANDES : Association nationale de développement des épiceries solidaires

AOC : Appellation d'origine contrôlée

AOP : Appellation d'origine protégée

BCAE : Bonnes conditions agricoles et environnementales

Casdar : Compte d'affectation spéciale « Développement agricole et rural »

Citepa : Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

CGDD : Commissariat général au développement durable

CGAAER : Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux

CNA : Conseil national de l'alimentation

Cniel : Centre national interprofessionnel de l'économie laitière

CIMS : Cultures intermédiaires multi-services

CIVE : Cultures intermédiaires à vocation énergétique

Cnucc : Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques

Drom : Départements et Régions d'outre-mer

ETS : Emissions trading system cf. SEQE

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FEAD : Fonds européen d'aide aux plus démunis

FPRNM : Fonds de prévention des risques naturels majeurs

GES : Gaz à effet de serre

Giec : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GIEE : Groupement d'intérêt économique et environnemental

GNV : Gaz naturel véhicule

HCSP : Haut conseil de la santé publique

HVE : Haute valeur environnementale

IAA : Industries agroalimentaires

ICHN : Indemnité compensatoire de handicaps naturels

Iddri : Institut du développement durable et des relations internationales
Idele : Institut de l'élevage
IGP : Indication géographique protégée
Inrae : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
INAO : Institut national de l'origine et de la qualité

MACF : Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières
MAEC : Mesure agro-environnementale et climatique
MAFOR : Matières fertilisantes d'origine résiduaire
MASA : Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire
MEAE : Ministère de l'Europe et des affaires étrangères
MENJ : Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse
Mercosur : Marché commun du Sud.
MESRI : Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation
Minefi : Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique
MIOM : Ministère de l'intérieur et des outre-mer
MSP : Ministère de la santé et de la prévention
MTE : Ministère de la transition énergétique
MTECT : Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires

Nir : National inventory report

OMC : Organisation mondiale du commerce
Oracle : Observatoires régional sur l'agriculture et le changement climatique

PAC : Politique agricole commune
PAT : Projet alimentaire territorial
PCAET : Plan climat-air-énergie territorial
PLOAA : Pacte et Loi d'orientation et d'avenir agricoles
PLORGA : Pacte et Loi d'orientation pour le renouvellement des générations en agriculture
PNA : Programme national pour l'alimentation
Pnacc : Plan national d'adaptation au changement climatique
PNAN : Programme national de l'alimentation et de la nutrition
PNNS : Programme national nutrition santé
PRG : Potentiel de réchauffement global
PSN : Plan stratégique national

RSE : Responsabilité sociétale des entreprises

SAU : Surface agricole utilisée
Sdes : Services des données et études statistiques (MTECT)
SEQE : Système d'échanges de quotas d'émission de l'UE
SGPE : Secrétariat général à la planification écologique
Siqo : Signe d'identification de la qualité et de l'origine
Snanc : Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat
SNBC : Stratégie nationale bas carbone
SNDI : Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée

UE : Union européenne
UGESS : Union nationale des groupements des épiceries sociales et solidaires
UTCATF : Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie

REMERCIEMENTS

DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT

Ce rapport a été élaboré par :

▪ Estelle **MIDLER**, ▪ Sarah **VOIRIN** et ▪ Anass **HAMMANI**

Avec l'appui de ▪ Élixa **SGAMBATI** et ▪ Yohanan **KASRIEL**

Sous la coordination de ▪ Sylvain **MONDON** et sous la direction de ▪ Corinne **LE QUÉRÉ**

L'élaboration de ce rapport a reposé sur un travail initié par de précédents agents du secrétariat du Haut conseil pour le climat que ce dernier remercie chaleureusement. Le Haut conseil pour le climat remercie également tous les chercheurs et tous les acteurs du système alimentaire qui ont été consultés.

Le Haut conseil pour le climat souhaite remercier les organisations ayant bien voulu apporter des éclairages et des connaissances utiles à la réalisation de ce rapport (par ordre alphabétique) :

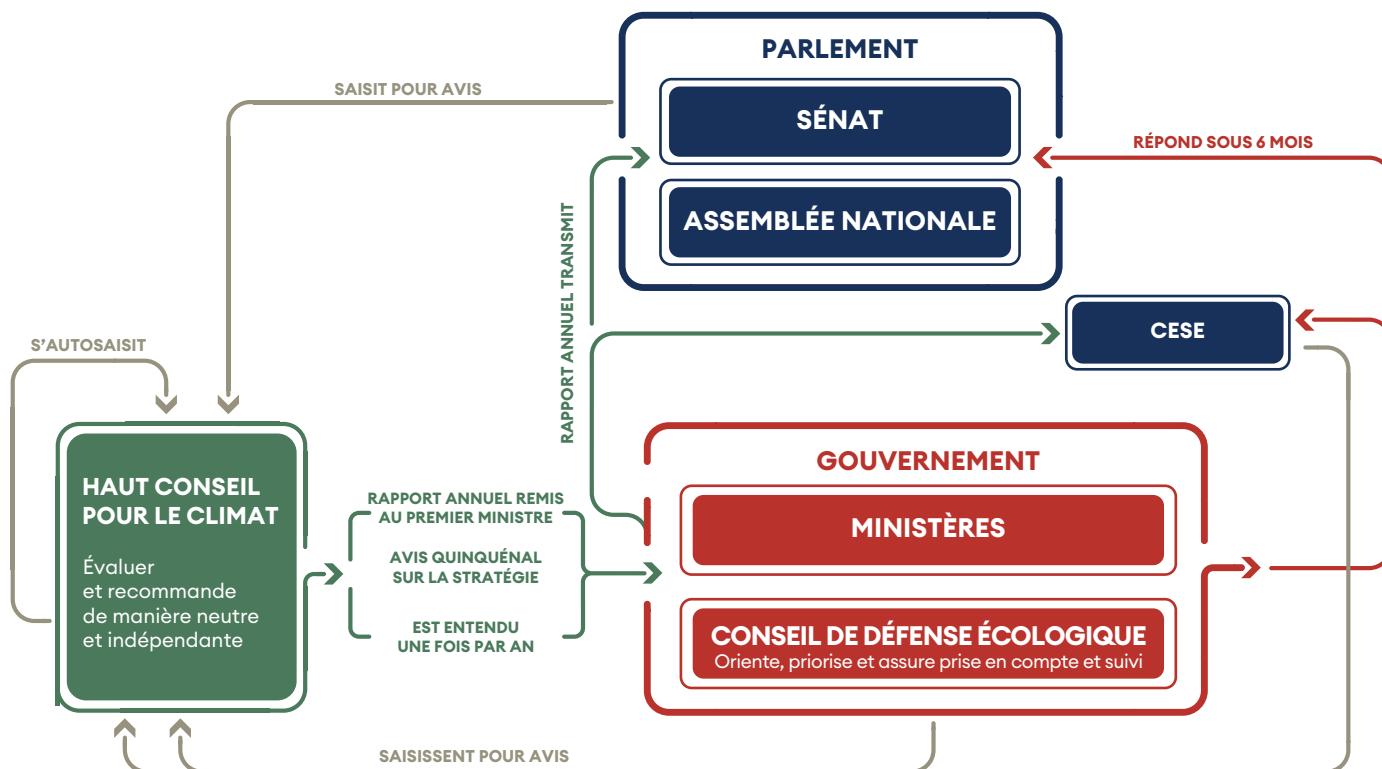
- L'Agence de la transition écologique (**Ademe**) ;
- Le Centre d'études et de prospective (**CEP**) du **MASA** ;
- Le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (**Citepa**) ;
- Le Commissariat général au développement durable (**CGDD**) du **MTECT** ;
- La Direction générale de l'alimentation (**DGAL**) du **MASA** ;
- La Direction générale à la performance économique et environnementale des entreprises (**DGPE**) du **MASA** ;
- La Direction générale de la santé (**DGS**) du **MSP** ;
- L'Institut du développement durable et des relations internationales (**Iddri**) ;
- Le Service de la donnée et des études statistiques (**Sdes**) du **CGDD** ;

Le Haut conseil pour le climat remercie également les personnes suivantes pour leurs éclairages, leurs contributions et leur accompagnement dédié :

- Mélanie **JULLIARD**, ▪ Jonathan **HERCULE**, ▪ Étienne **MATHIAS** et ▪ Colas **ROBERT** (Citepa) ;
- Nathalie **De NOBLET** (LSCE-IPSL) ;
- Manuel **BAUDE** (Sdes) ;
- Laure **BAMIÈRE** et Emmanuelle **KESSE-GUYOT** (Inrae) ;
- Philippe **BIHOUIX** (AREP) ;
- Juliette **BLAIS**, ▪ Sylvain **BORIE** et ▪ Roman **LEDOUX** (Carbone 4) ;
- Kim **BRENT** (Johns **HOPKINS** Center for a Livable Future) ;
- Vincent **COLOMB** (Ademe) ;
- Vivian **DÉPOUES** (I4CE) ;
- Marie **LASSALAS** (Institut Agro Rennes-Angers) ;
- Théodore **MICHEL** (Mines Paris - PSL) ;
- Joseph **POORE** (Université d'Oxford) ;
- Stefan **WIRSENIUS** (Chalmers University of Technology).

Enfin, le Haut conseil pour le climat remercie le personnel de France Stratégie et des Services du Premier Ministre pour leur appui logistique.

QU'EST-CE QUE LE HCC ?



Le Haut conseil pour le climat (HCC) est un organisme indépendant chargé d'évaluer l'action publique en matière de climat et sa cohérence avec les engagements européens et internationaux de la France, en particulier l'accord de Paris, l'atteinte de la neutralité carbone en 2050, et le respect des budgets carbone de la France.

Présidé par la climatologue franco-canadienne Corinne Le Quéré, le HCC est composé de douze membres choisis pour cinq ans en raison de leur expertise scientifique, technique et économique dans les domaines des sciences du climat et des écosystèmes, de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ainsi que de l'adaptation et de la résilience face au changement climatique.

Le HCC a été créé par le décret du 14 mai 2019, après avoir été installé le 27 novembre 2018 par le président de la République. Il est inscrit dans la loi relative à l'énergie et au climat de 2019.

Selon les termes du décret portant sa création, le HCC a deux missions principales :

- Il rend chaque année un rapport consultatif sur le respect de la trajectoire de baisse des émissions de gaz à effet de serre, la bonne mise en œuvre et l'efficacité des politiques et mesures pour réduire les émis-

sions de gaz à effet de serre et développer les puits de carbone, réduire l'empreinte carbone et développer l'adaptation au changement climatique.

- Il rend un avis tous les 5 ans sur les projets de stratégie bas carbone et de budgets carbone et sur la trajectoire de baisse des émissions de gaz à effet de serre sur laquelle s'engage la France. Il évalue la cohérence de la stratégie bas carbone vis-à-vis des politiques nationales et des engagements européens et internationaux de la France, en particulier de l'accord de Paris et de l'atteinte de la neutralité carbone en 2050.

Pour ces deux missions, le HCC prend en compte les impacts sociaux-économiques de la transition pour les ménages et les entreprises, les enjeux de souveraineté et les impacts environnementaux.

Les rapports du HCC, fondés sur des analyses scientifiques, évaluent les politiques et mesures en place et prévues et formulent des recommandations pour aider la France à atteindre ses objectifs. Ils donnent un éclairage indépendant, factuel et rigoureux sur l'évolution des émissions de gaz à effet de serre de la France et sur ses politiques publiques, dans une perspective à long terme. Tous les avis et rapports du Haut conseil pour le climat sont rendus publics.

LES MEMBRES DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT

Corinne LE QUÉRÉ - présidente



Corinne Le Quéré est une climatologue franco-canadienne, professeure en science du changement climatique à l'Université d'East Anglia. Elle a initié le « global carbon budget », elle a dirigé le centre Tyndall sur les Changements climatiques et a été auteure du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Elle est membre de l'Académie des Sciences du Royaume-Uni et siège au sein du « Climate Change Committee ».

Michel COLOMBIER



Michel Colombier est ingénieur et économiste. Il est directeur scientifique de l'IDDRI, directeur du Club d'Ingénierie Prospective et professeur associé à Sciences Po Paris. Il a été directeur général de l'ICE (International Consulting on Energy), conseiller auprès du cabinet du ministre de l'Énergie, chef du département « stratégie et évaluation » de l'Ademe. Il a été président du Comité d'Experts pour la Transition Énergétique en France.

Sophie DUBUISSON-QUELLIER



Sophie Dubuisson-Quellier est docteur de l'École des Mines de Paris, directrice de recherche au CNRS et directrice du Centre de sociologie des organisations (CSO), de Sciences Po. Elle travaille sur le changement social dans le contexte de la transition écologique, à l'articulation des politiques publiques, des mobilisations et des stratégies économiques

Alain GRANDJEAN



Alain Grandjean est diplômé de l'École polytechnique, de l'Ensaë et docteur en économie de l'environnement. Il est associé fondateur de Carbone 4, cabinet de conseil en stratégie climat. Il est membre du comité scientifique de la Fondation pour la Nature et l'Homme. Il a créé la plate forme The Other Economy.

Marion GUILLOU



Marion Guillou est la présidente de l'Académie d'Agriculture de France. Elle est membre du conseil de supervision du programme international sur l'agriculture, l'alimentation et le changement climatique en Afrique (AICCRA). Marion Guillou est également administratrice de plusieurs organisations publiques et privées. Spécialiste de l'alimentation, elle a été présidente directrice générale de l'INRA, présidente de l'École polytechnique et d'Agreenium (IAVFF) et a créé l'initiative européenne sur l'agriculture, l'alimentation et le changement climatique (JPI-FACCE).

Céline GUIVARCH



Céline Guivarch est directrice de recherches à l'École des Ponts, économiste au CIRED (Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement). Elle travaille à la fois sur les impacts économiques du changement climatique et sur les trajectoires de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle fait partie de l'équipe des auteurs du 6^{ème} rapport d'évaluation du GIEC.

Jean-Marc JANCOVICI

Jean-Marc Jancovici est diplômé de l'École polytechnique et de Télécom ParisTech. Il est associé fondateur de Carbone 4, qui aide les entreprises à s'approprier les enjeux du climat et de la biodiversité, président fondateur de l'association The Shift Project. Il est professeur à Mines ParisTech depuis 2008. Ses spécialités sont la lecture physique de l'économie, la comptabilité carbone (il est l'auteur principal du Bilan Carbone), et l'approvisionnement énergétique.

Benoît LEGUET

Benoît est le directeur général de l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE), association à but non lucratif qui contribue par ses analyses au débat sur les politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. Ses travaux couvrent trois transitions – énergie, agriculture, forêt – et six défis économiques : investissement, financement public, financement du développement, réglementation financière, tarification carbone et certification carbone.

Valérie MASSON-DELMOTTE

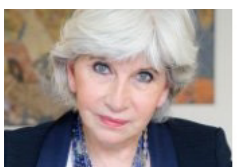
Valérie Masson-Delmotte est chercheuse en sciences du climat (directrice de recherches au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, CEA) au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement de l'Institut Pierre Simon Laplace. Elle est co-présidente du groupe de travail sur les bases physiques du changement climatique du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) depuis 2015.

Katheline SCHUBERT

Katheline Schubert est professeur d'économie à l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et à l'École d'économie de Paris. Ses travaux portent sur l'économie des ressources naturelles et de l'environnement et sur la croissance économique.

Jean-François SOUSSANA

Jean-François Soussana est ingénieur agronome et docteur en physiologie végétale de formation. Il est directeur de recherche et vice-président de l'INRAE en charge de la politique internationale, après avoir été directeur scientifique environnement. Membre du GIEC en tant qu'auteur principal depuis 1998, il a partagé avec les auteurs du GIEC le prix Nobel de la Paix en 2007 et a reçu plusieurs prix nationaux et internationaux.

Laurence TUBIANA

Laurence Tubiana est présidente et directrice exécutive de la Fondation européenne pour le climat (ECF) et professeur à Sciences Po Paris. Elle a précédemment présidé le conseil d'administration de l'Agence française de développement (AFD) et a été ambassadrice chargée des négociations sur le changement climatique et Représentante spéciale pour la COP 21, et de ce fait, elle a été nommée championne de haut niveau pour le climat de l'ONU.

ACCÉLÉRER LA TRANSITION CLIMATIQUE
**AVEC UN SYSTÈME ALIMENTAIRE
BAS CARBONE, RÉSILIENT ET JUSTE** ■
